

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

A GESTÃO DA TECNOLOGIA NAS EMPRESAS DO PÓLO PETROQUÍMICO DO SUL

Autor: LUIZ PAULO BIGNETTI

Professora Orientadora: EDI MADALENA FRACASSO

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
da Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul como requisito para a obtenção do  
título de Mestre em Administração

PORTO ALEGRE - RS

1992

UFRGS  
Escola de Administração  
BIBLIOTECA  
R. Washington Luiz, 855  
Fone: (51) 316-3840 - Fax: (51) 316-3991  
CEP 90010-460 - Porto Alegre - RS - Brasil

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Dra. Edi Madalena Fracasso

Professora Orientadora

Dr. Jaime Evaldo Fensterseifer

Professor Examinador

Dr. Paulo Cesar Delayti Motta

Professor Examinador

Dr. Juan Raul Quijada Abarca

Pesquisador

## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação encerra quase dois anos de trabalhos intensos. Nesse período, contei permanentemente com a amizade, a orientação e o empenho da Professora Edi Madalena Fracasso, que esteve sempre disponível para oferecer uma palavra de estímulo e de conforto. Sou-lhe muito grato pelo apoio na concretização de meus sonhos.

Aos professores Jaime Fensterseifer e Roberto Fachin, que se empenharam pessoalmente no prosseguimento dos meus estudos futuros

Ao professor Paulo Cesar Delayti Motta, pelas contribuições a este trabalho.

Aos colegas e professores, pelo convívio e pela estimulante troca de idéias.

Aos funcionários do PPGA, pelo gentil atendimento.

Ao Coordenador Geral da FUNDAPET, Antonio Rissato, amigo de muitas batalhas, pela ajuda prestada durante a pesquisa.

Aos entrevistados, pela paciência de suportarem uma bateria de questões, em encontros de uma hora que duraram sempre mais de duas.

À CAPES, pela concessão da bolsa, e ao CNPq/PADCT, pelo auxílio financeiro na pesquisa.

E à minha família, Bernadete, Bernardo e Adriano, que tornaram tudo possível, pelo amor, pela compreensão e pela confiança.

À memória do Engenheiro Químico

LUIZ BIGNETTI,

meu pai.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
INTRODUÇÃO.....	1
1 - A GESTÃO DA TECNOLOGIA .....	5
1.1 - Tecnologia, inovação e competitividade .....	6
1.1.1 - A interação entre ciência, tecnologia e mercado .....	7
1.1.2 - A inovação tecnológica .....	9
1.2 - Gestão de tecnologia e competitividade .....	13
1.2.1 - O ciclo de vida do produto .....	14
1.2.2 - Estratégias tecnológicas e competitividade .....	17
1.3 - Avaliação da gestão tecnológica.....	20
2 - OBJETIVOS DA PESQUISA .....	25
2.1 - Objetivo geral .....	25
2.2 - Objetivos específicos .....	26
3 - METODOLOGIA .....	27
4 - A INDÚSTRIA PETROQUÍMICA .....	33
4.1 - Características da indústria petroquímica .....	33
4.2 - A indústria petroquímica no mundo .....	36
4.3 - O desenvolvimento da indústria petroquímica brasileira..	37
4.3.1 - Dos primórdios ao Pólo Petroquímico de São Paulo .....	37
4.3.2 - O Pólo Petroquímico do Nordeste .....	41
4.3.3 - O Pólo Petroquímico do Sul .....	44
5 - GESTÃO DA TECNOLOGIA: A APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA.....	52
5.1 - Uma absorção indireta de tecnologia: o caso da COPESUL..	53

✓ 5.1.1 - A empresa ✓	53
5.1.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	54
5.1.2.1 - A atuação da PETROQUISA	54
5.1.2.2 - A absorção da tecnologia pela COPELUL	57
5.2 - Um salto tecnológico: o caso da PPH	58
✓ 5.2.1 - A empresa	58
5.2.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	60
5.2.2.1 - a absorção da primeira tecnologia	60
5.2.2.2 - O salto tecnológico	62
5.3 - O aprendizado por conta própria: o caso da TRIUNFO	64
✓ 5.3.1 - A empresa	64
5.3.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	65
5.3.2.1 - A absorção inicial da tecnologia	65
5.3.2.2 - A mudança do iniciador de reação	66
5.4 - Uma contratação de tecnologia: o caso da NITRIFLEX	68
✓ 5.4.1 - A empresa	68
5.4.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	70
5.5 - A presença do licenciador: o caso da POLISUL	71
✓ 5.5.1 - A empresa	71
5.5.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	72
5.5.2.1 - O começo da operação	72
5.5.2.2 - A duplicação da unidade	74
5.6 - Dois produtos, duas tecnologias: o caso PETROFLEX	75
✓ 5.6.1 - A empresa	75
5.6.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	77
5.7 - Um produto, duas tecnologias: o caso POLIOLEFINAS	79
✓ 5.7.1 - A empresa	79
5.7.2 - O processo de aprendizagem tecnológica	80
5.8 - Um desenvolvimento nacional desativado: o caso da OXITENO	81
✓ 5.8.1 - A empresa	81
5.8.2 - O desenvolvimento da tecnologia	82 ✓
6 - GESTÃO DA TECNOLOGIA: A FUNÇÃO TECNOLÓGICA	83 -
6.1 - COPELUL: em busca do conhecimento do estado da arte	83
6.1.1 - A estrutura de P&D	84
6.1.2 - A coordenação das atividades de P&D na COPELUL	85
6.2 - PPH: uma gestão de tecnologia integrado	87

6.2.1 - A estrutura de P&D da PPH .....	87
6.2.2 - A coordenação das atividades de P&D na PPH.....	88
6.3 - TRIUNFO: a gestão da tecnologia em consolidação .....	91
6.3.1 - A estrutura de P&D da TRIUNFO .....	91
6.3.2 - A coordenação das atividades de P&D na TRIUNFO.....	92
6.4 - NITRIFLEX: a busca de alianças .....	94
6.4.1 - A estrutura de P&D da NITRIFLEX .....	94
6.4.2 - A coordenação das atividades de P&D na NITRIFLEX .....	95
6.5 - POLISUL: uma forte estrutura de desenvolvimento .....	96
6.5.1 - A estrutura de P&D da POLISUL .....	96
6.5.2 - A coordenação das atividades de P&D na POLISUL.....	97
6.6 - PETROFLEX: um redirecionamento na gestão da tecnologia .	98
6.6.1 - Estruturação de P&D da PETROFLEX .....	99
6.6.2 - A coordenação das atividades de P&D na PETROFLEX .....	99
6.7 - POLIOLEFINAS: a otimização do processo de produção .....	101
7 - GESTÃO DA TECNOLOGIA: A ESTRATÉGIA .....	103
7.1 - Sensibilização das empresas para a tecnologia .....	103
7.1.1 - A consciência da alta administração sobre a importância da tecnologia.....	105
7.1.2 - A interação entre P&D e as demais áreas da empresa ...	107
7.1.3 - A incorporação das inovações internas .....	109
7.1.4 - A inovação em outras áreas .....	110
7.2 - Sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica	111
7.2.1 - O planejamento estratégico .....	112
7.2.2 - Como se vinculam P&D e estratégia .....	114
7.2.3 - As estratégias tecnológicas adotadas .....	115
7.3 - Capacitação tecnológica .....	117
7.3.1 - O domínio da tecnologia .....	118
7.3.2 - A origem das necessidades tecnológicas .....	120
8 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	124
8.1 - Conclusões .....	124
8.2 - Considerações sobre as estratégias tecnológicas .....	127
8.3 - Limitações .....	129
8.4 - Sugestões .....	129
BIBLIOGRAFIA .....	132
ANEXOS .....	136

## LISTA DE QUADROS e TABELAS

QUADRO 1 - Estrutura de produção anual do Pólo Petroquímico do Sul 1992	51
TABELA 1 - Interação entre P&D com outras áreas nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	107
TABELA 2 - Aplicação das inovações internas nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	109
TABELA 3 - Setores das empresas do Pólo Petroquímico do Sul que produzem inovações - 1992	110
TABELA 4 - Variáveis consideradas no planejamento estratégico das empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	113
TABELA 5 - Estratégias tecnológicas utilizadas pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	116
TABELA 6 - Utilização pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul da capacitação tecnológica - 1992	119
TABELA 7 - Origem das necessidades de tecnologia das empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	120
TABELA 8 - Fontes de tecnologia utilizadas pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	121
TABELA 9 - Retorno das atividades de P&D nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992	123



## RESUMO

O tema da dissertação é a gestão da tecnologia nas indústrias de primeira e segunda geração do Pólo Petroquímico do Sul. Foram analisadas sete empresas, relatando-se o processo de aprendizagem tecnológica, a estrutura de P&D e a vinculação entre P&D e estratégia.

A aprendizagem tecnológica resultou no domínio da tecnologia de produção. Ao longo das etapas de projeto, montagem e operação, as empresas procuraram dominar o processo, diminuir os custos e aumentar a produtividade.

Como resultado dessa preocupação com a absorção de conhecimentos e com a introdução de inovações, cada empresa estruturou um setor de P&D que coordena, de forma sistemática, o processo de inovação e de formação de uma crescente capacitação técnica.

A tecnologia, apesar de ser considerada um recurso estratégico, não possui um papel pró-ativo na formulação do planejamento global. As estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas colocam-nas como seguidoras das grandes empresas transnacionais. Ao mesmo tempo, aumentando a flexibilidade de produção, as empresas procuram novas oportunidades de negócios pela ocupação de nichos específicos de mercado e pelo lançamento de novos produtos.

O reforço das atividades de P&D para o domínio do *know-why*, numa estratégia tecnológica ofensiva, poderá trazer, no futuro, vantagens competitivas às empresas do Pólo Petroquímico do Sul.

## ABSTRACT

The subject of this dissertation is the management of technology in the firms located in the Petrochemical Complex of Southern Brazil. Seven firms were analysed. The process of technological learning, the R&D structure and the links between technology and strategy were described.

The technological learning resulted in the control of the production technology. During the phases of project, construction and operation of the plants, the firms tried to control the process, reduce costs and increase productivity.

As a result of this concern with the acquisition of technology, each firm created a R&D department that coordinates, in a systematic way, the innovation process and the formation of a growing technical capability.

In spite of being considered a strategic resource, technology does not have a pro-active role in the overall business strategy. The technological strategies adopted by the firms place them as followers of the international firms. At the same time, with the increase of flexibility, the firms try to search for new business opportunities through the occupation of market niches.

The strengthening of the R&D activities in order to dominate the know-why, in an offensive technological strategy, might bring, in the future, competitive advantages to the firms of the Petrochemical Complex of Southern Brazil.

## INTRODUÇÃO

A indústria petroquímica brasileira enfrenta a maior crise da sua história. As condições de mercado, tanto interno como externo, e as políticas oficiais mudaram drasticamente o desempenho do setor nos últimos anos.

A nível internacional, há uma superoferta de produtos petroquímicos, ocasionada pela redução do consumo e pela entrada em produção de novas plantas, especialmente no Oriente Médio e na Ásia. Os preços dos produtos tiveram uma queda acentuada, de até 50%. A instalação de plantas mais modernas, com maior rentabilidade e menor gasto de energia, resultou no aumento da margem de manobra de algumas empresas internacionais, que agressivamente tentam conquistar novos mercados a preços competitivos.

A nível nacional, as empresas sofrem as conseqüências da rápida transformação da política governamental em relação à petroquímica e da recessão resultante da política econômica.

No início da abertura econômica, as empresas se encontravam, em função do longo período protecionista, despreparadas para enfrentar um mercado livre. A própria forma de criação da indústria petroquímica nacional, partindo de uma estrutura estatal monopolista, deu origem a um setor altamente protegido e, ao mesmo tempo, amarrado às determinações oficiais. Na prática, no Brasil, nenhuma empresa petroquímica se instalou sem a concordância de órgãos e empresas estatais como o CDE, o CDI, o CNP, a PETROBRÁS, o ENDES e a

PETROQUISA. A capacidade de produção das plantas era estipulada em função de projeções de crescimento de mercado, de disponibilidades de matérias-primas das refinarias e centrais petroquímicas estatais, de fatias de mercado previamente estabelecidas e de condições de preços de matérias-primas e de produtos finais controlados. A demanda, em geral, era maior que a oferta, deixando os consumidores finais sem poder de barganha e obrigados a aceitar as imposições da primeira e da segunda geração. As produções eram dirigidas para o mercado interno e os excedentes exportados, operando o setor dentro de uma economia fechada.

As escalas de produção foram capazes de gerar resultados positivos em função do setor estar com sua rentabilidade assegurada pelo controle dos custos das matérias-primas e dos preços finais e pela impossibilidade da importação de produtos similares.

Com a abertura de mercado, a situação mudou substancialmente e abalou a estabilidade financeira das empresas. Muitas produzem hoje em escalas inferiores às escalas internacionais competitivas e não possuem condições de investimento para atingi-las. Há empresas cuja capacidade de produção atual é apenas um terço da escala internacional.

Habitadas a venderem tudo o que produzissem, até mesmo com uma qualidade inferior à existente no mercado externo, enfrentam, agora, um consumidor exigente que possui diversas alternativas disponíveis no mercado. O efeito multiplicador do Pólo Petroquímico do Sul na direção de uma terceira geração consumidora dos insumos petroquímicos foi muito reduzida. Não se configurou, na Região Sul, a demanda de mercado proveniente da indústria de transformação que era estimada inicialmente.

À essa situação adversa dos mercados interno e externo, soma-se a instabilidade produzida no setor pela velocidade da atual política de privatização. As rápidas mudanças no comando acionário, originadas especialmente pela venda das participações da PETROQUISA, ainda não foram integralmente assimiladas, passando as empresas por uma fase de re-adaptação e re-orientação interna. No contexto atual, a privatização do setor começa, por outro lado, a trazer uma forte reação à crise, como uma questão de sobrevivência. Há um grande esforço para a redução de custos fixos, inclusive

de pessoal, aliado a uma crescente agressividade comercial e a uma atenção absoluta às necessidades dos clientes.

As indústrias petroquímicas localizadas no Pólo Petroquímico do Sul estão enfrentando o desafio de suplantarem a baixa rentabilidade do setor nos últimos anos e de enfrentarem uma acirrada competição nos mercados nacionais e internacionais. A gestão da tecnologia é um instrumento essencial para que as empresas possam suplantarem esses desafios e avançar para a conquista de uma vantagem competitiva sustentável.

A presente dissertação procura avaliar a gestão da tecnologia nas empresas do Pólo petroquímico do Sul.

No Capítulo 1 são apresentados os pressupostos básicos sobre a gestão de tecnologia na empresa, o processo de inovação, a vinculação entre estratégia empresarial e tecnológica e a avaliação da gestão tecnológica.

Os Capítulos 2 e 3 tratam, respectivamente, dos objetivos do estudo e da metodologia empregada.

Posteriormente, no Capítulo 4, são apresentadas as características da indústria petroquímica e são descritos os processos de implantação dos pólos petroquímicos nacionais, dando-se especial ênfase ao Pólo Petroquímico do Sul.

No Capítulo 5, faz-se uma análise do processo de aprendizagem tecnológica de cada empresa componente do Pólo Petroquímico do Sul, com a descrição das negociações iniciais, do acompanhamento dos projetos, da construção e montagem, da posta em marcha e da operação. A absorção da tecnologia e a introdução de melhorias são comentadas.

O Capítulo 6 descreve a forma como as empresas do Pólo Petroquímico do Sul estruturaram a função tecnológica e como coordenam as atividades de inovação tecnológica.

O Capítulo 7 relata os resultados do questionário aplicado e das entrevistas feitas com executivos, gerentes e especialistas das empresas. São abordadas questões como a sensibilização das empresas para a tecnologia, a vinculação entre tecnologia e estratégia e a capacitação tecnológica.

Finalmente, são apresentadas as principais conclusões e analisadas as condições atuais de competitividade das empresas do Pólo Petroquímico do Sul.

## 1 - A GESTÃO DA TECNOLOGIA

As mudanças tecnológicas têm sido consideradas como uma das questões mais críticas para a consolidação das empresas, sejam elas indústrias, empresas comerciais ou prestadoras de serviços. As empresas se defrontam com o desafio de acompanhar a evolução técnica e de dominar as tecnologias que influenciam a sua competitividade. Embora essencial para assegurar uma vantagem competitiva sustentável, a tecnologia é tida como complexa e de difícil gerenciamento.

Dois tipos de vantagem competitiva podem ser buscados por uma empresa: liderança em custos e diferenciação (Porter, 1985). Na liderança em custos, a empresa deve ser o produtor com mais baixo custo em seu setor industrial, obtido por meio de tecnologia, economia de escala e acesso preferencial a matérias-primas. Na diferenciação, a empresa procura ser a única no ramo em algumas dimensões que são valorizadas pelo consumidor, como design, desempenho, qualidade, assistência técnica e distribuição. A gestão da tecnologia, como se observa, é fator essencial na obtenção da vantagem competitiva de uma empresa, pois as estratégias genéricas de diferenciação e custos são implementadas por meio da integração da função tecnológica ao negócio.

O conceito tradicional de gestão tecnológica esteve sempre associado, exclusivamente, às atividades de pesquisa e desenvolvimento e a projetos. Um novo conceito considera a gestão da tecnologia como sendo a administração

sistemática do processo de inovação e de formação de uma crescente capacitação técnica, que resulta no desenvolvimento e na melhoria de produtos, no aperfeiçoamento de processos, no acréscimo da produtividade e na melhoria da qualidade.

Com base nessa visão da gestão da tecnologia, e na constatação da sua importância para a obtenção e manutenção de uma vantagem competitiva, procura-se, a seguir, discutir o processo de inovação tecnológica na empresa, a vinculação entre estratégias tecnológicas e competitividade e a forma de avaliar-se a gestão tecnológica.

### 1.1 - Tecnologia, inovação e competitividade

O desenvolvimento de tecnologia advém do ato de inovar. Inovar significa aumentar o nível de conhecimentos técnicos e científicos incorporados aos processos e produtos que chegam ao mercado. A inovação determina o progresso tecnológico sendo ela tanto derivada das necessidades de mercado (*marketing pull*) como impulsionada pela existência de tecnologia (*technology push*).

A administração da inovação e o conhecimento das formas de incentivá-la possibilitam ganhos de competitividade e de produtividade à empresa. Aos administradores compete avaliar corretamente, como a inovação se adapta à estratégia da empresa e, então, estruturar os seus conhecimentos, a sua tecnologia, os seus recursos e a sua organização no sentido de obter deles o máximo rendimento (Quinn, 1985).

As empresas petroquímicas se baseiam essencialmente na tecnologia. Nelas, as questões relativas à inovação, ao desenvolvimento de tecnologia e à estratégia adquirem vital importância na sobrevivência. A prática da inovação é um processo permanente, incessante. Pela larga escala, pequenos acréscimos de rendimento originam grandes reduções de custos, que podem significar maiores fatias do mercado.

Mas, como se vinculam os conhecimentos científicos e tecnológicos com o mercado? Como se processa a inovação em uma empresa? Que inovações são mais



frequêntes na indústria petroquímica? Como se acumulam e fluem os conhecimentos, da pesquisa à comercialização? De onde provêm as inovações e quais os seus condicionantes?

### 1.1.1 - A interação entre ciência, tecnologia e mercado

A ligação entre ciência e tecnologia começou a ocorrer de forma mais intensa a partir da Revolução Industrial, embora Francis Bacon já a preconizasse no século XVI. Anteriormente, a tecnologia, ou a técnica, era dominada por artesãos e por componentes das classes baixas da sociedade, enquanto a ciência era atividade restrita às elites.

No decorrer do século XX, o crescimento da ciência ocorreu de forma acelerada e especializada. Os cientistas, embora pertencendo a uma mesma ciência, diferiam muito por seus conhecimentos aprofundados num campo restrito. Entretanto, os trabalhos em equipes interdisciplinares estão se tornando frequêntes no final deste século, proporcionando um efeito sinérgico que multiplica as potencialidades individuais e as possibilidades de êxito. A utilização de equipamentos sofisticados, fruto do próprio progresso científico e da conexão com a tecnologia, tem possibilitado o desbravamento de áreas desconhecidas da ciência, especialmente em setores como a química fina, a informática, a microeletrônica, a biotecnologia e os novos materiais.

A ciência influencia a tecnologia e é por ela influenciada, mas a relação entre ambas não se dá de forma simples e direta. O imediatismo inerente à tecnologia é muitas vezes conflitante com o caráter independente e idealista da ciência, podendo-se dizer que, até hoje, não há um casamento perfeito entre ambas (Marcovitch, 1980).

A tecnologia deriva-se tanto da ciência como dos conhecimentos práticos e das relações com o mercado, pois ela é a conjugação da teoria com a prática e só possui valor quando aplicada, geralmente com a finalidade de gerar riqueza e melhorar a qualidade de vida. Outra característica da tecnologia é que ela se transfere, principalmente, por meio de pessoas e não de papéis. A tecnologia é especializada, fragmentada e cada vez mais perecível, pois a

diminuição dos ciclos tecnológicos tem ocasionado a sua obsolescência cada vez mais acelerada (Abetti, 1989).

A questão da origem do desenvolvimento tecnológico, se derivado do progresso científico ou se gerado por exigências do mercado (*technology push* versus *market pull*), tem sido exaustivamente debatida. Para Price (1985), o velho conhecimento, e não as pressões da sociedade, é que produz o novo conhecimento. Da mesma forma que a nova ciência se origina da velha, por um mecanismo de acumulação, a nova tecnologia deriva-se de conhecimentos e técnicas anteriores. O processo de acumulação da ciência e da tecnologia surge da interação entre ambas, resultando numa simbiose ou, pelo menos, num mecanismo de *feedback*. Mesmo assim, ocorre uma defasagem entre elas, com a ciência à frente do progresso tecnológico.

Entretanto, para outros estudiosos, como Ben David (1985) por exemplo, a relação entre o progresso científico e o progresso tecnológico é condicionada fundamentalmente pela atividade empresarial. Para Ben David, não há uma relação positiva entre a investigação científica e o crescimento industrial, pois os cientistas preferem guiar-se pelos problemas logicamente inerentes a um paradigma comum, em vez de se dedicarem a aplicações práticas. Estudos independentes realizados por Utterback e por Marquis (apud Ben David, 1985) demonstram que, na maioria dos casos, são as necessidades e pressões mercadológicas que servem de estímulo ao desenvolvimento de tecnologia.

Freeman (1982) considera válidas as argumentações em ambos os sentidos. Para ele, a relação entre tecnologia e mercado é basicamente biunívoca, sugerindo como ilustração a metáfora do nascimento de uma criança: a mãe seria a necessidade do mercado e o pai a possibilidade técnica.

A afirmação impossível de desmentir é que, com uma interação forte ou fraca entre ciência e tecnologia, com a demanda do mercado ou com o impulso do conhecimento, tanto a ciência como a tecnologia evoluem atualmente de maneira acelerada. Mesmo admitindo-se que o progresso poderia ser maior, se as condições de interação se aproximassem do ideal, é indiscutível que o atual passo é tão rápido que se torna difícil acompanhá-lo. A tecnologia possui um conteúdo crescentemente científico, aproximando-se cada vez mais da fronteira do conhecimento.

Atualmente, com a necessidade de ser acelerado o processo de incorporação de conhecimentos aos produtos e com o aumento da base científica na qual se apoia a tecnologia, o processo de geração de conhecimentos está sendo levado para dentro das empresas, especialmente das líderes de mercado, que realizam atividades de pesquisa básica e de desenvolvimento de produtos e processos. Na empresa, o desenvolvimento de tecnologia é dirigido, ocorrendo em função de necessidades técnicas e comerciais específicas (Hamilton, 1988).

As atividades de P&D, contudo, não são exclusividade da empresa, que pode lançar mão de pesquisas realizadas em universidades, instituições de pesquisa ou outras empresas. No caso das empresas do Pólo Petroquímico do Sul, por exemplo, foi constituída uma fundação de direito privado, a FUNDAPET, que, entre outras atividades, promove a interação entre os grupos de pesquisa das universidades e as empresas petroquímicas.

O processo de geração do conhecimento, portanto, pode ocorrer tanto dentro como fora da empresa, e é essencial que ela esteja atenta às inovações e à evolução do conhecimento onde quer que ocorram.

### 1.1.2 - A inovação tecnológica

Uma característica marcante do desenvolvimento industrial é a constância na busca da inovação, uma febril atividade pela melhoria contínua de produtos e processos. A esse respeito, em artigo intitulado *The discipline of innovation*, Peter Drucker (1991, p.9) afirma que "o que todos os empreendedores de sucesso que encontrei possuem em comum não é uma determinada espécie de personalidade, mas um compromisso com a sistemática prática da inovação".

Para Schumpeter (1939), cabe ao empresário o ato de inovar, sendo ele responsável pelo processo de mutação industrial que modifica toda a estrutura econômica, o gerador da "destruição criadora".

Schumpeter diferencia *invenção* de *inovação*. Para ele, a invenção de um produto ou processo significa apenas a concretização de uma idéia ou de um projeto, estando desvinculada da viabilidade técnico-econômica,

descompromissada de um retorno financeiro. A inovação, por sua vez, é entendida como um conhecimento aplicado aos produtos e processos que é comercializado ou incorporado à produção. Enquanto a invenção é um fato científico, a inovação possui características econômicas, e o seu sucesso depende do mercado (Schumpeter, 1939).

Roberts (1988) considera a inovação como sendo composta de duas partes: a geração de uma idéia, ou invenção, e a conversão dessa invenção num negócio ou numa aplicação útil, expressando-se por meio de uma equação:

$$\text{inovação} = \text{invenção} + \text{exploração econômica}$$

As inovações, evidentemente, diferem quanto ao impacto causado em produtos e processos. Na indústria petroquímica ocorrem fundamentalmente dois tipos de inovações: as *incrementais* e as *radicais*.

- **Inovações incrementais:** são melhorias sucessivas, que ocorrem constantemente numa empresa, resultantes de invenções e aperfeiçoamentos ocorridos durante o processo produtivo (*learning by using* e *learning by doing*). Não há mudanças dramáticas, mas um constante aperfeiçoamento de processos, produtos e serviços, aumentando a produtividade e/ou a qualidade. A empresa que promove inovações incrementais domina o *know-how* e dele se utiliza para gerar melhorias.

- **Inovações radicais:** consistem na introdução de um produto, processo ou serviço completamente novo, geralmente resultante das atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas dentro e fora da empresa, que revolucionam o modelo tecnológico existente. A empresa que introduz uma inovação radical domina o *know-why*, que a diferencia em relação aos seguidores e lhe confere uma posição de vanguarda tecnológica.

No caso das indústrias petroquímicas, as inovações incrementais, que são as mais frequentes, estão relacionadas com as atividades ligadas ao sistema de produção e se derivam do processo de aprendizagem tecnológica. Realmente, tentativas de absorção de tecnologia, redução de custos, aumento de produção, melhorias de produtos e alterações de *inputs* se originam geralmente de pequenas modificações introduzidas nas condições de processo, nas rotinas de produção ou nas substituições de equipamentos. Por sua vez, nas inovações

radicais, geralmente está envolvido intenso trabalho de P&D. O desenvolvimento de habilidades e recursos relacionados com a criação de novos sistemas de produção é uma estratégia ligada a perspectivas de longo prazo (Teixeira, 1985).

Para Abernathy & Utterback (1978), as inovações incrementais e radicais ocorrem em momentos distintos da fase de desenvolvimento: as inovações radicais, geralmente, acontecem

no início da etapa de desenvolvimento, tanto em processos como em produtos, enquanto que as inovações incrementais são mais frequentes após as radicais ou ao longo do ciclo de vida do produto.

Roberts (1988) identifica, no processo de inovação tecnológica, seis etapas: (1) reconhecimento de uma idéia; (2) formulação da idéia; (3) resolução de problemas relativos à obtenção de informações técnicas e mercadológicas; (4) solução a nível de protótipo; (5) desenvolvimento comercial; e (6) utilização da tecnologia e sua difusão. Cada etapa possui características específicas e exige uma atitude gerencial diferenciada das outras.

Assim, por exemplo, na primeira etapa, a ênfase está na busca de uma idéia motivadora ou no estabelecimento de uma direção para o esforço tecnológico, resultando no início das atividades de P&D ou de *engineering*. A questão gerencial importante, nesta etapa, é como idéias e metas podem ser estabelecidas para gerar tecnologias que resultem em novos processos e produtos, isto é, que tipos de estruturas, de pessoas e de estratégias devem ser empregados? Para Roberts (1988, p. 13), a estrutura deve ser leve, frouxa, para permitir que "muitas flores desabrochem".

Diferentemente, a quinta etapa, de desenvolvimento comercial, envolve o estabelecimento de especificações e de padrões que possibilitam a produção, e a reprodução, de uma grande quantidade de produtos de acordo com as necessidades de mercado detectadas. O estilo gerencial, nesta etapa, deve envolver maior controle, eliminação de perdas, e um forte acompanhamento de prazos e custos.

O processo de inovação tecnológica de um produto tem uma duração variável, podendo ser de até 20 ou 30 anos. Geralmente, no entanto, o período que vai da geração inicial da idéia até a introdução do produto no mercado tem uma duração de três a oito anos. A tendência, na realidade, é que, com a rápida evolução tecnológica, esses prazos se tornem cada vez menores, exigindo das empresas grande empenho para manterem-se competitivas tecnologicamente, pois, conforme acentua Roberts (1988, p. 13),

"...a inovação ocorre por meio de esforços técnicos realizados primordialmente dentro do contexto organizacional interno, mas envolvendo pesada interação com o ambiente tecnológico e mercadológico externo. A busca proativa de *inputs* de tecnologia e de mercado, bem como a receptividade por informações obtidas de fontes externas, são aspectos críticos da inovação baseada na tecnologia. Todos os estudos de inovações efetivas mostraram significativas contribuições de tecnologia externa e verificaram que o sucesso dependia fortemente da consciência das necessidades dos consumidores e da atividade dos competidores. Na realidade, uma das mais importantes tendências na atividade de inovação industrial dos anos 80 tem sido o contínuo aumento no uso de fontes externas de tecnologia como suplemento crítico aos esforços internos de pesquisa e desenvolvimento".

Na opinião de Drucker (1991), a maioria das inovações resulta da busca proposital por oportunidades de inovação que são encontráveis apenas em algumas situações. Dentro da empresa, por exemplo, essas oportunidades surgem por meio de ocorrências inesperadas, de incongruências, de necessidades dos processos e de mudanças no mercado e no setor industrial. Externamente à empresa, essas oportunidades aparecem devido a mudanças demográficas, a modificações na percepção ou no significado e a novos conhecimentos, tanto científicos como não científicos.

Quinn (1985) considera existirem na empresa barreiras burocráticas para a inovação, como o isolamento da alta administração, a intolerância com os fanáticos, o estabelecimento de horizontes de curto prazo, as práticas correntes da contabilidade, o racionalismo abusivo, os incentivos inadequados e o excesso de burocracia.

A gestão da tecnologia se insere dentro de uma visão estratégica que reconhece a necessidade de suplantar as barreiras internas para a inovação e

procura estabelecer um balanceamento das influências das diversas funções da empresa, utilizando como critério-chave de decisão do desenvolvimento tecnológico a otimização do retorno dos investimentos no mercado.

## **1.2 - Gestão de tecnologia e competitividade**

Como já foi considerado, a gestão da tecnologia na empresa refere-se à gerência sistemática do fluxo inovativo de conhecimentos, do qual resultam produtos e processos novos ou aperfeiçoados que maximizam o desempenho da empresa no mercado. Esses conhecimentos fluem por meio das etapas de planejamento tecnológico, aquisição de tecnologia, investigação, desenvolvimento, engenharia, produção e assistência técnica. Desta forma, a gestão da tecnologia envolve a incorporação de uma perspectiva tecnológica à estratégia global da empresa e a implementação desta estratégia para distribuir as habilidades tecnológicas a diferentes partes da empresa e para alocar tecnologia a áreas ou objetivos específicos (Clarke, Ford & Saren, 1989).

A gestão da tecnologia coordena os esforços para integrar o conhecimento e a tecnologia a todos os escalões internos da empresa e às necessidades de mercado. É uma atividade que permeia por toda a empresa, e que procura fazer com que todo o pessoal interno se torne consciente da importância da tecnologia para a sobrevivência e motivado para inovar constantemente.

Dentro desse contexto, discute-se, a seguir, o processo de gestão da tecnologia na empresa, na forma como definida acima. São descritas as fases que compõem o ciclo de vida do produto, analisadas as tecnologias de produto, de processo e gerenciais, caracterizadas as chamadas tecnologias estratégicas e estabelecida a vinculação entre tecnologia e estratégia. Esta discussão pretende servir de base teórica para as considerações que serão feitas adiante sobre a avaliação da gestão tecnológica e as suas implicações para a competitividade das empresas do Pólo Petroquímico do Sul

### 1.2.1 - O ciclo de vida do produto

O entendimento das diversas fases por que passa um produto, desde o seu surgimento até a sua obsolescência no mercado, é fundamental para a elaboração das estratégias tecnológicas. O conhecimento do ciclo de vida do produto é também importante na determinação das estratégias de marketing, para o estabelecimento de preços e para a penetração no mercado (Buffa, 1987).

As diversas etapas que compõem o ciclo de vida de um produto, apresentadas aqui separadamente, não são estanques e independentes, mas interpenetram-se ao longo do tempo.

**Introdução:** a partir das pesquisas de mercado e do trabalho de pesquisa tecnológica e desenvolvimento, o produto é introduzido no mercado. Esta etapa se caracteriza por grandes incertezas técnicas e comerciais que limitam as possibilidades de diminuição dos custos de produção. Há inúmeras tentativas de melhorar o desempenho do produto e de adaptá-lo às exigências e necessidades do mercado (Utterback, 1978). Esta é a etapa em que a ciência e a tecnologia estão mais próximas entre si. Esta fase é geralmente precedida de um período de turbulência no mercado e do surgimento de um novo paradigma tecnológico ou de grandes avanços do conhecimento. A empresa tem a sua atenção voltada para a pesquisa aplicada e para o desenvolvimento experimental. Os avanços do conhecimento se apresentam como uma ameaça, mas também podem significar grandes oportunidades de mercado para novos produtos e para o desenvolvimento de novas pesquisas.

O desempenho do produto é constantemente aperfeiçoado, na medida em que aumentam os conhecimentos sobre ele e sobre as expectativas do mercado, gradativamente reduzindo-se as incertezas. A preocupação da empresa é com a maximização do desempenho do produto, dedicando-se a produção às atividades de inovação do produto. A tecnologia predominante na fase de introdução é a tecnologia de produto.

A utilização de conhecimentos científicos prossegue ao longo de toda a fase, pois estão incorporados às atividades de pesquisa, de desenvolvimento experimental e de adequação do produto ao mercado. Ao final da etapa, a



preocupação volta-se para o desenvolvimento comercial e para a aplicação do produto no mercado.

**Crescimento:** com a melhoria do desempenho do produto e o esforço de marketing, as vendas aumentam a taxas compensadoras. As inovações de produto são agora dirigidas para a diferenciação. A atenção da área de produção começa a mudar para a melhoria do processo, por meio da organização da produção e da introdução de operações contínuas ou automatizadas. A nível de mercado, o crescimento das vendas atrai novos concorrentes que procurarão entrar por meio da diferenciação ou de menor custo.

**Maturidade:** na fase da maturidade, a taxa de crescimento das vendas diminui ou estabiliza em função da saturação do mercado e da existência de produtos concorrentes que disputam faixas desse mercado. A produção tende a uma padronização maior, normalizando procedimentos e especificações visando à diminuição de custos. A empresa, para manter o produto competitivo no mercado, lança mão de tecnologias gerenciais de produção que visam ganhos de produtividade e de qualidade e diminuição de custos.

A partir dessa fase, à medida que o tempo passa, aumenta a vulnerabilidade da empresa com relação ao produto, pois surgem concorrentes, novos ou tradicionais, que procuram vantagem competitiva por meio da diferenciação dos produtos ou do menor custo e com o emprego de tecnologia mais moderna. A tendência é ocorrer a diminuição da taxa de inovação do produto e o decréscimo das vendas.

A empresa enfrenta, então, um desafio: ou melhora o desempenho do produto, tornando-o novamente competitivo no mercado, ou lança-se em busca de um novo produto ou processo de produção, geralmente por meio de inovações radicais. No primeiro caso, utiliza-se das chamadas tecnologias gerenciais, dando ênfase às reduções de custos e aos ganhos de produtividade. No segundo, inicia um novo ciclo, por meio de atividades de P&D ou de aquisição de tecnologia.

**Declínio:** com a impossibilidade de inovar e com o surgimento de novos produtos com maior valor percebido pelo cliente, por meio, por exemplo de

novas tecnologias, o produto perde posição no mercado até ser, finalmente, retirado da linha de produção.

A duração de cada uma das fases do ciclo é variável, dependendo de cada produto e de cada processo. A tendência atual, com o ritmo acelerado do progresso científico e técnico, é que a duração desse ciclo diminua sensivelmente. O fundamental é que a empresa mantenha-se constantemente atenta ao processo de desenvolvimento tecnológico, tentando adaptar-se continuamente a novas modificações. Como afirma Hall (1985, p. 18), "a adaptação é realmente o preço da sobrevivência".

Em cada uma das fases significativas do ciclo de vida do produto, introdução, crescimento e maturidade, predominam diferentes tipos de tecnologia embora, num dado instante, possam todas coexistir.

A tecnologia de produto refere-se às inovações introduzidas no produto visando a melhoria de desempenho, o aumento da variedade, a padronização ou a diminuição dos custos. Essas inovações são introduzidas comercialmente para atender necessidades do usuário ou do mercado (Utterback, 1978).

A tecnologia de processo no ciclo de vida do produto é predominante a partir da etapa de crescimento, quando as modificações no produto diminuem de intensidade. À medida que um processo de produção avança para níveis mais elevados de produção, ele o faz segundo um padrão evolutivo característico: o processo se torna mais capital-intensivo, há incorporação de máquinas e equipamentos, a produtividade da mão-de-obra direta aumenta via divisão do trabalho e especialização, os fluxos de material são racionalizados, o desenho dos produtos se torna mais padronizado e a escala do processo se torna maior. A ênfase está na melhoria do processo de produção.

As tecnologias gerenciais são as tecnologias de produção desenvolvidas para o aumento da qualidade e da produtividade e para a diminuição dos custos, empregando técnicas como JIT, KANBAN, MRP II, OPT e TQC, entre outras. O esforço básico das tecnologias gerenciais está voltado para a manutenção da competitividade do produto. Na curva correspondente ao ciclo de vida, as tecnologias gerenciais podem ser visualizadas como as tentativas de prolongamento da fase de maturidade, buscando aumentar a vida do produto.

Alinhada especialmente com as tecnologias de processo e de produto, a tecnologia de serviço volta-se para o atendimento das necessidades específicas do cliente. Geralmente, ela é utilizada fora da empresa, na adaptação de processos e produtos dos clientes. Pela prestação dos serviços de assistência técnica, completa-se o ciclo produtivo, interligando produto e serviço.

### **1.2.2 - Estratégias tecnológicas e competitividade**

Qualquer empresa utiliza no seu dia-a-dia inúmeras tecnologias, sejam elas de produto, de processo, de serviços ou gerenciais. Abetti (1989) ressalta a importância das tecnologias como base da vantagem competitiva. As tecnologias possibilitam: (1) melhorar a relação custo/benefício do consumidor pelo fornecimento de produtos novos ou aperfeiçoados, sistemas e serviços que são superiores aos disponíveis no mercado e, (2) oferecer produtos e serviços com a mesma relação custo/benefício, mas com um custo menor para a empresa.

No primeiro caso, de produtos diferenciados, a empresa adquire vantagem competitiva por meio do melhor desempenho do produto para criar um mercado totalmente novo, para acompanhar e sobrepujar competidores que tenham criado novos mercados, para desenvolver um mercado de reposição para produtos de tecnologia madura e para estabelecer nichos de mercado que podem ser protegidos da competição por meio da diferenciação.

No segundo caso, de custos mais baixos, a empresa pode utilizar a tecnologia para diminuir os custos de produção, para aumentar a confiabilidade e diminuir a manutenção e para aumentar a eficiência.

O consumidor não percebe as mudanças de tecnologia, mas se beneficia da maior qualidade e da redução de custos. A empresa não necessariamente deve produzir com a mais alta tecnologia, mas com a tecnologia mais apropriada que execute as funções requeridas pelo consumidor com o menor custo.

Evidentemente, os recursos disponíveis, por maiores que sejam, não são suficientes para possibilitar o domínio completo de todas as tecnologias por parte da empresa, tal a sua fragmentação e a sua diversidade. Há necessidade de serem concentrados esforços e recursos num número restrito de tecnologias

essenciais ao negócio, as chamadas tecnologias estratégicas. As tecnologias estratégicas são definidas como as tecnologias críticas para o avanço de parâmetros-chave de desempenho, sejam eles referentes a produtos, processos ou serviços. A decisão de compra por parte de um consumidor, final ou intermediário, se baseia na utilidade funcional do produto, que depende das funções executadas e da relação custo/benefício. As tecnologias estratégicas são, pois, as tecnologias essenciais ao provimento dessa utilidade funcional do produto.

A determinação das tecnologias estratégicas é feita por meio da elaboração de duas matrizes principais: a matriz produto/tecnologia e a matriz importância tecnológica/competitividade. No primeiro caso, busca-se relacionar a importância de cada tecnologia para cada uma das linhas de produto, resultando numa matriz que mostra a importância de cada tecnologia para a empresa. A segunda matriz relaciona a posição competitiva da empresa em cada tecnologia com a importância da tecnologia para o negócio. Ao analisarem-se as matrizes, determinam-se quais as tecnologias que são estratégicas para o negócio (Abetti, 1989).

A vinculação da tecnologia à estratégia é um assunto complexo que tem merecido constante preocupação de executivos e de especialistas. Esta vinculação não é discutida e aceita como importante apenas para as empresas de alta tecnologia, pois os esforços para desenvolver uma estratégia tecnológica e para vinculá-la à estratégia global forçam até mesmo empresas tradicionais a analisar sua capacitação tecnológica incorporada a processos e produtos e a verificar se a base tecnológica está sendo inteiramente explorada (Ford, 1988).

De acordo com Kandel, Stein & Duran (1991), a questão principal do planejamento estratégico da tecnologia baseia-se na busca do melhor ajuste entre a disponibilidade atual e futura de fontes tecnológicas internas e as necessidades tecnológicas da empresa, determinadas pelo segmento em que atua ou pretende atuar. A busca desse ajuste conduz a estratégias que visam obter acesso a tecnologias por meio de atividades internas de P&D, de projetos de desenvolvimento conjuntos ou de aquisição de tecnologias. A agressividade na evolução da capacitação tecnológica depende, em grande parte, da maior ou

menor agressividade na conquista de mercados e de inovações determinada pela estratégia global.

No que diz respeito ao posicionamento estratégico da empresa em relação ao mercado e à tecnologia, Freeman (1982) estabelece seis atitudes inovadoras puras que, em maior ou menor intensidade, podem ser utilizadas. A primeira delas é a **ofensiva**, que se caracteriza pelo pioneirismo técnico e de mercado, lançando novos produtos antes que concorrentes o façam. A atitude inovadora **defensiva** não implica na ausência de P&D, mas no lançamento de produtos depois que outras empresas já os tenham introduzido, evitando correr os riscos inerentes ao pioneirismo. Na atitude **imitativa**, a estratégia adotada é a de competição por custos, em que a empresa copia e inova a partir de um modelo existente. A atitude **dependente** admite um papel de subordinação tecnológica a empresas mais desenvolvidas. O posicionamento mais comum, especialmente no Brasil, é o **tradicional**, no qual o produto e o processo pouco mudam em função de já haver um mercado consolidado, de não existir concorrência ou de não possuir a empresa capacitação técnica suficiente para inovar. Já a atitude **oportunista** é aquela em que a firma procura nichos de mercado que possam ser ocupados, caracterizando-se pela necessidade de ser flexível e estar próximo do mercado.

Na mesma linha de Freeman, Porter (1985) reconhece apenas duas estratégias que definem o posicionamento das empresas em relação ao mercado e à tecnologia: o **líder tecnológico**, que é o primeiro a introduzir uma nova tecnologia e o **seguidor**, que lança os seus produtos com atraso em relação aos pioneiros.

Tanto no modelo de Freeman como no de Porter, o posicionamento estratégico em relação ao mercado e à tecnologia determinará a forma como será conduzida a gestão tecnológica da empresa.

Abetti (1989) oferece três alternativas para o papel da tecnologia no desenvolvimento do plano estratégico: a tecnologia pode ser um elemento do módulo reativo de planejamento, pode liderar pró-ativamente o processo ou pode tornar-se a condutora da estratégia. No primeiro caso, a tecnologia é empregada como qualquer outro recurso, para reforçar oportunidades ou para eliminar ameaças. No segundo, a tecnologia é utilizada de forma pró-ativa para

estabelecer uma vantagem competitiva única, a partir de um mercado potencial. A terceira alternativa é aquela em que a tecnologia determina e dirige a estratégia. Várias empresas japonesas utilizam essa estratégia.

É possível supor-se que as empresas brasileiras que hoje estão plenamente conscientes da importância da tecnologia adotam a segunda alternativa. Infelizmente, é de se supor, também, que essas empresas não representam um número significativo no universo industrial nacional.

### 1.3 - Avaliação da gestão tecnológica

Ao abordar-se a vinculação da tecnologia à estratégia, surgem duas indagações básicas: primeiro, como pode a empresa alocar os seus recursos humanos, financeiros e tecnológicos para fazer com que o seu portfólio de tecnologia evolua e se adapte às necessidades e planos estratégicos futuros? Segundo, como pode ela maximizar a utilização da experiência e da competência dos seus recursos humanos para gerar novos negócios de acordo com a estratégia global? (Kandel, Stein & Duran, 1991.).

Em artigo que aborda formas de avaliar e de descrever as competências de P&D na empresa, Duran (1988) considera que a inclusão da tecnologia como recurso estratégico requer o conhecimento do domínio tecnológico da empresa, mas ressalta não ser esta uma tarefa simples e fácil. As tecnologias tanto estão incorporadas em produtos e processos como nas atividades de P&D que representam uma possível fonte de tecnologia para a formação do ativo. Como as tecnologias, na realidade, são intangíveis, a tarefa se torna complexa.

Embora seja essencial avaliar-se a capacitação tecnológica da empresa, por ser ela considerada um investimento empresarial, a própria natureza da atividade não permite uma avaliação quantitativa baseada em indicadores económicos tradicionais (Sbragia, 1987).

Além do mais, a avaliação restrita ao ativo tecnológico, estática, não permite uma clara compreensão da forma como evoluiu a capacitação tecnológica e nem mostra a importância da tecnologia para a competitividade. Há necessidade de efetuar-se uma análise mais ampla, que abranja o processo de

absorção e de desenvolvimento da tecnologia, o ativo tecnológico e as atividades de P&D e a sua vinculação com a estratégia. Em suma, há necessidade de avaliar-se o processo de gestão da tecnologia.

A avaliação da gestão tecnológica realiza-se, portanto, realiza-se por meio de um estudo da aprendizagem tecnológica, que descreve a evolução do processo de capacitação tecnológica, e de uma análise do potencial tecnológico atual da empresa, tanto com relação à capacitação técnica como no que diz respeito à integração entre P&D e as demais áreas da empresa e à sintonia entre a estratégia tecnológica e a estratégia global.

A aprendizagem tecnológica é aqui entendida como o processo evolutivo pelo qual uma empresa, a partir de um pacote tecnológico inicialmente contratado ou desenvolvido, apropria-se do conhecimento, absorve a tecnologia, inova produtos e processos e adquire uma capacitação tecnológica própria.

A análise da aprendizagem tecnológica nas indústrias petroquímicas, por exemplo, envolve o estudo das condições restritivas inicialmente impostas pelas autoridades brasileiras à contratação de tecnologia no exterior, a descrição das etapas de acompanhamento da engenharia básica, da engenharia de detalhamento e da posta em marcha das plantas industriais e o estudo das inovações em processos e produtos ocorridas ao longo da operação.

No caso específico do Pólo Petroquímico do Sul, as oito empresas seguiram rotas totalmente distintas na aprendizagem tecnológica, que serão descritas no Capítulo 5.

Quanto ao processo que registra e avalia o potencial tecnológico da empresa, Vasconcellos (apud Vasconcellos, Waack & Pereira, 1992) estabelece um modelo conceitual, que denomina de auditoria tecnológica, em que são analisados dez fatores:

#### 1) Nível de sensibilização para a tecnologia

Este fator considera quanto a empresa está consciente da importância da tecnologia para a competitividade. Procura determinar o grau de envolvimento dos altos executivos com o desenvolvimento tecnológico, a existência de um plano tecnológico e a sua divulgação interna.

## 2) Nível de sintonia entre a estratégia global e a estratégia tecnológica

Como já foi abordado anteriormente, é essencial que haja integração entre a estratégia global e a tecnologia. Este fator procura avaliar de que forma a tecnologia contribui para a estratégia e se representa um módulo reativo ou pró-ativo do processo de planejamento. Busca estabelecer a coerência entre as estratégias global e tecnológica e de que forma a integração contribui para a competitividade.

## 3) Nível de capacitação tecnológica em relação aos concorrentes

A capacitação tecnológica é avaliada procurando-se determinar o ativo tecnológico da empresa, representado pelas tecnologias incorporadas a produtos e processos e pelas atividades de P&D, e de que forma este ativo é adequado à realidade da empresa. Procura-se determinar se a empresa tem identificadas as suas tecnologias estratégicas, qual o domínio que possui sobre elas e se as atividades de desenvolvimento tecnológico se coadunam com essas tecnologias.

## 4) Nível de integração entre P&D e as demais áreas da empresa

Já foi considerado ao longo deste trabalho que a gestão da tecnologia é um conceito bem mais amplo do que o de gerenciamento de P&D. Tenta-se compreender se a empresa possui uma efetiva preocupação com a gestão da tecnologia ou se está limitada à administração de projetos de pesquisa. Busca-se verificar se os produtos e processos realmente incorporam as inovações surgidas internamente e se há uma participação de outras áreas da empresa, como produção, engenharia, controle de qualidade, marketing, recursos humanos, e finanças, no planejamento, na execução e na avaliação das atividades de P&D.

## 5) Nível de antecipação de ameaças e oportunidades tecnológicas

Em todo o processo clássico de planejamento, procede-se a uma análise das ameaças e oportunidades enfrentadas pela empresa. Este fator contempla as tendências do desenvolvimento tecnológico que poderão afetar a posição competitiva e a preparação da empresa para enfrentar esses desafios.

## 6) Nível de estruturação da função tecnológica

Procura-se verificar de que forma as atividades de pesquisa e desenvolvimento estão estruturadas dentro da empresa e se essa estrutura se



compatibiliza com a estratégia tecnológica. São abordadas questões sobre a posição hierárquica da função, isto é, se representa uma atividade, um projeto ou está departamentalizada, se possui estruturação própria com alocação de recursos humanos, materiais e financeiros, se forma um centro cativo de P&D e se possui autonomia.

#### 7) Nível de adequação do sistema de informações tecnológicas

No decorrer da auditoria tecnológica, procura-se verificar o nível de informações tecnológicas existente na empresa, o registro feito dessas informações e o processo de comunicação. O sucesso das atividades de P&D se baseia, em grande parte, na comunicação do pessoal de P&D com a alta administração, com as demais áreas da empresa e com os clientes.

#### 8) Nível de adequação dos recursos para P&D

Este fator considera a adequação dos recursos humanos, materiais e financeiros para a execução da função tecnológica. Procura-se verificar que fontes internas e externas a empresa utiliza para financiar as suas atividades inovadoras.

#### 9) Nível de adequação das técnicas de gestão de tecnologia

Procura-se analisar as técnicas de gerenciamento de P&D na empresa, ao nível exclusivo do planejamento e da execução das atividades internas de pesquisa e desenvolvimento. O gerenciamento de P&D, no contexto aqui apresentado, possui um significado mais restrito do que o de gestão tecnológica. São analisadas questões como planejamento e controle de projetos, avaliação de desempenho, remuneração do pessoal de P&D, possibilidades de treinamento e estímulos à criatividade.

#### 10) Nível de adequação do sistema de avaliação de P&D

Como continuidade do item anterior, a auditoria tecnológica procura verificar a existência de avaliação do desempenho da área de P&D e a adequação das suas atividades aos objetivos da empresa.

Os níveis apresentados acima não são estanques, independentes. De fato, como preceituam Vasconcellos, Waack e Pereira (1992), eles são uma tentativa de estabelecer um modelo conceitual lógico que possibilite a análise do

potencial tecnológico da empresa, com a finalidade de avaliar o quanto ela está utilizando de forma efetiva a função tecnológica como instrumento da competitividade.

Como se verá na Metodologia, o modelo conceitual de Vasconcellos foi simplificado e adaptado aos objetivos desta pesquisa.

## 2 - OBJETIVOS DA PESQUISA

O trabalho de pesquisa realizado pretendeu fazer uma análise preliminar das questões que envolvem a gestão da tecnologia nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul. Por seu caráter genérico e abrangente, a pesquisa não visou a um estudo aprofundado de cada empresa, nem ao esgotamento do tema a nível de cada unidade produtora. A partir dos dados levantados pela pesquisa, novos estudos deverão, certamente, ser empreendidos buscando um entendimento mais completo da real capacidade das empresas petroquímicas de competir com empresas internacionais tanto no mercado interno, que agora se abre, como no mercado mundial.

A pesquisa teve os seguintes objetivos geral e específicos:

### 2.1 - Objetivo geral

Analisar a gestão da tecnologia das indústrias da primeira e da segunda geração do Pólo Petroquímico do Sul, estudando como se tem processado a administração sistemática do fluxo de conhecimentos inovativos da empresa por meio do estudo do processo de aprendizagem tecnológica, da estrutura da função tecnológica e da vinculação entre P&D e estratégia.

## 2.2 - Objetivos específicos

O objetivo geral foi, para efeitos da realização dos trabalhos de pesquisa, desmembrado nos seguintes objetivos específicos:

- descrever o processo de aprendizagem tecnológica das empresas do Pólo Petroquímico do Sul, desde a sua criação;

- estudar a estruturação e o gerenciamento de P&D na empresa, analisando especialmente o processo de administração interna da inovação;

- verificar se existe sensibilidade, por parte das empresas, para a importância da tecnologia;

- analisar a integração entre a gestão da tecnologia e as demais áreas da empresa

- verificar se os resultados das atividades de P&D são efetivamente incorporados a produtos e processos;

- estudar a sintonia existente entre a estratégia tecnológica e a estratégia global de cada empresa;

- avaliar a capacitação tecnológica de cada empresa em relação aos concorrentes.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho é uma pesquisa sobre a gestão da tecnologia nas empresas de primeira e segunda geração do Pólo Petroquímico do Sul. A avaliação da gestão da tecnologia foi feita procedendo-se a uma descrição do processo de aprendizagem tecnológica ocorrido e a uma análise do potencial tecnológico atual de cada empresa.

Para a descrição do processo de aprendizagem tecnológica foi feita uma análise histórica da evolução do conhecimento tecnológico das empresas, desde o estabelecimento das condições de transferência da tecnologia até as mais recentes melhorias realizadas na operação das plantas.

Para uma avaliação do potencial tecnológico, buscou-se analisar a forma como as empresas estão estruturadas e como gerenciam a função tecnológica. Para tanto, utilizou-se como base o modelo conceitual de Vasconcellos (apud Vasconcellos, Waack & Pereira, 1992). Entretanto, algumas modificações e simplificações foram introduzidas no modelo visando a adaptá-lo aos objetivos do estudo.

Os dez níveis do modelo conceitual inicial foram agrupados em quatro fatores básicos que contemplaram as questões essenciais. Especialmente, os níveis de adequação da estrutura de P&D, dos recursos para P&D, do sistema de avaliação de P&D, das técnicas de gestão e do sistema de informações tecnológicas foram englobados dentro do estudo da função tecnológica na empresa e desta forma abrangente foram considerados. Procurou-se, dessa forma, simplificar o modelo e adaptá-lo aos objetivos da pesquisa.

Assim, além da descrição da forma como se processou a aprendizagem tecnológica, a realização da pesquisa sobre a gestão da tecnologia nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul buscou avaliar os seguintes fatores:

- estruturação e gerenciamento de P&D, incluindo a estrutura da função tecnológica e a coordenação das atividades de P&D;
- sensibilização da empresa para a tecnologia, incluindo a integração entre P&D e as demais áreas;
- sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica, incluindo a antecipação de ameaças e oportunidades tecnológicas;
- capacitação tecnológica em relação aos concorrentes;

Os aspectos considerados acima procuraram avaliar a gestão de tecnologia nas empresas e as suas implicações para a competitividade. O critério adotado na seleção destes aspectos foi o da coerência e da afinidade das atividades das empresas, não se preocupando com uma equalização de complexidade ou de extensão entre eles.

Para atingir-se os objetivos propostos pelo trabalho, utilizou-se a técnica do estudo de caso múltiplo. Os dados foram analisados por empresa e comparados com os dados das outras empresas, buscando-se algumas possíveis generalizações. Em função de tratar-se, basicamente, da análise de um processo, como é a gestão da tecnologia, o estudo foi essencialmente qualitativo. As generalizações feitas foram de natureza analítica e não estatística.

A bibliografia revela diversas pesquisas realizadas através de estudos de caso múltiplo. Por exemplo, Burgelman (1983) estudou, numa mesma corporação, oito casos distintos de ICV (*internal corporate venturing*), propondo, ao final do trabalho, um modelo de ligação entre os diversos níveis da empresa. Eisenhardt e Bourgeois (1988) analisaram oito empresas de microcomputadores procurando determinar o processo de decisão em ambientes que se modificam em alta velocidade. Gersick (1988) analisou, em equipes de projetos, o desenvolvimento intergrupar, fazendo uso de um enfoque indutivo e qualitativo.

O presente estudo utilizou como fontes de evidência dados primários, obtidos através de entrevistas e observação direta, e dados secundários, obtidos dos registros internos das empresas, de revistas e de jornais. As informações sobre a decisão de implantação do III Pólo Petroquímico no Rio Grande do Sul foram coletadas da documentação sobre o CONPETRO existente no Arquivo Público Estadual.

Para a realização da pesquisa, foram colhidas informações em todas as oito empresas do Pólo Petroquímico do Sul. Em seis delas foi possível a realização de entrevistas e de visitas às plantas industriais. Na Oxiteno, desativada enquanto o trabalho era realizado, os dados foram coletados por meio de uma entrevista com um engenheiro, atualmente desligado da empresa, sem a aplicação do questionário. Da Poliolefinas foi recebido apenas o questionário respondido pelo Gerente de Tecnologia, sediado em São Paulo, não tendo havido as entrevistas com o pessoal da fábrica de Triunfo nem a visita à planta.

As entrevistas foram estruturadas de modo a servirem ao mesmo tempo para a coleta de informações sobre o processo de aprendizagem tecnológica e para a análise do potencial tecnológico das empresas. Os entrevistados receberam antecipadamente um questionário que foi discutido durante a entrevista.

Foram entrevistados, no total, 20 executivos e gerentes e um especialista, obtendo-se o retorno de 16 questionários. Os entrevistados pertenciam às áreas de P&D, Planejamento e Produção, buscando-se em cada empresa obter a opinião de pessoas de áreas diferentes. As tentativas de realizar um encontro com os diretores das empresas não tiveram êxito, mesmo com a ajuda de alguns dos gerentes entrevistados. As respostas obtidas no questionário sobre a participação da alta administração nas questões relativas a P&D refletem, portanto, a opinião dos escalões subordinados à diretoria.

As questões relativas à estruturação e à coordenação das atividades de P&D, e às condições de competitividade foram feitas no decorrer da entrevista, sem a quantificação das respostas, procurando-se obter dos entrevistados uma análise detalhada de cada item.

Foram também formuladas outras perguntas, especialmente sobre o histórico da empresa e o aprendizado tecnológico, a partir de um roteiro previamente preparado. Os entrevistados tiveram a oportunidade de abordar outros assuntos ou enfatizar algum ponto que considerassem importante.

Os questionários continham 42 questões que abrangiam os aspectos relativos à sensibilização da empresa para a tecnologia, à sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica e à capacitação tecnológica, adaptados do modelo conceitual de Vasconcellos. Os aspectos considerados e os principais questionamentos dentro de cada objetivo específico foram os seguintes:

#### 1) Sensibilização das empresas para a tecnologia

- A alta administração mostra-se sensibilizada e atenta para a importância da gestão tecnológica para a empresa?

- A missão da Gestão de Tecnologia está perfeitamente caracterizada pela existência de um plano definindo a estratégia tecnológica, que é divulgado e conhecido na empresa e revisado sistematicamente?

- As demais áreas da empresa acompanham as atividades de P&D e para elas contribuem?

- As inovações tecnológicas são adequadamente incorporadas a processos e produtos?

- Há duplicação de esforços entre P&D e as demais áreas?

Para uma análise da conscientização das empresas para a tecnologia, foram formuladas aos entrevistados 14 questões, subdivididas em 26 itens.

#### 2) Sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica

- Como se processa o planejamento estratégico e como nele é levada em conta a tecnologia?

- Há coerência entre planos e atividades de P&D e a estratégia global da empresa?



- Qual a estratégia tecnológica, segundo a tipologia de Freeman ou Porter, adotada pela empresa?

Para analisar a sintonia entre a estratégia empresarial de cada empresa e a estratégia tecnológica e de que forma a tecnologia participa da estratégia, 14 questões foram apresentadas, subdivididas em 29 itens.

### 3) Capacitação tecnológica

- Há definição e conhecimento das tecnologias estratégicas?

- Há domínio tecnológico sobre essas tecnologias estratégicas?

- Qual a origem dessas tecnologias estratégicas (interna, externa, *marketing pull* ou *technology push*)?

- Qual a capacitação interna nas tecnologias estratégicas comparada com os concorrentes nacionais e internacionais?

- As tecnologias disponíveis na empresa estão sendo adequadamente utilizadas em produtos internos ou em licenciamento externos e devidamente protegidas por patentes?

Para uma avaliação da capacitação tecnológica da empresa, especialmente em relação aos concorrentes, foram elaboradas 14 questões subdivididas em 56 itens.

Cada empresa recebeu, ainda, a solicitação de fornecer alguns dados gerais como composição acionária, capital subscrito, linha de produtos, produção anual, evolução das vendas, entre outros.

O questionário era formado de questões e afirmações às quais os entrevistados eram solicitados a responder com a utilização de uma escala de Lickert, cujos limites eram zero (na opção *discordo integralmente*) e dez (na opção *concordo integralmente*). Embora fosse utilizada uma escala para as respostas, os dados foram analisados qualitativamente. Algumas questões, especialmente aquelas em que era possível estabelecer-se uma hierarquia nas respostas, tiveram seus resultados reproduzidos em tabelas. As médias

aritméticas obtidas não tiveram finalidade estatística, mas serviram apenas para a ordenação das respostas.

Os resultados da pesquisa foram detalhados de três formas distintas. Inicialmente, procurou-se contextualizar a gestão da tecnologia nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul, relatando o processo de aprendizagem tecnológica que se desenvolveu a partir dos projetos básicos das unidades, caracterizando-se os distintos casos de absorção de tecnologia ocorridos (Cap. 5).

Num segundo momento (Cap 6), descreveu-se, para cada empresa, a atual estruturação da função tecnológica e a forma como são coordenadas as atividades de P&D.

Finalmente, procedeu-se a uma análise conjunta das informações coletadas nos questionários e nas entrevistas, possibilitando a comparação entre as empresas (Cap.7). Pela característica das questões levantadas, as informações obtidas foram apresentadas de modo a preservar, simultaneamente, a posição da empresa e o rigor científico da pesquisa. Assim, para protegerem-se as empresas de informações que comprometam sua competitividade ou sua imagem, as sete empresas que responderam ao questionário foram identificadas, quando necessário, por letras, de A até G.

## 4. A INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

### 4.1 - Características da indústria petroquímica

A indústria petroquímica é definida como a indústria química que gera produtos orgânicos sintéticos a partir das frações de petróleo e de gás natural (Suarez, 1986). A petroquímica é uma indústria de base e o seu desenvolvimento ocasionou um crescimento acentuado de muitos outros setores industriais. Os produtos petroquímicos são matérias-primas de praticamente todos os setores. Há mais de mil produtos derivados da petroquímica, fabricados em três gerações de produção:

**Produtos de primeira geração:** eteno, propeno, butadieno, benzeno, tolueno, xilenos, metanol, entre outros, fabricados a partir de matérias-primas provenientes das refinarias, principalmente nafta e gás natural.

**Produtos de segunda geração:** produtos intermediários, como o estireno, o cloreto de vinila, a amônia e o formaldeído, e produtos finais, como polietileno, polipropileno e poliéster.

**Produtos de terceira geração:** produtos finais como plásticos, detergentes, fertilizantes, borrachas e fibras sintéticas, poliuretanos etc.

A indústria petroquímica é chamada uma "indústria de propriedade". A propriedade diz respeito a um valor particular do produto, não associado a sua

forma mas a características intrínsecas, ou "propriedades". Assim, na indústria petroquímica, características como a cor e a forma da gasolina, do benzeno, do tolueno e do glicol, por exemplo, são insignificantes em relação às suas propriedades como combustíveis, reagentes e solventes (Salerno, 1987).

Nas indústrias de propriedade, o volume de produção depende basicamente da capacidade instalada, do fator de utilização, dos tempos de interrupção e da otimização do processo em relação ao rendimento teórico. Os custos de mão de obra e outros custos variáveis não são proporcionais à produção, relação que demonstra a tendência à instalação de unidades contínuas com grande volume de produção. A petroquímica, como uma indústria de propriedade por excelência, é, portanto, capital-intensiva, viabilizando-se por meio de grandes plantas industriais e de elevados níveis de produção.

A indústria petroquímica tem se desenvolvido aceleradamente no atual século, especialmente a partir da introdução de processos contínuos de produção, em substituição à produção por batelada. A produção em batelada é aquela em que os reagentes químicos são colocados em um reator e misturados, ali permanecendo pelo período de tempo necessário para que ocorra a reação. Na produção contínua, ocorre a operação incessante dos sistemas de alimentação e de saída, não havendo tempos mortos de carga ou descarga (Ferro, Toledo & Truzzi, 1987).

O crescimento da indústria petroquímica, segundo Freeman (op. cit), foi facilitado por seis grandes desenvolvimentos ocorridos durante os séculos XIX e XX:

- 1) A aplicação do conhecimento científico básico nos processos de produção e o desenvolvimento da engenharia química.

- 2) A troca de produtos orgânicos derivados do carvão por produtos derivados do petróleo e do gás natural, que estimulou o desenvolvimento de processos contínuos e de complexos petroquímicos ligados a refinarias.

- 3) O enorme crescimento do mercado de insumos químicos básicos, como soda, amônia, ácido sulfúrico, eteno e propeno, que são usados como intermediários de uma grande variedade de outros produtos químicos em inúmeros processos industriais.

4) A crescente disponibilidade de eletricidade como fonte de energia e o desenvolvimento de processos eletrotérmicos e eletrolíticos.

5) As melhorias desenvolvidas nos materiais para a construção e a operação de plantas industriais, como bombas, compressores, colunas de destilação, válvulas, filtros e vasos de pressão.

6) O desenvolvimento de instrumentação de controle de processos e de equipamentos de laboratório.

O surgimento no mercado dos produtos petroquímicos em bases competitivas somente foi possível pelas atividades constantes de melhoria de produtos e processos e pelo desenvolvimento de novos produtos graças ao investimento de grandes somas de recursos em pesquisa e desenvolvimento. Por exemplo, de 1960 a 1970, as principais indústrias químicas americanas e européias investiram quantias representando de 2 a 4% de seus faturamentos em atividades de melhoria de processos e de produtos (UNIDO, 1978).

A indústria petroquímica beneficiou-se, também, do desenvolvimento de tecnologia em outros setores, especialmente de ponta, como a microeletrônica e a informática, passando a fazer uso, nos seus processos contínuos, da instrumentação digital em substituição aos controles eletromecânicos tradicionais.

"A automação digital para controle de processos (sistemas digitais de controle distribuído - SDCD, redes de controladores lógicos programáveis - CLP etc) possibilita estabelecer uma malha de controle de processo até então desconhecida. Esse controle significa que, por exemplo, consegue-se extrair uma parcela maior da fração desejada de um produto, devido ao controle mais estreito de suas condições de produção. Ou seja, o controle maior significa incremento na lucratividade. Deve-se notar que os SDCD e assemelhados possibilitam um controle integrado de várias partes do processo (ou de todo ele); qualquer alteração nas condições de um processo parcial (pressão, temperatura etc) é instantânea e automaticamente transmitida ao sistema controlador, que pode avaliar as repercussões do ocorrido em termos da adequação paramétrica das operações subsequentes." (Salerno, 1987. p. 37).

Se, por um lado, o desenvolvimento acelerado da ciência e da tecnologia no mundo inteiro propiciou a utilização da tecnologia da informação na petroquímica, possibilitando maior controle e flexibilidade do processo, de outro trouxe maiores demandas de um mercado turbulento, exigente, cambiante e que começa a gerar, também, produtos concorrentes constituídos de novos materiais desenvolvidos. Demandas do mercado e desenvolvimentos tecnológicos originam novos produtos para competir com os existentes.

#### **4.2 - A indústria petroquímica no mundo**

A utilização comercial de derivados do petróleo iniciou-se no século XVIII, especialmente para fins de iluminação pública e para a fabricação de remédios. Os primeiros poços de petróleo surgiram por volta de 1840 na Alsácia, mas o grande mérito da produção de petróleo é atribuído a Edwin Drake, que em 1859 abriu o primeiro poço dos Estados Unidos, produzindo 19 barris diários, iniciando a grande corrida ao chamado "ouro negro".

Coube a John Rockefeller o desenvolvimento da primeira grande empresa petrolífera: a Standard Oil, criada em 1870. A dissolução da Standard, no início do século XX, originou a Esso (atual Exxon), a Standard Oil Company of New York (Mobil) e a Standard Oil Company of California (Chevron). Surgiram nos Estados Unidos, também, a Texaco e a Gulf. Na Inglaterra, duas empresas se estabeleceram, a Shell e a Anglo-Persian Oil Company, posteriormente originando a British Petroleum. Exxon, Mobil, Chevron, Texaco, Gulf, Shell e BP passaram a controlar o mercado internacional do petróleo, constituindo-se no chamado "grupo das sete irmãs".

O petróleo começou a representar uma fonte importante de produtos químicos a partir de 1920, quando entrou em funcionamento uma planta de álcool isopropílico, pela hidratação do propileno, da Standard Oil of New Jersey. Na década de 20 surgiu, também, uma planta de glicol, a partir do etileno, da Carbide.

O grande desenvolvimento da indústria petroquímica surgiu a partir dos anos 30, tanto pelo desenvolvimento do craqueamento, gerando em escala industrial eteno, propeno e butadieno, como pelo extraordinário impulso dado

pela Segunda Guerra Mundial. O petróleo fornecia insumos mais baratos e diversificados do que os derivados do carvão e da destilação da madeira e do álcool obtido por fermentação. Na década de 40, a indústria petroquímica americana quadruplicou a sua produção, sendo que essa aceleração continuou nos anos seguintes. Enquanto as demais indústrias químicas americanas cresciam a taxas de 7,8% ao ano, no período de 1952-1966, a produção petroquímica cresceu 12% anualmente (CIENTEC, 1974).

A indústria petroquímica nos países europeus ocidentais e no Japão também teve um crescimento acelerado. A nível mundial, a produção dos principais produtos petroquímicos finais, como plásticos, fibras e borrachas sintéticas e detergentes, cresceu de 3,0 milhões de toneladas em 1950 para 64,2 milhões de toneladas em 1975 (UNIDO, 1978).

Após os dois choques do petróleo, produtores do Oriente Médio surgiram no mercado, sendo acompanhados, nos últimos anos, pelas empresas dos países asiáticos. As indústrias químicas e petroquímicas líderes em tecnologia passam, atualmente, de grande produtoras de *commodities*, para fabricantes de especialidades, dando preferência aos produtos de maior valor agregado, especialmente no domínio da química-fina, como fármacos, agroquímicos, aditivos, adesivos, etc.

Estima-se que, de uma mercado químico mundial da ordem de 450 a 500 bilhões de dólares, dois terços sejam representados por *commodities* e *quase-commodities*, sendo o restante representado pelos produtos da química fina, tanto *specialties* (20% do mercado total) como produtos de síntese (13%). Em geral, os produtos da química fina possuem um preço de mercado acima de 3 dólares/kg (Unger, 1987).

#### **4.3 - O desenvolvimento da indústria petroquímica brasileira**

##### **4.3.1 - Dos primórdios ao Pólo Petroquímico de São Paulo**

Embora a indústria petroquímica brasileira tenha propriamente iniciado a sua consolidação a partir da década de 60, os debates nacionais a respeito da utilização do petróleo e as primeiras iniciativas institucionais e

industriais remontam aos anos 30. Em 1937, era implantada a primeira refinaria em solo brasileiro: a Refinaria Ipiranga, em Rio Grande, iniciada em 1932 como Destilaria Sul-Riograndense, em Uruguaiana. No ano seguinte, era criado o Conselho Nacional do Petróleo, CNP, com a atribuição de importar, exportar, transportar e negociar o óleo cru e os seus derivados. Desde logo, o CNP foi dotado de grande autonomia, reportando-se diretamente ao Presidente da República (Teixeira, 1985). Em 1939, jorrava o primeiro poço de petróleo brasileiro, em Lobato, próximo a Salvador, na Bahia.

O monopólio estatal sobre o petróleo foi garantido com a criação, em 3 de outubro de 1953, da PETROBRÁS. O CNP era transformado num órgão de orientação e de fiscalização, enquanto que a PETROBRÁS passava a ser o órgão executor. A lei de criação da PETROBRÁS estipulava que a ela competia o monopólio da exploração e do refino do petróleo no Brasil. Era assegurado o funcionamento das refinarias já existentes, mas proibida a sua expansão. Em resolução de 1954, o CNP estabelecia que a indústria petroquímica, tanto quanto possível, deveria ser explorada pela iniciativa privada. Entretanto, já em 1955, a iniciativa privada era deixada de lado na produção de eteno em Cubatão, integralmente entregue à PETROBRÁS. Dois anos depois, o CNP facultava à PETROBRÁS a produção e a comercialização de produtos petroquímicos e dava a prioridade da distribuição desses produtos às empresas de capital predominantemente nacional (Suarez, 1986).

Durante a década de 1950, expandiu-se a capacidade de refino de Petróleo no Brasil, implantando-se as refinarias de Mataripe, Capuava, Manguinhos, Cubatão e Manaus.

Foi por meio da implantação da Refinaria de Cubatão, em 1955, que iniciou-se propriamente o desenvolvimento da indústria petroquímica no Brasil, com o surgimento de uma fábrica de amônia e de fertilizantes nitrogenados, e as unidades de etileno, propileno, negro-de-fumo e metanol. No início dos anos 60, a nascente indústria petroquímica do Brasil produzia, além dos produtos já citados, estireno, polietileno, poliestireno, PVC/MVC, PVA, NYLON 66, polietileno de alta densidade, SBR e butadieno. Apesar dessa evolução, a produção petroquímica brasileira era ultrapassada pelas indústrias mexicana e argentina, enquanto que a produção per capita ficava atrás de três outros países latino-americanos (Teixeira, 1985).



O incentivo oficial à indústria petroquímica brasileira viria a partir da Criação do Conselho de Desenvolvimento Industrial, em 1964, e, dentro dele, do Grupo Executivo da Indústria Química (GEIQUIM), depois transformado no Grupo Setorial III (GS-III). Uma resolução saída do GEIQUIM, em 1965, estipulava incentivos como créditos especiais, isenção de impostos de importação para equipamentos e tarifas de proteção aos produtos produzidos internamente.

A existência de uma política de incentivos para o setor mobilizou o Grupo Capuava, grupo nacional formado pelas famílias Soares Sampaio e Geyer que possuía a maior refinaria privada do Brasil. Associando-se à Phillips Petroleum, detentora da tecnologia, e aos grupos nacionais Ultra e Moreira Sales, formou a Petroquímica União e partiu para a implantação de uma unidade produtora de eteno. A composição acionária inicial, entretanto, sofreu duas modificações fundamentais. Em primeiro lugar, a Phillips Petroleum desinteressou-se pelo projeto. Em segundo lugar, o governo federal decidiu que o fornecedor de nafta dos complexos petroquímicos deveria ser a PETROBRÁS. O grupo Capuava procurou, então, a participação da PETROBRÁS no projeto da Petroquímica União. Havia, no entanto, impedimentos legais a essa proposição. A saída legal encontrada foi a criação de uma subsidiária da PETROBRÁS, a PETROBRÁS Química S.A., PETROQUISA, em 1968. A PETROQUISA assumiu as plantas petroquímicas da PETROBRÁS e associou-se ao grupo Capuava. Foi estabelecida, então, uma nova composição acionária da Petroquímica União, formada pelo grupo Capuava (50%), pelo Grupo Ultra (15%), pela PETROQUISA (25%) e pela International Finance Corporation, IFC, (10%).

Com o início de operação da Petroquímica União, em 15 de junho de 1972, estabelecia-se o primeiro pólo petroquímico brasileiro, o Pólo Petroquímico de São Paulo, em Capuava, numa área de 54 hectares.

Além da central de matérias primas, o grupo Capuava participou de quatro empreendimentos de segunda geração, Copamo, Empresa Brasileira de Tetrâmero, Brasiivil e Poliolefinas. Através da Poliolefinas, o grupo Capuava introduziu o primeiro empreendimento tripartite da indústria petroquímica brasileira, formado por uma estatal (PETROQUISA), por um sócio nacional (Capuava) e pelo detentor da tecnologia (National Distillers).

A liderança técnica na implantação da Central de Matérias Primas da Petroquímica União coube à Phillips Petroleum, que contratou a LUMMUS americana para a elaboração do projeto básico, ficando com a SFTL (a LUMMUS francesa) o projeto de execução.

Os contratos de licenciamento das demais unidades do processo de geração de petroquímicos básicos foram desfavoráveis ao sócio nacional licenciado, pois não envolviam a transferência de direitos de propriedade. No caso de construção de uma nova unidade, um novo contrato de licenciamento era necessário. Além disso, com a PHILLIPS no comando do projeto de implantação, os níveis de participação dos fabricantes nacionais de equipamentos ficaram abaixo dos índices de participação já obtidos nas refinarias de petróleo existentes (55% versus 80%).

Tanto na central de matérias primas como nas empresas pioneiras da segunda geração, os contratos de licenciamento de tecnologia foram feitos para uma dada capacidade nominal de produção. Caso a produção fosse superior à nominal, novas taxas, a título de *royalties*, deveriam ser pagas. A expansão da capacidade instalada nas empresas de segunda geração implicava na realização de um novo contrato.

Nas empresas resultantes de composição tripartite, Poliolefinas, Oxiteno e Polibrasil, como já ocorrera na unidade central, a participação do sócio brasileiro no projeto básico e na engenharia de detalhamento foi, em geral, muito limitada, sendo a liderança técnica dos projetos assumida pelo sócio estrangeiro. As atividades de formação de pessoal limitaram-se ao treinamento operacional para a posta em marcha das plantas. A participação das empresas nacionais de engenharia e dos fabricantes de equipamentos foi também limitada, pois os contratantes estrangeiros preferiam utilizar as suas subsidiárias para a execução dos serviços.

Dois anos depois do início do funcionamento do Pólo Petroquímico de São Paulo, o grupo Capuava (UNIPAR) retirou a sua participação da central de matérias-primas, passando a Petroquímica União para o controle acionário da Petroquisa, com 75% das ações, e do Grupo Ultra, com 25% de participação. O complexo petroquímico consolidou-se com a instalação de cerca de quarenta empresas de segunda geração.

#### 4.3.2 - O Pólo Petroquímico do Nordeste

Com o rápido crescimento industrial brasileiro, o consumo interno de produtos petroquímicos cresceu a taxas superiores a 20% ao ano. A produção de petroquímicos pelo Pólo de São Paulo tornou-se insuficiente para atender à demanda crescente e abriu espaços para novos empreendimentos.

Percebendo as oportunidades que se ofereciam, o Governo do Estado da Bahia resolveu realizar o estudo "Desenvolvimento da Indústria Petroquímica na Bahia", em conjunto com a PETROQUISA, concluído no início de 1969.

Em janeiro de 1970, o Conselho de Administração da PETROBRÁS decidia apoiar o desenvolvimento da indústria petroquímica de base na Bahia, utilizando matérias primas locais, provenientes da Refinaria Landulpho Alves, RELAM. A PETROBRÁS garantia o fornecimento de matérias-primas como nafta, propeno, amônia e gás natural aos projetos aprovados pelo CDI.

Em 21 de julho de 1970, a resolução número 2/70 do CDI aprovava a implantação do Pólo do Nordeste, recomendando que:

- a PETROQUISA liderasse o processo de implantação;
- a SUDENE concedesse incentivos especiais aos projetos aprovados pelo CDI;
- um grupo de trabalho interministerial, no âmbito do CDI, definisse as escalas de produção, as estruturas tecnológica e empresarial, a política de preços e a estrutura financeira do complexo.

Com base nessa resolução do CDI, o Ministério da Indústria e Comércio e o Governo da Bahia contrataram o *Bureau d'Études Industrielles et de Coopération de l'Institut Français du Pétrole*, BEICIP, para a definição das medidas necessárias à implantação do pólo. O estudo do BEICIP foi concluído em 1971 (COPEC, 1974).

Em 16 de setembro de 1971, o Presidente da República aprovava a Exposição de Motivos 213/71 e determinava:

- a instalação da Central Petroquímica da Bahia;
- a criação de uma empresa-piloto da PETROQUISA para o detalhamento dos trabalhos técnicos e econômicos de implantação;
- a consolidação das unidades de octanol e de acrilonitrila, já em implantação
- a instalação, até 1975, de unidades consumidoras de olefinas, o que possibilitaria a produção de caprolactana, tolueno diisocianato e dimetiltereftalato e a ampliação da unidade de negro de fumo.

Com a criação da Companhia Petroquímica do Nordeste, COPENE, subsidiária da PETROQUISA, a quem foram atribuídos os estudos preliminares, iniciavam-se as atividades de instalação da Central de Matérias-Primas e das central de utilidades e de manutenção do Pólo Petroquímico. Paralelamente, o governo baiano instalava a Comissão Coordenadora do Pólo Petroquímico, COMCOP, com a finalidade de coordenar as atividades necessárias para assegurar a infraestrutura industrial.

O Pólo Petroquímico do Nordeste, ao contrário do Pólo de São Paulo, cuja implantação principiou com o esforço da iniciativa privada, se consubstanciou como um empreendimento dirigido pela estatal PETROQUISA. A localização na Bahia, longe dos principais mercados consumidores do Centro-Sul, resultava numa estrutura produtiva e empresarial bastante distinta.

A COPENE, que inicialmente pertencia totalmente à PETROQUISA, ficou responsável pela implantação e pela operação da central de matérias-primas e das demais centrais. A capacidade de produção estabelecida para a Central de Matérias-Primas foi de 388.000 toneladas/ano de eteno, produzindo, também, entre outros, propeno, benzeno, butadieno, p-xileno e tolueno. A participação acionária da PETROQUISA na COPENE posteriormente reduziu-se para 51%, sendo as demais ações vendidas para empresas de segunda geração.

O controle da PETROQUISA na implantação do Pólo Petroquímico de Camaçari deu condições ao governo federal de chamar a si a decisão sobre que projetos de segunda geração deveriam ser implantados, sob que composição acionária e que sócios estrangeiros deveriam participar.

A LUMUS foi novamente contratada para o projeto da Central de Matérias-Primas, mas a PETROQUISA foi a empresa que realizou as atividades de concepção da planta e de seleção dos processos complementares. Como consequência dessa liderança nacional, os contratos de licenciamento foram menos restritivos que aqueles relativos à implantação da Petroquímica União, especialmente no que diz respeito ao aumento da capacidade de produção, que não estava sujeita a limites. A PETROQUISA também impôs como condição a participação dos seus técnicos nas etapas de engenharia básica e de detalhamento, possibilitando a formação de uma equipe de projeto bastante capacitada.

A formação das alianças tripartites estava condicionada ao preenchimento de três requisitos: o controle nacional da empresa formada, a participação maior da PETROQUISA do que do sócio estrangeiro e a impossibilidade de um sócio possuir a maioria do capital.

As condições impostas aos sócios estrangeiros desinteressaram principalmente as empresas americanas e alemãs, mas não desestimularam a participação japonesa. De onze *joint ventures* inicialmente estabelecidas, cinco foram feitas com a participação de empresas japonesas.

Nas plantas de segunda geração, a participação do detentor da tecnologia no controle acionário da empresa facilitou a elaboração de contratos de tecnologia mais favoráveis do que os contratos existentes para as empresas localizadas no pólo paulista. Não houve limitação de capacidade, além de ser permitido ao sócio nacional a construção de uma nova planta sem a celebração de um novo contrato e o pagamento de um novo licenciamento, necessitando-se apenas da concordância do sócio detentor da tecnologia. Era também previsto o treinamento operacional de pessoal em plantas pertencentes aos detentores de tecnologia no exterior e a assistência técnica durante alguns anos de operação da planta industrial.

O Pólo Petroquímico do Nordeste iniciou a sua operação em junho de 1978. Em 1980, era criada a Norquisa, como uma holding de 17 empresas da segunda geração que a ela transferiram suas ações da COPENE. Essa passou, então, a ter sua composição formada por 48,1% da PETROQUISA e 47,2% da NORQUISA. Em 1986, encontravam-se em operação 51 empresas, 21 das quais, operando desde o início do Pólo, constituíam o complexo básico, onde prioritariamente foi adotado o sistema tripartite (Teixeira, 1988).

A COPENE promoveu recentemente a expansão da capacidade da Central de Matérias-Primas para 920.000 toneladas/ano de eteno, investindo cerca de um milhão de dólares.

#### 4.3.3 - O Pólo Petroquímico do Sul

Com a finalidade de assegurar a continuidade do desenvolvimento da economia brasileira, o Governo Federal lançou, em 1975, o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) que estipulava um crescimento anual do PIB em 10% e do produto industrial em 12%. A estratégia industrial preconizava a substituição das importações de bens de capital, o desenvolvimento de projetos voltados à exportação de mercadorias e a expansão da produção interna de petróleo e dos seus derivados. Face às dificuldades enfrentadas, a economia cresceu 6,2% ao ano no período de 1976 a 1980 e o produto industrial 6,4% no mesmo período. Quanto ao II PND, ele foi apenas parcialmente implantado (Teixeira, 1985).

Para ao setor petroquímico, o II PND estipulava, também, uma expansão. Um estudo do Instituto de Planejamento e Pesquisa Social (IPEA) de 1974, alertava sobre a necessidade de implantação de novas unidades produtoras de petroquímicos básicos, intermediários e finais para atender aos *deficits* de produção previstos no mercado interno. Iniciava-se, então, uma disputa em algumas regiões do Brasil pela implantação de um novo pólo petroquímico (na Bahia, pela DOW, ou no Rio Grande do Sul) ou pela expansão de um dos dois existentes até então.

No Rio Grande do Sul, em 1975, eram concluídos os estudos de viabilidade realizados pela Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e pelo

BEICIP, da França (CIENTEC, 1975), que preconizavam a implantação do complexo petroquímico no distrito industrial de Rio Grande, aproveitando a sua infraestrutura e a proximidade com o porto marítimo.

O estudo efetuado pela CIENTEC e pelo BEICIP, levando em consideração a necessidade simultânea de criação de um novo pólo petroquímico e de descentralização industrial, justificava a viabilidade da sua implantação no Rio Grande do Sul por meio de dois argumentos básicos:

- a proximidade do mercado consumidor, tanto das regiões mais industrializadas do Brasil como de países de maior potencial de consumo da América do Sul, no Cone Sul;

- a relativa facilidade de disponibilidade de matérias-primas, pela existência da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP).

Desde o estudo inicial de viabilidade, a conotação dada para o Pólo Petroquímico do Sul foi sempre a de um produtor de termoplásticos, característica que, como se verá, ainda vigora atualmente.

Com o estudo de viabilidade a justificar a implantação no Rio Grande do Sul, as pressões políticas sobre o Governo Federal intensificaram-se. Em 11 de junho de 1975, em Livramento, por ocasião de uma visita do Presidente da República à fronteira Brasil-Uruguai, foi-lhe entregue uma carta assinada pelas lideranças políticas e empresariais gauchas reivindicando a instalação do III Pólo Petroquímico no Rio Grande do Sul. Ainda em junho, instalava-se uma Comissão Especial da Assembléia Legislativa para estudar a implantação do Pólo Petroquímico no Estado.

No dia 27 de agosto de 1975, a 28ª reunião do Conselho de Desenvolvimento Económico (CDE) decidia que o Rio Grande do Sul sediaria o III Pólo Petroquímico. A decisão do CDE era comunicada ao Governador do Estado em Telex do Gabinete Militar da Presidência da República, assinado pelo Assessor Chefe Humberto Barreto, datado do mesmo dia.

Uma das determinações mais importantes emanadas na mesma reunião foi sobre a microlocalização do complexo. O CDE estabeleceu que as instalações do complexo deveriam localizar-se próximas à Refinaria Alberto Pasqualini, para

evitar "apreciáveis movimentações de coprodutos da esfera do monopólio do estado e a conseqüente elevação dos custos daí decorrentes".

Com respeito ao esquema financeiro-empresarial a ser empregado, o CDE recomendava que o sistema PETROBRÁS/PETROQUISA deveria atuar preferentemente nos projetos referentes aos produtos básicos e estimular a participação da iniciativa privada nos projetos *downstream*. Sugeria as seguintes composições acionárias:

- empresas com maioria de capital nacional já existentes no ramo associadas a capitais da região;

- novas empresas com maioria de capital nacional, isoladamente ou em associações majoritárias com empresas estrangeiras;

- empresas estrangeiras ou estatais bem como outros tipos de associação.

Essas condições visavam a criar condições para que ocorresse um efetivo controle nacional nos empreendimentos, sem que se dessem privilégios a acionistas e se desrespeitassem as minorias acionárias.

A decisão do CDE, além da componente política, baseava-se em alguns fundamentos técnico-econômicos que são a seguir analisados (Abreu, 1983).

Em primeiro lugar, a avaliação do consumo de produtos petroquímicos, especialmente dos termoplásticos, mostrava um forte crescimento da demanda. Avaliando especificamente os termoplásticos (polietileno de baixa densidade, polietileno de alta densidade, polipropileno, poliestireno e PVC), observava-se que, no período 1970/74, o consumo evoluiu de 190.000t/a para 518.000 t/a, correspondendo a um crescimento médio anual de 28,5%.

Embora fosse possível antever-se que a demanda não continuaria a crescer a taxas tão elevadas, o consumo per capita de termoplásticos no Brasil correspondia a 6 kg/habitante ano, enquanto que nos Estados Unidos, na Europa e no Japão, o consumo se situava em torno de 40 a 50 kg/habitante ano. Nessas áreas, o crescimento continuava a taxas de 8,5%, o que fez supor que no Brasil, para diminuir a defasagem, a evolução do consumo ocorreria com taxas



de 13 a 14% ao ano, o que implicaria na necessidade do aumento da oferta de termoplásticos no país.

Em segundo lugar, a Região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) representava de 15 a 20% desse mercado de termoplásticos, e para essa região voltar-se-ia preferencialmente a produção.

Outra consideração importante do CDE foi com relação à desconcentração industrial, afastando do eixo São Paulo-Rio-Minas um complexo industrial de proporções e que poderia nuclear um desenvolvimento industrial descentralizado, como já fora previsto para o Nordeste.

Finalmente, em função de estar o Rio Grande do Sul perdendo posição econômica no âmbito nacional, a instalação do complexo petroquímico seria essencial para dinamizar o desenvolvimento, criar empregos e gerar riquezas.

A partir das decisões do CDE, outras determinações emanaram do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) especialmente com relação à estrutura empresarial e tecnológica.

A primeira prioridade fixada pelo CDI foi com relação à absorção de tecnologia. O CDI definia a implantação do Pólo Petroquímico do Sul como a etapa decisiva para criar uma capacitação nacional no setor, dando ênfase à desagregação e à absorção do pacote tecnológico, além de buscar uma maior atividade das empresas de engenharia nacionais nos projetos de detalhamento e de equipamentos. As seguintes premissas serviram como base para os projetos a serem analisados pelo CDI (Lamartine, 1983):

- adequação dos contratos de transferência de tecnologia às instruções do Ato Normativo nº 15 do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

- oportunidades oferecidas pelos detentores do *know-how* para a absorção de tecnologia;

- nacionalização dos serviços de engenharia de detalhamento; e

- maximização das compras de equipamentos no mercado interno.

A compra de tecnologia deveria seguir regras definidas, que estipulariam o acompanhamento por técnicos brasileiros das etapas de desenvolvimento e detalhamento da engenharia básica, realizada no país sede da empresa detentora da tecnologia, a participação de empresas nacionais de bens de capital no fornecimento de equipamentos e o estabelecimento de acordos de cooperação com centros de pesquisa nacionais.

Os contratos estabelecidos entre os sócios previam as seguintes condições para a incorporação da tecnologia por parte das empresas nacionais (Teixeira, 1985):

- a cessão dos direitos sobre a tecnologia para as empresas licenciadas. O fornecimento de informações técnicas deveria ocorrer para projetos de expansão da capacidade, para a instalação de novas unidades ou para o licenciamento a terceiros após transcorridos cinco anos;

- o treinamento de recursos humanos na sede da empresa detentora da tecnologia;

- a realização conjunta de programas de pesquisa e desenvolvimento, incluindo o planejamento e o *design* de laboratórios e plantas-piloto.

A preocupação com a absorção da tecnologia, consubstanciada nos contratos realizados, representou um avanço qualitativo na transferência de *know-how* para as empresas petroquímicas nacionais. Possibilitou, também, o intercâmbio e o desenvolvimento de projetos de pesquisa conjuntos.

As providências para a instalação do Pólo Petroquímico do Sul iniciaram-se uma semana após a decisão do CDE. Em reunião coordenada pelo Governador do Estado e com a presença do Ministro das Minas e Energia, ficou estabelecido que uma comissão formada por representantes de órgãos e empresas federais e estaduais faria o estudo da microlocalização do Pólo.

Com a limitação de localizar-se o Pólo Petroquímico a uma distância inferior a 30 km da REFAP, a comissão analisou seis alternativas de localização, optando por aquela que apresentava a posição mais favorável à dispersão de poluentes aéreos, a maior facilidade para o estabelecimento da necessária proteção urbana, a proximidade das fontes de carvão, a facilidade

para o descarte das cinzas, a possibilidade de implantação de acesso hidroviário, o maior porte da malha rodoviária prevista e a ocupação demográfica menor.

Em 9 de outubro de 1975 a comissão apresentava suas conclusões e sugeria que fosse declarada de utilidade pública, para fins de desapropriação, uma área de 13.000 hectares localizada entre os municípios de Montenegro e Triunfo. Posteriormente, em 1978, a área foi aumentada para 14.600 hectares, onde atualmente se encontra o complexo industrial.

Em 15 de janeiro de 1976, o Decreto nº 24.386 criava o Conselho de Implantação do Pólo Petroquímico do Rio Grande do Sul, CONPETRO, órgão coordenador, pelo Estado, das atividades de implantação do Pólo Petroquímico. Ao CONPETRO competia realizar as obras de infraestrutura na área desapropriada, formar e prover os recursos humanos necessários em todas as etapas da implantação, cuidar da proteção ambiental, promover a implantação de unidades de transformação e fiscalizar os serviços contratados.

Para cumprir com as suas atribuições, o decreto estabelecia que o CONPETRO gerenciaria sete subprogramas iniciais: Recursos Humanos, Infra-estrutura Social, Proteção Ambiental, Infra-estrutura Física, Unidades de Transformação, Apoio Financeiro e Construção Civil, Máquinas e Equipamentos.

Em 1976 era criada a Companhia Petroquímica do Sul (COPE SUL), uma empresa de economia mista resultante da associação de capitais estatais entre a PETROQUISA (51%) e a FIBASE (49%). A COPE SUL tornou-se a empresa responsável pela implantação e pela operação da central de matérias-primas e das centrais de utilidades (água, energia elétrica, vapor e distribuição de produtos).

O Plano Diretor do Pólo Petroquímico foi elaborado de forma a haver forte integração entre as diversas plantas industriais, minimizando distâncias e buscando uma operação eficiente. A nafta proveniente da Refinaria Alberto Pasqualini é transportada por tubovias até a Central de Matérias-Primas. Os petroquímicos básicos, eteno, propeno, benzeno e outros, são conduzidos da COPE SUL para as empresas de segunda geração, que os transformam em produtos petroquímicos intermediários. A COPE SUL também fornece água, vapor

e eletricidade para todo o complexo. A produção de vapor é feita utilizando carvão mineral proveniente de uma região próxima.

O projeto inicial de implantação do III Pólo Petroquímico previa o início das operações para o primeiro semestre de 1982. O projeto, no entanto, sofreu um atraso de cerca de seis meses, considerado pequeno em função da sua complexidade e das dificuldades de sincronização entre a montagem da Central e das empresas de segunda geração. A Central de Matérias-Primas iniciou a sua operação no dia 22 de novembro de 1982. No dia 5 de dezembro, já produzia eteno especificado, pronto para utilização como matéria-prima da segunda geração. Imediatamente após a disponibilidade de eteno, a POLISUL passou a operar, sendo seguida pela POLIOLEFINAS, ainda em dezembro, e pela PPH, em janeiro de 1983. Começava, assim, a operação do Pólo Petroquímico do Sul. Inicialmente operando com quatro empresas, uma de primeira geração e três de segunda, o complexo possui, hoje, oito unidades.

O Complexo Básico do Pólo Petroquímico do Sul ocupa uma área de 1.800 hectares. As empresas situam-se em lotes industriais dispostos ao longo de corredores centrais que formam um grande "T", com largura de 100 metros, por onde passam as diversas tubulações e as redes elétricas, de comunicações e de efluentes.

Os resíduos líquidos são tratados inicialmente nas próprias unidades de produção, e após são enviados ao Sistema Integrado de Tratamento de Efluentes Líquidos (SITEL), gerenciado pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN), e considerado um dos sistemas de tratamento mais completos do mundo. Os resíduos sólidos são classificados e enviados ao Sistema Centralizado de Resíduos Sólidos (SICECORS), que os dispõe em aterro sanitário, valos de tratamento e *landfarming*. Nenhum resíduo líquido ou sólido do complexo básico é disposto em rios ou fora da área do complexo.

O Complexo Básico é circundado por um anel rodoferroviário de 17 quilômetros de extensão que interliga o Pólo à BR-386 e ao sistema ferroviário Tronco Principal Sul.

O Quadro I mostra alguns dados sobre as empresas participantes do Pólo Petroquímico do Sul. Além da Central de Matérias-Primas, encontram-se em plena

operação seis empresas de segunda geração. Atualmente, a OXITENO, produtora de metil-etil-cetona se encontra desativada por decisão do grupo controlador ULTRA, em função dos prejuízos de operação acumulados.

**QUADRO 1. ESTRUTURA DE PRODUÇÃO ATUAL DO PÓLO PETROQUÍMICO DO SUL**

1992

<b>EMPRESA</b>	<b>INÍCIO DE OPERAÇÃO</b>	<b>PRODUTOS PRINCIPAIS</b>	<b>CAPACIDADE (1000 t/a)</b>
COPESUL	1982	Eteno	620
		Propeno	240
		Benzeno	190
NITRIFLEX	1988	EDM/EPDM	10
PETROFLEX	1984	Etilbenzeno	183
		SBR	63
POLISUL	1982	PEAD	240
PPH	1983	Polipropileno	300
TRIUNFO	1985	PEBD	135
POLIOLEFINAS	1982	PEBD	160
OXITENO	1989*	MEK	20

Nota: Operação encerrada outubro de 1992.

Fonte: Dados coletados pelo autor

O Capítulo 5 descreve o processo de implantação dessas empresas e analisa a forma como se procedeu a aprendizagem tecnológica de cada uma delas.

## 5. GESTÃO DA TECNOLOGIA: A APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

O processo de aprendizagem tecnológica das empresas do Pólo Petroquímico do Sul foi inicialmente balizado pelas condições impostas pelo CDI para a transferência e a absorção de tecnologia. Houve, por ocasião da implantação do Pólo, uma preocupação de consolidar uma capacitação nacional em tecnologia petroquímica.

As cláusulas contratuais estabelecidas com os detentores do *know-how*, sócios ou não dos empreendimentos, previam o acompanhamento da execução do projeto básico e a predominância nacional nas etapas de engenharia de detalhamento, construção e montagem dos equipamentos.

O cedente da tecnologia se comprometia a repassar os conhecimentos relativos ao projeto e à operação das plantas industriais e a continuar prestando assistência técnica por um período de cinco a sete anos após o início da operação.

Os conhecimentos adquiridos, desde o acompanhamento do projeto básico até a operação plena das plantas, foram aplicados pelas empresas na eliminação de gargalos e na ampliação das unidades, trabalhos realizados essencialmente pelos técnicos nacionais.

Com a criação das gerências de P&D, o processo de aprendizagem tecnológica em cada empresa passou a ter uma coordenação interna, responsável pelos esforços e conhecimentos aplicados em projetos para a melhoria de processos e produtos. Atualmente, como será no Capítulo 7, as empresas já

consideram dominadas as tecnologias de produção e concentram os seus esforços nas tecnologias de produto para melhorar a sua competitividade.

No processo de aprendizagem tecnológica, cada empresa seguiu o seu próprio caminho. O estudo desse processo em cada empresa mostrou haver casos interessantes de absorção de tecnologia. Esses casos são, a partir de agora, analisados.

### **5.1 - Uma absorção indireta de tecnologia: o caso da COPESUL**

O primeiro caso apresentado é o da Central de Matérias-Primas do Pólo Petroquímico do Sul. A tecnologia hoje dominada pela COPESUL foi, como se verá, inicialmente repassada para o sistema PETROBRÁS/PETROQUISA. Num segundo momento ocorreu a transferência para a COPESUL.

#### **5.1.1 - A empresa**

A Companhia Petroquímica do Sul (COPESUL) é hoje uma empresa privada controlada por um consórcio de empresas que detém 28,70% das ações e cujos principais acionistas são a POLIOLEFINAS S.A. (10,99%) e a PPH Cia Industrial de Polipropileno (10,48%).

A estrutura operacional da COPESUL é composta de uma Superintendência Geral e de três diretorias, Contábil e Financeira, Comercial, e de Produção. As gerências de Recursos Humanos e de Informática subordinam-se diretamente ao Diretor Superintendente. A Gerência de Desenvolvimento está subordinada à Diretoria Comercial e é hierarquicamente equivalente às demais gerências.

Os petroquímicos básicos produzidos, eteno, propeno e benzeno, entre outros, são colocados tanto nas empresas de segunda geração do Pólo Petroquímico do Sul como são comercializados em outras regiões do Brasil e, também, exportados. O mercado gaúcho consome 88% da produção de eteno, 70% de propeno, 50% de butadieno, 50% de benzeno e 47% de tolueno, além da totalidade da produção de gasolina de pirólise e de GLP. Os produtos de maior

participação no mercado externo são o MTBE (99%), os xilenos (66%) e o benzeno (62%).

As principais matérias-primas empregadas pela COPESUL são a nafta (2,21 milhões de toneladas/ano), proveniente da PETROBRÁS, o metanol (35.000 toneladas/ano), proveniente da PROSINT e da RESINOR e o corretor de viscosidade LCO (11.000 toneladas/ano), proveniente da PETROBRÁS.

### **5.1.2 - O processo de aprendizagem tecnológica**

#### **5.1.2.1 - A atuação da PETROQUISA**

A criação dos dois complexos petroquímicos anteriores ao Pólo Petroquímico do Sul resultou no surgimento de uma capacitação nacional na operação e no entendimento da engenharia de processo de unidades de primeira geração. Com a implantação do Pólo, e especialmente da central de matérias-primas, vislumbrou-se a possibilidade de maior domínio da tecnologia, tanto a nível de processo como a nível de projeto. Pela primeira vez, a PETROQUISA impôs condições prévias na seleção da tecnologia a ser empregada numa central petroquímica. Essas condições estabeleciam que o contratado deveria se dispor a auxiliar a PETROQUISA na criação de uma capacitação tecnológica própria. Para tanto, a elaboração do projeto básico, realizada pelo detentor da tecnologia, deveria ser acompanhada por técnicos brasileiros. Além disso, haveria um contrato com um centro nacional de pesquisas (o CENPES, da PETROBRÁS) para a realização de P&D e a participação de empresas de engenharia nacionais no projeto de detalhamento. Os contratos a serem assinados deveriam dizer respeito, separadamente, à construção da central de matérias primas, à transferência de tecnologia e à participação em P&D.

A pré-seleção dos fornecedores da tecnologia relacionava as empresas Lummus (Estados Unidos), Linde (Alemanha), Stone & Webster (Estados Unidos) e Technip (França). Embora a Lummus tivesse sido a empresa fornecedora da tecnologia das unidades centrais dos dois pólos anteriores, a escolha recaiu



sobre a Technip que, sem deter a liderança tecnológica do setor, ofereceu as condições mais favoráveis para a transferência da tecnologia.

Três razões podem ser arroladas para a disposição da Technip em abrir o pacote tecnológico. Em primeiro lugar, ela não era líder do mercado e possuía outros negócios além da indústria petroquímica. Em segundo lugar, a Technip fazia parte de um conglomerado de empresas que poderia beneficiar-se com a abertura de outros negócios em toda a América Latina. Finalmente, por ser uma empresa com participação estatal, a Technip possuía uma estratégia de negócios diferente das demais empresas ofertantes (Sercovich apud Teixeira, 1985).

Os contratos de fornecimento do projeto básico da Central de Matérias-Primas do Pólo Petroquímico do Sul foram celebrados pela PETROBRÁS com a Technip de modo a propiciar o desenvolvimento de uma equipe de engenharia de processo, sediada no CENPES, capaz de dominar o processo de produção de poliolefinas, de projetar e implantar novas unidades e de fazer melhoramentos e ampliações nas unidades existentes.

A Technip repassou à PETROBRÁS o programa PROCAS, que foi o simulador de processo empregado no projeto básico. O PROCAS, precursor de programas mais modernos e sofisticados, possibilitava a simulação do processo e a análise de alternativas de fluxo de uma forma rápida e completa. A equipe brasileira residente na Technip acompanhou a determinação do fluxograma de produção e a simulação do processo da unidade. Concluído o projeto básico, a equipe passou por uma verificação de aprendizagem, que constou da elaboração de um novo projeto básico de uma central petroquímica operando com gás de nafta como matéria-prima.

As atividades relativas ao projeto básico foram realizadas pelo consórcio Technip/Kinetics Technology International (KTI). Enquanto a KTI ficou responsável pelo projeto dos fornos de pirólise, a Technip desenvolvia os demais projetos, como os de fracionamento e compressão. O projeto de hidrogenação da corrente C-3 e de gasolina foi realizado pelo Instituto Francês do Petróleo (IFP). Todas essas atividades eram acompanhadas por integrantes da equipe da PETROBRÁS. Um pequeno grupo estagiou também na

Universidade de Gent, Bélgica, para tomar conhecimento do levantamento feito para a RTI sobre rendimentos de pirólise.

Foram contratados, para a realização de tarefas específicas dentro do projeto básico, a NIPPON-ZEON, encarregada da planta de butadieno, o Hydrocarbon Research Institute (HRI) para o projeto básico da planta de HDA, hidroalquilação de tolueno para a obtenção de benzeno, e a Universal Oil Products (UOP) detentora de uma tecnologia original da Shell para a elaboração do projeto de extração de aromáticos.

A COPESUL, que não havia participado da elaboração do projeto básico, cuja tecnologia foi transferida para a PETROBRÁS, ficou encarregada da montagem, da partida e da operação da Central de Matérias-Primas. A empresa coordenou a etapa da engenharia de detalhamento, realizada pela Promon Engenharia, encarregada da planta de olefinas e pela Internacional Engenharia, encarregada da unidade de aromáticos.

À medida que se desenrolavam os trabalhos de detalhamento, de construção e de montagem, eram treinadas as equipes de operação da COPESUL. Os técnicos selecionados foram enviados, por um período de até dois anos, para trabalhar na Petroquímica União e na COPENE, participando da operação das plantas, das paradas e retomadas e das situações de emergência.

Quando a planta entrou em pré-operação, no dia 22 de novembro de 1982, o treinamento das equipes, constituídas 92% de mão-de-obra gaúcha ou catarinense, tornou possível obter produto especificado em apenas treze dias, resultado considerado excelente, mesmo pelos padrões internacionais.

No dia 5 de dezembro, a empresa passava a entregar eteno especificado, possibilitando a entrada em operação das empresas de segunda geração.

A capacidade nominal de produção era de 420.000 toneladas/ano de eteno, operando em condições de baixa severidade. A queda no consumo aparente de petroquímicos no mercado brasileiro (27,5%), ocorrida em 1981, chegou a levantar dúvidas entre a COPESUL, a PETROQUISA e a PETROBRÁS sobre a conveniência da posta-em-marcha da Central de Matérias-Primas. A conclusão foi de que era mais conveniente operar-se a unidade do que colocá-la em "hibernação", planejando-se operar a 45% da capacidade nominal em 1985.

Entretanto, a demanda cresceu e possibilitou, já no segundo quadrimestre de 1983, que a produção atingisse 82,1% da capacidade nominal, com a colocação dos produtos no mercado brasileiro e internacional.

#### 5.1.2.2 - A absorção da tecnologia pela COPESUL

Em 1986, dominada integralmente a operação, a COPESUL começou a planejar a expansão da capacidade, prevendo passar para 577.000 toneladas/ano de eteno. A tarefa foi atribuída à recém criada Gerência de Desenvolvimento e representou a primeira grande atividade dessa gerência. Da mesma forma que a PETROBRÁS havia planejado a transferência de tecnologia por parte da Technip, a COPESUL preocupou-se com a absorção de conhecimentos por ocasião da expansão.

A equipe encarregada do projeto instalou-se no CENPES, detentor da tecnologia repassada pela Technip. A etapa relativa ao projeto básico, incluindo as simulações de processo, foi executada conjuntamente pelas equipes da COPESUL e do CENPES e teve uma duração de dois anos. O gasto total da expansão foi de 40 milhões de dólares.

As atividades conjuntas realizadas pela COPESUL e pelo CENPES, relativas ao projeto de expansão e às simulações de processo, não beneficiaram apenas a COPESUL. A capacitação adquirida pelo CENPES tornou possível a sua atuação, por exemplo, no projeto da nova central de matérias-primas do Pólo Petroquímico do Nordeste.

O processo de repasse da tecnologia ocorreu de forma cooperativa, com as equipes tendo os seus objetivos perfeitamente integrados.

Concluídos os projetos e executadas as modificações, a planta passou a operar, em 1988, com a nova capacidade de produção. A capacidade de produção total final pode chegar a 620.000 toneladas/ano.

A unidade produtora da COPESUL é a maior planta de eteno do Brasil. Embora a produção da COPENE seja, hoje, mais elevada, ela é obtida em duas unidades produtoras.

A COPELUL domina a tecnologia de produção de olefinas e detém capacitação interna suficiente para reproduzir praticamente todo o processo industrial. Essa capacitação, adquirida durante o processo de expansão da capacidade de produção, atualmente está sendo empregada num projeto iniciado em 1988 para a atualização tecnológica da planta. Completadas as melhorias, terão sido gastos 50 milhões de dólares, resultando na redução dos custos variáveis, na economia de energia e num pequeno aumento de capacidade.

Essas modificações, cuja decisão foi antecipada e tomada numa época em que havia grande demanda e boa rentabilidade, são hoje essenciais, face às restrições do mercado e concedem uma vantagem à empresa em relação aos concorrentes. No decorrer das atividades desse projeto, foram simulados 42 novos procedimentos, dos quais 30 mostraram-se economicamente viáveis. As modificações projetadas foram integralmente desenvolvidas pela COPELUL.

## **5.2 - Um salto tecnológico: o caso da PPH**

A PPH possui atualmente duas plantas em produção. A planta "slurry" de 100.000 toneladas/ano, original, operando com a tecnologia convencional de polimerização em lama de solvente, e a planta "bulk" de 200.000 toneladas/ano, nova, utilizando tecnologia Spheripol de polimerização em massa. A absorção desse último processo representou um salto para uma tecnologia mais moderna, que permite produzir diretamente no reator alguns tipos de resinas que, pelo processo convencional, somente poderiam ser obtidas pela mistura mecânica de diversos componentes.

### **5.2.1 - A empresa**

A Companhia Industrial de Polipropileno (PPH) é a maior produtora de polipropileno do Hemisfério Sul e a única do Pólo Petroquímico do Sul. Além de polipropileno, produz copolímero, polipropileno atático e polímeros avançados. O modelo tripartite foi adotado pela empresa, que se constituiu a partir da associação entre a Petropar S.A, a Hércules Inc e a PETROQUISA. A formação acionária atual compõe-se da PETROPAR (33%), da Himont do Brasil (33%), da Odebrecht Química S.A. (10%), da International Finance Corp., IFC (5%) e da

Petroquisa (19%). A participação da PETROQUISA está em processo de privatização e, recentemente, em 9 de novembro de 1992, a Petropar anunciou a venda de suas ações à Odebrecht, que ficará com 51% do capital votante e 43,5% do capital total.

A PPH atua tanto no mercado interno como no externo, exportando para países como Argentina, Chile, China, Estados Unidos, Indonésia e Venezuela.

As resinas de polipropileno produzidas pela PPH apresentam baixa densidade, elevada resistência mecânica e química, não toxicidade, dureza, resistência às altas temperaturas, fácil processabilidade e baixo custo. As resinas de polipropileno, em geral, apresentam custos menores que outros polímeros, antevendo-se um aumento de consumo em função do baixo custo e da versatilidade das suas propriedades como termoplástico.

A PPH foi a pioneira na introdução de resinas com reologia controlada para uso em fibras e em moldes de resinas injetadas, bem como para a utilização em embalagens e mostruários de produtos com superfície de alta transparência.

A PPH produz mais de vinte tipos diferentes de resinas de polipropileno, utilizados em empresas transformadoras para a fabricação de produtos como: embalagens, fitas adesivas, cordas, fundos de tapetes, brinquedos, utilidades domésticas, peças injetadas de paredes finas, tubos, chapas, bancos e peças automotivas e plásticos de engenharia

A empresa tem sucessivamente aumentado a sua produção, mais que duplicando-a nos últimos anos. O dado se torna mais expressivo se for considerado que o projeto inicial estipulava uma produção seis vezes menor do que a capacidade total atual.

A PPH coloca no mercado brasileiro, 80% de sua produção, em toneladas/ano, sendo que o mercado gaúcho é responsável por 15% das vendas totais. As vendas de compostos de polipropileno dirigem-se integralmente para o mercado nacional.

No âmbito organizacional, ao Diretor Superintendente subordinam-se o Diretor Comercial, o Diretor Industrial e os superintendentes das áreas

Contábil-Financeira, Administrativa, de Pesquisa e Desenvolvimento e da Divisão de Polímeros Avançados. A área Comercial é formada pela Gerência de Vendas e de Desenvolvimento de Mercado, pela Gerência de Exportação e pela Gerência de Assistência Técnica. Na área industrial estão as gerências de Produção, de Engenharia, de Serviços e Distribuição e de Materiais. A Área de Pesquisa e Desenvolvimento está diretamente ligada ao Diretor Superintendente.

## 5.2.2 - O processo de aprendizagem tecnológica

### 5.2.2.1 - A absorção de uma primeira tecnologia

A PPH foi constituída em 21 de novembro de 1978, inicialmente com a participação da Petropar, da Petroquisa e da Hercules INC., empresa americana licenciadora da tecnologia.

Ainda em 1978, a empresa decidiu implantar uma planta "slurry" com capacidade de 50.000 toneladas/ano. Técnicos da empresa e consultores fizeram uma pré-seleção dos detentores de tecnologia, visitando e analisando empresas como a Solvay, na Bélgica, a Montedison, na Itália e a Hércules, nos Estados Unidos. A Hércules foi escolhida por ser líder mundial na produção de polipropileno e por possuir uma tecnologia considerada apropriada. Embora a tecnologia mais avançada fosse a da Montedison, ela foi preterida na primeira planta em função da sua instabilidade administrativa e financeira.

A Hércules ofereceu, além da sua tecnologia tradicional de catalisador de primeira geração, uma tecnologia da Solvay B-42 com um catalisador aperfeiçoado. Esta tecnologia acabou não sendo utilizada, optando-se pelo uso do catalisador melhorado da Hércules. O contrato inicial entre a PPH e a Hércules permitiu um amplo acesso à tecnologia e uma contínua interação com os detentores do *know-how*.

Antes mesmo da constituição formal da PPH, a Petropar, depois de ter selecionado a tecnologia e de ter aprovado o projeto no CDI, passou a montar o quadro técnico da empresa. O início da formação da equipe técnica deu-se com a

contratação de engenheiros experientes para acompanhar o projeto básico. Este acompanhamento era condição estabelecida no contrato. Foram selecionados cinco engenheiros da Petrobrás que permaneceram nos Estados Unidos de setembro de 1978 até 15 de fevereiro de 1979 acompanhando o projeto básico da planta, no Setor de Engenharia da Hércules.

Ao final do projeto básico, quatro engenheiros retornaram, tendo permanecido um engenheiro químico que, em conjunto com uma equipe da Hércules, foi encarregado de fazer os estudos de viabilidade e o projeto de um centro técnico de polímeros para a PPH, usando a tecnologia negociada Hércules-Solvay. A implantação do centro havia sido uma condição contratual imposta pela PPH.

Foram feitos um projeto básico para uma planta piloto para 100 kg por hora, um projeto de laboratório de assistência técnica e desenvolvimento de produto e um projeto de um laboratório de pesquisa. Entretanto, os investimentos para a planta piloto, adicionados aos custos previstos para a sua operação, inviabilizaram economicamente, à época, a implantação desse projeto.

Um argumento de ordem tecnológica reforçava a idéia de um adiamento. Começavam a surgir, então, tecnologias de produção de polipropileno mais avançadas e que propiciariam um salto tecnológico que necessariamente deveria ser acompanhado pelo centro de tecnologia.

Os engenheiros que acompanharam na Hércules o projeto básico da planta industrial, permaneceram na sede da Natron, no Rio de Janeiro, durante a fase de detalhamento. Periodicamente, eram feitas reuniões de acompanhamento do projeto com técnicos da Hércules, selecionados de acordo com as suas especialidades e as necessidades de cada etapa do detalhamento.

Finalizada a fase de engenharia, os técnicos deslocaram-se para o Pólo Petroquímico para coordenar as obras de infra-estrutura, a montagem e a pré-operação. Um técnico da Hércules permanentemente acompanhava as atividades. No decorrer da montagem, ocorria a vinda de especialistas americanos que atuavam nas diversas fases da implantação.

A pré-comercialização foi realizada com polipropileno vindo da Hercules. A PPH passou, então, a completar o seu quadro de recursos humanos, contratando e formando técnicos, operadores e pessoal de apoio.

A empresa entrou em produção contínua em meados de janeiro de 1983, dois meses antes do previsto. Durante o primeiro ano, a empresa apresentou uma capacidade de produção correspondente a 87% da capacidade nominal. Com a eliminação de gargalos e a introdução de modificações, a planta teve a sua capacidade de produção sucessivamente ampliada, passando de 50.000 para 100.000 toneladas/ano em 1990.

Nesse ano, entravam simultaneamente em funcionamento um laboratório de controle de qualidade e um laboratório de desenvolvimento de produto e assistência técnica. Este último, equipado com máquinas de processamento em escala semi-industrial que reproduziam as condições de produção dos clientes, serviu posteriormente para o desenvolvimento de compostos de polipropileno, tornando-se, portanto, a semente da atual fábrica de polímeros avançados.

#### 5.2.2.2 - O salto tecnológico

À época em que a PPH iniciava sua produção, entrava em operação, na Itália, a primeira planta de polipropileno da Himont utilizando a tecnologia de polimerização em massa, segundo o processo Spheripol. A Himont resultava de uma joint-venture, da Hercules com a italiana Montedison Spa, unindo todos os negócios das duas empresas relativos a polipropileno. A Himont se tornou a detentora da tecnologia, que foi originalmente desenvolvida em conjunto pela Montedison e pela Mitsui Petrochemical. A Himont iniciou um processo rápido de construção de novas plantas Spheripol nos Estados Unidos, no Canadá e, depois, em outras regiões do mundo. Atualmente, praticamente não mais produz polipropileno pela tecnologia *slurry*.

A PPH, por sua vez, passou a acompanhar o desenvolvimento da tecnologia Spheripol tecnologia e, com o aumento do consumo do polipropileno, e com a disponibilidade de propeno na COPESUL, decidiu-se pela ampliação da produção utilizando a nova tecnologia em nova planta.



O projeto de engenharia foi executado na Jaakko-Pöyry, em São Paulo, sendo acompanhado pelos técnicos brasileiros que haviam participado na sede da Himont, na Itália, do projeto básico da nova planta.

Um engenheiro foi enviado para o centro de pesquisas da Himont em Ferrara para acompanhar o projeto básico de uma planta piloto com tecnologia Spheripol, que havia sido negociada junto com a nova planta industrial. Desta forma, a PPH retomava o compromisso assumido com o CDI de instalação do centro de tecnologia.

Paralelamente à instalação da planta, o laboratório de controle de qualidade foi adaptado para o novo processo em vista de ser a tecnologia Himont extremamente exigente em relação a certos contaminantes do propeno. A PPH desenvolveu e adaptou métodos para a determinação desses contaminantes, num trabalho complexo que exigiu grande esforço interno de pesquisa.

Em 1989, ainda no decorrer do processo de implantação da nova unidade, foi criada a Área de Pesquisa e Desenvolvimento, formada por três gerências: a de Desenvolvimento de Produto, a de Desenvolvimento de Processo e a de Pesquisa. A Gerência de Desenvolvimento de Produto compreendia o Laboratório de Controle de Qualidade e o Laboratório de Desenvolvimento de Produto, que havia pertencido à área comercial e que fora re-equipado especialmente com um reômetro System-90 com simuladores de processo.

A Gerência de Desenvolvimento de Processo compreendia a planta piloto, a engenharia e desenvolvimento de processo e o grupo de sistemas digitais de controle distribuído (SDCD). A Gerência de Pesquisa era formada pelo Laboratório de Pesquisa, encarregado da caracterização e síntese de catalisadores e produtos, localizado em prédio próprio, e um setor de documentação técnica e propriedade industrial.

A PPH, com o auxílio do Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE) enviou técnicos para estudos na Escola Técnica de Ferrara, na Universidade de Manchester, na Universidade de Madison, Wisconsin e no MIT.

Em julho de 1990, nove meses antes da planta industrial, foi iniciada a operação da planta piloto, com capacidade para 5 toneladas/dia, operando de

forma contínua capaz de produzir lotes comerciais. Existe apenas uma outra planta piloto semelhante no mundo, que é a do licenciador em Ferrara.

Em março de 1991, a empresa iniciou a produção de polipropileno na nova planta industrial, construída de acordo com a tecnologia Spheripol, com capacidade de produção de 160.000 toneladas/ano. Esta planta possui hoje uma capacidade de 200.000 toneladas ano, com a expansão concluída recentemente por suplementação de carga de propeno grau polímero com propeno grau químico da COPESUL.

### 5.3 - O aprendizado por conta própria: o caso da TRIUNFO

A Petroquímica TRIUNFO formou inicialmente uma empresa tripartite, da qual participava o detentor da tecnologia e que firmara um contrato de venda de tecnologia e assistência técnica. Por ocasião do término do contrato, as tratativas para a sua renovação não chegaram a bom termo. A TRIUNFO assumiu, a partir de então, a liderança técnica absoluta da unidade, implementando importantes modificações no processo apenas com a capacitação interna adquirida durante a vigência do contrato.

#### 5.3.1 - A empresa

A Petroquímica TRIUNFO S.A. é formada pela associação da PETROPLASTIC - Indústria de Artefatos Plásticos Ltda, empresa privada nacional, a PETROBRÁS QUÍMICA S.A., PETROQUISA e a ATOCHEM do Brasil. A atual composição acionária encontra-se *sub-judice*. Recentemente, a PETROPLASTIC assumiu o controle da empresa, mas a decisão sobre a participação dos sócios no capital social da empresa ainda não foi divulgada pelo Poder Judiciário.

A TRIUNFO é uma das quatro produtoras nacionais de polietileno de baixa densidade, ao lado da POLIOLEFINAS (São Paulo), da POLITENO (Bahia) e da Union Carbide. A empresa detém cerca de 21% do mercado brasileiro de polietileno de baixa densidade e produz, ainda, copolímeros de etileno e acetato de vinila (EVA) e compostos pigmentados de PEBD. Além do mercado

interno, a TRIUNFO atua no mercado internacional, que é responsável por 18% do valor das vendas.

Os produtos da Petroquímica TRIUNFO são utilizados na fabricação de embalagens, sacolas promocionais, frascos, garrafas, brinquedos, solados para calçados e filmes térmicos, termo-contráteis e co-extrusados.

A empresa também produz compostos brancos de polietileno de baixa densidade, utilizados em embalagens para leite e para frangos, sacolas promocionais e frascos soprados e um composto preto, empregado na fabricação de lonas plásticas, mangueiras e tubos.

A estrutura organizacional da Petroquímica TRIUNFO está em processo de adaptação, mas as principais funções continuam em vigor. A Superintendência da Fábrica possui vinculadas a si quatro divisões, de Produção, de Manutenção, de Tecnologia e Desenvolvimento, que faz o controle de qualidade, e de Suprimento. A Gerência de Assistência Técnica e Desenvolvimento Comercial é responsável pelo atendimento ao cliente. A Gerência de Tecnologia foi criada há apenas um ano e está colocada no mesmo nível hierárquico das demais gerências.

### **5.3.2 - O processo de aprendizagem tecnológica**

#### **5.3.2.1 - A absorção inicial da tecnologia**

A definição da composição acionária da Petroquímica Triunfo, ocorrida em 1979, resultou na escolha da tecnologia da ATOCHEM para a produção de polietileno de baixa densidade. O projeto inicial previa a instalação de uma planta com capacidade de produção anual de 100.000 toneladas.

Negociado o contrato de transferência de tecnologia, quatro técnicos da Petroquímica TRIUNFO e dois técnicos da PETROQUISA permaneceram na França acompanhando o projeto de engenharia básica. Posteriormente, outros dois técnicos foram acompanhar o detalhamento do processo de alta pressão, enquanto

que, no Brasil, realizava-se o detalhamento dos equipamentos de baixa pressão, pela Zanine e pela Foster Wheeler.

A planta original iniciou suas operações em 1985, com a produção de polietileno de baixa densidade. Todo o esforço inicial foi dirigido para o PEBD, a preparação da planta e o treinamento dos operadores e analistas foi dirigido para esse fim.

Embora a tecnologia estivesse dirigida para o PEBD, a planta trazia incorporados equipamentos que possibilitavam a produção de copolímero EVA (acetato de polivinila), prevista no contrato, mas sem as garantias existentes para o PEBD. A empresa enviou quatro técnicos para a sede da ATOCHEM para colher informações sobre a produção de EVA. No retorno, a planta foi preparada para a produção de copolímero, contando exclusivamente com os conhecimentos dos técnicos da TRIUNFO. Após um ano de produção de copolímero, foram introduzidas importantes modificações no processo, desenvolvidas internamente na empresa, que geraram ganhos significativos de capacidade.

O contrato inicial da Petroquímica TRIUNFO com a ATOCHEM foi para a compra de tecnologia, e não simplesmente de transferência. A TRIUNFO é proprietária da tecnologia, podendo vendê-la a terceiros. A ATOCHEM colaborou com a planta em marcha e com a assistência técnica na operação da planta. A assistência técnica compreendia também a troca de informações sobre melhorias, a apoios, estando definido o número de homens/hora de assessoria.

A ligação entre as atividades técnicas da TRIUNFO e da ATOCHEM durou sete anos, até 1987, quando chegou ao final o prazo estipulado em contrato. Em função das exigências do INPI e da ATOCHEM, o contrato não foi renovado. A TRIUNFO assumiu, a partir de então, o controle tecnológico do processo, ficando a responsabilidade de aperfeiçoamento de produtos e processos exclusivamente com os técnicos da empresa que, a essa altura, já dominavam a tecnologia.

#### **5.3.2.2 - A mudança do iniciador de reação**

A tecnologia inicial da ATOCHEM repassada para a Petroquímica TRIUNFO utilizava oxigênio como iniciador da reação de obtenção do polipropileno, num reator tubular. Durante as negociações do novo contrato, foi discutida a

modificação do processo para a substituição do oxigênio por peróxidos orgânicos, cuja orientação seria dada pela ATOCHEM.

Entretanto, as negociações foram encerradas sem que houvesse possibilidades de um novo contrato com a detentora da tecnologia. A empresa decidiu, então, desenvolver por conta própria o emprego de peróxidos orgânicos como iniciadores da polimerização do processo de obtenção de polietileno de baixa densidade.

Outras tecnologias de obtenção de polietileno utilizavam peróxidos, mas em reações que ocorriam em reatores autoclávicos. Para proceder à essa modificação de processo, a empresa utilizou, basicamente, a sua equipe técnica, reunida num projeto interdisciplinar que buscou as informações disponíveis nos fornecedores de equipamentos, nos produtores de peróxidos, em empresas que utilizavam peróxidos como iniciadores para obter outros produtos e na literatura. As informações disponíveis, entretanto, não eram suficientes, obrigando a equipe a criar alternativas próprias e a projetar soluções inovadoras.

A equipe iniciou fazendo um projeto básico, seguindo para o detalhamento e para a implantação. Não possuindo planta piloto, as modificações foram diretamente realizadas na planta industrial, sem anterior teste de bancada e *scale up*.

A utilização da nova tecnologia de iniciação da reação significava uma modificação da cinética de reação e, como consequência, do próprio processo industrial. Exigia algumas novas instalações, como preparação e injeção no reator, que foram projetadas internamente e montadas sob a supervisão da equipe do projeto.

Após um ano e meio de duração do projeto de desenvolvimento, as modificações introduzidas no processo tornaram-se operacionais, passando a planta industrial a produzir polietileno de baixa densidade utilizando peróxidos como iniciadores de reação.

O afastamento da ATOCHEM trouxe, por um lado, dificuldades imediatas à empresa, que ficou sem o respaldo técnico do detentor da tecnologia. Por

outro, possibilitou uma efetiva aprendizagem tecnológica pela necessidade do domínio integral sobre a operação e sobre as melhorias de processo.

Atualmente, a empresa analisa a possibilidade de implantação de uma unidade de produção de polietileno linear e estuda as alternativas tecnológicas disponíveis no mercado. Busca, também, uma reaproximação com a ATOCHEM, para troca de informações tecnológicas.

A produção anual inicialmente projetada aumentou 35% durante os sete anos de produção, possuindo a planta hoje uma capacidade de produção de 135.000 toneladas/ano.

#### **5.4 - Uma contratação de tecnologia: o caso da NITRIFLEX**

A NITRIFLEX não formou aliança para a instalação da planta industrial do Pólo Petroquímico do Sul. Realizou um contrato de transferência de tecnologia com uma empresa japonesa detentora do *know-how*, sem que essa empresa participasse da composição acionária. O contrato continua em vigor e a empresa dele pretende se utilizar para inovar seus processos e produtos.

##### **5.4.1 - A empresa**

A NITRIFLEX S.A. Indústria e Comércio é a única produtora de EPM/EPDM da América do Sul. A empresa surgiu em 1971, com sede no Rio de Janeiro e com fábrica em Duque de Caxias, formada pela associação entre a PETROQUISA (70%) e a Goodyear Tire & Rubber Co (30%) para produzir resinas de ABS e borrachas nitrílicas. Em abril de 1983, a ITAP S.A. tornou-se proprietária de 30% do capital da NITRIFLEX, que adquiriu da PETROQUISA. Com o processo de privatização das empresas em que a PETROQUISA participava, a NITRIFLEX passou, a partir de agosto de 1992, a ser integralmente controlada pela ITAP S.A.

A ITAP atualmente procede a uma re-estruturação da empresa. A NITRIFLEX S.A passa a ser a *holding* de várias divisões, consideradas individualmente como unidades estratégicas de negócios, sendo uma delas a NITRIFLEX SUL, localizada no Pólo Petroquímico de Triunfo, produtora de

EPM/EPDM (copolímero de etileno-propileno e terpolímero de etileno-propileno-dieno). O EPM é um polímero sintético constituído de eteno e propeno. Possui grande resistência ao calor, às baixas temperaturas e à ação do ozônio e de outros produtos químicos. O EPDM é um terpolímero sintético, formado por eteno, propeno e olefinas não conjugadas (dienos) em pequenas quantidades, que facilitam a vulcanização pelos sistemas tradicionais.

A NITRIFLEX produz hoje 21 tipos diferentes de EPM/EPDM, sendo que seis deles são polímeros básicos de EPDM que atendem, praticamente, a todas as necessidades do mercado nacional.

As principais aplicações do EPDM produzido pela NITRIFLEX estão na indústria automobilística, em mangueiras, pneus e câmaras de ar, na construção civil, em mantas para impermeabilização de lajes e no isolamento de fios e cabos elétricos.

A capacidade de produção de EPDM pela NITRIFLEX é de 10.000 toneladas/ano, mas a produção efetiva, em função do mercado, tem se mantido abaixo desse limite. O mercado nacional representa 80% das vendas, e é representado principalmente pelas empresas automobilísticas sediadas em São Paulo. A quantidade de produto comercializada no Rio Grande do Sul representa menos de 20% do total nacional.

Os principais concorrentes da NITRIFLEX são empresas transnacionais, como DU PONT, EXXON, COPOLIMER-DSM e JSR, que possuem grande capacidade de produção e de desenvolvimento de novos produtos, competindo em custo e diferenciação em todos os mercados. Enquanto a escala de produção competitiva a nível internacional situa-se nas 30.000 toneladas/ano, a NITRIFLEX possui uma planta com 1/3 dessa capacidade.

A estrutura organizacional da unidade de negócios NITRIFLEX SUL é composta de um Diretor de Divisão e de quatro gerentes a ele subordinados: Comercial, de Produção, de Engenharia e Manutenção, de Administração e Controle e de Tecnologia, Processo e Controle de Qualidade. A Gerência Comercial está localizada em São Paulo, próxima do grande mercado consumidor de EPDM, e abrange as atividades de venda e de assistência técnica. A Gerência de Tecnologia, Processo e Controle de Qualidade coordena as atividades

relativas ao desenvolvimento, à qualidade dos produtos e ao controle do processo.

#### 5.4.2 - O processo de aprendizagem tecnológica

Em 1983, a NITRIFLEX decidiu implantar uma unidade produtora de EPM/EPDM no Pólo Petroquímico do Sul, com capacidade de 10.000 toneladas/ano.

A NITRIFLEX, após estudar os processos de produção de EPM/EPDM existentes no mercado, optou pela tecnologia da Japan Synthetic Rubber Co (JSR). A tecnologia de produção de EPDM da JSR caracteriza-se por ser uma polimerização em solução, utilizando catalisadores Ziegler-Natta.

O detentor da tecnologia não era um dos acionistas, como havia ocorrido com outras empresas do Pólo Petroquímico do Sul. Foi efetuado um contrato de transferência de tecnologia, celebrado em dezembro de 1985. O contrato previa a cessão dos conhecimentos da JSR relativos à tecnologia e o fornecimento das informações básicas e dos dados necessários para que a NITRIFLEX efetuasse a engenharia de detalhamento e a construção da planta industrial para a produção de EPM/EPDM, bem como fosse capaz de operá-la e de mantê-la.

Para a transferência de tecnologia era prevista a ida de duas equipes da empresa, em épocas diferentes do andamento do projeto, para a absorção da tecnologia do processo e para o conhecimento da operação da planta.

A primeira equipe estagiou na JSR, no Japão, entre outubro e dezembro de 1985. Com as informações iniciais e os manuais de projeto obtidos, os técnicos começaram a trabalhar, no Brasil, na elaboração dos documentos que serviram de base para o projeto de detalhamento.

No início de 1986, a SB Monta Engenharia foi escolhida como a empresa encarregada do projeto de detalhamento. A equipe inicialmente designada pela NITRIFLEX para o aprendizado do processo de produção na JSR passou a acompanhar o detalhamento na sede da SB Monta.



Simultaneamente, a NITRIFLEX iniciou a formação da equipe encarregada da operação. Os técnicos permaneceram no Japão nos meses de maio e junho de 1987. Após a realização do treinamento no Japão, essa equipe juntou-se à primeira no acompanhamento da montagem da planta industrial e do laboratório, já no Pólo Petroquímico do Sul.

No decorrer da montagem, a equipe técnica e administrativa foi sendo completada com a contratação e o treinamento do pessoal especializado, como supervisores de operação, operadores e técnicos analistas.

No dia 13 de dezembro de 1988, quatro anos após a assinatura do contrato com a JSR, a planta de EPM/EPDM iniciou a sua operação no Pólo Petroquímico do Sul.

#### **5.5 - A presença do licenciador: o caso da POLISUL**

O processo de aprendizagem tecnológica da POLISUL teve o acompanhamento constante do detentor da tecnologia, que possui uma participação acionária que lhe assegura participar não apenas das decisões estratégicas, mas, também, das atividades rotineiras da produção. Essa participação possibilitou à POLISUL manter um fluxo permanente de informações técnicas com a matriz alemã.

##### **5.5.1 - A empresa**

A POLISUL Petroquímica S.A., produtora de polietileno de alta densidade (PEAD), atualmente possui como sócios majoritários o Grupo Ipiranga, com 60% das ações e a HOECHST, com 40%. Em função do leilão de privatização das quotas da PETROQUISA, os dois acionistas adquiriram a parte da subsidiária da PETROBRÁS.

A POLISUL atua tanto no mercado interno como no internacional. O mercado interno corresponde a 55% das vendas, sendo o mercado externo representado especialmente pela América Latina.

O polietileno de alta densidade produzido pela POLISUL apresenta alta tenacidade e alongamento na ruptura, baixa densidade quando comparado com outros plásticos, elevada estabilidade a agentes químicos, mínima absorção de água, além de possuir boa capacidade de transformação.

A POLISUL produz cerca de vinte tipos diferentes de polietileno de alta densidade, utilizados em processos industriais de injeção, sopro e extrusão. As principais aplicações do polietileno de alta densidade da POLISUL são para a fabricação de utensílios domésticos leves, peças técnicas e eletrônicas, recipientes industriais, engradados de garrafas, caixas de transporte, capacetes, tubos de pressão e frascos leves.

Os principais concorrentes nacionais da POLISUL são a POLIALDEN, localizada no Pólo do Nordeste, que utiliza tecnologia Mitsubishi, e a Solvay (Eletrocloro), que utiliza tecnologia Solvay.

A estrutura organizacional da POLISUL compõe-se de um Diretor Superintendente ao qual se reportam o Diretor Industrial, indicado pela HOECHST, e o Diretor Financeiro. As atividades comerciais e de marketing vinculam-se diretamente ao Diretor Superintendente. A Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento reporta-se diretamente ao Diretor Industrial e encontra-se no mesmo nível hierárquico das demais divisões.

### **5.5.2 - O processo de aprendizagem tecnológica**

#### **5.5.2.1.- O começo da operação**

A POLISUL Petroquímica S.A. foi a primeira empresa de segunda geração a operar no Pólo Petroquímico do Sul.

A etapa de engenharia básica teve início em dezembro de 1978, sendo realizada na sede da HOECHST, em Frankfurt, Alemanha. De acordo com o contrato estabelecido, o sócio nacional enviou, para o acompanhamento da engenharia básica, no Departamento de Engenharia da HOECHST, três engenheiros, sendo dois oriundos da Refinaria Ipiranga de Rio Grande e um da FERTISUL, empresa de fertilizantes do grupo. Iniciava-se, desta forma, o processo de transferência

de tecnologia, conforme assegurado em contrato. Os três técnicos acompanharam integralmente a etapa, que se encerrou em julho de 1979.

A engenharia de detalhamento foi realizada a partir de setembro de 1979 no Brasil, sendo contratadas a Jaakko-Pöyry e a Inter-Uhde, cujas atividades foram coordenadas por quatro engenheiros da HOECHST e pelos três técnicos nacionais que acompanharam os trabalhos na Alemanha.

As obras civis e de infra-estrutura tiveram início em janeiro de 1980, ocorrendo o final da montagem em agosto de 1982. De janeiro a abril de 1982, a POLISUL enviou 27 técnicos para estágio nas plantas da HOECHST na Alemanha, para o conhecimento da operação, para treinamento e para o domínio operacional da tecnologia.

A empresa começou a sua produção em 9 de dezembro de 1982, produzindo 60.000 ton/ano de polietileno de alta densidade. Os primeiros seis meses de operação foram acompanhados por seis técnicos alemães, até junho de 1983. O primeiro ano de operação encerrou-se com a empresa produzindo 64.000 ton/ano de PEAD.

Os dois anos seguintes foram recessivos, e a empresa procurou adaptar-se internamente às restrições de consumo, dedicando-se à otimização do processo. A operação da planta por mais de três anos possibilitou à empresa um aprendizado tecnológico e uma efetiva incorporação da tecnologia original. O *know-how* adquirido pela POLISUL possibilitou que, em março de 1986, por ocasião da parada geral de manutenção estipulada pela COPESUL, fossem introduzidas modificações na planta que possibilitaram a ampliação da sua capacidade de produção para 100.000 ton/ano.

Em setembro de 1986, a empresa começou a planejar a instalação de uma planta piloto e de laboratórios de desenvolvimento. A idéia, aprovada no Conselho de Administração, foi implementada a partir de outubro de 1986, com a criação da Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento.

A implantação dos laboratórios iniciou-se no ano seguinte. Em abril de 1987, a POLISUL decidiu implantar uma planta piloto. A engenharia básica da planta piloto foi desenvolvida de maio a julho de 1987, por dois dos engenheiros que haviam acompanhado na HOECHST o projeto da planta industrial.

À cedente da tecnologia de processo coube a tarefa de acompanhamento. Essencialmente, a planta piloto foi projetada e construída internamente, com a utilização da tecnologia já dominada pela POLISUL. As modificações introduzidas decorreram da experiência na operação da planta industrial. As inovações mais importantes foram introduzidas na instrumentação de controle, por meio da implantação de sistemas digitais de controle distribuído (SDCD). A capacidade projetada para a planta piloto foi de 1 ton/dia, numa escala de 1:200 em relação à planta industrial.

#### 5.5.2.2 - A duplicação da unidade

Em dezembro de 1987, a POLISUL decidiu-se pela ampliação da capacidade de produção para 160.000 ton/ano, aproveitando os excedentes de eteno da COPESUL. Na oportunidade, a empresa analisou as alternativas tecnológicas disponíveis: duplicação da capacidade de produção pela construção de uma nova unidade, idêntica à anterior ou utilização de tecnologia de polimerização em fase gasosa. Essa última alternativa significaria a busca de uma nova tecnologia, não disponível na HOECHST. Além disso, implicaria numa menor flexibilidade no estabelecimento de *grades*. A empresa optou pela duplicação e pela utilização da tecnologia já dominada e melhorada por meio de inovações incrementais durante a operação.

A grande inovação, na segunda planta, ocorreu nos sistemas de controle, pela implantação da tecnologia SDCD, já dominada pelo projeto e pela operação da planta piloto. Em dezembro de 1987 iniciavam-se as atividades de engenharia básica, executadas por uma equipe interna de técnicos, responsável pelo projeto de ampliação.

Em julho de 1989 a planta piloto entrou em operação, e, especialmente, os dados relativos à otimização dos sistemas de controle foram repassados para a nova planta industrial.

A nova planta industrial iniciou a sua operação plena em abril de 1990, ampliando a capacidade de produção para 160.000 ton/ano. Atualmente, a capacidade de produção chega a 240.00 ton/ano.

## 5.6 - Dois produtos, duas tecnologias: o caso da PETROFLEX

A PETROFLEX implantou no Pólo Petroquímico do Sul uma unidade de SBR e uma planta produtora de etilbenzeno. A tecnologia de produção de SBR já era de domínio da empresa, enquanto que a tecnologia de processo do etilbenzeno foi adquirida no exterior. Durante a sua instalação em Triunfo, a empresa gerenciou simultaneamente os dois projetos e hoje domina integralmente ambas tecnologias.

### 5.6.1 - A empresa

A PETROFLEX Indústria e Comércio S.A. é atualmente, uma empresa privada nacional pertencente a um grupo controlador formado pelas empresas SUZANO (20,42%), NORQUISA (10,41%), UNIPAR (10,20%) e COPERBO (10,0%). Outras pessoas jurídicas possuem 40,27 % das ações, pertencendo o restante a pessoas físicas. A privatização da PETROFLEX, a única subsidiária cujas ações eram 100% pertencentes à PETROQUISA, foi efetuada em abril de 1992, em leilão realizado na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro.

A unidade da PETROFLEX situada no Pólo Petroquímico do Sul é produtora de SBR e de etilbenzeno. A unidade de borracha sintética, inicialmente projetada para 80.000 toneladas/ano, começou produzindo 40.000 toneladas/ano e foi ampliada, em 1988, para uma capacidade de 65.000 toneladas/ano.

A unidade de etilbenzeno possui uma capacidade de produção de 185.000 toneladas/ano. O etilbenzeno é a principal matéria-prima para a fabricação do estireno que, por sua vez, é um dos monômeros empregados na produção de borrachas pela PETROFLEX. Assim, a maior parte da produção de etilbenzeno é empregada pela própria PETROFLEX na fabricação de estireno.

A PETROFLEX fabrica também diversos copolímeros. A unidade localizada no Pólo Petroquímico do Sul produz principalmente a borracha SBR 1502, que é utilizada na fabricação de artefatos como pneumáticos, artigos cirúrgicos,

artigos esportivos, recauchutagens, esteiras transportadoras, solados para calçados e artigos de borracha em geral.

A unidade de Triunfo representa cerca de 1/3 da capacidade de produção da PETROFLEX e é a mais integrada ao mercado internacional, de onde obtém 21% de sua receita de vendas.

A produção de SBR tem se mantido em crescimento, sendo a unidade com prioridade na produção em função dos seus menores custos operacionais e melhor produtividade. A produção de etilbenzeno teve um decréscimo sensível em 1991, em função da retração do consumo, que não será totalmente recuperado em 1992.

A PETROFLEX possui mais de 400 clientes, mas as suas vendas concentram-se em três produtores multinacionais de pneumáticos, responsáveis por 50% das vendas. Trinta clientes de grande e médio porte representam 80% do faturamento. O mercado gaúcho absorveu 26% das vendas totais.

A Diretoria da empresa se localiza na cidade do Rio de Janeiro e as plantas industriais, administradas por duas superintendências, localizam-se em Duque de Caxias (SUPEC) e em Triunfo (SUPET). As atividades comerciais, administrativas e financeiras são centralizadas na sede, enquanto que as atividades de produção estão descentralizadas.

A Superintendência de Triunfo possui uma estrutura formada por três divisões: de Produção, Técnica e de Apoio Administrativo.

À Divisão de Produção se subordinam as áreas de borracha SBR e de etilbenzeno, além da Engenharia de Processo e do Controle de Qualidade. O laboratório de controle de qualidade executa as atividades de controle da produção, não tendo a si o encargo de pesquisa e desenvolvimento. As atividades de P&D, relativas especialmente ao processo de SBR, localizam-se no Rio de Janeiro, na Gerência de Tecnologia.

As áreas de manutenção, engenharia e suprimentos subordinam-se à Divisão Técnica, enquanto que Pessoal e Serviços Gerais e Organização e Controle subordinam-se à Divisão de Apoio Administrativo.

### 5.6.2 - O processo de aprendizagem tecnológica

As atividades da PETROFLEX iniciaram-se no dia 4 de março de 1962, quando entrou em funcionamento a unidade de borracha sintética da FABOR, pertencente à PETROBRÁS, com uma capacidade de produção de 60.000 toneladas/ano. A implantação de uma unidade produtora de SBR, aproveitando matéria-prima proveniente da Refinaria de Duque de Caxias, havia sido decidida pelo Governo Federal em junho de 1958, com o objetivo de suprir a demanda de borracha no mercado interno, que ultrapassava a produção de borracha natural.

A tecnologia empregada na obtenção de SBR, borracha de estireno-butadieno, pela FABOR foi negociada pela PETROBRÁS junto à Firestone e à Goodyear, produtoras de borracha sintética e de pneus. Pelas condições negociadas, a PETROBRÁS, por meio da FABOR, ao final de um contrato de transferência de tecnologia que vigorou por oito anos, era possuidora de uma licença para a utilização do processo sem limites de produção.

Em 1961, a PETROBRÁS decidia implantar, também, uma unidade produtora de butadieno, utilizando produtos da Refinaria Duque de Caxias e eliminando a necessidade de importação. Esta planta entrou em operação em 1967.

Em julho de 1968, a FABOR era incorporada à PETROQUISA, como unidade operacional da primeira subsidiária do sistema PETROBRÁS. A passagem para a direção da PETROQUISA e a aprendizagem tecnológica obtida ao longo de seis anos de operação, propiciaram à FABOR um domínio completo do processo de obtenção de SBR. Esse conhecimento iria ser empregado, depois, na expansão da capacidade de produção e na implantação da unidade localizada no Pólo Petroquímico do Sul. Ainda no mesmo ano, a FABOR criava uma Gerência de Tecnologia, separada da produção, que ficou responsável pelas atividades de expansão da planta de SBR e pela instalação de novas unidades. Surgiram, posteriormente, as unidades de Latex (1970), estireno (1974) e, na unidade de Triunfo, SBR e etilbenzeno.

A razão social atual, PETROFLEX Indústria e Comércio S.A., surgiu em fevereiro de 1977, sucedendo à FABOR. A nova empresa tinha como objetivo produzir e comercializar elastômeros e produtos químicos diversos.

Com a disponibilidade de butadieno que passaria a existir no Sul e com a oportunidade de localizar-se próxima a um mercado tradicionalmente consumidor de borracha, a PETROFLEX decidiu estudar a viabilidade de implantação de uma unidade de SBR em Triunfo (RS). Os estudos de viabilidade para a implantação da unidade de SBR foram realizados a partir de outubro de 1975 por três engenheiros ligados à Divisão de Processos da planta de Duque de Caxias.

No início de 1977, começava o projeto básico, executado por um grupo de quinze pessoas. O projeto de detalhamento foi realizado em conjunto com a empresa de engenharia ULTRATEC. O contrato de transferência de tecnologia realizado, com a Firestone e a Goodyear, já passado o prazo de carência, permitia a instalação de uma nova unidade pela própria PETROFLEX.

Em agosto de 1977, o CDI aprovava o projeto da PETROFLEX para instalação no Pólo Petroquímico do Sul de uma unidade produtora de SBR com capacidade de 80.000 toneladas/ano. Em dezembro de 1979, o CDI considerou como integrante do empreendimento da PETROFLEX no Sul uma unidade de etilbenzeno, com 70.000 toneladas/ano de capacidade de produção.

A tecnologia do etilbenzeno não era dominada pela PETROFLEX, que a adquiriu da EUTECO Impianti S.P.A., empresa do GRUPO SIR, Società Italiana de Resine S.P.A., de Roma, Itália. Posteriormente, essa empresa foi absorvida pela Ente Nazionale de Idrocarbure (ENI). Há duas plantas de etilbenzeno que operam com a tecnologia originária da EUTECO: a da PETROFLEX, que foi a primeira a operar, e uma outra localizada na Sardenha. Para receber o projeto básico, foram para a Itália três técnicos da PETROFLEX e um da PETROQUISA, que passaram a ter acesso aos programas de computador com as planilhas de cálculo. Como alguns desses programas estavam incompletos e como não havia manuais de operação, o trabalho da PETROFLEX foi aprofundado, gerando uma grande absorção de tecnologia.

A unidade de etilbenzeno entrou em funcionamento no dia 30 de agosto de 1984, com um volume de produção de 70.000 toneladas/ano. A equipe que realizou os testes de pré-operação e depois iniciou a produção foi acompanhada pelos técnicos da EUTECO. Para complementar o seu aprendizado, realizou, também, visitas à EDN e à CBE. Em 1989, a capacidade produtiva de etilbenzeno



foi ampliada para 140.000 toneladas/ano. No ano seguinte, modificações introduzidas no processo elevaram o volume de produção para 185.000 toneladas/ano, que é a atual capacidade.

A unidade de produção de SBR entrou em operação em novembro de 1985, com um volume de produção de 20.000 toneladas/ano. Esta capacidade foi ampliada com a entrada em funcionamento de uma segunda linha de acabamento, passando a produzir 40.000 toneladas/ano de SBR. Em agosto de 1988, foi novamente ampliada, passando para 65.000 toneladas/ano.

Na comparação entre as duas plantas de SBR da PETROFLEX, a unidade localizada no Pólo Petroquímico do Sul apresenta maior produtividade por ser uma planta mais nova e por possuir uma equipe menos ligada às formas tradicionais de operação.

### **5.7 - Um produto, duas tecnologias: o caso da POLIOLEFINAS**

A POLIOLEFINAS implantou no Pólo Petroquímico do Sul uma unidade produtora de polietileno de baixa densidade com dois tipos de reatores diferentes. O reator tradicional, em autoclave, era do mesmo tipo do empregado na planta de São Paulo. O outro reator, tubular, pertence a uma geração mais moderna. Ao longo da operação, a empresa buscou adaptar as condições de processo do segundo reator para as necessidades do mercado interno.

#### **5.7.1 - A empresa**

A POLIOLEFINAS S.A. é uma empresa petroquímica que possui uma fábrica de polietileno de baixa densidade (PEBD) e de copolímero de etileno e buteno-1 (EB) localizada no Pólo Petroquímico do Sul. A POLIOLEFINAS possui como principais acionistas a PETROQUISA S.A., a ODEBRECHT Química S.A. e a União de Produtos Químicos S.A., UNIPAR, cada uma com 31,47% das ações. Participam, também, o Bankamerica International Financial Corp., com 4,36% e a Manufactures Hanover Holding, com 1,21%.

A POLIOLEFINAS foi criada em outubro de 1968, sendo transformada em Sociedade Anônima de Capital Fechado em 1969 e de Capital Aberto em 1982.

Atualmente, além da fábrica de Triunfo, a empresa possui em operação uma unidade nos pólo petroquímico de São Paulo (PEBD e copolímero de etileno e acetato de vinila) e do Nordeste (PEBD linear e polietileno de alta densidade).

A unidade de Triunfo iniciou a sua operação em dezembro de 1982, com capacidade nominal para 115.000 toneladas/ano. Em setembro de 1986, essa capacidade foi aumentada para 160.000 toneladas/ano.

### 5.7.2 - O processo de aprendizagem tecnológica

A planta industrial de polietileno de baixa densidade da POLIOLEFINAS localizada no Pólo Petroquímico do Sul foi construída com a tecnologia da National Distillers. A vinculação da POLIOLEFINAS com a National Distillers advinha da construção da unidade de PEBD do Pólo de São Paulo, utilizando um reator autoclávico.

Por ocasião da implantação da nova unidade, foram projetados dois sistemas reacionais. O primeiro era uma reprodução do reator autoclávico empregado na planta de São Paulo, com as melhorias incorporadas em dez anos de operação. O sistema consistia de um reator tubular, uma nova tecnologia da National Distillers utilizada em apenas três outras das suas plantas no mundo.

Enquanto a tecnologia do primeiro reator era inteiramente dominada pela empresa, a POLIOLEFINAS não tinha nenhum conhecimento de projeto ou de operação do reator tubular. Como o projeto básico deste reator era simplesmente uma cópia do reator existente na planta de Houston, o acompanhamento desta etapa por técnicos brasileiros ficou bastante restrito. A empresa deu ênfase ao treinamento de pessoal de operação, enviando uma equipe técnica para observar, por quatro semanas, a operação da planta de Houston.

Por ocasião da posta em marcha da unidade, a National Distillers enviou quatro técnicos a Triunfo. Em dezembro de 1982, entrava em operação o

reator autoclávico e, dois meses depois, o reator tubular iniciava a sua operação.

As condições de operação estabelecidas pela National Distillers para o segundo sistema reacional, padronizadas para um clima diferente do brasileiro, originavam resinas que não tinham grande aceitação no mercado interno. Houve necessidade de um intenso trabalho de desenvolvimento de produto e de processo, realizado diretamente na planta, para criar novas resinas em condições diferentes de processo.

Um longo trabalho de otimização foi realizado, resultando em novas resinas contratipos e na elevação da produtividade dos reatores. Realizaram-se, até hoje, na planta de Triunfo, cerca de 60 testes industriais.

A planta de Triunfo utiliza no processo de produção pressões elevadas, da ordem de 1.200 a 2.500 kg/cm<sup>2</sup>. Atualmente, a reprodução desse processo em planta piloto é muito custosa. As condições de operação, portanto, não são testadas em plantas pilotos, mas reproduzidas por simulação e modelagem de processo.

#### **5.8. - Um desenvolvimento nacional desativado: o caso da OXITENO**

A planta de metil-etilcetona (MEK) da OXITENO do Nordeste Indústria e Comércio S.A. localizada no Pólo Petroquímico do Sul foi integralmente desenvolvida com tecnologia nacional. O desenvolvimento foi uma ação conjunta da PETROQUISA e da OXITENO, desde o projeto até a escala industrial.

##### **5.8.1 - A empresa**

A OXITENO é uma empresa do Grupo Ultra, que tem ainda como acionistas a PETROQUISA, a LORAB e o Grupo Monteiro Aranha. A planta de metil-etilcetona

é a única existente no Brasil. A OXITENO produzia 1200 toneladas/mês, colocando no mercado externo a 400 dólares/tonelada e no mercado interno a 800 dólares/tonelada, a um custo de 550 dólares/tonelada. Com a abertura do mercado e o acirramento da competição internacional, a empresa acumulou prejuízos e foi, por decisão do Grupo Ultra, desativada em outubro de 1992.

### 5.8.2 - O desenvolvimento da tecnologia

A tecnologia de produção de metil-etilcetona empregada pela OXITENO foi inicialmente estudada pela PETROQUISA, que obteve dados básicos para o projeto por meio de ensaios realizados em parceria com a ARCO-Shell.

Os projetos básico e de detalhamento foram desenvolvidos pela OXITENO, com a colaboração da PETROQUISA. O processo constava de uma desidrogenação do álcool sec-butilico pela ação do ácido sulfúrico. As etapas de projeto tiveram a duração de dois anos.

Houve a passagem direta do projeto para uma planta industrial com capacidade de produzir 20.000 toneladas/ano de MEK, sem a construção de uma planta piloto para testes.

A etapa de montagem foi coordenada pela ULTRATEC, empresa do grupo ULTRA, e durou um ano. Foram utilizados basicamente equipamentos nacionais, sendo a exceção a unidade auxiliar de reconcentração de ácido sulfúrico, adquirida da SCHOTT, da Alemanha.

A planta entrou em operação em novembro de 1989. Em função das condições do processo, especialmente pelo emprego de ácido sulfúrico a 130<sup>0</sup> C, foram muitos os problemas de ajuste que tiveram que ser resolvidos. Durante três meses foram, na realidade, executadas atividades de P&D diretamente na unidade industrial.

## **6 - GESTÃO DA TECNOLOGIA: A FUNÇÃO TECNOLÓGICA**

O processo de aprendizagem tecnológica das indústrias do Pólo Petroquímico do Sul resultou numa crescente organização das atividades internas de desenvolvimento, culminando com a estruturação formal da função tecnológica e com o gerenciamento centralizado de P&D. Da mesma forma que a aprendizagem tecnológica se processou diferentemente em cada empresa, a estruturação da função tecnológica e o gerenciamento de P&D também apresentam características específicas em cada uma delas.

São relatados, a seguir, os casos das sete empresas atualmente em funcionamento no Pólo Petroquímico do Sul. Cada caso é apresentado de modo individual, enfatizando as particularidades de cada empresa tanto a nível de estrutura como a nível de funcionamento de P&D.

### **6.1 - COPESUL: em busca do conhecimento do estado da arte**

A preocupação com o gerenciamento de P&D na COPESUL teve início quando da elaboração do planejamento estratégico da empresa, realizado em 1985. Foi constatada, então, a necessidade de a empresa pensar no longo prazo, já que, operacionalmente, havia atingido a estabilidade. Um grupo de trabalho foi instituído para, visitando empresas petroquímicas e estudando alternativas, sugerir uma estrutura encarregada das atividades de P&D.

O modelo sugerido previa a criação de uma gerência que se vincularia à Diretoria Comercial. Esta ligação mostrava a preocupação em dirigir as ações para as necessidades e oportunidades de mercado. Em janeiro de 1985, foi criada a Gerência de Desenvolvimento, com a atribuição principal de pensar o futuro da empresa e de posicionar nessa direção os esforços de P&D.

Na estruturação da Gerência, foram trazidos da área de processo os técnicos especialistas, sendo que alguns deles já estudavam o projeto de instalação de MTBE, uma tecnologia desenvolvida pela PETROQUISA e pela PETROFLEX. A Gerência passou, imediatamente, a tratar da expansão da capacidade da planta. A Gerência foi, a partir de então e aos poucos, sendo formada, chegando à atual estrutura.

#### **6.1.1 - A estrutura de P&D da COPEL**

A Gerência de Desenvolvimento (GEDEN), é formada por três áreas, Planejamento Tecnológico, Tecnologia e Pesquisa, e Desenvolvimento Mercadológico.

O Planejamento Tecnológico é responsável pelas atividades de suporte administrativo à Gerência, pelas atividades de planejamento e pelo relacionamento com órgãos e entidades que tratam da gestão ou da realização de pesquisa e desenvolvimento. As atividades de planejamento compreendem a elaboração do plano diretor e do plano de trabalho, o planejamento e o controle de projetos, a sistematização de métodos para avaliações econômicas, a orçamentação e previsão financeira, a elaboração de contratos de trabalho, de transferência de tecnologia e de propriedade industrial, e a busca de fontes de financiamento e incentivos. A sua atuação desenvolve-se por meio de um trabalho que busca incrementar o relacionamento com entidades externas voltadas à promoção de atividades de P&D, como FUNDAPET, INPI, ANPEI, ABIQUIM, PETROQUISA e UNIDO, entre outras.

À área de Tecnologia e Pesquisa compete a identificação, avaliação, seleção, aquisição, licenciamento, absorção, desenvolvimento e domínio da tecnologia, procurando manter uma atividade de constante atualização tecnológica. Relaciona-se com empresas, centros de pesquisa e universidades

que realizam P&D em áreas de interesse. É responsável pela realização dos projetos básico e de processo. Possui uma equipe formada por dez pessoas, constituída por técnicos generalistas e, também, por especialistas em áreas como fracionamento, catálise, equilíbrio, termodinâmica, sistemas reacionais e modelagem de reatores. A área coordena estudos de viabilidade técnico-econômica de novos produtos e de modificação de processos.

A área de Desenvolvimento Mercadológico está voltada para o acompanhamento das tendências do mercado nacional e internacional e para as possibilidades de novos negócios. Realiza atividades de previsão mercadológica, de busca de novas idéias e de análise de mercado. Mantém contato com empresas e consultores que fazem estudos do setor petroquímico. É formada por quatro técnicos especialistas em mercado petroquímico.

A gerência de Desenvolvimento da COPESUL não possui uma estrutura física de laboratórios, equipamentos e planta piloto. Algumas tarefas são repassadas ao laboratório da área de Produção, mas a maioria dos serviços de pesquisa e desenvolvimento são contratados externamente.

#### **6.1.2 - A coordenação das atividades de P&D na COPESUL**

As atividades de P&D na COPESUL são coordenadas, formalmente, pela Gerência de Desenvolvimento. A empresa não está voltada para gerar tecnologia mas para a consolidação do negócio da empresa, que é a produção de petroquímicos básicos.

O processo de obtenção do eteno é uma tecnologia madura. O eteno é uma *commodity* e permanecerá como tal por um longo período de tempo. As questões que a empresa procura responder, entre outras, referem-se a como será o eteno consumido no futuro, como será o perfil de consumo e de preços para os próximos anos, quais os concorrentes futuros e quem serão os novos entrantes..

A COPESUL adotou a estratégia de não desenvolver tecnologia, mas de ter conhecimento do estado da arte da produção de petroquímicos básicos no mundo. Desse modo, quando necessita, sabe onde encontrar ofertantes e o que solicitar. Além disso, o domínio do conhecimento possibilita, na negociação,

aumentar o seu poder de barganha. A estrutura da Gerência de Desenvolvimento foi montada com esse objetivo.

As tendências do mercado são acompanhadas pela área de Desenvolvimento Tecnológico, que realiza e contrata trabalhos específicos de montagem de cenários e detecta ameaças e oportunidades futuras. Entre as empresas contratadas está a CHEM SYSTEMS, com quem, recentemente, a COPELUL celebrou um contrato de transferência de tecnologia na montagem de cenário para o ano 2000 de um produto do seu interesse. A metodologia foi cedida pela CHEM SYSTEM, mas os dados foram tratados pela COPELUL.

Das atividades de pesquisa e desenvolvimento, na realidade, a empresa faz quase que exclusivamente desenvolvimento e subcontrata as pesquisas básicas e aplicadas que necessita. Nesse sentido, desenvolveu, em conjunto com o CENPES, um processo de hidrogenação da corrente C-9, em reator único que resultou numa patente internacional. As melhorias são realizadas basicamente nos processos, por meio de inovações incrementais. O processo de inovação parte do reconhecimento da oportunidade para a busca da informação técnica e para a solução obtida pela adoção ou adaptação da tecnologia existente, chegando-se à utilização na melhoria do processo (Roberts, 1988).

A empresa mantém, também, assinaturas de publicações estrangeiras que fazem projeções de curto prazo, que atendem às necessidades operacionais, e de médio e longo prazo, que são utilizadas na determinação das atividades de desenvolvimento. A área de Desenvolvimento Mercadológico possui um banco de dados permanentemente atualizado que pode ser acessado e dele obtidas informações e análises instantâneas.

Além do CENPES, a COPELUL se utiliza de outros laboratórios nacionais, como os da UFRGS, da CIENTEC, da UNICAMP, da USP e da Universidade de São Carlos.

Atualmente, a Gerência de Desenvolvimento busca sistematizar internamente o processo de identificação de oportunidades tecnológicas, fazendo com que as contribuições às inovações não sejam esparsas, mas que seja internalizado um mecanismo contínuo de identificação de novas oportunidades. Além disso, busca estabelecer um diagnóstico tecnológico interno, para



possibilitar uma comparação entre o nível da tecnologia dominada internamente e o estado da arte.

O orçamento da COPEL para as suas atividades de desenvolvimento é da ordem de 1,2 milhões de dólares, correspondendo a 0,3% do faturamento.

## 6.2 - PPH: um gerenciamento de tecnologia integrado

A PPH é uma empresa que realiza tanto pesquisa aplicada como desenvolvimento. É uma das empresas petroquímicas nacionais mais estruturadas em P&D, possuindo planta piloto, laboratórios de pesquisa e de desenvolvimento de produtos e de processos. A gestão de tecnologia na PPH é feita pela integração das áreas Comercial, Industrial e de P&D e está voltada tanto para a pesquisa aplicada como para o desenvolvimento de produtos e processos.

### 6.2.1 - A estrutura de P&D da PPH

As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento são coordenadas pela Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento (SUPED), que se reporta diretamente ao Diretor Superintendente. A SUPED é formada pela Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento (GEPED), pela Gerência Técnica (GETEC) e pelo setor de Análises Químicas (SETAQ).

A GEPED é responsável pela pesquisa de reações de polimerização, pela caracterização de produtos e pelos estudos de catálise, atividades realizadas em prédio próprio denominado Centro de Tecnologia. Possui uma equipe composta por um PhD, três mestres, dois profissionais cursando doutorado, sete técnicos de nível médio e quatro estagiários. A GEPED possui unidades de polimerização, de fracionamento de polímeros, de medida de viscosidade automática e de preparação de catalisador. Vinculam-se à GEPED o Laboratório de Polímeros, o Laboratório de Catalise e o Politeste, um conjunto de reatores de polimerização.

A GETEC atua em três áreas principais: acompanhamento da produção (incluindo as plantas *slurry*, *bulk* e piloto), acabamento e Limite-de-Bateria

(interface com a COPESUL). Possui, além do Gerente, oito profissionais de nível superior, dois auxiliares e dois estagiários. Dos profissionais de nível superior, três engenheiros fazem o acompanhamento da produção: um na planta *slurry*, um segundo na planta *bulk* e na piloto e o outro no acabamento. Dois engenheiros compõem o setor de engenharia e o outro é responsável pela elaboração dos mapas e relatórios de produção. Atualmente, um engenheiro está cursando mestrado no Canadá. A GETEC possui um microcomputador 386 e um 486, um console de Engenharia de Processamento no SDCD, um computador para SDCD e um sistema de aquisição de dados, além de coordenar as atividades de desenvolvimento na planta piloto.

Posta em funcionamento em 1990, a planta piloto, baseada na nova tecnologia Spheripol, atuou essencialmente em ajustes de receita e em ajuste e melhoramento do processo. Atualmente, as atividades voltam-se para o desenvolvimento de produtos, buscando propiciar à empresa novos mercados de aplicações de polipropileno.

O Setor de Análises Químicas executa as análises de controle de qualidade da produção das duas plantas industriais e da planta piloto. Possui três técnicos de nível superior e 45 analistas, que trabalham de acordo com os turnos de produção.

#### 6.2.2 - A coordenação das atividades de P&D na PPH

A coordenação das atividades de P&D na PPH não se limita à área de Pesquisa e Desenvolvimento. A coordenação se processa na gerência de P&D, mas são também realizadas atividades na Gerência de Assistência Técnica (GEAST) e na Gerência de Vendas e Desenvolvimento Mercadológico (GEVED), subordinadas à Área Comercial, e na Gerência de Produção (GEPRO), responsável pela operação da planta piloto.

A PPH considera P&D como uma *atividade meio* dedicada sistematicamente à absorção, à geração e ao desenvolvimento de tecnologias, repassando-as aos órgãos-fim da empresa. A PPH preocupa-se não apenas com a melhoria e o desenvolvimento de produtos e processos, mas executa, também, pesquisas

básicas e aplicadas, voltando-se ao estudo das relações entre as estruturas moleculares de polímeros e catalisadores e as suas propriedades físicas.

O planejamento de atividades para o período 92/95 prevê a realização dos seguintes projetos e atividades principais:

- absorção da tecnologia Spheripol;
- desenvolvimento de projetos orientados às necessidades atuais e futuras da FPH;
- desenvolvimento de novos produtos, processos e catalisadores;
- caracterização e avaliação de catalisadores e de produtos existentes no mercado;
- domínio e independência tecnológica em processo, produto e catálise;
- incentivo à inovação e criatividade e contribuição ao crescimento e aperfeiçoamento tecnológico da companhia.

Para o desenvolvimento de produtos, há uma dupla convergência entre as necessidades do mercado e os avanços da ciência e da tecnologia. As exigências e necessidades do mercado são detectadas e trazidas, principalmente, pela estrutura montada na Diretoria Comercial, tanto por meio das atividades de assistência técnica como das de desenvolvimento de mercados.

A Gerência de Vendas e Desenvolvimento de Mercados possui quatro engenheiros voltados exclusivamente à prospecção do mercado e à busca de novas oportunidades. Em contato permanente com clientes atuais e potenciais, procura acompanhar os produtos dos concorrentes, produtores de polipropileno e de outros plásticos e materiais, a fim de levantar as possibilidades de novos usos para as resinas oferecidas ou sugerir o desenvolvimento de novas resinas.

A Gerência de Assistência Técnica reproduz em seus equipamentos as condições dos clientes. Trabalha com *trouble-shooting* e com o desenvolvimento de novas aplicações e novos produtos. Os engenheiros que fazem assistência técnica visitam sistematicamente os clientes e realizam adaptações nas suas linhas de produção para otimizar as aplicações dos produtos oferecidos pela

PPH. Ao mesmo tempo, trazem sugestões para novos produtos e para modificações nos existentes. Aditativas e misturas são realizadas nos próprios laboratórios de desenvolvimento de produto. Quando as sugestões exigem modificações no processo, o que muitas vezes ocorre, o assunto passa para a alçada da Gerência Técnica, responsável pelas modificações e melhorias de processo.

As atividades de desenvolvimento e acompanhamento dos processos de produção, nas duas plantas industriais, são de responsabilidade da Gerência Técnica. As inovações e modificações de processo são testadas na planta piloto, numa escala de 1:100. As atividades a serem realizadas na planta piloto são decididas de forma conjunta pelas áreas envolvidas, como desenvolvimento de produtos, que faz a programação da produção, desenvolvimento de processos, que faz o gerenciamento da planta, e produção, que é responsável pela operação da planta. Essa administração tripartite da planta piloto, envolvendo três áreas distintas, comercial, industrial e P&D, foi a forma encontrada para maximizar os esforços conjuntos para o desenvolvimento de produtos e processos.

Com a vinculação da planta piloto à GETEC, a vinculação entre as atividades de desenvolvimento de processo e de produção se torna direta e imediata, funcionando em duas vias, no levantamento de problemas e necessidades e no encaminhamento das soluções.

A Gerência de P&D tem a seu encargo a supervisão das atividades realizadas no Centro de Tecnologia. O Centro foi projetado integralmente pela equipe de P&D para a realização de pesquisas, possuindo, hoje, uma das mais completas infra-estruturas de P&D existentes nas indústrias petroquímicas brasileiras.

A PPH mantém intercâmbio com a Himont, detentora da tecnologia, fazendo uso do *pool* de empresas existentes no mundo. São realizados treinamentos, desenvolvimentos conjuntos e reuniões para discussão sobre possibilidades de mercado. Além disso, a PPH consulta a Himont quando da existência de problemas de produção que sejam de razoável porte ou envolvam algum risco. Há uma interação contínua com o centro de pesquisa da Himont em Ferrara, com visitas anuais para a troca de informações. As vinculações com a

Himont são função dos desenvolvimentos e melhorias no processo spheripol, ainda em fase de absorção de tecnologia e de aperfeiçoamento por parte da PPH.

Os resultados das atividades de desenvolvimento de produtos e de processos e as possibilidades de novos trabalhos de P&D são discutidos frequentemente em reuniões técnicas realizadas com a presença do Diretor Superintendente, do Diretor Industrial, e dos superintendentes, gerentes e técnicos das áreas de interesse. São feitos, também, relatórios do andamento dos projetos de pesquisa que circulam pelas áreas correlacionadas.

A PPH gasta cerca de 4 milhões de dólares por ano nas atividades de P&D, correspondendo a 2,5% do faturamento total.

### **6.3 - TRIUNFO: uma atividade em consolidação**

Estruturação da função tecnológica na Petroquímica TRIUNFO é recente. Há pouco mais de um ano, as atividades de desenvolvimento de produtos e processos se encontravam dispersas e não possuíam uma coordenação única. Atualmente, a empresa busca consolidar a gestão da tecnologia pela integração das atividades de P&D a objetivos unificados.

#### **6.3.1 - A estrutura de P&D da TRIUNFO**

A idéia da criação da Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento da Petroquímica Triunfo surgiu em 1988, quando da elaboração do planejamento estratégico da empresa. Em 1989, uma comissão criada para estudar o assunto visitou os principais produtores de poliolefinas do país que possuíam áreas de P&D. As sugestões finais da comissão foram encaminhadas ao Conselho da empresa que aprovou a criação da Gerência. A criação formal da Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento (GEPED) ocorreu em 1991.

De acordo com o plano inicial, à GEPED compete promover a aplicação de esforços em P&D, mantendo a ação competitiva da empresa nos mercados nacional e internacional pelo oferecimento de produtos atualizados e de valor agregado

crecente. A GEPED é composta, em função dos seus objetivos, por dois departamentos: de Produto e de Processo.

O Departamento de Produto planeja, coordena e executa as atividades ligadas à tecnologia de produto, atuando na identificação de oportunidades de mercado, no desenvolvimento de produto e na sua avaliação final. É formado por dois engenheiros e por três técnicos de nível médio.

O Departamento de Processo planeja, executa e orienta as atividades de engenharia de processo ligadas à área industrial da empresa. Procura identificar novas possibilidades técnicas, estudá-las e fazer o projeto de engenharia básica, ocupando-se das atividades de pesquisa, de análise, de implantação e de acompanhamento de novos processos e de melhorias no processo atual. Possui em sua estrutura quatro engenheiros especializados em processo.

### **6.3.2 - A coordenação das atividades de P&D na TRIUNFO**

Antes da criação da GEPED, as atividades de P&D da Petroquímica Triunfo eram dispersas e careciam de um processo ordenado e sistemático de coordenação. As inovações e melhorias de processo eram feitas pela Superintendência da Fábrica, via Divisão de Produção. A Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento, dentro da Fábrica, estava essencialmente voltada para o controle da produção. Os desenvolvimentos de produto originavam-se na área comercial, na Gerência de Assistência Técnica.

Para resolver os problemas conjuntos e propiciar uma interface mais forte e freqüente, foi criado o Grupo de Produto, que, nos seus primórdios, preocupava-se com o controle de qualidade e com a otimização da planta. Resolvidos os problemas decorrentes da implantação e obtida uma certa rotina de procedimentos, as atividades do Grupo de Produto, que até hoje prosseguem, voltaram-se ao desenvolvimento de novos produtos.

O Grupo de Produto é formado por uma equipe multidisciplinar que se reúne periodicamente. É composto pelos responsáveis pelas áreas de produção, vendas, exportação, planejamento e P&D, além do Superintendente da Fábrica e dos diretores, esses últimos como convidados. O grupo tinha inicialmente uma

composição menor e preocupava-se principalmente com o controle interno de qualidade. Posteriormente, com a preocupação de fabricação de novos produtos, foram agregadas as áreas de venda e exportação. Mais adiante, com a necessidade de diminuição de custos e de aumento da competitividade a longo prazo, a área de planejamento passou a participar do grupo.

O núcleo de formação da Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento foi a Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento, ligada à Superintendência da Fábrica. Algumas das atividades dessa divisão, como os setores de Desenvolvimento e Aplicações, de Tecnologia de Processo e de Documentação Técnica passaram a vincular-se à GEPED.

A Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento atua principalmente em desenvolvimento de produtos e processos. Não possuindo planta piloto, cujo custo para uma unidade a alta pressão é extremamente elevado, as modificações são diretamente introduzidas na planta. As produções experimentais, da mesma forma, são feitas na própria unidade industrial, sendo necessária, para tanto, uma interrupção no fornecimento de produtos especificados e, conseqüentemente, devendo haver uma negociação prévia com a área comercial.

Algumas atividades de pesquisa foram realizadas em conjunto com as universidades, como a UFRGS e o PLAPIC, da Universidade de Baía Blanca, na Argentina.

Os recursos atualmente gastos em P&D na Petroquímica TRIUNFO correspondem a 0,5% do faturamento bruto, havendo previsões que possa atingir futuramente até 2,0% .

Atualmente, a Petroquímica TRIUNFO não possui um contrato de assistência técnica ou de transferência de tecnologia com a ATOCHEM. Busca, agora, uma reaproximação para reatar as relações e desenvolver programas conjuntos de P&D.

A situação atual da empresa, em função das disputas acionárias, tem resultado numa certa instabilidade interna que se reflete especialmente nas atividades de longo prazo, como as de P&D. Os novos controladores pretendem uma expansão da capacidade de produção pela implantação de uma unidade produtora de polietileno linear, utilizando uma tecnologia mais avançada que a

atual. Entretanto, as decisões finais, que certamente trarão reflexos às atividades de P&D, ainda não foram tomadas.

#### **6.4 - NITRIFLEX: a busca de alianças**

Estruturada como uma unidade estratégica de negócio, a NITRIFLEX está na fase de organização de suas atividades de P&D. Com uma estrutura reduzida, adota como estratégia a realização de trabalhos conjuntos ou a contratação de pesquisas junto ao detentor da tecnologia, a universidades e a centros de pesquisa para obter um efeito multiplicador maior.

##### **6.4.1- A estrutura de P&D da NITRIFLEX**

Na estrutura anterior da NITRIFLEX, as atividades de P&D eram centralizadas no Rio de Janeiro, e estavam especialmente dirigidas para ABS e SAN. Com a transformação da unidade produtora de Triunfo numa unidade de negócio independente, as atividades foram descentralizadas, propiciando uma maior autonomia à NITRIFLEX SUL e uma adaptação das atividades de P&D integralmente aos seus próprios interesses.

Em janeiro de 1992, ainda antes da privatização da empresa, foi criado um setor de Desenvolvimento Tecnológico, com a contratação de um engenheiro químico experiente para coordenar as atividades da sua estruturação. A partir de julho, o setor de tecnologia foi incorporado à Gerência de Tecnologia, Processo e Controle de Qualidade, passando a atuar de forma integrada com as áreas de processo e produto.

A NITRIFLEX SUL pretende montar uma estrutura básica de P&D, inclusive com a implantação de uma planta de bancada, no primeiro momento, e de uma planta piloto, mais adiante. As atividades serão completadas com a contratação de serviços e a realização de pesquisas conjuntas com centros de pesquisa e universidades, especialmente nacionais.

Atualmente, as atividades relativas a P&D são desenvolvidas por dois engenheiros. O Laboratório de Controle de Qualidade oferece apoio a essas



atividades, havendo um técnico analista exclusivamente dedicado ao desenvolvimento de produto. O laboratório possui um GPC de alta temperatura que possibilita a determinação da distribuição de massas moleculares de polímeros.

#### **6.4.2 - O gerenciamento das atividades de P&D da NITRIFLEX**

A NITRIFLEX SUL está voltada para a busca da informação tecnológica de fontes internas e externas, que possibilitem melhoria na qualidade dos produtos, novas aplicações para o EPDM, menor custo de produção e maior aproximação com o cliente via assistência técnica.

As informações tecnológicas externas são originárias de acordos que a empresa começa a fazer com o detentor da tecnologia e com universidades e centros de pesquisa. A NITRIFLEX pretende utilizar-se da capacitação externa para a realização de pesquisas, mantendo uma estrutura própria reduzida.

As informações tecnológicas externas têm sido procuradas, por exemplo, em contatos com universidades. Na Universidade Federal do Rio de Janeiro, dentro do Instituto de Macromoléculas, uma engenheira recebe apoio na realização da sua pesquisa de doutorado sobre EPDM. Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a empresa está celebrando um contrato com o Instituto de Química para uma consultoria em polímeros. A nível internacional, permanece em vigor o contrato original de transferência de tecnologia com a JSR, detentora do know-how de produção de EPDM, possibilitando a troca de informações técnicas e a realização de testes na planta piloto japonesa.

Para melhorar a sua competitividade, a NITRIFLEX está desenvolvendo um programa de melhoria contínua da qualidade dos seus produtos e serviços, a fim de oferecer aos seus clientes uma qualidade assegurada e promover uma assistência técnica especializada.

Na exploração de oportunidades, a NITRIFLEX estuda novos empregos para o EPDM em resinas para plásticos com características de borracha e em aplicações como aditivo de óleos lubrificantes.

## 6.5 - POLISUL: uma forte estrutura de desenvolvimento

A POLISUL tem a suas atividades de P&D concentradas na área industrial. Com a utilização de uma planta piloto, as atividades se voltam basicamente para o desenvolvimento de processos e de produtos.

### 6.5.1 - A estrutura de P&D da POLISUL

A Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento (DTD), é formada pelo Laboratório Físico-Químico de Desenvolvimento, pelo Laboratório Técnico de Desenvolvimento, pelo Controle de Qualidade e pelo Departamento de Assistência Técnica.

Atuam no Laboratório Físico-Químico um engenheiro químico, dois químicos e três técnicos de nível médio. Os principais equipamentos de pesquisa são um fotômetro de Infra-vermelho, um GPC (que mede a distribuição da massa molecular de polímeros), um equipamento de análise térmica (DSC, TGA e DMA), equipamentos de cromatografia gasosa e um espectrômetro de absorção atômica.

O Laboratório Técnico é formado por um engenheiro mecânico, um químico e três técnicos de nível médio. Os principais equipamentos são um reômetro capilar, uma máquina universal de ensaios, uma injetora, uma sopradora, uma extrusora de tubos, uma extrusora de filme e um equipamento de testes de envelhecimento acelerado.

O Laboratório de Controle de Qualidade é coordenado por um engenheiro químico e possui cerca de trinta auxiliares, que trabalham no regime de turnos (cinco turnos). Os ensaios realizados para o controle da produção são tanto físico-químicos como de desempenho.

O Departamento de Assistência Técnica Técnica possui em sua estrutura um engenheiro mecânico, um engenheiro de materiais e cinco técnicos de nível médio. Anteriormente, o DEAST estava vinculado à área comercial, tendo passado para a Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento em 1990. Os técnicos que fazem a assistência técnica operam principalmente em São Paulo.

A Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento possui prédio próprio, onde se localizam os laboratórios. Faz parte da Divisão, também, uma Biblioteca Técnica que seleciona, adquire e armazena informações técnicas sobre polietileno de alta densidade e suas aplicações. A bibliotecária é responsável, também, pela tradução de documentos técnicos.

#### 6.5.2 - A coordenação das atividades de P&D na POLISUL

O gerenciamento das atividades de P&D na POLISUL é realizado pela Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento, cuja atuação transcende a área de produção, à qual se vincula hierarquicamente. Incorporando as atividades de assistência técnica, liga-se ao mercado e dele traz as informações necessárias para novos desenvolvimentos.

A Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento foi criada em 1986 com os seguintes objetivos:

- desenvolvimento de novos produtos;
- adequação dos diferentes tipos de PEAD ao mercado de aplicação;
- estudos de caracterização de polímeros;
- suporte para o aperfeiçoamento e a racionalização do processo de fabricação do PEAD;
- desenvolvimento de blendas poliméricas e PEAD reforçado;
- desenvolvimento de sistemas catalíticos;
- treinamento específico de pessoal e capacitação de recursos humanos;
- organização de biblioteca técnica;
- atividades de *trouble-shooting*.

O gerenciamento de P&D está principalmente direcionado para a geração de inovações tecnológicas em produtos. No Laboratório Físico-Químico de Desenvolvimento são realizados estudos sobre catálise, síntese de novos produtos e caracterização físico-química de polímeros. No laboratório Técnico de Desenvolvimento são realizados estudos de reologia, de caracterização e de processamento de polímeros, visando a sua aplicação pelo cliente. O Laboratório de Controle de Qualidade tem a atribuição de efetuar as atividades rotineiras de controle de qualidade da produção. Originalmente estava

vinculado à Divisão de Produção, especialmente durante o período em que a planta industrial estava sendo otimizada.

O Departamento de Assistência Técnica (DEAST) representa a interface entre a gestão interna da tecnologia e o mercado. As atividades são essencialmente externas, no acompanhamento da utilização dos diferentes tipos de polietileno de alta densidade pelo cliente, nas operações de injeção, sopro e extrusão. Os desenvolvimentos de novos produtos são levados ao cliente, da mesma forma que problemas de operação e de matéria-prima são trazidos do mercado. O DEAST possui uma vinculação formal com a Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento, mas atua diretamente em contato com as áreas de marketing e comercial.

A empresa faz ampla utilização de testes de produtos e processo em escala piloto. São produzidas quantidades de produto suficientes para uma testagem real na linha de produção dos clientes, realizada pela Assistência Técnica. A planta piloto não se subordina diretamente à DTD, estando vinculada à Gerência de Processo, que coordena também as atividades das duas plantas de polimerização e a extrusão. Enquanto os desenvolvimentos de produto são atribuição da DTD, as conseqüentes modificações de processo são realizadas na área da produção.

A partir da criação da Divisão de Tecnologia e Desenvolvimento, em 1986, até 1989 foram investidos 12 milhões de dólares, sendo 4 milhões nos laboratórios e 8 milhões na planta piloto. Atualmente as despesas da POLISUL com P&D chegam a 1,5 % do faturamento bruto.

#### **6.6 - PETROFLEX: um redirecionamento na gestão da tecnologia**

A PETROFLEX é uma empresa que possui tradição no desenvolvimento de tecnologias petroquímicas. Das suas atividades de P&D resultaram processos que foram repassados e que são utilizados por outras empresas. Atualmente, a empresa está mudando de orientação na gestão da tecnologia. Em vez de dirigir-se para o desenvolvimento de novas oportunidades, concentra esforços na melhoria dos seus processos e produtos tradicionais, visando a reduzir custos, aumentar a qualidade e tornar-se mais competitiva.

### 6.6.1 - A estrutura de P&D da PETROFLEX

A estrutura de P&D da PETROFLEX começou a ser formada a partir de 1968, depois da incorporação da empresa à PETROQUISA, com a criação da Gerência de Tecnologia. Essa Gerência ficou encarregada do aumento da capacidade da planta de SBR e, mais adiante, da implantação da unidade de estireno, em 1974.

Em 1979, com a perspectiva da instalação da unidade de etilbenzeno, que acabou sendo implantada no Fôlo Petroquímico do Sul, a empresa celebrou um contrato de cooperação com o grupo EUTECO/SIR. O contrato previa a realização de visitas mútuas e de encontros técnicos, o desenvolvimento conjunto de pesquisas e a celebração de contratos específicos de transferência de tecnologia. No ano seguinte, era assinado o contrato de transferência da tecnologia de produção de etilbenzeno.

Também foi estabelecido um programa de pesquisa conjunto para o desenvolvimento de um processo de obtenção de MTBE, um aditivo antidetonante da gasolina, possibilitando, posteriormente, a implantação de uma unidade na COPENE e outra na COPESUL. Desenvolveu, também, uma planta para a produção de polibutadieno líquido hidroxilado (PBLH) que, entre outros usos, é empregado como aglutinante de combustível sólido de foguetes. A PETROFLEX atuou, também, conjuntamente com o CENPES, em desenvolvimentos de tecnologia.

A atual estrutura, localizada no Rio de Janeiro, possui duas áreas, a de Polímeros e a de Petroquímicos. A Gerência de Tecnologia possui laboratório de desenvolvimento próprio, com cromatógrafos, GPC (para determinação da distribuição de massas molares de polímeros) e um *laser-light scattering*, além de dois sistemas de bancada, semi-piloto.

### 6.6.2 - A coordenação das atividades de P&D na PETROFLEX

A PETROFLEX mudou recentemente a sua orientação no gerenciamento de P&D. As dificuldades financeiras enfrentadas em função da política oficial de preços e da retração do mercado, aliadas à abertura do mercado brasileiro a concorrentes internacionais e a um novo posicionamento empresarial ocorrido

após a privatização, redirecionaram o apoio tecnológico para a busca de melhores condições de competitividade.

A orientação anterior preceituava a busca de novas alternativas tecnológicas, tanto a nível de produtos como de processos. A Gerência de Tecnologia posicionava-se, basicamente, como um Centro de P&D, tendo havido sucesso no desenvolvimento de novas tecnologias, algumas patenteadas e comercializadas. A argumentação para a busca de alternativas tecnológicas por parte da gestão de tecnologia era de que a tecnologia de SBR estava madura, pouco havendo a ser pesquisado nesse campo. O futuro da empresa deveria basear-se em novas tecnologias e novos produtos.

Atualmente, a nova orientação volta-se integralmente para o aumento da qualidade e da produtividade de produtos e processos internos, em especial para o SBR, buscando atingir uma maior competitividade. Orienta-se para o curto prazo e direciona-se para um melhor conhecimento da sua linha de produtos e para a adequação das tecnologias que domina às necessidades do mercado.

Sob a coordenação da Gerência de Tecnologia, as unidades produtoras buscam uma padronização de procedimentos que conduzirá a condições mais homogêneas de processo. A empresa busca atingir padrões de desempenho do produto mais altos, que possibilitem competir intensamente no mercado externo. Como consequência das negociações com clientes transnacionais para colocação de seus produtos em todo o mundo, está mudando as suas especificações de produto. A produção, anteriormente, tinha como balizamento as especificações preconizadas pelas normas ASTM e os clientes sujeitavam-se a essas especificações. Com a abertura da competição e a tentativa de penetrar em novos mercados, a PETROFLEX voltou-se para a tarefa de oferecer produtos com as especificações do cliente, com menos variabilidade e dentro das faixas exigidas. Nesse sentido, a empresa tem conseguido ganho apreciável no atendimento às especificações dos clientes, fato reconhecido até mesmo pelos mais exigentes.

Outra exigência do mercado internacional é a ausência de nitrosaminas no produto. A PETROFLEX pesquisa alternativas tecnológicas para os

terminadores de reação de modo a eliminar o emprego de substâncias que geram nitrosaminas.

Além disso, a empresa investe, também, na prestação de serviços, auxiliando o cliente na busca de melhores soluções tecnológicas para o seu processo e o seu produto.

O gerenciamento de P&D da PETROFLEX está centralizada no Rio de Janeiro. Periodicamente, são feitas reuniões entre a Gerência e os grupos de processo das unidades para discussão das melhorias a serem introduzidas e para a definição das atividades de P&D a serem realizadas.

Na planta do Pólo Petroquímico do Sul, as inovações são introduzidas pela Divisão de Produção, via Engenharia de Processo. As modificações da unidade de etilbenzeno são integralmente realizadas pela equipe técnica da SUPET, não estando essas atividades vinculadas à Gerência de Tecnologia.

Os investimentos totais em atividades de P&D realizadas pela PETROFLEX permaneceram sempre acima dos 2 milhões de dólares. No ano de 1991, atingiram 2,7 milhões, representando 1,3% do faturamento total.

#### **6.7 - POLIOLEFINAS: a otimização do processo de produção**

Após a instalação da planta do Pólo Petroquímico do Sul, a POLIOLEFINAS resolveu, no início de 1983, criar uma Gerência de Tecnologia para coordenar os esforços da empresa na absorção e na aplicação interna da tecnologia, na otimização do processo, no desenvolvimento de novos produtos e na atuação na área de propriedade industrial. As atividades de desenvolvimento eram realizadas nas plantas, com a coordenação da Gerência em São Paulo.

Em 1986, a empresa iniciou o Projeto de Simulação de Processo, com a colaboração de dois especialistas internacionais. Como resultado desse projeto, a POLIOLEFINAS licenciou um dos programas desenvolvidos para a Dow Benelux da Holanda e estabeleceu um acordo de intercâmbio tecnológico com a Akzo, pelo qual a POLIOLEFINAS cede o seu pacote de simulação em troca de informações sobre iniciadores de reação.

A POLIOLEFINAS criou recentemente o Centro de Tecnologia Poliolefinas, visando a complementar a infra-estrutura técnica da empresa permitindo o desenvolvimento de atividades de suporte tecnológico, principalmente em relação à absorção e ao desenvolvimento de novas tecnologias e à diversificação da linha atual de produtos.

O Centro de Tecnologia Poliolefinas localiza-se em Santo André, São Paulo, possuindo um centro de processamento de dados direcionado para aplicações científicas em tempo real. Possui, também, um prédio de laboratórios, onde se localizam o Laboratório de Transformação, o de Caracterização de Polímeros, o de Testes Físicos e Instrumental e o de Via Úmida. Estão planejadas, para um futuro próximo, as plantas pilotos de polietilenos lineares e de polipropileno.

As atividades de gestão da tecnologia estão centralizadas na Gerência de Tecnologia, sendo os resultados das atividades de P&D repassados às unidades produtoras.



## **7 - GESTÃO DA TECNOLOGIA: ESTRATÉGIA**

Apresentada a forma como se processou a aprendizagem tecnológica nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul e descrita a atual estrutura da função tecnológica, resta, para completar a análise da gestão da tecnologia nas empresas, proceder ao estudo das questões estratégicas vinculadas ao desenvolvimento de tecnologia.

Utilizando-se do modelo de Vasconcellos (apud Vasconcellos, Waack & Pereira, 1992), realizou-se uma pesquisa que abordou três fatores: sensibilização da empresa para a tecnologia, sintonia entre estratégias empresarial e tecnológica e capacitação tecnológica.

Faz-se, aqui, uma análise geral e descrevem-se os resultados significativos da pesquisa, obtidos dos questionários e de depoimentos ilustrativos.

Por serem consideradas sete empresas, optou-se por uma análise abrangente, ressaltando-se especialmente os aspectos comparativos e os relatos feitos pelos entrevistados.

### **7.1 - Sensibilização das empresas para a tecnologia**

O primeiro fator analisado foi a percepção das empresas para a importância da tecnologia para a competitividade. Observou-se, nesse sentido, que a importância da tecnologia é percebida de modo diverso nas duas gerações petroquímicas.

Na primeira geração, a tecnologia de produção pode ser considerada tradicional, pois o processo de produção de eteno e de poliolefinas é basicamente o mesmo há décadas. Praticamente, toda a produção dos petroquímicos básicos, ofertados dentro de especificações pré-determinadas, são absorvidos pela segunda geração. O ciclo de vida dos produtos é longo, havendo uma única tecnologia, sob a qual abrigam-se os produtos gerados, que se encontram na sua fase de maturidade. Não há inovações radicais, mas apenas inovações incrementais nos processos.

Atualmente, dentro da mesma tecnologia, são feitas simulações de processo que visam estudar novos fluxos dos materiais que possibilitam maiores rendimentos, permanecendo as operações unitárias invariáveis.

Há um número grande de ofertantes de tecnologia para centrais de matérias-primas e uma multiplicidade de alternativas para o comprador. A questão, portanto, para uma empresa de primeira geração, não é dominar as tecnologias para ofertá-las ao mercado ou para assegurar a independência tecnológica absoluta. O importante é conhecer os pontos fortes e fracos do fabricantes e os detentores das tecnologias mais avançadas para poder, no mercado competitivo de equipamentos, selecionar as melhores alternativas para a otimização dos processos e o para aumento da capacidade.

A primeira geração, além de direcionar os seus investimentos para o acompanhamento da evolução tecnológica, monitora a evolução do mercado petroquímico mundial, especialmente a médio e longo prazo, projetando futuras ameaças e oportunidades.

As características da evolução da tecnologia e o comportamento do mercado para a segunda geração petroquímica são essencialmente diferentes em relação à primeira geração. De um lado, o poder de barganha dos seus clientes é maior, pois há abundante oferta de resinas plásticas num mercado mais pulverizado, caracterizado por um grande número de consumidores e de ofertantes de resinas plásticas. De outro, a tecnologia de produção tem apresentado saltos tecnológicos significativos. As tecnologias de produção de polietileno de baixa densidade e de polipropileno, por exemplo, sofreram inovações radicais nos últimos anos, especialmente pelo desenvolvimento de catalisadores que modificaram sensivelmente os sistemas reacionais.

Finalmente, a oferta de tecnologia existente provém dos próprios produtores de resinas, concorrentes a nível internacional. Ocorrem, portanto, restrições ao processo de transferência de tecnologia, acompanhadas, por vezes, de limitações de mercado.

As empresas de segunda geração caracterizam-se por serem de média tecnologia. Sob uma mesma tecnologia se abrigam diversos produtos, com ciclos de vida mais curtos que os da primeira geração, e que estão sendo constantemente desenvolvidos. Um salto tecnológico originado por uma mudança radical de processo induz a novos desenvolvimentos de produtos que, por sua vez, provocam novos serviços de assistência aos clientes, fazendo com que as atividades de P&D nas empresas de segunda geração sejam muito dinâmicas.

As entrevistas mostraram que, em todas as empresas, existe uma consciência da importância da gestão tecnológica e que a tecnologia é considerada uma variável estratégica. De fato, desde a implantação, até mesmo pela imposição da PETROQUISA, as indústrias petroquímicas voltaram-se para o processo de absorção de tecnologia. Os técnicos que participaram do projeto básico continuam, em grande parte, pertencendo aos quadros das empresas, a maioria em posições de chefia.

Em todas as empresas pesquisadas existe uma estrutura formal encarregada das atividades de P&D, demonstrando a preocupação com o desenvolvimento de processos e produtos.

#### **7.1.1 - A consciência da alta administração sobre a importância da tecnologia**

A análise da sensibilização da alta administração para a importância da tecnologia para o sucesso da empresa foi feita com base na percepção dos entrevistados sobre os diretores a que se subordinam.

Apenas em uma empresa os entrevistados consideraram que a alta administração não tem uma efetiva participação nas principais decisões sobre compra ou desenvolvimento de tecnologia, e que o assunto gestão de tecnologia não é discutido nas reuniões da diretoria. Ressalte-se, porém, que essa

empresa atualmente se encontra numa fase de transição, após a mudança acionária e a entrada de uma nova cúpula diretiva.

Em outra empresa, que também passou por modificações de mando, um dos entrevistados referiu-se a um novo estilo de gestão e a uma forma mais pragmática de encarar a questão tecnológica: "*... a administração anterior era mais profissional, enquanto que a nova é mais empresarial, mais empreendedora, menos científica...*".

Houve uma observação sobre a forma indireta de a alta administração enviar sinais do que considera prioritário e importante: "*...às vezes, a criação de um setor é a mensagem que a empresa, a diretoria, dá. É como se dissesse, 'olha aqui, se eu criei é para que tu faças esse papel'. Se existe um setor de P&D é porque a empresa se preocupa com o assunto. Pode não ser ligado ao dia-a-dia da empresa, mas tem sua função...*".

Apesar de conscientes da importância do fator tecnológico, a própria característica de médio e de longo prazos pode afastar as atividades de P&D das preocupações diárias e constantes dos administradores do mais alto nível. De acordo com um dos entrevistados: "*... o timing entre a alta administração e P&D é grande, e leva tempo até eles perceberem o resultado da ação de P&D*".

Sobre o conhecimento por parte do Presidente da empresa dos projetos de P&D mais importantes para a estratégia, em quatro das empresas a resposta foi altamente positiva. Uma observação interessante foi feita por outro entrevistado: "*... Na nossa empresa a tecnologia é tão importante que um gerente da área foi Presidente e atualmente é Diretor. Como posso dizer que a alta administração não está consciente da importância da tecnologia?...*".

Em três empresas, a conclusão foi de que o conhecimento do Presidente sobre as atividades de P&D é apenas parcial, restringindo-se às grandes estratégias. Foi apontado, também, haver uma certa seletividade por parte do executivo principal com relação aos projetos de P&D: "*... o Presidente se interessa muito pelos grandes projetos, por exemplo, pelas novas tecnologias...*".

Quanto à missão da área de P&D, as respostas conduzem à conclusão de que ela está bastante clara e delineada. À exceção da empresa A, todas as

demais consideram que a área de P&D possui um *status* elevado dentro da empresa.

Sobre a existência de um plano que estabelece a estratégia tecnológica, duas empresas demonstraram possuí-lo formalmente e consideraram ser ele do conhecimento das pessoas com poder de decisão. Em três empresas, o plano existe mas não é convenientemente divulgado.

### 7.1.2 - A interação entre P&D e as demais áreas da empresa

Sobre a interação entre P&D e as demais áreas da empresa, a ênfase das respostas referentes às áreas voltadas para o mercado demonstra a preocupação das empresas, e da própria gestão de tecnologia, com o mercado. A Tabela 1 mostra os resultados coletados sobre a integração entre P&D e as demais áreas.

**TABELA 1 - Interação de P&D com outras áreas nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

Na empresa existe forte interação entre P&D e	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Assistência Técnica	10	10	9	10	9	8	8	8,9
Produção	10	10	9,5	10	6,5	8	6	8,6
Marketing e Vendas	5	10	9	10	8,5	6	7,5	8,0
Engenharia	10	9,5	9,5	7	2	8	6	7,1
Manutenção	5	6	9	6	1,5	8	7	6,1

Fonte: Dados coletados pelo autor.

Os entrevistados das empresas de segunda geração fizeram referências, especialmente, à interação existente entre as áreas de P&D e de Assistência Técnica. Nota-se nas empresas a preocupação pela prestação de serviços ao cliente como uma extensão das atividades tecnológicas. Em alguns casos, a Assistência Técnica está hierarquicamente subordinada à gerência de P&D. Em

outros, está hierarquicamente ligada a Marketing e Vendas e funcionalmente vinculada à P&D. Outra área que mereceu destaque foi a Produção, especialmente no aperfeiçoamento dos processos, para os quais concorre, também, o setor de Engenharia.

A interação, entretanto, nem sempre ocorre de forma tranqüila e sinérgica, havendo alguns atritos e mal-entendidos. As dificuldades de interação entre P&D e as demais áreas foram atribuídas pelos entrevistados a diversas causas.

Em primeiro lugar, foi considerado haver um descompasso entre as prioridades imediatas de algumas áreas, como a Produção, e os trabalhos de médio e longo prazos da área de P&D, como mostram as observações seguintes: "... em certos assuntos, nós de P&D estamos em outra velocidade de cruzeiro..." ou, "... enquanto a produção está com o pé no acelerador, P&D está com o pé no freio..." e mais outra: "... sempre que a gente pede, eles nos atendem. Muitas vezes não com a prioridade que gostaríamos...".

A própria área de P&D mostrou conhecer a razão das críticas: "... a gente é otimista, não consegue cumprir os prazos. Ao contrário das outras áreas, as coisas são imprevisíveis, há retrabalhos, aderências e resistências à filosofia...".

Em segundo lugar, os objetivos diferentes de cada área originam, na opinião dos entrevistados, incompreensões e atritos de parte a parte: "... Na fábrica a gente tem algumas preocupações com custo, de fazer a coisa fácil, que a área de tecnologia não tem. Eles querem fazer bem as coisas. Aquilo de achar que qualidade é atender bem o cliente, eles acham um absurdo. Qualidade para eles é obter o melhor produto do mundo ao custo que houver...".

Uma outra observação foi feita por um entrevistado da área de P&D: "... ligação com vendas? Até pelo contrário! A gente desenvolveu um produto aqui que pensava que seria um sucesso, mas ninguém quis comprar depois...".

Em terceiro lugar, a própria existência de uma área de P&D independente hierarquicamente foi questionada: "... o lugar onde se faz tecnologia é na fábrica...".

Há também uma percepção de que a área de P&D executa atividades mais nobres, menos rotineiras: "... a Produção muitas vezes acha que nós roubamos os projetos mais bonitos e interessantes...".

Finalmente, foram citadas dificuldades de interação durante as fases de desenvolvimento e de posta em prática. Nesse sentido, foi feita a observação de que "... a interface da implantação das idéias é menos problemática que a interface da geração. A produção aceita bem 'a coisa pronta'. O conflito maior é com a Engenharia...".

### 7.1.3 - A incorporação das inovações internas

As conclusões tiradas sobre a vinculação da área de P&D com a Assistência Técnica e com o mercado foram corroboradas pelas respostas dadas pelos entrevistados quando perguntados onde eram introduzidas as inovações tecnológicas geradas internamente. Os resultados são mostrados na Tabela 2.

**TABELA 2 - Aplicação das inovações internas nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

Inovações tecnológicas geradas internamente são introduzidas em:	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Processos	10	10	9,5	8	8,5	7	9,5	8,9
Produtos	10	10	9,5	10	6	8	6	8,5
Serviços	10	-	8	10	2,5	7	7,5	6,5

Fonte: dados coletados pelo autor.

Enquanto na primeira geração as respostas mostraram que as inovações são preponderantemente introduzidas em processos, nas empresas da segunda geração as inovações são principalmente introduzidas em produtos. As respostas enfatizaram, também, a importância da prestação de serviços, em menor grau.

A orientação para os clientes tem gerado um aumento das atividades de assistência técnica, pois novos produtos, obtidos principalmente através de novas formulações, são testados diretamente nos equipamentos dos clientes. Além do mais, com a abertura da competição para os grandes produtores internacionais, as empresas pensam diferenciar-se no mercado interno especialmente pela realização de serviços, já que se encontram mais próximas dos clientes.

Quanto à tecnologia de processo, os esforços atualmente dispendidos estão mais voltados para modificações de processo, em função das necessidades de novos produtos detectadas pelas áreas de Assistência Técnica e de Vendas.

#### 7.1.4 - A inovação em outras áreas

As inovações tecnológicas não são desenvolvidas exclusivamente nas áreas de P&D. Perguntados sobre que outras áreas produzem inovações tecnológicas, os entrevistados novamente enfatizaram a Assistência Técnica como o setor que mais promove inovações. Seguiram-se as áreas de Produção, de Engenharia e de Manutenção. A Tabela 3 mostra os resultados de forma detalhada. As entrevistas mostraram que os esforços por inovações efetuados pela Assistência Técnica são direcionados tanto para os produtos da própria empresa como, também, para os processos de produção e produtos dos clientes, via atividades de extensão tecnológica.

**TABELA 3 - Setores das empresas do Pólo Petroquímico do Sul que produzem inovações - 1992**

Além de P&D, produzem inovações:	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Assistência Técnica	5	9	8	9	7	8	5	7,3
Produção	10	6,5	7,5	0	8	7	7,5	6,6
Manutenção	5	9	8,0	5	8	5	6,5	6,6
Engenharia	10	2	8	5	4,5	7	7,5	6,3

Fonte: dados coletados pelo autor.



Embora outras áreas produzam inovações, as entrevistas mostraram que em quatro das sete empresas não ocorrem duplicações de esforços. Entretanto, os entrevistados de três empresas consideraram haver trabalhos semelhantes realizados simultaneamente por duas áreas.

## 7.2 - Sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica

A análise da sintonia entre a estratégia empresarial e a tecnológica das indústrias petroquímicas deve ser precedida de algumas considerações. Em primeiro lugar, a elaboração do planejamento estratégico e o seu sistemático acompanhamento e aperfeiçoamento não parece ter sido prática usual nas empresas petroquímicas do Sul. Tentativas feitas no passado acabaram por não consolidar uma atividade continuada de aperfeiçoamento, provavelmente em função de que o negócio era altamente rentável, com obtenção de lucros mesmo sem uma estrutura empresarial ajustada.

As questões da sobrevivência e da aquisição de novos mercados ficavam em geral relegadas a um segundo plano, enquanto os lucros eram elevados. As flutuações econômicas e as constantes mudanças nas regras do jogo desestimulavam qualquer tentativa consciente e séria de planejar o futuro. Além disso, a pesada participação da PETROQUISA e as proteções de mercado garantiam a continuidade do negócio sem grandes sobressaltos. O mercado era inacessível para os competidores externos e o consumidor não era exigente, nem possuía poder de barganha, pois havia excesso de demanda. Salvo algumas exceções, o fator limitante das vendas era a capacidade de produção.

Em segundo lugar, os esforços tecnológicos das empresas, como foi visto no Capítulo 5, estavam voltados para a absorção da tecnologia, a melhoria dos processos, a eliminação de gargalos e o aumento da produtividade.

A partir de 1990, as medidas econômicas ocasionaram uma grande restrição de consumo. A abertura rápida aos mercados externos, onde ocorre excesso de oferta, significou a ameaça de novos entrantes. Por outro lado, o processo de privatização provocou uma mudança na participação acionária e a conseqüente entrada de novos acionistas, com interesses diferentes dos anteriores. Houve uma modificação acentuada na direção dos negócios das

empresas. Como consequência desse quadro recentemente instalado, a maioria das empresas atualmente está numa fase de transição e de definição de novos rumos.

As estratégias de negócio estão sendo repensadas. Simultaneamente, em função das modificações do mercado, com a queda das vendas e a redução dos preços das mercadorias, as estratégias tecnológicas também estão sendo alteradas na maioria das empresas do Pólo do Sul. Algumas empresas retomaram as atividades de planejamento estratégico para adaptarem-se às mudanças. As estratégias estão sendo direcionadas para o mercado e para a busca e a consolidação da vantagem competitiva através de uma capacitação tecnológica que possibilite alcançar menores custos, maior produtividade e uma diferenciação de produtos.

Este estudo foi realizado no momento em que as empresas, premidas pelo mercado e com novas formações acionárias, reavaliam as suas estratégias globais. A vinculação entre estratégia e tecnologia foi analisada buscando-se determinar como a tecnologia influencia a estratégia e como é por ela influenciada. Além disso, procurou-se verificar que estratégias tecnológicas, de acordo com os modelos de Porter e de Freeman, são adotadas pelas empresas. Os resultados são apresentados a seguir.

### **7.2.1 - O planejamento estratégico**

Sobre a existência de uma estratégia de negócios perfeitamente definida, do que fabricar e para que clientes, contida num plano estratégico, os entrevistados de apenas duas empresas responderam que existe um plano estratégico formalizado e divulgado e disseram ter havido a participação de todas as áreas nesse planejamento.

Em três outras empresas, as respostas mostraram existir uma estratégia, mas sem estar expressa num plano específico. Duas empresas apresentaram um resultado que mostra não haver atualmente uma clara definição da estratégia de negócios.

Para um entrevistado "...a estratégia da empresa não é uma coisa que esteja no sangue e na alma de todos os funcionários. Não é uma coisa transparente, é meio nebulosa...".

As variáveis mais importantes levadas em conta pelos entrevistados na elaboração das estratégias das empresas estão listadas na Tabela 4.

A preponderância das respostas foi no sentido de ser considerado principalmente o mercado interno, onde se localizam o maior volume de vendas e os principais clientes.

Segundo um dos entrevistados, "...com relação ao planejamento estratégico, nós somos um monoprodutor de uma commodity, produzindo um produto que permanecerá o mesmo pelos próximos quinze anos, por isso estamos voltados para o mercado...".

**TABELA 4 - Variáveis consideradas no planejamento estratégico das empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

O planejamento estratégico baseia-se principalmente:	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
No mercado nacional	10	10	9	10	10	8	9	9,4
Na linha atual de produtos	5	9,5	8,5	9	9	9	8,5	8,4
Na disponibilidade financeira	10	5,5	7	8	10	8	8	8,1
No mercado internacional	10	6	7,5	8	9	7	7,5	7,9
Na tecnologia	5	9	7,5	10	7,5	6	6,5	7,3
Nos planos governamentais	5	2	5	7	5	7	7,5	5,5
Nos planos de empresas similares	5	4	4,5	6	4	7	6,5	5,3
Nos planos do detentor da tecnologia	5	-	5	7	-	-	4,5	3,1

Fonte: dados coletados pelo autor.

Outros itens considerados foram, na ordem de importância, a linha atual de produtos, a disponibilidade financeira, o mercado internacional, a tecnologia e a disponibilidade de matéria-prima.

A importância relativamente baixa da tecnologia na formulação do planejamento estratégico mostra que o seu papel não é pró-ativo. A tecnologia não é condutora da estratégia, sendo considerada um elemento reativo do processo de planejamento: *"... a tecnologia desempenha um papel importante mas ela não dita o planejamento estratégico..."*. Esta constatação não invalida a consideração feita anteriormente sobre a sensibilização da empresa para a tecnologia. Como as empresas petroquímicas possuem uma tecnologia de nível intermediário e promovem, basicamente, inovações incrementais, o papel da tecnologia se concentra na melhoria de processos e no desenvolvimento e melhoria de produtos.

### 7.2.2 - Como se vinculam P&D e estratégia

As empresas, de um modo geral, não consideram que possuam estratégias tecnológicas agressivas, capazes de serem comparadas com os grandes fabricantes internacionais. No mercado interno, no entanto, três delas efetivamente adotam um posicionamento de vanguarda, liderando tecnologicamente.

As empresas consideram que as fontes externas e internas de tecnologia estão coerentes com os objetivos estratégicos das empresas. Como elo de ligação, ficou perfeitamente caracterizada em todas elas a participação do gerente de P&D no delineamento do planejamento estratégico.

A vinculação entre estratégia e tecnologia, entretanto, nem sempre ocorreu, como relata um dos entrevistados: *"Na nossa empresa, depois de quatro anos de existência da área foi que a direção percebeu o distanciamento entre a estratégia da empresa e a estratégia de P&D. As atividades de P&D estavam se voltando para a verticalização da empresa, para a Química Fina, enquanto que esse não era o objetivo da empresa. Foi necessário redirecionar a rota..."*.

Um dos entrevistados, referindo-se à reunião de discussão do planejamento estratégico, ressaltou: *"... na reunião o Diretor foi bem claro: 'P&D orientado pelo mercado!', disse..."*.

Os entrevistados de duas empresas ressaltaram que a existência de um plano de P&D é uma determinação interna, da própria área: "...as prioridades de pesquisa são determinadas por nós mesmos. A prioridade não vem das outras áreas. Eventualmente acontece, mas normalmente não é verdade...". Na mesma linha houve outra declaração: "...eu acho que a gente olha muito o umbigo, olha prá dentro. É que nem aquele cara de informática que só faz programas para ele mesmo. Isto é muito comum...".

Para outros, o planejamento da área de P&D é informal e mutável, dependente das flutuações do mercado. A opinião a seguir exemplifica essa posição: "...não há uma coisa definida, escrita. O que há é bom senso. À medida em que surge uma necessidade definida, que a empresa precisa atender num certo tempo, temos que decidir se vamos desenvolver ou comprar tecnologia...".

### 7.2.3 - As estratégias tecnológicas adotadas

Algumas questões formuladas aos entrevistados procuravam definir quais as estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas. Seguindo a tipologia de Porter (1985), apenas as empresas A, C e D foram consideradas pelos seus gerentes e técnicos como líderes tecnológicos, que estão na vanguarda do lançamento de novas tecnologias no mercado interno, enquanto as demais empresas assumiram integralmente a posição de seguidores.

Adotando-se como referência as estratégias tecnológicas estipuladas por Freeman (1982), é possível especificar com mais detalhes os diferentes posicionamentos assumidos pelas empresas. A Tabela 5 mostra os resultados da pesquisa. Nessa tabela, as estratégias não foram relacionadas de acordo com o resultado das médias, mas pela ordenação adotada por Freeman. Infere-se pelas respostas dadas que as empresas A, C e D consideram-se como adotando uma estratégia ofensiva, lançando produtos no mercado antes dos concorrentes. É importante observar que as respostas levaram em conta o mercado nacional e não se referiram à totalidade dos produtos.

**TABELA 5 - Estratégias tecnológicas utilizadas pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

A estratégia tecnológica da empresa pode ser considerada	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Ofensiva	10	4,5	9,5	9	5	4	0	6,0
Defensiva	5	10	7	0	0	6	3	4,4
Imitativa	5	8	7	-	9	7	8	6,3
Dependente	5	0	0	0	0	0	4,5	1,4
Tradicional	5	4	5	0	10	3	8,5	5,1
Oportunista	10	8	8,5	10	2,5	6	4,8	7,1

Fonte: dados coletados pelo autor.

A estratégia mais citada foi a oportunista. As empresas da segunda geração mostram que procuram ocupar, com flexibilidade, nichos de mercado. Essa estratégia parece ser a que atualmente tem merecido maior atenção das empresas em função das atuais condições restritivas e da alta competitividade no mercado. A estratégia oportunista, no caso das empresas do Pólo Petroquímico do Sul, está vinculada à tecnologia de produto, especialmente pelo desenvolvimento de formulações e aditivações em comum acordo com clientes ou setores industriais específicos.

A segunda estratégia tecnológica mais citada foi a imitativa, em que as empresas procuram competir em custos e copiar e inovar o que já existe. "...a estratégia imitativa sempre se faz. Quem diz que não faz é mentiroso...". Apenas a empresa A descartou essa estratégia. A opção por uma estratégia imitativa induz à conclusão de haver um distanciamento entre o nível tecnológico atual das empresas e os últimos desenvolvimentos realizados nas grandes empresas multinacionais detentoras da tecnologia original. Entretanto, a nível nacional, a defasagem com relação a outras empresas é pequena ou inexistente. Algumas empresas se consideram, inclusive, na fronteira dos conhecimentos.

Apenas duas empresas não utilizam a estratégia oportunista, pois empregam tecnologias maduras cujos produtos apresentam pouca variabilidade. Essas duas empresas assinalaram que adotam a estratégia tradicional, em que produto e processo são função de tecnologia e de mercado consolidados e não apresentam modificações significativas. "... *nossa estratégia hoje tem muito de tradicional. O nosso negócio é uma commodity. As specialities são para o futuro...*".

Nenhuma das entrevistas levou à conclusão de que alguma empresa adote a estratégia dependente, com subordinação tecnológica ampla a outra empresa. Não se verificam produções cativas, tecnologicamente vinculadas a um restrito grupo de empresas.

### 7.3 - Capacitação tecnológica

A capacitação obtida ao longo do processo de aprendizagem tecnológica está sendo atualmente empregada no atendimento das necessidades dos clientes e na busca de menores custos de produção, de uma maior produtividade das plantas industriais e de uma maior diferenciação de produtos e serviços.

As empresas estão dando ênfase no fortalecimento das atividades de P&D como forma de criar soluções internas próprias para enfrentar os desafios de um mercado cada vez mais competitivo.

O resultado das entrevistas mostra que, na opinião dos entrevistados, o processo de aprendizagem tecnológica foi conduzido com êxito. As empresas encontram-se hoje numa posição de independência tecnológica quanto ao processo de produção em relação aos detentores originais do *know-how*. Naturalmente, há uma liderança tecnológica por parte dos detentores da tecnologia, mas a capacitação das empresas nacionais permite um diálogo técnico que origina uma maior absorção de conhecimentos.

As empresas consideram possuir uma capacitação tecnológica interna, de recursos humanos e materiais, suficiente em grande parte para promover o aumento da competitividade.

### 7.3.1 - O domínio da tecnologia

Para todos os entrevistados, as empresas têm os seus negócios baseados em certas tecnologias consideradas estratégicas para a competitividade e que estão identificadas.

Consideram ainda que as empresas conhecem a sua posição e a dos concorrentes em relação a cada tecnologia estratégica, bem como os seus próprios pontos fracos em cada uma dessas tecnologias.

As empresas procuram manter-se constantemente atualizadas incentivando a participação dos seus técnicos e gerentes em feiras, congressos e visitas e contatos com empresas, universidades e centros de pesquisa internacionais.

Quanto à dependência tecnológica em relação ao detentor do *know-how*, apenas as empresas A e C consideram-se, em parte, dependentes, especialmente com relação à tecnologia do catalisador. Uma das afirmações foi de que "*...nós não podemos falar em independência. Comparando nossa estrutura de P&D com as grandes como a Bayer, a Shell, a Hoechst etc, eles possuem mais de duas mil pessoas em P&D. Então nós estamos falando de mundos diferentes. Não se pode falar de independência, o que pode existir é uma capacitação interna para tocar o negócio...*".

As demais empresas, conforme o relato dos entrevistados, possuem uma autonomia tecnológica praticamente total. Essa afirmações demonstram que o processo de aprendizagem tecnológica consolidou-se ao longo do tempo e que o objetivo inicial determinado pelas autoridades brasileiras de absorção de tecnologia foi atingido.

Os entrevistados afirmaram que, se fosse necessário construir uma nova planta com a mesma tecnologia das atuais, seria possível fazê-lo sem a necessidade de um novo contrato de transferência de tecnologia. As tecnologias que provavelmente ainda dependam dos detentores são a tecnologia dos fornos de pirólise, na primeira geração, e a tecnologia de síntese dos catalisadores, na segunda geração. Ainda assim, esses fornos e esses catalisadores estão disponíveis no mercado e poderiam ser adquiridos, se necessário.



Um dos entrevistados, ao analisar a absorção da tecnologia, fez a ressalva de que "...o atual domínio tecnológico permite otimizações, mas faltam conhecimentos para as inovações de processos e para o desenvolvimento de novos processos. Cumprindo rigorosamente os contratos, e apenas isso, as empresas detentoras do know how nos passaram os conhecimentos para operar as plantas e para duplicar, se fosse necessário. Mas não nos ensinaram o pulo do gato de como realmente inovar...".

A capacitação tecnológica obtida ao longo do processo de aprendizagem está sendo utilizada internamente pelas empresas, como mostra a Tabela 6. Para a primeira geração, as atividades tecnológicas estão principalmente relacionadas com a adaptação e a modificação de processos e para o aumento de produtividade. Sem a preocupação com a diversificação e a diferenciação dos produtos, os esforços concentram-se nas melhorias de processo.

**TABELA 6 - Utilização pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul da capacitação tecnológica - 1992**

As atividades tecnológicas da empresa estão relacionadas com:	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Adaptação e modificação de processos	10	10	9,5	9	10	10	9,5	9,7
Programas de qualidade	10	10	9,5	10	9	10	8	9,5
Programas de produtividade	10	10	9	10	8	10	9	9,4
Adaptação e modificação de produtos	10	10	9,5	10	9,5	10	6,0	9,3
Busca de informações tecnológicas	5	10	9,5	9	9	10	8	8,5
Negociação de contratos de tecnologia	5	10	9,5	8	8,5	10	7,5	8,3
Desenvolvimento de novos produtos	10	10	5	10	6,5	10	4,5	8,0
Desenvolvimento de novos processos	5	3	9	7	7	5	9	6,2

Fonte: dados coletados pelo autor.

Para as empresas de segunda geração, excetuando-se uma em que a tecnologia de produção é mais tradicional e em que os produtos estão em sua fase de maturidade, a predominância do esforço tecnológico é com a adaptação e a modificação de produtos, seguida da melhoria de processos e dos programas de aumento de qualidade e de produtividade.

Com relação à busca de mercados, aparece com ênfase, também, o desenvolvimento de novos produtos, especialmente em quatro das seis empresas da segunda geração.

Finalmente, algumas empresas manifestaram que atualmente procuram fazer o desenvolvimento de novos processos. Numa das empresas, houve o seguinte comentário: "...Nós hoje temos um processo que nós dominamos e sabemos como, se não revolucioná-lo, pelo menos expandi-lo na mesma seqüência da tecnologia...".

### 7.3.2 - A origem das necessidades de tecnologia

Outro aspecto analisado foi o da origem do desenvolvimento das tecnologias, se proveniente de necessidades detectadas no mercado (*market pull*) ou se decorrente do avanço tecnológico (*technology push*). A Tabela 7 mostra os resultados obtidos. Diferencia-se, aqui também, a situação da primeira e da segunda geração.

**TABELA 7 - Origem das necessidades de tecnologia das empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

Nas inovações internas os seguintes fatores foram importantes:	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Atender as necessidades do cliente	10	10	9,5	10	9,5	10	7	9,4
Aumentar a produtividade	10	9,0	8,0	9	10	10	9,5	9,3
Reduzir custos	10	9	7,5	9	6	10	9	8,6
Diversificar produtos	10	7,5	8,5	7	6	10	7	7,9
Desenvolver tecnologia	-	5	8,5	8	10	9	8	6,9
Diferenciar produtos	10	6,5	7,5	8	2,5	7	6,5	6,8
Reagir aos concorrentes	10	9	7,5	3	2,5	10	4	6,6
Haver tecnologias mais avançadas	-	2,5	9,5	5	3,5	8	9	5,4

Fonte: dados coletados pelo autor.

Na Central de Matérias-Primas, a origem do desenvolvimento tecnológico advém da existência de tecnologias mais avançadas e da necessidade do aumento da produtividade e da redução dos custos. Foram também fatores importantes a reação às iniciativas dos concorrentes e o desenvolvimento interno de pesquisa. Caracteriza-se nitidamente, na primeira geração, o desenvolvimento impulsionado pelo avanço tecnológico (*technology push*).

Em todas as empresas de segunda geração, o fator mais importante nas inovações internas realizadas foi, de forma destacada, o atendimento às necessidades do cliente e o aumento da produtividade. Os entrevistados consideraram também importantes a redução de custos, a necessidade de diversificação de produtos e a reação às iniciativas dos concorrentes. Esses resultados mostram claramente que, na segunda geração, as inovações internas objetivam atender o mercado (*market pull*).

**TABELA 8 - Fontes de tecnologia utilizadas pelas empresas do Pólo Petroquímico do Sul - 1992**

Para o aporte de tecnologia à empresa as fontes mais importantes são	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
P&D interno	10	8	9	9	10	8	9	9,0
Clientes	10	7,5	7,0	8	-	7	2	5,9
Sócio internacional	10	6,5	9	9	2,5	-	-	5,3
Petroquisa e Petrobrás	-	4,5	5	-	9	7	8,5	4,8
Fornecedores	-	5,5	4,5	4	1	7	2	3,4
Institutos de P&D	-	6,5	5	-	6	-	5	3,2
Universidades	-	3,5	5,5	-	4	6	3,5	3,2
Empresas de engenharia	-	4,5	-	-	2	-	5,5	1,7

Fonte: dados coletados pelo autor.

Com relação às fontes utilizadas para o aporte de tecnologia às empresas, os resultados são apresentados na Tabela 8. As entrevistas mostraram

uma unanimidade absoluta. Em todas as empresas pesquisadas, a fonte principal de tecnologia foi a realização de P&D interno.

Para os entrevistados das empresas A, C e D, o sócio internacional detentor da tecnologia representa ainda um aporte importante, comparável ao esforço interno. Três outras empresas citaram a PETROBRÁS, através do CENPES, e a PETROQUISA como fontes de tecnologia.

Para as empresas A, B, C, D e F, os clientes também representam uma fonte de informações, mas em menor nível. Mereceram, também, algumas citações consultores, outras empresas detentoras de tecnologia, fornecedores, bibliografia e participação em congressos científicos. Os destaques negativos foram as universidades, os centros de pesquisa e as empresas de engenharia.

No que concerne aos instrumentos utilizados para o aporte de tecnologia à empresa, os entrevistados das empresas A, C e D consideraram que os contratos de tecnologia com o sócio estrangeiro representaram a principal forma. Foram citados pela maioria das empresas a contratação de pesquisador ou técnico conhecedor da tecnologia, o contrato com empresas não associadas detentoras de tecnologia, a associação de pesquisa com empresa e a associação de pesquisa com instituto de P&D (CENPES).

Sobre o tipo de retorno trazido à empresa pelas atividades internas de P&D, como mostra a Tabela 9, os entrevistados consideraram como mais importante o retorno em conhecimentos técnicos. Um dos entrevistados fez o seguinte comentário sobre os conhecimentos técnicos adquiridos: "*... À minha visão da área de P&D é que o conhecimento técnico em si não vale nada. Ele não é o fim. Nós precisamos do conhecimento técnico para fazer com ele alguma coisa, um produto, um processo...*".

Em segundo lugar, os entrevistados apontaram, como importante retorno das atividades de P&D à empresa, o aumento da competitividade. Mereceram ênfase, também, o retorno em prestígio e o retorno financeiro. Quanto a este último, os entrevistados manifestaram dificuldades em avaliá-lo, pela imponderabilidade das atividades de P&D.

**Tabela 9 - Retorno das atividades de P&D nas empresas do Pólo  
Petroquímico do Sul - 1992**

As atividades internas de P&D têm traído à empresa retorno	EMPRESA							MÉDIA
	A	B	C	D	E	F	G	
Em conhecimentos técnicos	10	10	9,5	10	9	10	9	9,6
Em competitividade	10	9	8,5	10	7	8	5	8,2
Em prestígio	5	7,5	9,5	9	9	7	7,5	7,8
Financeiro	5	6,5	8	8	7,5	8	8	7,3
Em poder de barganha com clientes	-	7,5	8,5	9	6	8	5	6,3
Em poder de barganha com fornecedores	-	3,5	6,5	8	6	7	7,5	5,5

Fonte: dados coletados pelo autor.

Os entrevistados mostraram ter dificuldades em determinar o retorno financeiro das atividades de P&D e de avaliar o ativo tecnológico. Essa constatação corrobora a afirmação de Sbragia (1987), de que a natureza das atividades de P&D não permitem uma avaliação quantitativa baseada em indicadores tradicionais.

## 8 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 8.1 - Conclusões

A análise realizada sobre a gestão da tecnologia nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul permitem que sejam apresentadas algumas conclusões sobre o processo de aprendizagem tecnológica, a estruturação da função tecnológica e as estratégias das empresas.

Em todas as empresas do Pólo Petroquímico do Sul, a gestão tecnológica está sendo utilizada na melhoria de processos e produtos e na busca de novas oportunidades de mercado. Os conhecimentos adquiridos ao longo do processo de aprendizagem tecnológica, iniciado com a etapa de acompanhamento dos projetos básicos junto aos detentores da tecnologia, são agora utilizados nas inovações de processos e produtos.

As empresas do Pólo Petroquímico do Sul se dedicaram, durante o projeto e a operação das unidades, à absorção da tecnologia de processo e hoje promovem modificações e melhorias de forma independente, sem a participação dos detentores do *know-how*.

A preocupação com a absorção dos conhecimentos e o esforço constante na eliminação dos gargalos de produção mostram haver por parte das empresas

uma sensibilização para a tecnologia. Todas as empresas possuem uma gestão tecnológica organizada, com uma missão clara e delineada e uma estratégia tecnológica estabelecida.

Na primeira geração, a estratégia tecnológica está prioritariamente direcionada para o conhecimento do estado da arte. A tecnologia de produção de olefinas pode ser considerada tradicional, no sentido de que os processos e operações unitárias têm-se mantido constantes ao longo do tempo. Os fabricantes de equipamentos são tradicionais e colocam à disposição das empresas as mais variadas opções de compra.

Os objetivos da gestão da tecnologia na Central de Matérias-Primas não estão voltados para os produtos, que são basicamente os mesmos e possuem especificações constantes, mas para o processo. As inovações advêm principalmente do avanço do conhecimento técnico (*technology push*). Os programas de simulação desenvolvidos permitem testar as mais diferentes hipóteses e sequências de operações e de avaliar previamente os resultados a serem obtidos na prática. Não são feitas tentativas para o desenvolvimento de novas tecnologias de processo, mas é principalmente buscado o conhecimento das inovações nas tecnologias de processos e de equipamentos realizadas pelos fabricantes. Não há uma forte estrutura de pesquisa calcada em laboratórios de P&D e planta piloto. A gestão de tecnologia está voltada para o estado da arte e para a evolução, a médio e longo prazo, do mercado de olefinas.

Na segunda geração, as estratégias tecnológicas são essencialmente diferentes da primeira. Os fabricantes internacionais de polímeros são os próprios cedentes das tecnologias de processo. Encaram, portanto, cada novo licenciado como um concorrente. Procuram restringir a transferência de tecnologia e limitar escalas e mercados.

As estratégias tecnológicas das empresas de segunda geração do Pólo Petroquímico do Sul estão sendo direcionadas para o desenvolvimento de produtos. As inovações de processo ocorrem como consequência da necessidade de novos produtos (*marketing pull*). As atividades de assistência técnica estão sendo incrementadas como forma de diferenciação, especialmente diante da ameaça de entrada de competidores internacionais.

As empresas petroquímicas, voltando-se para o atendimento das necessidades dos clientes, procuram atuar com flexibilidade, tanto a nível de processo como, especialmente, a nível de produto, por meio de variação nas formulações, adições e misturas. Todas as empresas estão voltadas para a implantação de programas de qualidade e para a introdução da série de normas ISO 9.000.

As empresas do Pólo Petroquímico do Sul não se consideram líderes tecnológicos, na forma tipificada por Porter. Adotam a postura de seguidores das grandes empresas transnacionais, mas, no mercado interno, lideram o lançamento de alguns novos produtos. Enquadrados na tipologia de Freeman, as empresas consideram que suas estratégias são basicamente dos tipos imitativa, defensiva e oportunista. Não é possível diferenciar-se nitidamente as estratégias imitativa e defensiva seguidas pelas empresas. As alternativas significam meramente que as empresas não se consideram ofensivas do ponto de vista da estratégia tecnológica, mas que procuram seguir de perto as inovações feitas pelas empresas transnacionais.

A estratégia oportunista, que é uma forma de estratégia ofensiva reduzida a um nicho de mercado, está relacionada com o posicionamento atual das empresas de aproximação com o mercado e de abertura de novas oportunidades.

No delineamento da estratégia global, os três fatores mais considerados são o mercado interno, a linha atual de produtos e a disponibilidade financeira. A tecnologia não possui um papel pró-ativo no planejamento estratégico, embora esteja, evidentemente, presente. A justificativa para a presença da tecnologia apenas no módulo reativo reside no fato que as inovações realizadas são preferentemente incrementais e são feitas num processo de produção cuja tecnologia não é de ponta, que não se encontra na fronteira do conhecimento científico.

Com relação às fontes de tecnologia, as empresas consideram que a maior parte das inovações em processos e produtos são originadas das atividades internas de pesquisa e desenvolvimento. Esse fato reforça a constatação de que o processo de aprendizagem tecnológica teve resultados positivos e que a gestão da tecnologia tem sido enfatizada nas empresas. As



atividades de P&D realizadas internamente têm trazido melhores condições de competitividade. Entretanto, a pesquisa mostrou que as empresas possuem dificuldades em quantificar o retorno financeiro dessas atividades.

Ressaltadas as fontes internas de tecnologia, ficam, por oposição, evidentes as fracas ligações das empresas com universidades e centros de pesquisa. Atualmente, a Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia Petroquímica, FUNDAPET, se empenha no fortalecimento dos vínculos, especialmente pela realização de pesquisas conjuntas, de treinamentos, de seminários, de reuniões técnicas e de palestras, congregando pesquisadores das universidades e centros de pesquisa com os técnicos das empresas.

A aprendizagem tecnológica ocorrida e o aumento da capacitação técnica interna resultaram numa dependência e numa vinculação progressivamente menores com os detentores originais da tecnologia. As ligações atuais, mantidas por poucas empresas, se processam nos dois sentidos, com as empresas do Pólo Petroquímico do Sul repassando, também, conhecimentos técnicos e trocando experiências em nível de maior igualdade com os detentores do *know-how*. Algumas empresas desvincularam-se integralmente dos cedentes de tecnologia e buscam agora novas alianças tecnológicas, com um grau de independência que está respaldado nos conhecimentos adquiridos.

Dez anos se passaram desde a entrada em funcionamento do Pólo Petroquímico do Sul. Nesse período, as empresas que foram implantadas empenharam-se em dominar suas tecnologias e a desenvolver, por conta própria, melhorias em seus produtos e processos. Essa aprendizagem tecnológica, efetuada por cada empresa, resultou na consolidação de uma gestão tecnológica organizada, que procura, pela coordenação das atividades inovativas, contribuir para a consolidação do negócio.

## **8.2 - Considerações sobre as estratégias tecnológicas**

Se os resultados obtidos no presente estudo, de um lado, permitem concluir que houve, efetivamente, absorção de tecnologia e que existe em cada empresa uma coordenação das atividades de P&D, de outro lado exigem que sejam feitas algumas observações sobre a importância da gestão da tecnologia para a

consolidação de uma vantagem competitiva a nível nacional e, até, internacional.

As estruturas de P&D das empresas do Pólo Petroquímico do Sul, pressionadas pelas condições atuais do mercado, voltam-se para atividades que resultem no aumento da produtividade e no desenvolvimento de novos produtos, visando à diminuição dos custos de produção e à abertura de novos mercados. Essa pressão pelo curto prazo, que dirige os esforços de P&D para inovações incrementais de processos e produtos, no entanto, não afasta a necessidade de estratégias empresariais e tecnológicas de longo prazo.

O processo de aprendizagem tecnológica permitiu às empresas a absorção do *know-how*, isto é, a obtenção de conhecimentos suficientes para operar as plantas e nelas introduzir inovações incrementais, mas não possibilitou que as empresas adquirissem o *know-why*, isto é, que fossem capazes de gerar inovações radicais ou desenvolver tecnologias de vanguarda.

Os resultados dos estudos mostram que as empresas têm adotado estratégias tecnológicas defensivas e se posicionam como seguidoras dos detentores da tecnologia. A sobrevivência a longo prazo, entretanto, pode depender de uma mudança nesse posicionamento no sentido de uma estratégia tecnológica ofensiva, com as estruturas de P&D voltadas para o desenvolvimento de novas tecnologias, para o domínio do *know-why*.

Esse posicionamento estratégico possibilitaria que as empresas tivessem condições de, se necessário no futuro, diversificar a produção, passando, por exemplo, de monoprodutoras de *commodities*, a produtoras de *specialties*. Essa mudança de estratégia significaria, também, um reforço às atividades de P&D e a criação de uma grande capacitação tecnológica própria.

Embora a realidade atual seja de dificuldades, o esforço em P&D pode trazer, no futuro, a consolidação da vantagem competitiva.

### 8.3 - Limitações

O trabalho de pesquisa realizado apresentou algumas limitações que devem ser ressaltadas.

Em primeiro lugar, o caráter abrangente da pesquisa, que se propôs a analisar de forma geral a gestão da tecnologia nas indústrias do Pólo Petroquímico do Sul, não permitiu o aprofundamento das principais questões nem possibilitou esgotar os assuntos a nível de cada empresa individual.

Em segundo lugar, as empresas passam por momentos de transição e de instabilidade, podendo suas prioridades mudarem a curto prazo e a gestão tecnológica adquirir contornos diferentes dos atuais.

Em terceiro lugar, a impossibilidade de realizarem-se entrevistas com os componentes da alta administração das empresas limitou as conclusões apresentadas no Capítulo 6. Ressalte-se, também, que essas conclusões foram tiradas de dados analisados qualitativamente e trazem junto uma subjetividade que não pôde ser eliminada.

Finalmente, as conclusões referem-se ao caso particular do Pólo Petroquímico do Sul, cujas condições iniciais impostas para a absorção de tecnologia foram diferentes dos dois outros pólos petroquímicos brasileiros.

### 8.4 - Sugestões

Se o caráter genérico do trabalho realizado apresentou limitações, possibilitou, também, que fossem detectadas novas oportunidades de pesquisa.

Inicialmente, é preciso destacar que o assunto *gestão tecnológica* não é suficientemente estudado e entendido no Brasil. Há necessidade de que sejam realizados estudos mais aprofundados, principalmente nos setores industriais e de serviços. A vinculação entre estratégia empresarial e estratégia tecnológica é um assunto especialmente não compreendido e não discutido. Na medida em que as empresas lançam-se na busca de maior competitividade, é essencial avaliar de que forma coadunam-se as estratégias tecnológicas e globais.

As auditorias tecnológicas nas indústrias brasileiras não são frequentes e parecem ser um mecanismo essencial para o entendimento da importâncias da gestão da tecnologia para a competitividade.

Uma lacuna que ficou evidenciada foi o desconhecimento por parte da empresa do retorno das atividades de P&D. Não há uma forma sistematizada de avaliação do ativo tecnológico nem do retorno financeiro trazido pela gestão da tecnologia.

Fazem-se necessárias, também, pesquisas sobre a competitividade industrial baseadas nos efeitos sinérgicos das relações intersetoriais. Por exemplo, interessa saber qual a contribuição que pode ser dada pela primeira e pela segunda gerações petroquímicas para o aumento da competitividade de outros setores, como calçados, mobiliário, plásticos e química.

A vinculação universidade-empresa precisa ser melhor entendida. As fracas ligações hoje existentes não derivam de dificuldades unilaterais, mas de um complexo de causas que merece ser estudado e compreendido.

Com relação especificamente à indústria petroquímica, diversos assuntos surgiram ao longo da pesquisa sobre questões ainda não analisadas. Em primeiro lugar, algumas empresas, pela ênfase dada ao desenvolvimento de tecnologia, por exemplo para aplicações em plásticos de engenharia, se constituem em si próprias, casos interessantes de estudo.

Em segundo lugar, a flexibilidade da indústria petroquímica é uma questão ainda em aberto. Os estudos de flexibilidade tem sido preponderantemente dirigidos para a manufatura, mas há um desconhecimento das formas como uma indústria de processo contínuo pode adquirir flexibilidade para atender exigências específicas de mercado.

Em terceiro lugar, há necessidade de um acompanhamento das ações empreendidas pelas empresas petroquímicas para implantação de programas de qualidade e produtividade. Novamente, essa questão tem sido exaustivamente analisada na indústria de manufaturas, mas são poucos os estudos realizados, por exemplo, na indústria petroquímica.

Finalmente, quebradas as barreiras económicas e diminuída a influência estatal sobre o setor, há necessidade de serem entendidos os reflexos dessas medidas sobre a competitividade das empresas petroquímicas.

## BIBLIOGRAFIA

- ABETTI, P. A. *Linking Technology and Business Strategy*. The Presidents Association. New York, AMA. 1989.
- ABERNATHY, William J. & UTTERBACK, James M. Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, jun-jul, 1978.
- ANTUNES, Adelaide Maria de Souza. *Indústria petroquímica brasileira: estrutura, desempenho e relação com a Química Fina*. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1987.
- ANSOFF, H. Igor. Strategic Management of Technology. *The Journal of Business Strategy*. vol.7, n.3, 1987.
- ABREU, Percy Louzada de. Projeto industrial do Pólo Petroquímico do Sul in *PETROQUÍMICA: NOVOS HORIZONTES*, 1983, Porto Alegre, CONPETRO. p. 17-38.
- BEN DAVID, J. El empresariado científico y la utilización de la investigación in *BARNES el alii. Estudios sobre sociología de la ciencia*. v. 1. Madrid, Alianza, 1985.
- BETZ, F. *Managing Technology: Competing through New Ventures, Innovation, and Corporate Research*. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall, 1987.
- BUFFA, E.S. *Modern Production: Operations Management*. 8 ed. John Wiley & Sons, 1987.
- BURGELMAN, R. A. A process model of internal corporate venturing in the diversified firm. *Administrative Science Quarterly*, v. 28, 1983.
- CIENTEC, Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. A viabilidade de implantação de uma indústria petroquímica no Estado do Rio Grande do Sul - resumo e conclusões. Porto Alegre, Cientec-Beicip, 1975.
- CIENTEC, Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Estudo preliminar da viabilidade de implantação de um pólo petroquímico no Distrito Industrial de Rio Grande, RS. Pesquisa exploratória. Porto Alegre, 1974.

- CLARKE, K. FORD, D. & SAREN, M. Company technology strategy. *R&D Management*, v.19, n.3, 1989.
- COPEC, Complexo Petroquímico de Camaçari. Plano diretor. Salvador, Bahia, 1974.
- DURAN, Thomas. R&D expertise within the firm. *R&D Management*, 18, 2, 1988.
- DRUCKER, Peter F. The discipline of innovation in HENRY & WALKER ed. *Managing innovation*. London, Sage Publications, 1991.
- EISENHARDT, K. & BOURGEOIS, L. Politics of strategic decision making in high velocity environments: toward a mid-range theory. *Academy of Management Journal*. v. 31, 1988.
- FERRO, J. R.; TOLEDO, J. C. & TRUZZI, O. M. S. Automação e trabalho em indústrias de processo contínuo. *Revista Brasileira de Tecnologia*. Brasília, v. 18 n.1, jan. 1987.
- FORD, David. Develop your technology strategy. *Long Range Planning*, Vol. 21, 5, 1988.
- FREEMAN, Cristopher. *The economics of industrial innovation*. 2 ed. Cambridge, Mass, The MIT Press, 1982.
- GERSICK, C. Time and transition in work teams: toward a new model of group development. *Academy of Management Journal*, v. 31, 1988.
- HALL, John. *Powers and liberties: the causes and consequences of the rise of the West*. Oxford, B. Blackwell, 1985.
- HAMILTON, W. F. The dynamics of technology and strategy. *Euro IX-TIMS XXVIII International Conference on Operational Research, Management Science and New Technologies*, Paris, 1988.
- KANDEL, K. REMY, J.P., STEIN, C. & DURAND, T. Who's who in technology: identifying technological competence within the firm. *R&D Management*, v. 21, n. 3, 1991.
- LAMARTINE, Getúlio. Avaliação do projeto Polosul - inicial, implantação e perspectivas futuras in PETROQUÍMICA: NOVOS HORIZONTES, 1983, Porto Alegre, CONPETRO. p. 41-58.
- MARCOVITCH, Jacques. Ciência e tecnologia: fatores de desenvolvimento sócio-econômico in MAXIMIANO et alli. *Administração do processo de inovação tecnológica*. São Paulo, Atlas, 1980. p. 15-24.
- PBQP, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade. Exposição de Motivos. Ministério da Justiça, Ministério da Economia e Secretaria da Ciência e Tecnologia, Brasil. EM n.171/90.

- PÉREZ, Carlota. Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto. *Tercera revolución industrial*. Grupo Editor Latino-Americano. Buenos, Ayres, 1986.
- PORTER, M.E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York. The Free Press, 1985. 557 p.
- PRICE, Derek J. Ciencia y tecnología: distinciones y interrelaciones in BARNES et alii. *Estudios sobre sociología de la ciencia*. 12 Vol. Madrid, Alianza, 1985. p. 163-77.
- QUINN, James B. Managing invention and innovation: controlled chaos. *Harvard business Review*. May-Jun, 1985.
- ROBERTS, Edward B. Managing invention and innovation. *Research and Technology Management*, 31(1). jan-feb, 1988.
- SALERNO, M. S. Automação e processos de trabalho na indústria de transformação. ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS, 11. Águas de São Pedro, 1987. Anais...
- SBRAGIA, Roberto. Avaliação de P&D a nível da empresa: um estudo empírico sobre possíveis indicadores. *Revista de Administração*. v.22, n. 4. S. Paulo, 1987.
- SCHUMPETER, Joseph A. *Business cycles - a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalism process*. vol. 1. New York, McGraw-Hill, 1939.
- SUAREZ, Marcus Alban. *Petroquímica e tecnoburocracia*. São Paulo, Editora Hucitec, 1986.
- TEIXEIRA, Francisco lima Cruz. A dinâmica empresarial e tecnológica das empresas do complexo petroquímico de Camaçari. *Revista de Administração de Empresas*. Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 11-19, jan/mar, 1988.
- TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz. *The political economy of technological learning in the Brazilian Petrochemical Industry*. Universidade de Sussex, 1985. (Dissertação de Mestrado).
- UNGER, Thomas. O potencial de mercado da Química Fina. In: II SEMINÁRIO EMPRESA NACIONAL E QUÍMICA FINA - DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Anais... Porto Alegre: Associação brasileira de Química, 1987. p. 17-73.
- UNIDO. *First world-wide study on the petrochemical industry*. 1978.
- UTTERBACK, J. M. Management of technology in HAY, A. ed. *Studies in Operations Research*. Amsterdam, North Holland Publishing Co., 1978.



VASCONCELLOS E., WAACK, R. & PEREIRA, R. de F. Avaliação da capacitação tecnológica da empresa: estudo de caso. In VASCONCELLOS, E., coordenador, *Gerenciamento da tecnologia: um instrumento para a competitividade empresarial*. São Paulo, Edgard Blücher, 1992.

WHEELWRIGHT, S. C. Strategy, management and strategic planning approaches. *Interfaces*. n.14, p.19-33, jan/feb, 1984.

YIN, R. K. *Case study research. Design and methods*. Newsbury Park, California, Sage Publications, 6 ed. 1990.

## **ANEXOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
NÚCLEO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PROJETO DE PESQUISA  
GESTÃO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA  
PETROQUÍMICA

O questionário a seguir é uma fonte de informação importante para o projeto de pesquisa sobre a gestão de tecnologia nas empresas do Pólo Petroquímico do Sul, realizado pelo NPGCT/PPGA/UFRGS, com recursos do PADCT/CNPq e com o apoio da FUNDAPET.

Um pequeno número de especialistas foi selecionado em cada empresa. A V.Sa., como uma das pessoas escolhidas, é pedido o especial obséquio de responder às questões formuladas. O questionário será complementado com uma entrevista pessoal, quando V.Sa. poderá aprofundar algumas das questões levantadas e acrescentar outras que julgar convenientes.

Embora não sejam formuladas perguntas que possam expor aspectos internos e restritos da empresa, as informações prestadas serão tratadas com a máxima confidencialidade. Os dados serão publicados de modo a preservar, simultaneamente, a posição da empresa no mercado e o rigor científico da pesquisa.

V. Sa. receberá uma cópia do relatório final. A critério de cada empresa, será realizada uma reunião interna para exposição do relatório.

Eventuais dúvidas poderão ser dirimidas pelo fone (051)342.6305.

Agradecemos imensamente sua valiosa colaboração.

Luiz Paulo Bignetti  
Pesquisador

## SENSIBILIZAÇÃO DA EMPRESA PARA A TECNOLOGIA

Para responder às questões 1 a 14, utilize, por favor, a seguinte escala:

0 | \_\_\_\_\_ 5 | \_\_\_\_\_ 10  
(discordo integralmente)                      (sem opinião)                      (concordo integralmente)

1. A alta administração participa das principais decisões relativas à compra ou ao desenvolvimento de tecnologia. (    )
2. O assunto gestão de tecnologia é discutido nas reuniões da Diretoria. (    )
3. A tecnologia é considerada uma variável estratégica para a empresa. (    )
4. O Presidente da empresa conhece os projetos de P&D mais importantes para a estratégia da empresa. (    )
5. O orçamento global de P&D é aprovado pela alta administração. (    )
6. A empresa possui objetivos, metas e políticas definidas para a gestão da tecnologia. (    )
7. Existe um plano que estabelece a estratégia tecnológica da empresa e que é conhecido pelas pessoas com poder de decisão. (    )
8. Na empresa existe forte interação entre P&D e:
  - 8.1 - Produção (    )
  - 8.2 - Engenharia (    )
  - 8.3 - Manutenção (    )
  - 8.4 - Marketing e vendas (    )
  - 8.5 - Assistência Técnica (    )
  - 8.6 - Administração Geral (    )
9. Inovações tecnológicas geradas internamente são introduzidas em:
  - 9.1 - Produtos (    )
  - 9.2 - Processos (    )
  - 9.3 - Serviços (    )

10. Além da área de P&D, as seguintes áreas produzem inovações tecnológicas:

- 10.1 - Produção ( )
- 10.2 - Engenharia ( )
- 10.3 - Manutenção ( )
- 10.4 - Marketing ( )
- 10.5 - Assistência Técnica ( )
- 10.6 - ..... ( )

- 11. As atividades de P&D são do conhecimento de todas as áreas. ( )
- 12. Não existe duplicação de esforços entre P&D e as demais áreas. ( )
- 13. A empresa possui amplo conhecimento do mercado, incluindo produtos e tecnologias de competidores nacionais e internacionais. ( )
- 14. Na determinação das prioridades de P&D participam todas as áreas. ( )

**SINTONIA ENTRE A ESTRATÉGIA EMPRESARIAL E A TECNOLÓGICA**

Para responder às questões 15 a 28, utilize, por favor, a seguinte escala:

0 | \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ | 10  
(discordo integralmente) (sem opinião) (concordo integralmente)

- 15. A empresa possui uma estratégia de negócios perfeitamente definida (i.e., sabe o que fabricar e para que clientes) contida num plano estratégico. ( )
- 16. Todas as áreas da empresa participam da definição do plano estratégico. ( )

17. O planejamento estratégico baseia-se principalmente:
- 17.1 - no mercado nacional ( )
  - 17.2 - no mercado internacional ( )
  - 17.3 - na disponibilidade de matéria prima ( )
  - 17.4 - na linha atual de produtos ( )
  - 17.5 - na tecnologia ( )
  - 17.6 - na disponibilidade financeira ( )
  - 17.7 - nos planos de empresas similares ( )
  - 17.8 - nos planos de empresas de outra geração ( )
  - 17.9 - nos planos governamentais para o setor ( )
  - 17.10 - nos planos dos detentores da tecnologia ( )
  - 17.11 - outros(especificar) ..... ( )
18. As atividades de pesquisa e desenvolvimento são coerentes com a estratégia global da empresa. ( )
19. A empresa domina internamente as tecnologias que são essenciais para o sucesso do negócio (as tecnologias estratégicas). ( )
20. A empresa, no seu negócio, é um líder tecnológico, estando na vanguarda no lançamento de novas tecnologias. ( )
21. A empresa possui uma estratégia tecnológica que pode ser considerada:
- 21.1 - *ofensiva* (lança produtos no mercado antes dos concorrentes) ( )
  - 21.2 - *defensiva* (lança produtos no mercado pouco depois dos concorrentes) ( )
  - 21.3 - *imitativa* (compete em custos e copia e inova o que já existe) ( )
  - 21.4 - *dependente* (possui uma subordinação tecnológica a outras empresas) ( )
  - 21.5 - *tradicional* (produto e processo são função de tecnologia e mercado consolidados e não apresentam modificações significativas) ( )
  - 21.6 - *oportunista* (procura ocupar com flexibilidade nichos de mercado) ( )
22. O planejamento estratégico é utilizado para delinear o plano de P&D. ( )
23. Com relação à tecnologia de produto e de processo, a empresa é dependente dos detentores do *know-how*. ( )
24. O gerente de P&D participa do planejamento estratégico da empresa. ( )
25. A área de P&D possui um status elevado dentro da empresa. ( )
26. A área de P&D possui um nível adequado de informações sobre os produtos considerados prioritários. ( )
27. A comunicação do gerente de P&D com os demais gerentes é satisfatória. ( )
28. A escolha de fontes externas e internas de tecnologia está coerente com os objetivos estratégicos da empresa. ( )

## CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Para responder às questões 29 a 39 utilize, por favor, a seguinte escala:

0 | \_\_\_\_\_ 5 | \_\_\_\_\_ 10  
(discordo integralmente) (sem opinião) (concordo integralmente)

29. A empresa tem seu negócio baseado em certas tecnologias que considera estratégicas para a competitividade e que estão perfeitamente identificadas. ( )
30. A empresa não depende tecnologicamente do detentor original do *know-how* para produzir a atual linha de produtos. ( )
31. A empresa conhece os seus pontos fracos em relação a cada tecnologia estratégica. ( )
32. A empresa conhece a sua posição e a dos concorrentes em relação a cada tecnologia estratégica. ( )
33. As atividades internas de P&D se relacionam diretamente com as tecnologias estratégicas. ( )
34. As tecnologias desenvolvidas pela empresa são protegidas por patentes. ( )
35. As tecnologias desenvolvidas internamente são utilizadas de forma conveniente em processos, produtos e serviços. ( )
36. As tecnologias desenvolvidas internamente são licenciadas para outras empresas. ( )

37. As atividades tecnológicas da empresa estão relacionadas com:
- 37.1 - negociação de contratos de tecnologia ( )
  - 37.2 - adaptação e modificação de processos ( )
  - 37.3 - adaptação e modificação de produtos ( )
  - 37.4 - desenvolvimento de novos processos ( )
  - 37.5 - desenvolvimento de novos produtos ( )
  - 37.6 - busca de informações tecnológicas ( )
  - 37.7 - programas de aumento de produtividade ( )
  - 37.8 - programas de aumento de qualidade ( )
  - 37.9 - contatos com centros externos de P&D ( )
  - 37.10 - contratos de *joint-ventures* ( )
  - 37.11 - outros (especificar) ..... ( )
38. A empresa possui diretrizes claras sobre quando desenvolver ou quando adquirir tecnologia. ( )
39. As atividades internas de P&D têm trazido à empresa retorno
- 39.1 - financeiro ( )
  - 39.2 - em prestígio ( )
  - 39.3 - em conhecimentos técnicos ( )
  - 39.4 - em poder de barganha com fornecedores ( )
  - 39.5 - em poder de barganha com clientes ( )
  - 39.6 - em competitividade ( )
  - 39.7 - outros (especificar) ..... ( )

Para responder às questões 40 a 42, da próxima página, utilize, por favor, a seguinte escala:

0 | \_\_\_\_\_ | 10  
 (não é importante) (é muito importante)



40. Nas inovações internas realizadas em produtos, processos e serviços, os seguintes fatores foram importantes:

- 40.1 - a existência de tecnologias mais avançadas ( )
- 40.2 - o atendimento das necessidades do cliente ( )
- 40.3 - a reação às iniciativas dos concorrentes ( )
- 40.4 - a necessidade de diversificação de produtos ( )
- 40.5 - a redução de custos ( )
- 40.6 - a necessidade de diferenciação dos produtos ( )
- 40.7 - o aproveitamento de rejeitos industriais ( )
- 40.8 - o aumento da produtividade ( )
- 40.9 - o desenvolvimento interno de pesquisa ( )
- 40.10 - outros fatores (especificar) ..... ( )

41. Para o aporte de tecnologia à empresa, depois de iniciada a operação plena, as seguintes fontes de tecnologia foram importantes:

- 41.1 - P&D interno ( )
- 41.2 - sócio internacional detentor da tecnologia ( )
- 41.3 - universidades ( )
- 41.4 - institutos de pesquisa ( )
- 41.5 - Petroquisa e Petrobrás ( )
- 41.6 - empresas de engenharia ( )
- 41.7 - fornecedores ( )
- 41.8 - clientes ( )
- 41.9 - empresas petroquímicas detentoras da tecnologia ( )
- 41.10 - outras fontes (especificar) ..... ( )

42. Para o aporte de tecnologia à empresa, depois de iniciada a operação plena, os seguintes instrumentos foram importantes:

- 42.1 - contratos de tecnologia com sócio estrangeiro ( )
- 42.2 - associação de pesquisa com empresa ( )
- 42.3 - associação de pesquisa com instituto de P&D ( )
- 42.4 - contratação de pesquisador ou técnico conhecedor da tecnologia ( )
- 42.5 - consórcio de pesquisa ( )
- 42.6 - compra de empresa ( )
- 42.7 - formação de *joint-venture* ( )
- 42.8 - licenciamento de patente ( )
- 42.9 - participação acionária em empresa ( )
- 42.10 - outros instrumentos (especificar) ..... ( )