



# **ANÁLISE DE COMPETITIVIDADE DOS POLOS PETROQUÍMICOS BRASILEIROS**

**Danilo Radefeld Sarcinelli**

**Monografia em Engenharia Química**

**Orientadora:**

**Prof.<sup>a</sup> Flávia Chaves Alves, D.Sc.**

**Julho de 2010**

**ANÁLISE DE COMPETITIVIDADE DOS POLOS  
PETROQUÍMICOS BRASILEIROS**

***Danilo Radefeld Sarcinelli***

Monografia em Engenharia Química submetida ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

---

Daniel Weingart Barreto, D.Sc.

---

Estevão Freire, D.Sc.

---

Shimenne Coelho Costa, Eng<sup>a</sup>

Orientado por:

---

Flávia Chaves Alves, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
Julho de 2010

Sarcinelli, Danilo Radefeld

Análise de competitividade dos polos petroquímicos brasileiros / Danilo Radefeld Sarcinelli / Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2010.

vii, 95 p.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2010.

Orientadora: Flávia Chaves Alves.

1. Competitividade. 2. Polos Petroquímicos. 3. Brasileiros. 4. Monografia (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Flávia Chaves Alves, D.Sc.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Reginaldo e Elizabeth, por terem sempre acreditado em mim e me proporcionado senão tudo, o indispensável: educação.

À minha querida irmã Amanda, a escolhida “testemunha” da concretização de um dos maiores sonhos de minha vida.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado fazendo dos poucos maus momentos suportáveis, e dos muitos bons ainda melhores.

Por fim, gostaria de agradecer à minha Orientadora Flávia por me mostrar uma nova visão no vasto mundo de possibilidades da Engenharia Química. Agradeço à UFRJ e à Escola de Química, e lembrar que uma instituição de qualidade e excelência como esta de nada seria sem seu quadro de professores e funcionários. Mais que investimentos materiais, são elas as pessoas que fazem da UFRJ uma das maiores e melhores Universidades de todo o país.

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

## **ANÁLISE DE COMPETITIVIDADE DOS POLOS PETROQUÍMICOS BRASILEIROS**

Danilo Radefeld Sarcinelli  
Julho, 2010

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Flávia Chaves Alves, D.Sc.

A Indústria Petroquímica figura como a maior fatia do faturamento anual da indústria química brasileira, com cifras que giram em torno de US\$ 40 bilhões. Após décadas de políticas protecionistas, que entre outros vícios coibiu o notório caráter inovador dessa indústria, o equivocadamente chamado processo de privatização que o precedeu acabou por resultar no final do século XX numa petroquímica fragmentada e incapaz de competir internacionalmente. Os últimos anos, porém, testemunharam movimentos de reestruturação motivados pela própria realidade do mercado que proporcionaram uma maior integração das empresas e fortaleceram a competitividade da indústria petroquímica nacional como um todo. A análise da competitividade proposta visa avaliar de forma qualitativa os polos brasileiros (Capuava-SP, Camaçari-BA, Triunfo-RS e Duque de Caxias-RJ) com base nos principais fatores de competitividade apontados pela literatura referentes à indústria petroquímica, a saber: escala de operação, escopo/integração, tecnologia, acesso e preço das matérias-primas. Nesse contexto, também se discute o projeto do Polo Petroquímico do Rio de Janeiro, o Comperj, previsto para entrar em operação no ano de 2013, e que agregaria todos os fatores de competitividade em questão. Os resultados obtidos descrevem um cenário de crescente retomada de competitividade da indústria petroquímica brasileira, todavia, alguns obstáculos ainda dificultam individualmente os polos. O caso mais dramático pode ser visto no Polo de Capuava-SP, o mais antigo dos atuais quatro complexos nacionais, e que sofre com falta de escala de operação, elevado custo da matéria-prima e falhas na integração logística.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| <b>Capítulo 1 – Introdução e Objetivos</b> .....                             | 1  |
| <b>1.1. Introdução</b> .....   | 1  |
| <b>Capítulo 2 – O Petróleo e a Cadeia Petroquímica</b> .....                 | 5  |
| <b>2.1. O Petróleo e seus Derivados</b> .....                                | 5  |
| <b>2.2. A Cadeia Petroquímica</b> .....                                      | 9  |
| <b>2.3. Desenvolvimento da Indústria do Petróleo e da Petroquímica</b> ..... | 10 |
| <b>2.4. Panorama Atual</b> .....   | 14 |
| <b>2.5. Capacidade Instalada Mundial</b> .....                               | 17 |
| <b>2.6. A Petroquímica no Brasil</b> .....                                   | 24 |
| <b>Capítulo 3 – Matérias-Primas e Tecnologia</b> .....                       | 30 |
| <b>3.1. Matérias-Primas Petroquímicas</b> .....                              | 30 |
| 3.1.1. <i>Nafta</i> .....  | 30 |
| 3.1.2. <i>Gás Natural</i> .....  | 32 |
| 3.1.3. <i>Gás de Refinaria</i> .....   | 33 |
| 3.1.4. <i>Condensado</i> .....   | 35 |
| 3.1.5. <i>Outras Matérias-Primas</i> .....                                   | 36 |
| <b>3.2. Tecnologias Atuais e Tendências Futuras</b> .....                    | 37 |
| 3.2.1. <i>Plástico Verde</i> .....   | 41 |
| <b>4.1. Breve Referencial Teórico</b> .....                                  | 43 |
| <b>4.2. Competitividade e a Indústria Petroquímica</b> .....                 | 44 |
| <b>4.3. Fatores Determinantes da Competitividade</b> .....                   | 46 |
| 4.2.1. <i>Fatores Sistêmicos</i> .....                                       | 46 |
| 4.2.2. <i>Fatores Estruturais</i> .....                                      | 47 |
| 4.2.3. <i>Fatores Empresariais</i> .....                                     | 47 |

|  |    |
|--|----|
| <b>4.4. Estratégias Abordadas</b> .....  | 49 |
| <b>4.5. Guerra de Preços</b> .....   | 50 |
| <b>4.6. A Crise e suas Repercussões</b> .....                                    | 55 |
| <b>Capítulo 5 – Polos Petroquímicos</b> .....                                    | 58 |
| <b>5.1. Polos Petroquímicos Brasileiros</b> .....                                | 58 |
| 5.1.1. <i>Polo de Capuava-SP</i> .....   | 59 |
| 5.1.2. <i>Polo de Camaçari-BA</i> .....  | 61 |
| 5.1.3. <i>Polo de Triunfo-RS</i> .....   | 64 |
| 5.1.4. <i>Rio Polímeros – Riopol</i> .....                                       | 65 |
| 5.1.5. <i>Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – Comperj</i> .....            | 68 |
| <b>Capítulo 6 – Análise de Competitividade</b> .....                             | 71 |
| <b>6.1. Análise de Competitividade dos Polos Petroquímicos Brasileiros</b> ..... | 71 |
| 6.1.1. <i>Matéria-Prima</i> .....  | 72 |
| 6.1.2. <i>Escala de Produção</i> .....   | 75 |
| 6.1.3. <i>Integração</i> .....   | 76 |
| 6.1.4. <i>Tecnologia</i> .....   | 81 |
| <b>6.2. Discussão</b> .....  | 83 |
| <b>Capítulo 7 – Considerações Finais</b> .....                                   | 90 |
| <b>Referências Bibliográficas</b> .....  | 92 |

## Capítulo 1 – Introdução e Objetivos

### 1.1. Introdução

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), a petroquímica é o setor mais expressivo e dinâmico da diversificada indústria química nacional, cujo faturamento líquido alcançou o montante de US\$ 122.0 bilhões em 2008, correspondendo a um aumento de 17.9% em relação ao faturamento de 2007, dividido em diversos subsetores, conforme apresentado na Tabela 1. O grupo de produtos químicos de uso industrial corresponde aos insumos utilizados em diversos setores, como fertilizantes para a agricultura, embalagens para alimentos e bebidas, construção civil e indústria automobilística. Cerca de 60% desse segmento é composto de produtos da indústria petroquímica, o que evidencia a importância do setor na indústria nacional.

Tabela 1: Faturamento líquido da Indústria Química em 2008, por Grupo de Produtos

| <b>Produtos</b>                          | <b>US\$ bilhões</b> |
|--|---------------------|
| Produtos Químicos de Uso Industrial      | 61.2                |
| Produtos Farmacêuticos                   | 17.1                |
| Adbos e Fertilizantes                    | 14.2                |
| Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos | 10.4                |
| Defensivos Agrícolas                     | 7.0                 |
| Sabões e Detergentes                     | 6.3                 |
| Tintas, Esmaltes e Vernizes              | 3.0                 |
| Outros                                   | 2.8                 |
| <b>Total</b>                             | <b>122.0</b>        |

Fonte: Adaptado de Abiquim, 2009

A balança comercial da indústria química brasileira tem sido deficitária ao longo de sua história, e os dados da Abiquim (2009) mostram que as importações brasileiras de produtos químicos não só mantiveram a tendência de crescimento dos últimos anos como deram um expressivo salto em 2008. As compras externas de produtos químicos ficaram próximas a US\$ 35.1 bilhões, um valor recorde e que representou aumento de 46.6% na comparação com 2007, apesar de o volume ter se mantido no mesmo patamar de 27.9 milhões de toneladas. Esses números refletem a evolução, em boa parte do ano, dos preços dos produtos químicos no mercado internacional, puxados pelo crescimento da demanda e pela cotação do petróleo e

da nafta petroquímica, matéria-prima de grande importância na cadeia produtiva do setor.

O déficit na balança comercial brasileira de produtos químicos estabeleceu novo recorde em 2008: US\$ 23.2 bilhões, o que corresponde a um crescimento, em doze meses, de 75%. Os segmentos que mais contribuem para o déficit comercial da indústria química são o farmacêutico, o de fertilizantes e defensivos agrícolas e o petroquímico (Abiquim, 2009).

A cadeia de produção petroquímica utiliza matérias-primas derivadas do petróleo e do gás natural para a obtenção de intermediários e resinas termoplásticas, principais produtos petroquímicos de uso industrial, em termos de volume de produção e faturamento.

A principal característica da indústria petroquímica é ser intensiva em energia e capital, ilustrando um caso clássico de oligopólio concentrado, em que há fortes barreiras à entrada, concentração em grandes empresas e movimentos cíclicos de investimentos, preços e margens de lucro. Em função do longo período de maturação dos investimentos, a expansão da oferta ocorre “por saltos” à frente da demanda, com grandes acréscimos de capacidade instalada a cada ciclo de investimento. Isso implica um padrão de desequilíbrio permanente, que alterna períodos de preços e margens elevados no mercado internacional com períodos de baixa e compressão de margens pelo descasamento entre oferta e demanda (BASTOS, 2009).

Nesse sentido, os principais fatores de competitividade da indústria petroquímica são a escala de produção, com vistas à apropriação de economias de escala (as centrais operam em torno de 90% da capacidade de modo que maximize a rentabilidade); a integração logística e empresarial, obtendo economias de escopo; e tecnologias que permitam alcançar vantagens de custo (no caso dos petroquímicos de segunda geração, que também possibilitem diferenciação de produto). Alguns consideram importante a localização próxima ao mercado consumidor (no caso dos petroquímicos de segunda geração), embora o acesso da matéria-prima a baixo custo adquira importância crescente, dada sua participação de quase 80% no custo de produção dos petroquímicos básicos e a volatilidade dos preços do petróleo (BASTOS, 2009).

No cenário mundial, as indústrias petroquímicas com base em gás são as mais competitivas, principalmente aquelas localizadas no Oriente Médio onde o gás

associado, extraído junto com o petróleo, tem os custos mais baixos. Com a nafta atingindo recordes sucessivos de preços, esta competitividade ficou ainda mais evidente. Recentemente a região do Oriente Médio foi contemplada por unidades de grande capacidade de produção de eteno a partir de gás.

Existe a tendência, em empresas petroquímicas internacionais que utilizam cargas líquidas, de diversificarem a sua base de matéria-prima, permitindo a flexibilidade para a escolha do insumo de maior atratividade dentro do mercado volátil de petróleo e seus derivados. A necessidade de diversificação e busca de matéria-prima com mais baixo custo no cenário de alta competitividade e baixas margens tem sido uma preocupação para as petroquímicas mundiais, como a brasileira Braskem. A partir do acesso a matérias-primas mais atrativas, é possível garantir margens sustentáveis. Nesse contexto, a princípio, o gás natural se coloca como a matéria-prima de melhor rentabilidade, em linha com o aumento de valor agregado do seu uso como insumo nas diversas aplicações.

Petroquímicos de primeira geração, como o eteno, são *commodities*, com o preço definido pelo mercado internacional. Assim sendo, para distender a margem de lucro e aumentar a competitividade, as empresas são obrigadas a cortar custos de produção. Os polos com os menores custos de produção possuem maior margem de lucro e capacidade de reinvestimento, gerando um real círculo virtuoso de crescimento. A recíproca é igualmente verdadeira, a tal ponto que a falta de investimento pode levar a uma defasagem de competitividade tão acentuada (baixa escala e eficiência, escassez de matérias-primas e perda de mercado) que se torna impraticável manter a produção e a unidade precisa ser fechada. Nesse sentido, analisar a situação atual dos polos petroquímicos brasileiros é de suma importância para a competitividade da cadeia produtiva como um todo.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a competitividade das Unidades de Primeira Geração dos quatro polos petroquímicos brasileiros (Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia) através de um estudo investigativo a respeito da presença dos fatores de competitividade, como escala, escopo/integração e tecnologia, a qual esta intimamente ligada ao tipo de matéria-prima processada e a eficiência de produção, e que por sua vez reflete-se no custo de produção e margens de lucro. A partir destas informações, pretende-se discutir quais são os pontos

fortes e fracos de cada polo e quais seriam as alternativas para melhorar sua competitividade, baseado em padrões de comparação internacionais.

Além dessa introdução, o trabalho está dividido em 6 capítulos. O capítulo 2 apresenta um panorama geral da cadeia petroquímica, foco do presente estudo. Em seguida, no capítulo 3, são discutidos os principais aspectos relativos às matérias-primas e tecnologia para o setor petroquímico. O capítulo 5 aborda a caracterização dos polos petroquímicos brasileiros, de forma a embasar a análise da competitividade deles, a qual é feita no capítulo 6. O capítulo 7 apresenta as principais conclusões do trabalho.

## Capítulo 2 – O Petróleo e a Cadeia Petroquímica

### 2.1. O Petróleo e seus Derivados

O petróleo, formado pela decomposição de matéria orgânica ao longo de séculos, é composto por uma mistura de hidrocarbonetos e pequenas quantidades de átomos de enxofre, nitrogênio e oxigênio, além de impurezas na forma de compostos inorgânicos, cuja composição varia conforme os campos e poços, mas contém, em geral, os elementos apresentados na Tabela 2. Essas diferentes composições do petróleo em distintas regiões possibilitam produzir proporções variadas de derivados, cuja obtenção poderá ser feita de acordo com as faixas de destilação, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 2: Componentes do Óleo Cru Típico

| <b>Elemento</b>       | <b>% em peso</b> |
|-----------------------|------------------|
| Carbono               | 83.9 – 86.8      |
| Hidrogênio            | 11.4 – 14.0      |
| Nitrogênio            | 0.11 – 1.70      |
| Oxigênio              | 0.50             |
| Enxofre               | 0.06 – 9.0       |
| Metais (Fe, Ni, etc.) | 0.30             |

Fonte: BASTOS, 2009

O petróleo bruto não é utilizado diretamente, mas exige operações físicas e químicas realizadas nas refinarias com o intuito de separar e enriquecer as frações que darão origem aos produtos com usos e mercados específicos, desde combustíveis até matérias-primas petroquímicas, como a nafta. Bastos (2009) aponta que o gás natural também pode ser processado para a obtenção de matérias-primas petroquímicas (etano, propano, butanos e o metano, que corresponde a mais de 90% da composição total).

Na operação de refino, empregam-se os processos de separação, de natureza física e os processos de conversão de natureza química. Os primeiros destinam-se a desmembrar o petróleo em suas frações, enquanto que os processos de con-

versão objetivam modificar a composição molecular de uma fração com o intuito de valorizá-la economicamente. Exemplos de processos de separação de natureza física incluem a destilação atmosférica, destilação a vácuo e extração de aromáticos. Os processos de conversão química contam com o craqueamento térmico, viscorredução, coqueamento retardado e processos catalíticos de síntese e rearranjo molecular, entre os quais craqueamento catalítico (FCC), hidrocraqueamento catalítico (HCC), hidrocraqueamento catalítico brando, alquilação catalítica e reforma catalítica. As reações de refinaria que têm maior importância para a produção química são o craqueamento – o *steam cracking*, ou craqueamento térmico (ou a vapor), e o *catalytic cracking*, ou craqueamento catalítico – e a reforma catalítica.

Tabela 3: Faixas de Destilação do Petróleo

| Derivado          | Faixas de Destilação      | Principais Aplicações  |
|-------------------|---------------------------|--|
| GLP               | C3 e C4                   | Intermediário na produção de petroquímicos, combustível industrial ou doméstico, aerossóis |
| Nafta ou Gasolina | C5 a C9-12 (140 – 220 °C) | Petroquímica (nafta leve), combustível (nafta média e pesada)                              |
| Querosene         | C10 a C18 (150 – 300 °C)  | Abastecimento de aeronaves pesadas, iluminação   |
| Óleo Diesel       | C10 a C21 (170 – 370 °C)  | Abastecimento de veículos pesados, instalações de aquecimento de pequeno porte             |
| Gasóleo           | 250 – 550 °C              | Combustível na metalurgia, combustível industrial leve                                     |
| Óleo Combustível  | Produto de Fundo          | Combustível industrial, combustível para navios, veículo para inseticidas agrícola         |
| Asfalto           | Produto de Fundo          | Pavimentação, impermeabilização, pinturas  |

Fonte: BASTOS, 2009

A produção petroquímica inicia-se após o refino, empregando frações específicas como a nafta ou os subprodutos obtidos das operações de craqueamento e da reforma catalítica, além de frações provenientes do processamento do gás natural, ou de correntes gasosas geradas pela refinaria. No caso do gás natural, é possível obter metano, etano, propano e butano, que são matérias-primas petroquímicas. Pode ainda empregar o condensado, um tipo de derivado do processamento do gás natural que pode ser misturado à nafta, em proporções pequenas.

Os principais produtos da petroquímica são as olefinas (eteno, propeno e derivados do C4, como o butadieno) e os aromáticos (benzeno, tolueno e xilenos, conhecidos como BTX), que são petroquímicos básicos (ou de primeira geração) obtidos nas centrais de matérias-primas, a partir dos quais são produzidos plásticos,

intermediários para fibras e detergentes, entre outros. A natureza gasosa dos principais produtos petroquímicos básicos contribui para a tendência à integração da indústria, de modo a evitar questões logísticas complexas e de elevado custo de transporte e armazenamento (ao contrário das resinas ou plásticos, mais facilmente transportados e armazenados, *commodities* comercializadas internacionalmente).

O tipo de matéria-prima empregado pela petroquímica tem rendimentos variados e determina o *mix* diferenciado de produtos. A escolha de uma ou de outra num determinado momento dependerá de fatores como a existência de reservas de gás natural, relação entre preço da nafta e do gás, custo de equipamentos, demanda por produtos associados a preços remuneradores, etc (ECIB, 1993).

No caso do eteno, os rendimentos de produção com base no gás natural superam os rendimentos da nafta (80% do etano em comparação com cerca de 30% da nafta), podendo ser considerado mais eficiente. Ademais, apenas citando algumas diferenças, a utilização do gás natural frente à nafta não exige instalações de refino de petróleo, requer operações químicas mais simples e gera menos poluentes (BASTOS, 2009).

Por outro lado, a nafta possui maior versatilidade, possibilitando um conjunto mais diversificado de petroquímicos básicos, com destaque para o propeno e aromáticos, como pode ser visto pela Figura 1.

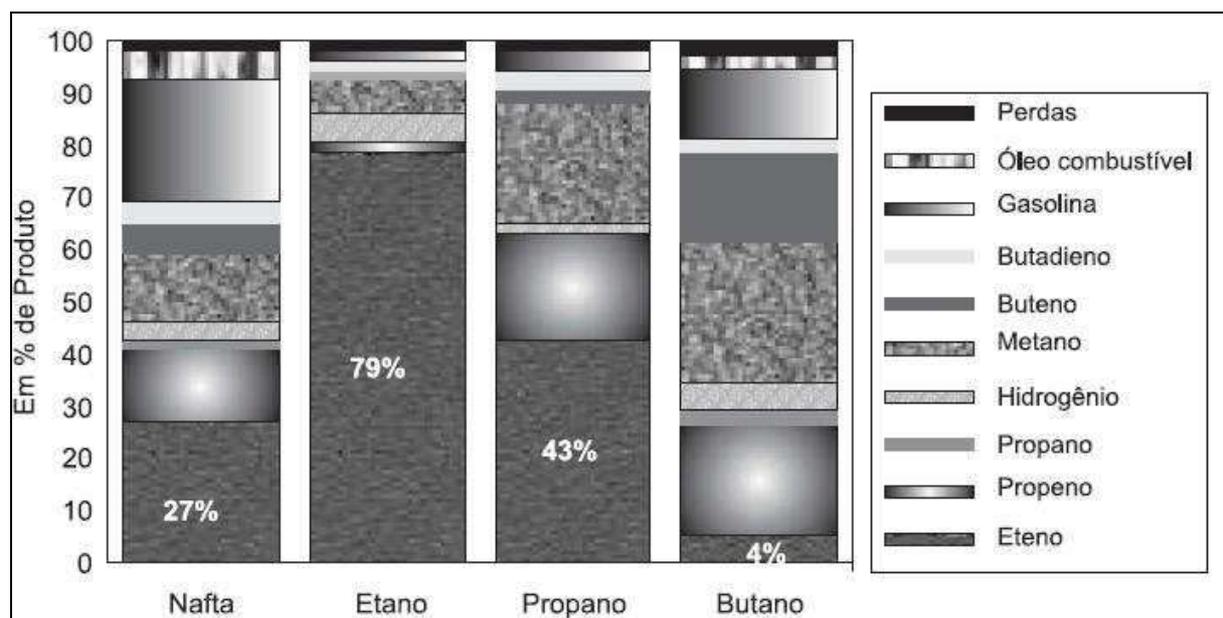


Figura 1: Padrões Típicos de Craqueamento por Matéria-Prima

Fonte: BASTOS, 2009

As diferentes características das matérias-primas petroquímicas são tão relevantes que se observam ao redor do globo tendências regionais para a composição da principal matéria-prima utilizada.

Em síntese, as indústrias petroquímicas da Ásia e da Europa têm como matéria-prima básica a nafta, enquanto o Oriente Médio e a América do Norte empregam principalmente o etano (Figura 2). Nos Estados Unidos, a maior parte da nafta é convertida em gasolina. Na América Latina, a proporção é equivalente para as duas matérias-primas, com ligeira predominância da nafta em função do peso da petroquímica brasileira, que utiliza essa matéria-prima, enquanto os demais países da região utilizam o etano (BASTOS, 2009).

De todo modo, em termos mundiais, a nafta é ainda a principal matéria-prima, respondendo por mais da metade da produção petroquímica. Seu consumo para produção de olefinas é, atualmente, de mais de 200 milhões de t/ano, puxado pela Ásia e Europa Ocidental (BASTOS, 2009).

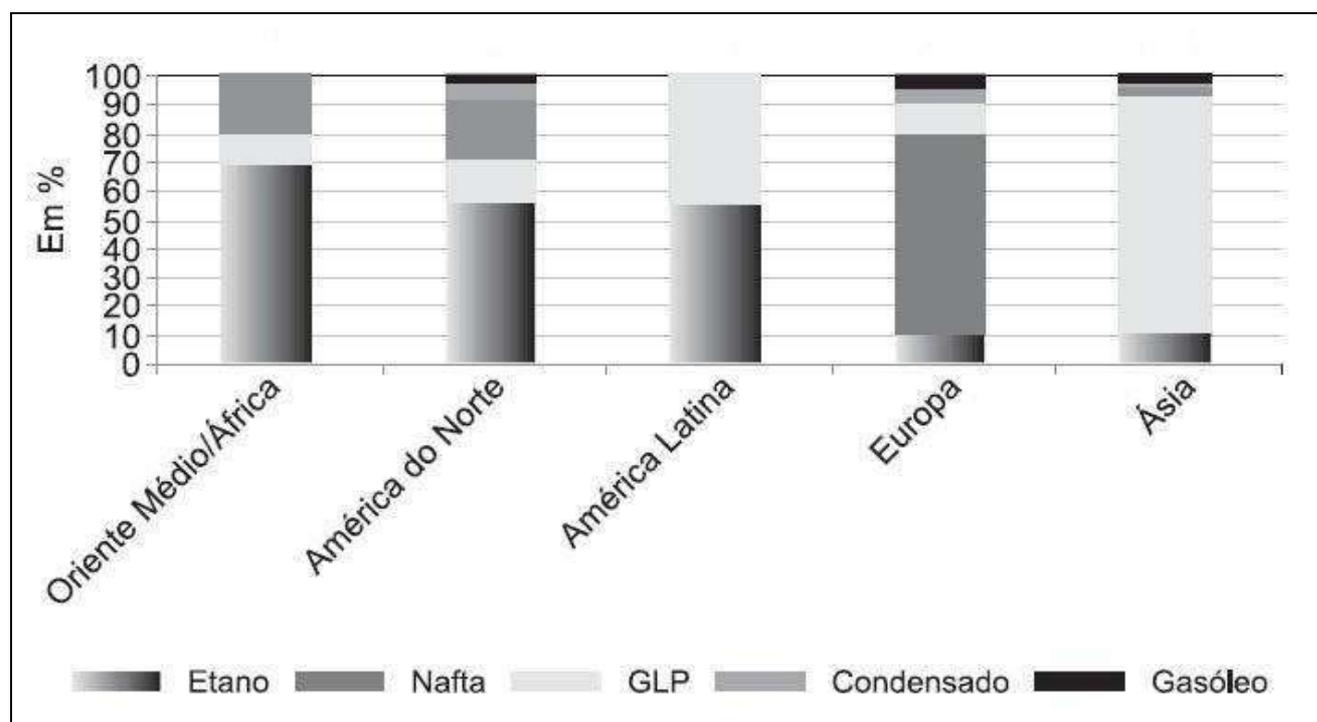


Figura 2: Participação na Produção e Fontes de Matérias-Primas por Região (2007)

Fonte: BASTOS, 2009

## 2.2. A Cadeia Petroquímica

De acordo com Bastos (2009), a Abiquim classifica a cadeia petroquímica como sendo constituída de unidades ou empresas de primeira geração, que são as produtoras de básicos petroquímicos (olefinas e aromáticos) e de unidades ou empresas de segunda geração, que são, sobretudo, as produtoras de intermediários e resinas termoplásticas. As empresas de terceira geração, mais conhecidas por empresas de transformação plástica, são os clientes da indústria petroquímica que transformam os produtos da segunda geração e intermediários em materiais e artefatos utilizados por diversos segmentos, como o de embalagens, construção civil, elétrico, eletrônico e automotivo (Figura 3).

De acordo com Gomes (2005), a cadeia petroquímica organiza-se preferencialmente em polos a fim de aproveitar as sinergias logísticas, de infra-estrutura e de integração operacional, e, com isso, minimizar os custos. As unidades que formam um polo petroquímico são, principalmente, as de primeira e segunda geração, podendo estar empresarialmente integradas ou não. O panorama atual da indústria petroquímica brasileira pode ser mapeado a partir da análise da estrutura de oferta dos principais produtos de primeira e segunda geração.

*Primeira Geração* – São as produtoras de petroquímicos básicos, produtos resultantes da primeira transformação de correntes petrolíferas (nafta, gás natural, etano, etc.) por processos químicos (craqueamento a vapor, pirólise, reforma a vapor, reforma catalítica, etc.). Os principais produtos primários são as olefinas (eteno, propeno e butadieno) e os aromáticos (benzeno, tolueno e xileno). Secundariamente, são produzidos ainda solventes e combustíveis.

*Segunda Geração* – São produtoras de resinas termoplásticas (polietilenos e polipropilenos) e de intermediários, produtos resultantes do processamento dos produtos primários, como MVC, acetato de vinila, TDI, óxido de propeno, fenol, caprolactama, acrilonitrila, óxido de eteno, estireno, ácido acrílico, etc. Esses intermediários são transformados em produtos finais petroquímicos, como PVC, poliestireno, ABS, resinas termoestáveis, polímeros para fibras sintéticas, elastômeros, poliuretanas, bases para detergentes sintéticos e tintas, etc.

*Terceira Geração* – São as empresas de transformação que fornecem embalagens, peças e utensílios para os segmentos de alimentação, construção civil, elé-

trico, eletrônico, automotivo, entre outros. As empresas transformadoras localizam-se, em geral, próximas ao mercado consumidor.

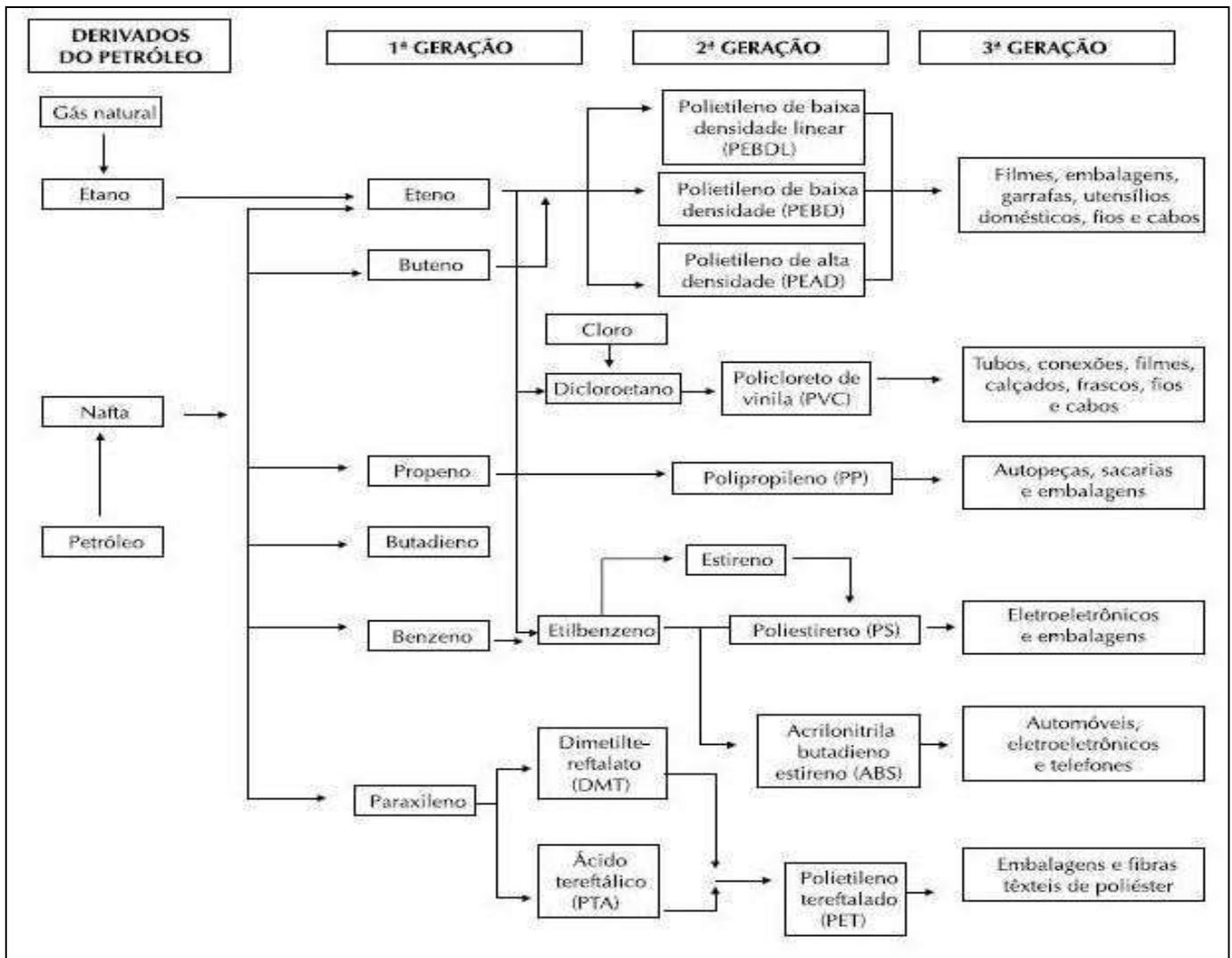


Figura 3: Esquema simplificado da Cadeia Produtiva Petroquímica

Fonte: Adaptado de Abiquim, 2009

### 2.3. Desenvolvimento da Indústria do Petróleo e da Petroquímica

O ser humano lida com o petróleo desde a Antiguidade. Os primeiros registros datam de 3 mil anos a.C., na Mesopotâmia (atual Iraque), quando foi utilizado como argamassa nas construções, pavimentação e mesmo na iluminação, ainda que de forma precária (SANTOS, 2006). De qualquer forma, a indústria do petróleo, tal como é hoje conhecida, surgiu nos Estados Unidos em meados do século XIX,

com a primeira refinaria construída pela Standard Oil Company. Os poços de petróleo mais antigos do mundo estão localizados na América do Norte e no Mar do Norte, mas o avanço da indústria petrolífera norte-americana e de outros países desenvolvidos rapidamente alcançou países menos desenvolvidos, que detinham importantes reservas, pela ação de transnacionalização das empresas pioneiras, as conhecidas “sete irmãs”, que, apesar das fusões e mudanças de denominação, sobrevivem até hoje (BASTOS, 2009).

Entre a década de 1860 e o final do século XIX, a indústria petrolífera era caracterizada pela limitada tecnologia disponível, altos custos de transporte e alta volatilidade dos preços. Com uma participação reduzida na matriz energética, os EUA era praticamente o único país a comercializar petróleo. Enquanto isso, a indústria química orgânica era baseada em carvão, e caracterizada por processos em batelada e pequenas quantidades. Assim como as escalas, as empresas também eram pequenas e ficavam concentradas principalmente na Alemanha e Inglaterra (CARDOSO, 2009). A Tabela 4 apresenta um resumo das principais fases da história do petróleo e petroquímica, de acordo com Cardoso (2009).

Tabela 4: Quadro Resumo das Principais Fases da História do Petróleo e da Petroquímica

| <b>Período</b> | <b>Petróleo</b>   | <b>Petroquímica</b>  |
|----------------|---|--|
| Até 1900       | Nascimento da indústria, fenômeno norte-americano                 | Indústria química baseada em carvão, Inglaterra e Alemanha os grandes centros industriais                |
| 1901 – 1939    | Internacionalização da indústria, crescimento acelerado           | Primeiros desenvolvimentos, nascimento do P&D, primeiras plantas   |
| 1940 – 1969    | Consolidação do setor   | Crescimento acelerado, grande entrada de empresas  |
| 1970 – 1979    | Aumento de importância da dimensão geopolítica. Crise do petróleo | Primeira crise da indústria. Algumas empresas diversificadas desistiram de suas posições em petroquímica |
| 1980 – 1989    | Contrachoque do petróleo  | Crise de sobrecapacidade   |
| Após 1990      | Onda de fusões e aquisições                                       | Onda de fusões e aquisições, reestruturações estratégicas  |

Fonte: CARDOSO, 2009

Enquanto a química derivada do carvão foi o subproduto da revolução industrial na Inglaterra e do restante do continente europeu nos séculos XVIII e XIX, a petroquímica é uma indústria com origem norte-americana, cuja história confunde-se com a própria história do petróleo/gás, a partir da emergência da automobilística,

dos plásticos e do padrão de consumo hegemônico nos Estados Unidos (BASTOS, 2009).

Embora o primeiro produto químico fabricado com base no petróleo tenha sido o negro-de-fumo, em 1872, usado na produção de borracha sintética, a indústria petroquímica moderna surgiu efetivamente apenas na década de 1920, com vistas a aproveitar frações que sobravam do petróleo, com uma planta comercial de isopropanol da Standard Oil. Foi decisiva a introdução nas refinarias dos processos de craqueamento da Union Carbide, segundo estágio no refino do petróleo, que permitiam a produção de eteno, enquanto o propeno, o segundo mais importante petroquímico básico, foi originalmente subproduto do refino para produção de gasolina. Assim, os desenvolvimentos no processo de craqueamento de frações leves do petróleo levaram a melhorias na tecnologia de produção de combustíveis e avanços no desenvolvimento de derivados químicos (BASTOS, 2009).

A Primeira Guerra Mundial imprimiu dinamismo à indústria do petróleo, por meio do aumento do consumo de combustíveis fósseis e também pelo estímulo a produtos como benzeno e tolueno, mas foi nos anos 1920/1930 que a demanda crescente e a disponibilidade de petróleo e gás natural motivaram a expansão da indústria petroquímica, com participação ativa de empresas químicas norte-americanas. Na Segunda Guerra Mundial, volumes ainda mais expressivos de petróleo foram produzidos, empregados como combustíveis e produtos químicos de uso militar, como borracha sintética, tolueno e outros (BASTOS, 2009).

Os preços do petróleo iniciaram os anos de 1950 estáveis. Este fato, aliado ao cenário macroeconômico favorável no pós-guerra e ao rápido crescimento de segmentos intensivos em petróleo (por exemplo, automobilístico e petroquímico) impulsionavam fortemente a demanda por este energético. Para atender a esta demanda, os antigos campos produtores não eram mais suficientes e fez-se necessário a busca de novas fronteiras, a saber, no Oriente Médio e Norte da África (CARDOSO, 2009).

Após a guerra, plantas isoladas instaladas junto às refinarias começaram a dar lugar a parques de refino, que depois assumiram a forma de complexos petroquímicos em função de razões técnicas e econômicas. A integração empresarial só começou após as décadas de 1950 e 1960, pela necessidade de coordenação dos

investimentos das duas gerações petroquímicas e do acesso a matérias-primas, além da competição entre produtores (BASTOS, 2009).

No âmbito da indústria do petróleo/gás, mudanças geopolíticas levaram a conflitos e crises, desde a constituição da Opep, em 1960, às duas crises do petróleo na década de 1970, que forçaram os países produtores a assumir o controle de preços e produção, que antes cabia às empresas petrolíferas privadas. Além disso, ocorreu uma progressiva diminuição da participação dos países desenvolvidos nas reservas (concomitantemente ao aumento da sua produção e consumo de petróleo/gás) frente a países em desenvolvimento, com redução do papel das empresas privadas ante a forte expansão das empresas nacionais de petróleo, essencialmente estatais. Há trinta anos, 95% das reservas de petróleo eram detidas por empresas privadas; atualmente, 93% delas são detidas por empresas estatais (BASTOS, 2009).

O movimento de expansão dessas empresas nacionais de petróleo tem reflexos mais diretos na petroquímica, por meio da constituição de empresas subsidiárias e da integração vertical pela implantação/expansão de capacidade em petroquímicos básicos e nas principais *commodities* (polietileno, polipropileno, etc.), com vantagens de custo e ampla disponibilidade de matérias-primas, principalmente pelo uso do gás natural no Oriente Médio (BASTOS, 2009).

É interessante observar que, de acordo com Cardoso (2009), os dois choques do petróleo ocorridos durante a década de 1970 (1973 e 1979) não foram os primeiros e nem causaram as maiores variações de preços da história. Contudo, as oscilações nos preços ocorridas anteriormente não tiveram o mesmo impacto sobre as economias devido à baixa participação do petróleo na matriz energética mundial e a auto-suficiência da maioria dos grandes consumidores.

A crise de petróleo nos anos 1970, com declínio da oferta e escalada de preços, afetou diretamente a petroquímica, o que, somado à competição crescente, ao excesso de capacidade (decorrente da implantação de unidades européias e japonesas) e à recessão econômica, levou à reestruturação dos produtores norte-americanos nos anos 1980. Estes reduziram seu leque de operações diversificadas, desfazendo-se de negócios na petroquímica e migrando para segmentos de maior lucratividade e vantagens competitivas, como especialidades químicas (BASTOS, 2009).

Para a indústria petroquímica mundial, os anos de 1980 iniciaram-se com um ambiente hostil. A baixa demanda reduzia suas taxas de crescimento diante da crise econômica mundial e da saturação na substituição de produtos tradicionalmente utilizados pelos polímeros; era o início de uma fase de maturidade. A dilatada capacidade instalada atingida nas décadas anteriores, associada à padronização, transformou os produtos petroquímicos em *commodities* (CARDOSO, 2009).

Nos anos seguintes, em que prevaleceram menores preços do petróleo e derivados, foram ainda mais amplas as mudanças na petroquímica, com a reestruturação dos produtores europeus e a emergência dos asiáticos no cenário global. As principais empresas passaram por fusões e aquisições visando fortalecer posições de mercado, ampliar economias de escala e reforçar capacitação tecnológica, o que resultou em concentração, aumento da escala e maior integração da cadeia petroquímica (BASTOS, 2009).

Outros fatores que estimulavam essa integração eram o aumento das similaridades entre os processos petroquímicos e de refino, a maior rentabilidade das empresas químicas em comparação com as petrolíferas e as oportunidades de investimentos que agregassem valor aos co-produtos da produção de combustíveis. Este último, particularmente, surgia como uma interessante opção para as empresas que tinham uma disponibilidade de fluxo de caixa aquém das opções de investimento da indústria petrolífera. A química apresentava-se então, à primeira vista, como uma possibilidade relativamente fácil de valorização do petróleo (CARDOSO, 2009).

#### **2.4. Panorama Atual**

O cenário atual da petroquímica mundial vem passando por uma nova onda de mudanças estruturais que envolvem a consolidação de novos e importantes atores, mas paralelamente à maior adaptabilidade e flexibilidade das empresas químicas líderes mundiais. Estas começaram a buscar parcerias internacionais e a constituição de *joint ventures* inéditas com os novos atores em meio ao deslocamento dos principais eixos produtor e consumidor – crescimento do Oriente Médio e Extremo Oriente (e, em menor escala, da América Latina), em detrimento dos países desenvolvidos (Estados Unidos e Europa Ocidental), que com a Ásia serão os prováveis importadores líquidos de petroquímicos (BASTOS, 2009).

De acordo com Bastos (2009), um exemplo emblemático é o da empresa Dow Chemical que constituiu *joint venture* com a Saudi Aramco, gigante mundial do petróleo, para construção de um megacomplexo petroquímico em Ras Tanura, na Arábia Saudita. Emblemática, também, foi a aquisição da divisão de plásticos da GE pela Sabic, além da parceria da Saudi Aramco e Sumitomo. O movimento parece constituir uma tendência nova na petroquímica, determinado em grande parte pelas restrições mundiais de matérias-primas e vantagens de custo e disponibilidade de petróleo/gás.

Atualmente, dois quintos da produção mundial de petroquímicos básicos pertencem à Ásia, seguida pela América do Norte e a Europa, tendência que deverá ser reforçada nos próximos anos com os expressivos investimentos, sobretudo na China, onde a crescente representatividade dos mercados tem estimulado a instalação de capacidade na região por empresas nacionais em parceria com líderes globais químicas ou do petróleo (BASTOS, 2009).

Investimentos petroquímicos ainda mais representativos estão sendo realizados no Oriente Médio, para produção de eteno e derivados com base no gás natural disponível e extremamente barato, além de unidades acessórias de propeno junto às refinarias, também por meio de parcerias entre grandes empresas químicas ou petrolíferas mundiais e empresas de petróleo do Oriente Médio e suas subsidiárias (BASTOS, 2009).

Desde a década de 1980, os novos entrantes na petroquímica deslocam-se para países com disponibilidade de matérias-primas (petróleo e gás natural) a custos menores, como é o caso da região do Golfo, onde a Arábia Saudita era o principal produtor. Esperava-se que a produção petroquímica nesses países ricos em petróleo e gás transformaria profundamente os mercados com as maiores demandas, tal o europeu. Os efeitos dessa migração, contudo, mostram-se, segundo alguns especialistas, muito menos significativos (CARDOSO, 2009).

De acordo com Cardoso (2009), a produção petroquímica nos países com grandes reservas de matérias-primas concentra-se, principalmente, em produtos *commodities*, com baixo valor agregado. A Arábia Saudita, por exemplo, concentra 80 a 90% de sua produção petroquímica em cinco resinas de grande consumo. Em contrapartida, para os produtores líderes em tecnologia e desenvolvimento de novos

produtos, como Dow Chemical e Union Carbide, esses cinco tipos de resinas representam menos de 50% de suas linhas diversificadas de produtos.

Apesar de um grande número de grandes companhias químicas terem continuado a se focar em *commodities*, muitas tinham desenvolvido negócios em especialidades a partir de sua própria base (CARDOSO, 2009).

Após um período onde o objetivo era simplesmente substituir os produtos utilizados por petroquímicos, surge a demanda por especialidades químicas, produtos diferenciados e melhor adaptados às condições de utilização. Observam-se relações mais próximas entre produtores, transformadores e utilizadores finais, e a partir daí, tornam-se parte ativa da estratégia das empresas. A necessidade de aumento da relação com agentes à jusante da cadeia produtiva, associada aos entrantes com custo de produção mais baixo, incentivou muitos produtores a optarem por desistir de suas posições em *commodities*. Uma solução encontrada foi olhar para negócios mais atrativos, com maior complexidade tecnológica e com alto crescimento econômico (CARDOSO, 2009).

Os movimentos recentes de reestruturação do setor químico no âmbito internacional indicam a predominância de estratégias que visam fortalecer a capacidade de produção dentro dos segmentos específicos em que são mais fortes competitivamente. Nesse contexto, as empresas passam a enfatizar o seu reposicionamento segundo a norma industrial de produção e comércio (SANTOS, 2006).

Ao fim da década de 1990, com um portfólio cada vez mais direcionado às especialidades, as empresas químicas começavam a tomar o caminho inverso ao visto nas duas décadas anteriores. Enquanto no passado havia a crença de poder incorporar os mais variados negócios dentro de uma única companhia, era a hora de se especializar. De forma concomitante, um tsunami de fusões e aquisições varreu a indústria petroquímica mundial, reestruturando o setor (CARDOSO, 2009).

Ao longo de todo o processo de desenvolvimento e consolidação, os países latino-americanos tiveram participação limitada, que hoje corresponde a meros 4% da produção mundial. No entanto, as mudanças internacionais em curso abrem espaço para o desenvolvimento da petroquímica latino-americana, que conta com reservas importantes de matérias-primas e experiência de produção em alguns países (BASTOS, 2009).

No caso brasileiro, o porte reduzido das empresas e a disponibilidade de matérias-primas eram os principais limitadores da expansão petroquímica. Esses obstáculos vêm sendo enfrentados por meio de processos de reestruturação e consolidação empresarial e o equacionamento de matérias-primas vinha sendo buscado em fontes alternativas, fósseis ou renováveis, até o anúncio pela Petrobras, em 2008, de novos investimentos em refino e das perspectivas auspiciosas com a descoberta das enormes reservas de petróleo e gás do pré-sal (BASTOS, 2009).

## 2.5. Capacidade Instalada Mundial

A produção de petroquímicos básicos está hoje concentrada na Ásia, como pode ser observado na Tabela 5, que apresenta dados referentes ao eteno, o petroquímico básico mais produzido e comercializado do mundo. Dados da Abiquim (2009) mostram que a Ásia detém cerca de 30% da produção mundial, seguida pela América do Norte (26%) e da Europa (25%). O Oriente Médio ainda ocupa posição pouco expressiva e, com a África, responde por apenas 13% da produção mundial, mas com perspectivas de ampliação de participação nos próximos anos em virtude dos investimentos na região (estima-se que possa superar 20% da produção mundial, em 2015). Embora a participação da América Latina ainda seja reduzida, apenas 4%, há espaço para ampliação nos próximos anos, com os investimentos programados.

Tabela 5: Capacidade Instalada de Eteno (em Mil t) em 2008

| <b>Região</b>          | <b>Eteno</b>   |
|------------------------|----------------|
| América do Norte       | 33.725         |
| América Latina         | 6.838          |
| Europa                 | 32.230         |
| Oriente Médio e África | 17.392         |
| Ásia e Oceania         | 40.600         |
| <b>Total</b>           | <b>130.785</b> |

Fonte: Abiquim, 2009

A consultoria Chemical Market Associates Inc. (CMAI) afirma que a partir de 2011 cerca de 50% da produção global de eteno virá de *crackers* de baixo custo e grande escala, de 800 mil t a 1.4 milhão t/ano. Cerca de 25% dessas unidades es-

tão em construção no Oriente Médio. Em razão disso, o ciclo de baixa nas cotações de produtos petroquímicos será iniciado e não cessará tão cedo, uma vez que a oferta no próprio Oriente Médio tenderá a triplicar, sendo a Arábia Saudita, seguida pelo Irã, a grande hospedeira dos novos *crackers*. Estimativas da CMAI indicam que o potencial saudita de eteno será de 18 milhões de toneladas, em 2012, pelo acréscimo gradativo de 10 milhões de toneladas à capacidade atual.

A necessidade de se obter uma posição favorável no mercado também dimensiona investimentos em ampliação da capacidade produtiva, em novas tecnologias ou mesmo nas bases de comercialização de bens e serviços. Dentro dessa questão, a expansão de capacidade é uma das decisões estratégicas mais significativas enfrentadas pelas empresas, quer seja medida em termos do capital envolvido, quer em termos da complexidade do problema de tomada de decisão (SANTOS, 2006).

De acordo com Bastos (2009), nos países desenvolvidos, não estão previstos investimentos relevantes, mas adições mínimas de capacidade, com perspectivas de aumento do nível de utilização, que os transformará em importadores líquidos de produtos petroquímicos. Na Europa, é mantida a estagnação dos investimentos da década atual, embora a demanda crescente venha estimulando novos investimentos na Rússia, cujo parque petroquímico instalado na década de 1980 e restrições de matérias-primas têm levado à priorização do aumento da produção de etano, gás associado e nafta, no período de 2008-2012, integrados a novos projetos petroquímicos.

A produção petroquímica europeia é fortemente baseada na nafta e nos condensados (75% da produção de eteno, contra apenas 14% proveniente de etano, propano, butano e outros), enquanto na América do Norte a produção de eteno emprega etano como matéria-prima, permitindo que venha apresentar resultados mais satisfatórios graças aos melhores preços do gás em relação ao petróleo (BASTOS, 2009).

Bastos (2009) aponta que os principais projetos petroquímicos no mundo estão localizados no Oriente Médio, pela disponibilidade e o custo das matérias-primas, e na Ásia, região que deverá continuar como o principal mercado consumidor e motor do crescimento mundial futuro (nos próximos dez anos, 60% do crescimento petroquímico mundial deverá ocorrer na Ásia, com a China respondendo por

um terço desse crescimento – Figura 4). Estimativas sugerem que os atuais projetos no Oriente Médio correspondem a mais de 40% de todas as adições na capacidade global de eteno (Shell Chemicals, 2008).

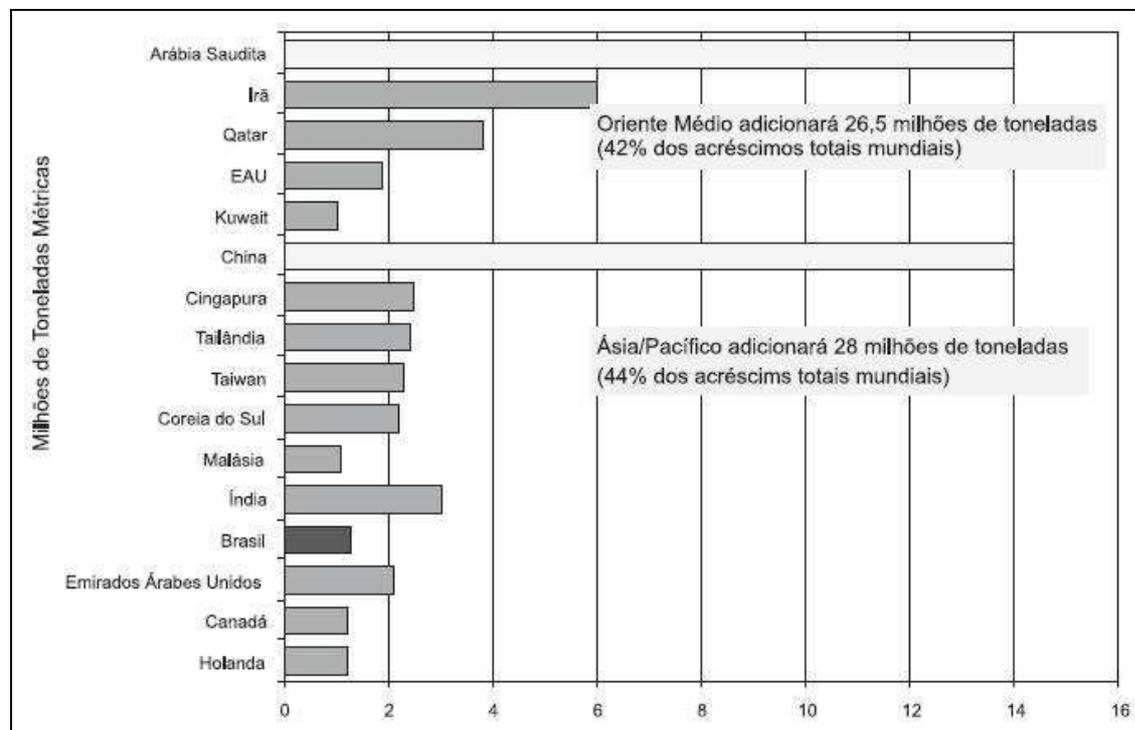


Figura 4: Adição de Capacidade de Eteno (2000 – 2012)

Fonte: BASTOS, 2009

No Oriente Médio, a disponibilidade de gás natural será a base para investimentos de instalação de capacidade, contribuindo para o aumento da participação do etano como matéria-prima na produção de eteno relativamente à nafta. O etano não é, contudo, a única matéria-prima empregada no Oriente Médio e, com exceção do Kuwait, Qatar e Emirados Árabes Unidos, que usam exclusivamente essa fonte, os demais países utilizam também outras matérias-primas, como o propano e a nafta (BASTOS, 2009).

A disponibilidade e as expressivas vantagens de custos de matérias-primas no Oriente Médio (Figura 5) têm levado à intensa promoção da petroquímica e à implantação de complexos industriais pelos governos. Embora muitos desses projetos venham sofrendo atrasos, quando em operação, permitirão ao Oriente Médio alcançar 20% da produção mundial petroquímica, boa parte destinada à exportação, inclusive para a Ásia (BASTOS, 2009).

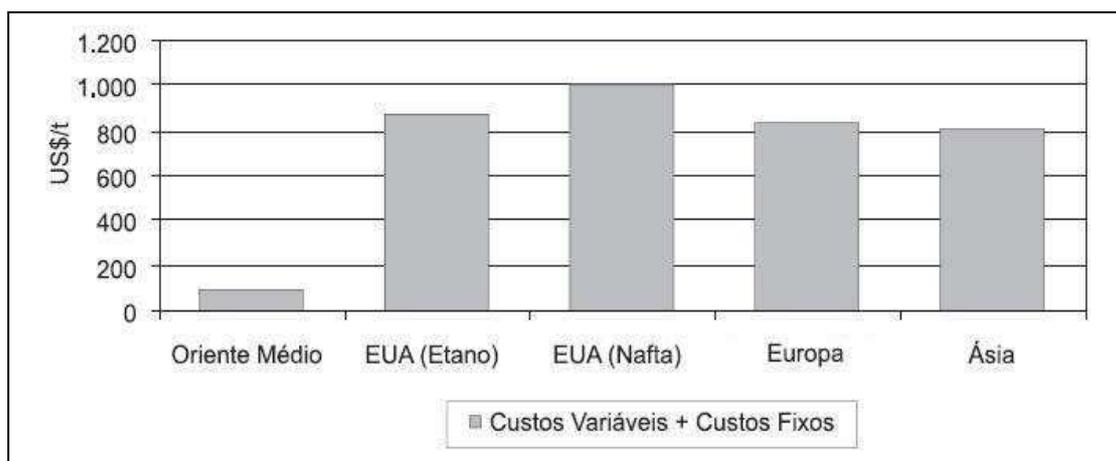


Figura 5: Custo de Produção do Eteno, por Região

Fonte: BASTOS, 2009

A Ásia, que já lidera o *ranking* mundial de petroquímicos básicos, deverá ampliar sua participação com os novos investimentos previstos. Na China, onde a ampliação da produção petroquímica tem sido prioridade nos planos quinquenais do governo, a capacidade de produção de eteno, que supera 10 milhões de t/ano em face dos investimentos do início da década. Os principais projetos em implantação são das empresas Sinopec e PetroChina (do grupo da estatal do petróleo CNPC), isoladamente ou em parcerias com empresas como ExxonMobil e Saudi Aramco (BASTOS, 2009).

Investimentos importantes serão também realizados na Coreia do Sul, Cingapura, Tailândia e Malásia. Contudo, com a continuação de forte crescimento da demanda por petroquímicos na China, mesmo com as novas plantas, ainda haverá um déficit de 2 milhões de toneladas anuais de eteno. De fato, a região apresenta déficit de capacidade de petroquímicos básicos (no caso do eteno, além da China, também Taiwan, Indonésia, Filipinas e Índia), que deverá ser ampliado se mantido o crescimento econômico da região (BASTOS, 2009).

Se nos próximos anos, como é esperado, a produção combinada da China e do Oriente Médio exceder a demanda interna, possivelmente os mercados da América do Norte e Europa absorverão o excedente. A América do Norte vem de forma progressiva invertendo sua posição de exportador de petroquímicos para, provavelmente, por volta de 2011, tornar-se um importador líquido. A Europa não ficará mui-

to atrás, imprimindo um significativo aumento das importações (Shell Chemicals, 2008).

Na América Latina, o Brasil ocupa a posição de principal produtor de petroquímicos básicos (com exceção do p-xileno, no qual é superado pelo México) e lidera o *ranking* de capacidade dos petroquímicos de segunda geração, em especial dos termoplásticos (com exceção do PET e dos etilenoglicóis, em que também é suplantado pelo México). De acordo com Bastos (2009), essa liderança deverá permanecer depois das ampliações de capacidade previstas (Figura 6 e 7).

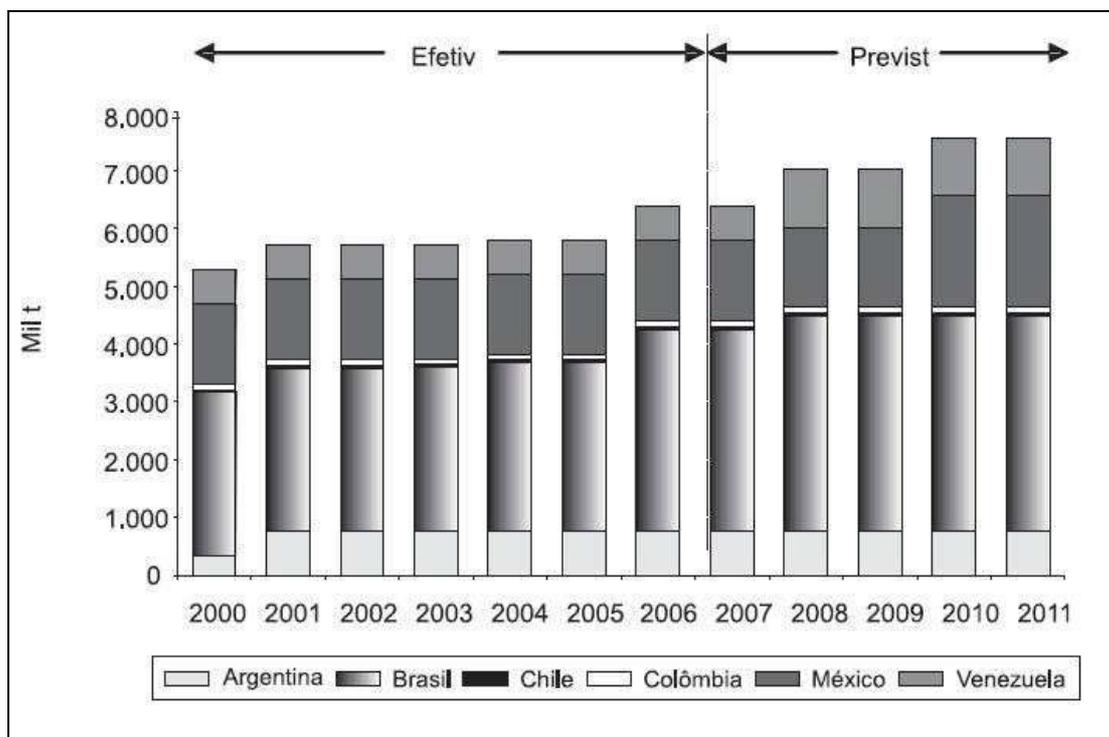


Figura 6: Evolução da Capacidade Instalada de Eteno na América Latina

Fonte: BASTOS, 2009

Bastos (2009) aponta que a importância brasileira na região é resultado do sucesso tanto na implantação quanto na reestruturação da petroquímica, instalada em três polos petroquímicos baseados na nafta (Capuava-SP, Camaçari-BA e Triunfo-RS), na Rio Polímeros, baseada no gás natural, além do projeto de implantação do Comperj, com base no petróleo pesado, ambos no Rio de Janeiro. Mas a relevância brasileira decorre, simultaneamente, da fragilidade dos parceiros regionais, cuja petroquímica é incipiente, como no caso do Chile, ou que enfrentam obstáculos

diversos, inclusive de natureza política, para expansão (como no caso do México e Argentina) ou implantação (Venezuela, Peru e Bolívia).

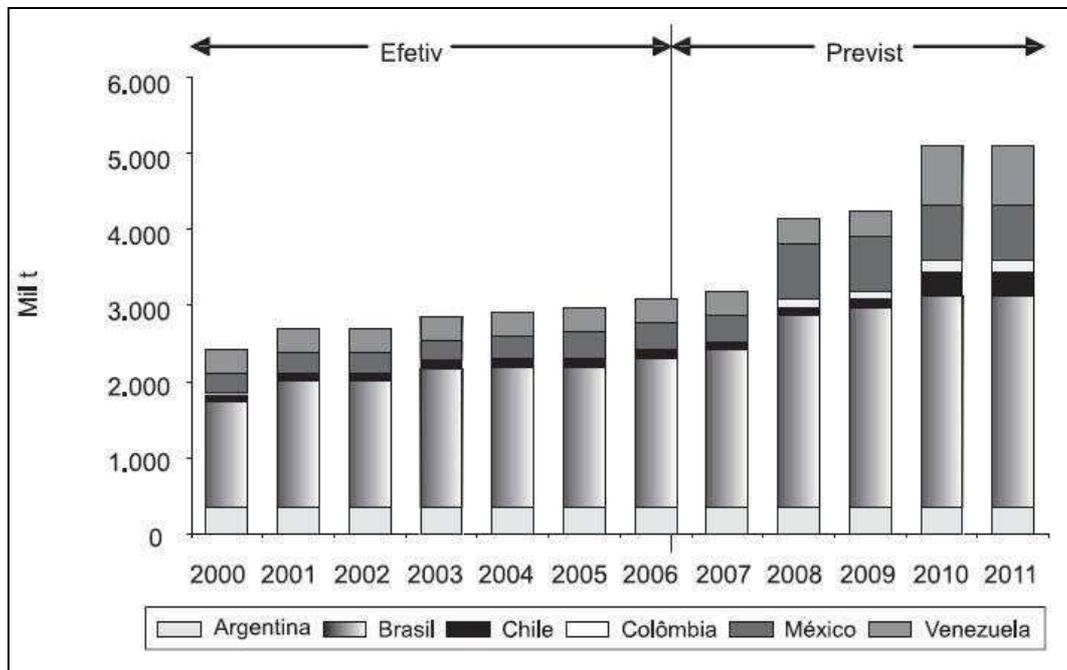


Figura 7: Evolução da Capacidade Instalada de Propeno na América Latina

Fonte: BASTOS, 2009)

A Tabela 6, ainda que não se proponha cobrir todos os investimentos de ampliação de capacidade de eteno, principal petroquímico básico, dá uma noção da magnitude dos projetos da Ásia e do Oriente Médio (e em menor medida da América Latina) e evidencia a nova realidade da indústria petroquímica mundial com a constituição de alianças estratégicas e formação de *joint ventures* em parcerias entre Dow e Sabc, Dow e PIC, Sabc e Shell e ExxonMobil e Sabc (BASTOS, 2009).

Tabela 6: Adição da Capacidade de Eteno

|    | Produto/RegiãoEmpresa   | País                 | Cap. Atual<br>(mil t/ano) | Adição<br>(mil t/ano) | Início da<br>Operação |
|----|---|----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | <b>América do Norte</b>   |                      |                           |                       |                       |
| 1  | Nova Chemicals  | Canadá               | 0                         | 600                   | 2010                  |
|    | <b>América Latina</b>   |                      |                           |                       |                       |
| 2  | Polimerica (Braskem + Pequiven)   | Venezuela            | 0                         | 1300                  | 2011                  |
| 3  | PQU (atual Quattor)   | Brasil               | 230                       | 500                   | 2008                  |
| 4  | Westlake Chemical Corp.   | Trinidad &<br>Tobago | 0                         | 628                   | 2010                  |
| 5  | Copesul (atual Braskem)   | Brasil               | 1200                      | 30                    | 2008                  |
| 6  | Pemex – Petroleos Mexicanos   | México               | 600                       | 275                   | 2010                  |
| 7  | Cystalsev + Dow   | Brasil               | 0                         | 350                   | 2011                  |
| 8  | Braskem   | Brasil               | 0                         | 200                   | 2010                  |
| 9  | Solvay  | Brasil               | 0                         | 60                    | 2010                  |
| 10 | Comperj   | Brasil               | 0                         | 1300                  | 2012                  |
|    | <b>Europa</b>   |                      |                           |                       |                       |
| 11 | OMV Aktiengesellschaft – Schwechat Refinerie                              | Alemanha             | 340                       | 110                   | 2010                  |
|    | <b>África</b>   |                      |                           |                       |                       |
| 12 | Sonatrach + Total Petrochemicals  | Argélia              | 0                         | 1100                  | 2012                  |
|    | <b>Oriente Médio</b>  |                      |                           |                       |                       |
| 13 | Borouge Pte. Ltd.   | EAU                  | 500                       | 1000                  | 2010                  |
| 14 | Rabigh Refining & Petrochemical Co.                                       | Arábia Saudita       | 0                         | 1300                  | 2009                  |
| 15 | Dow Chemical Co. + Saudi Aramco   | Arábia Saudita       | 0                         | 1300                  | 2012                  |
| 16 | Easter Petrochemical (Sharq)  | Arábia Saudita       | 0                         | 1300                  | 2008                  |
| 17 | Basell Polyolefins Company N.V. + Sahara Petrochemical Co.                | Arábia Saudita       | 0                         | 1000                  | 2008                  |
| 18 | ARPC – Arak Petrochemical Company   | Irã                  | 0                         | 500                   | 2008                  |
| 19 | ARPC – Arak Petrochemical Company   | Irã                  | 0                         | 1100                  | 2010                  |
| 20 | ARPC – Arak Petrochemical Company   | Irã                  | 0                         | 318                   | 2009                  |
| 21 | Dow Chemical Co. + Oman Oil Company                                       | Oman                 | 0                         | 900                   | 2009                  |
| 22 | Qatar Petroleum   | Qatar                | 0                         | 1300                  | 2009                  |
| 23 | Bakhtar Petrochemical Company   | Irã                  | 0                         | 1200                  | 2009                  |
| 24 | Eastern Petrochemical Company (SHARQ)                                     | Irã                  | 0                         | 1200                  | 2008                  |
| 25 | Jam Petrochemical Co. (JPC)   | Irã                  | 0                         | 1320                  | 2008                  |
| 26 | Equate Petrochemical Co. KSCC   | Kuwait               | 0                         | 850                   | 2008                  |
| 27 | The Kuwait Olefins Co. (TKOC)   | Kuwait               | 0                         | 850                   | 2008                  |
|    | <b>Ásia</b>   |                      |                           |                       |                       |
| 28 | Sinopec – China Petroleum & Chemical Corp.                                | China                | 0                         | 1000                  | 2009                  |
| 29 | Basf AG + Sinopec   | China                | 600                       | 150                   | 2009                  |
| 30 | Shell   | Cingapura            | 0                         | 800                   | 2010                  |
| 31 | Dow + Siam Cemet Group  | Tailândia            | 0                         | 900                   | 2010                  |
| 32 | Chengdu Petrochemical Co. Ltd. + Petrochina Petrochemical Co.             | China                | 0                         | 800                   | 2010                  |
| 33 | Sinopec + SK Corporation  | China                | 0                         | 800                   | 2010                  |
| 34 | ExxonMobil Corp. + Fujian Petrochemical Co. Ltd. + Saudi Aramco + Sinopec | China                | 0                         | 800                   | 2009                  |
| 35 | Kuokuang Petrochemical Technology Corp.                                   | Taiwan               | 0                         | 1200                  | 2014                  |
| 36 | Sinopec – China Petroleum & Chemical Corp.                                | China                | 0                         | 1000                  | 2009                  |
| 37 | IndianOil – Indian Oil Corporation Limited                                | Índia                | 0                         | 800                   | 2009                  |
| 38 | Lotte Daesan Petrochemical Co. Ltd.                                       | Coreia do Sul        | 666                       | 334                   | 2008                  |
| 39 | SP Chemicals Ltd.   | Cingapura            | 0                         | 800                   | 2014                  |
| 40 | PTT Chemical plc  | Tailândia            | 515                       | 515                   | 2009                  |
| 41 | Dow + Siam Cemet Group  | Tailândia            | 0                         | 800                   | 2010                  |
| 42 | Petrochina Dushanzi Petrochemical Company                                 | China                | 0                         | 1000                  | 2008                  |
| 43 | Guangzhou PC  | China                | 0                         | 800                   | 2009                  |
| 44 | Haldia Petrochemicals   | Índia                | 560                       | 728                   | 2008                  |
| 45 | Honam Petrochemical   | Coreia do Sul        | 720                       | 750                   | 2008                  |

Fonte: BASTOS, 2009

## 2.6. A Petroquímica no Brasil

Historicamente, a indústria petroquímica nacional estruturou-se a partir de um modelo tripartite, no fim da década de 1960. Neste modelo, as *joint-ventures* formadas eram constituídas, geralmente, de um terço de capital proveniente da companhia estatal brasileira de petróleo, Petrobras, através de sua subsidiária petroquímica, a Petroquisa, um terço de sócio privado nacional e o restante de sócio estrangeiro, normalmente através de fornecimento de tecnologia (SANTOS, 2008).

Segundo o modelo tripartite, a petroquímica brasileira conseguiu alcançar um parque fabril relativamente moderno, posição não desprezível no *ranking* mundial e capacidade de suprir uma parte dos produtos plásticos demandados no país, além de alguma capacidade exportadora (BASTOS, 2009).

De acordo com Montenegro (2002), a indústria petroquímica brasileira apresenta quatro fases de desenvolvimento distintas. A inicial estendeu-se desde o final da década de 40 até 1964. Nesse período, algumas pequenas fábricas foram implantadas por empresas privadas, quase sempre subsidiárias de multinacionais, e lançaram-se os primeiros empreendimentos estatais.

A segunda fase, de 1965 a meados da década de 70, ocorreu após as definições políticas e legislativas tomadas pelo governo federal entre 1965 e 1967, tendo como empreendimento mais importante a implantação do primeiro polo petroquímico, em Capuava (SP), inaugurado em 1972.

A fase seguinte, que pode ser situada entre meados da década de 70 e o ano de 1990, foi marcada por extraordinária expansão e descentralização da indústria. Durante esse período, construíram-se, num único decênio, os polos de Camaçari (BA) e Triunfo (RS), implantadas respectivamente em 1978 e 1982, e ainda foram ampliadas, no final do período, as capacidades de todos os três polos nacionais.

Finalmente, desde 1990, vem transcorrendo a fase de reestruturação como um todo, por via de privatizações, aquisições, parcerias, fusões, etc., para iniciar um novo período de expansão. Nesse sentido, o Estado do Rio de Janeiro destaca-se com a criação do primeiro polo gás-químico do Brasil, no ano de 2005 em Duque de Caxias (RJ), e as obras para a construção do quinto polo petroquímico nacional, o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, em Itaboraí (RJ), previsto para iniciar a produção de derivados ao fim de 2012 (Petrobras, 2009).

A capacidade produtiva de eteno é de cerca de 3.7 milhões de toneladas anuais, que situa o país no 12º lugar no *ranking* mundial (2.7% do total) e 1º no *ranking* latino-americano (mais de dois terços do total regional). Em 2006, o faturamento da petroquímica brasileira foi de cerca de US\$ 23 bilhões, correspondendo a cerca de 80% do faturamento total dos produtos químicos industriais (BASTOS, 2009).

Apoiada inicialmente na importação de petróleo e derivados, o país alcançou a auto-suficiência de petróleo, mais ainda depende da importação de cerca de um terço da nafta consumida, além da importação de petroquímicos intermediários não produzidos no país (BASTOS, 2009).

Bastos (2009) aponta que o novo ciclo internacional de investimentos no setor tem a marca da seletividade, da busca de escala e da integração da cadeia, visando à otimização de capacidade e de processos, com vasto uso do gás natural e tecnologias que promovem maior integração do refino à petroquímica. No Brasil, as principais tendências do setor também estão ligadas à disponibilidade das matérias-primas e aos investimentos necessários para sustentar o crescimento projetado para a economia local nos próximos anos, além da continuidade do movimento de consolidação dos grupos atuantes no setor.

Apesar de instalados em polos petroquímicos integrados, os produtores não eram integrados empresarialmente, tinham porte reduzido frente aos padrões internacionais, eram fabricantes de um único produto (monoprodutores) e instalados com base em complexos arranjos societários no conhecido modelo tripartite. A abertura comercial da economia na década de 90 (ao extinguir esquemas de proteção à indústria nacional com a eliminação do controle de preços e do comércio exterior) impôs novos desafios e tornou obsoleto o modelo petroquímico que fora satisfatório em um cenário de indústria protegida da competição internacional (BASTOS, 2009).

Com a privatização, por meio da venda das participações acionárias da Petroquisa, foram abertas perspectivas de concentração e reestruturação da indústria para adequação de competitividade (economia de escala e escopo, pela ampliação de porte e integração vertical e horizontal). No caso da Braskem, possibilitou alcançar 40% da capacidade de produção dos três principais petroquímicos básicos no país (BASTOS, 2009).

O processo de consolidação não estava, entretanto, concluído, pois a pulverização da indústria e os arranjos societários estruturados à época da implantação

dos polos, ao atrelar grupos concorrentes no controle de empresas fornecedoras de petroquímicos básicos, passaram a constituir obstáculos à expansão (BASTOS, 2009).

De acordo com Bastos (2009), em 2007, por meio de movimentos de fusões e aquisições, Petrobras retornou à indústria petroquímica, em dois grupos privados nacionais de grande porte empresarial com maior integração vertical e horizontal e escala competitiva, permitindo definir estratégias até de internacionalização. São eles a Braskem (que passou a ter maior participação acionária da Petrobras e controlará a petroquímica das regiões Sul e Nordeste) e a Quattor (60% do capital votante com a Unipar e 40% com a Petrobras, reunindo ativos da região Sudeste antes controlados pela Unipar e Suzano Petroquímica).

Recentemente, a petroquímica nacional deu um importante e talvez derradeiro passo rumo à consolidação do setor com o anúncio da Braskem da conclusão das negociações para a aquisição da Quattor, por meio de um Acordo de Investimento celebrado entre Odebrecht, Petrobras, Braskem e Unipar. Conforme levanta a Revista Época Negócios (2010), o acordo de R\$ 700 milhões transformou a Braskem na maior empresa petroquímica das Américas, com 26 fábricas de resinas termoplásticas (PE, PP e PVC) em cinco estados brasileiros e faturamento de R\$ 26 bilhões.

A consolidação dos ativos colocou a Braskem em um novo patamar de escala e eficiência para fazer frente aos desafios do mercado internacional. Listada em 3 bolsas (BM&FBovespa, NYSE e Latibex), a meta da companhia, aprovada pelo conselho de administração no ano de 2009, é sair da oitava posição para estar entre as cinco maiores indústrias petroquímicas do mundo, até 2020. Para tanto, o plano estratégico de internacionalização da Braskem é operar plantas fora do Brasil, e o primeiro passo visa a América Latina. São três os principais projetos na região: dois na Venezuela e um no México (Época Negócios, 2010).

Na Venezuela, a Braskem está associada a Pequivem, empresa petroquímica local, e um dos projetos visa a produção de 450 mil t/ano de polipropileno, enquanto o outro, 1.2 milhão de t/ano de polietileno. No México, em parceria com a I-desa, também uma tradicional petroquímica local, a Braskem venceu uma licitação realizada pela Pemex, a companhia petrolífera do México, para a instalação de um complexo com capacidade para produzir 1 milhão de t/ano de polietileno. As opera-

ções estão previstas para começar em 2015, e consolidarão um investimento estimado na ordem de US\$ 2.5 bilhões, o maior aporte de capital dos últimos 15 anos na petroquímica mexicana e o maior investimento de uma empresa brasileira no país (Época Negócios, 2010).

Em paralelo, a Braskem concluiu a aquisição da divisão de polipropileno (PP) da norte-americana Sunoco Chemicals, uma operação de US\$ 350 milhões como parte de sua estratégia de estabelecer uma base industrial nos Estados Unidos, que funcionará como uma importante plataforma para expansão futura de seus negócios internacionais (Braskem, 2010).

A operação norte-americana da Braskem conta com três plantas, com a capacidade para produzir 950 mil t/ano de PP, representando 13% da capacidade instalada de produção de PP naquele país. Com a aquisição desses ativos, a Braskem reforça sua estratégia de expansão global e sua posição como um dos líderes globais em PP, tendo se tornado a terceira maior produtora mundial de PP, com capacidade de produção de 2.9 milhões de t/ano (Braskem, 2010).

Em contrapartida, a expansão da petroquímica brasileira esbarrava em limitações da disponibilidade de matérias-primas. Estudos da Abiquim do ano de 2007 apontavam um cenário preocupante sobre o balanço oferta/demanda de petroquímicos básicos, diante das perspectivas de crescimento da economia brasileira e mundial. As projeções indicavam possibilidade de déficit de capacidade em 2020, principalmente de eteno e propeno, mesmo após a entrada em funcionamento do Comperj, com investimentos de US\$ 8.4 bilhões, que adicionará 1.3 milhão de toneladas de eteno, além de petroquímicos de segunda geração, até 2012 (BASTOS, 2009).

De acordo com Bastos (2009), ainda que as projeções da Abiquim, elaboradas antes da crise mundial, possam ter superestimado a expansão da demanda e talvez sejam conservadoras no caso da ampliação da oferta, as limitações da nafta eram reais e esbarravam em limitações técnicas e econômicas decorrentes da característica do petróleo brasileiro (composto em mais de 80% de frações pesadas).

Bastos (2009) aponta que o país tem superávit na balança comercial de petróleo e derivados, exportando petróleo cru e alguns derivados (óleo combustível, combustível para embarcações, etc.), mas é obrigado a importar derivados como nafta e óleo diesel. No caso da nafta, o país produz 70% do que consume (a produção representa apenas 8% dos derivados produzidos no país) e o desequilíbrio per-

dura por toda a década atual, com perspectivas de aumento no caso de ampliação da produção petroquímica. No entanto, as importações de nafta, em 2007, foram praticamente idênticas em valor ao que o país exportou com gasolina (US\$ 1.2 bilhão).

De acordo com Bastos (2009), há ainda a questão dos preços da nafta e sua importância para a formação de preços da petroquímica, tendo em vista a grande participação no custo das centrais e os impactos ao longo de toda a cadeia. A importação de nafta segue a cotação internacional ARA (Amsterdã, Roterdã e Antuérpia), acrescida do custo logístico de internalização. O fornecimento de nafta pela Petrobras tem também seu preço atrelado às cotações ARA e à taxa de câmbio. Com isso, o custo da matéria-prima, que representa um percentual elevado dos custos das centrais, em torno de 76% no caso da Braskem, é apontado como fator de instabilidade. No caso do gás natural, a referência são os preços dos Estados Unidos (cotação do mercado de Mont Bevier, Texas).

A insuficiência da oferta doméstica de nafta fez com que as expansões recentes dos petroquímicos básicos empregassem alternativas como o gás de refinaria, usado pelo Polo de Capuava, ou o gás natural, na implantação da Rio Polímeros, ou ainda o petróleo pesado no Comperj, além do uso de matérias-primas renováveis como o etanol para produção de eteno. No entanto, de acordo com o estudo da Abiquim (2007), mesmo esse conjunto mais amplo sofre limitações de oferta previstas para os próximos anos, e deverá ser insuficiente para atender às necessidades do novo ciclo de investimentos petroquímicos.

As projeções da Abiquim (2007) indicavam a continuação do déficit de nafta no país de mais de 2 bilhões de t/ano, até 2020. O aumento da produção doméstica seria insuficiente para atender à demanda, implicando a continuidade das importações. A utilização do gás natural e do gás de refinaria, segundo o estudo, estaria restrita às plantas existentes, enquanto o uso de etanol para produção de eteno ficaria limitado à iniciativas isoladas.

No entanto, na virada 2007/2008, surgiram fatos novos que deverão alterar o cenário petroquímico brasileiro. Em primeiro lugar, a Petrobras anunciou investimentos de US\$ 43 bilhões para a ampliação de capacidade das refinarias existentes (Replan-SP e Repar-PR) e a construção de novas (Premium), localizadas no Maranhão e no Ceará (com investimentos de US\$ 20 bilhões e US\$ 11 bilhões, respecti-

vamente, em 2016), além de Pernambuco e o Comperj no Rio de Janeiro. Os novos investimentos permitirão ampliar a capacidade de refino do país de 1.8 milhão para 3.2 milhões de barris de petróleo por dia, em 2016, sendo 2.5 milhões de barris/dia já em 2013 (BASTOS, 2009).

Em segundo lugar, a descoberta de campos de hidrocarbonetos na camada pré-sal em águas profundas, na Bacia de Santos, do Espírito Santo a Santa Catarina, cria perspectivas efetivamente promissoras, não só pela dimensão das reservas como pelas características nobres do petróleo (predominantemente, frações leves). Estimativas indicam reservas de 5 a 8 bilhões de barris equivalentes de petróleo (bep) em cada um dos campos de Tupi e Júpiter, que demandarão investimentos de US\$ 10 bilhões, em dez anos, além das reservas de outros campos, inclusive Carioca, o maior, que poderia chegar a 33 bilhões de bep. Ainda que sejam exigidos elevados investimentos em vista de altos custos de perfuração e logística, o pré-sal é capaz de provocar uma mudança de patamar, colocando o país no *ranking* dos maiores produtores de petróleo (à frente da Rússia ou mesmo da Venezuela) e, dessa vez, com efeitos profundos sobre a petroquímica (BASTOS, 2009).

## Capítulo 3 – Matérias-Primas e Tecnologia

### 3.1. Matérias-Primas Petroquímicas

Um amplo e completo complexo petroquímico produz uma gama de produtos, e nesse contexto, a planta de olefinas é o seu coração. A indústria petroquímica atual é fortemente baseada nas olefinas, que são os blocos para a produção de uma variedade de produtos petroquímicos como solventes, resinas e fibras. O método tradicional de produção de olefinas como o eteno é o craqueamento térmico de matéria-prima rica em hidrocarbonetos, seja derivada de petróleo cru ou gás natural (FALQI, 2009).

De acordo com Mottin (2008), em 2007, a demanda por eteno no Brasil chegou a 3 milhões de toneladas, e em 2010 saltará para 4.5 milhões a 5 milhões de toneladas, enquanto a necessidade atual de nafta, da ordem de 10 milhões de toneladas, evoluirá para 16 milhões a 19 milhões de toneladas. Haverá maior oferta de produtos a menor custo no mercado global, concluiu Mottin (2008).

Diante deste cenário, o futuro da indústria petroquímica brasileira será função direta de seu grau de adaptação a fatores como: acesso a fontes de matérias-primas competitivas, escala, eficiência energética, tecnologia, logística, acesso aos mercados consumidores e baixos custos de investimento (MOTTIN, 2008). Nesse contexto, é necessário avaliar, então, quais as possibilidades do Brasil em termos de matérias-primas.

#### 3.1.1. Nafta

A **nafta**, fornecida exclusivamente pela Petrobras, é a principal matéria-prima da indústria petroquímica brasileira, utilizada em três dos quatro polos nacionais. No segundo semestre de 2007, as centrais de matérias-primas petroquímicas do Sul e do Nordeste, ambas controladas pela Braskem, importavam entre 30% e 70% da nafta consumida anualmente, da Argentina e de países produtores de petróleo na África. Ou seja, a petroquímica movida à nafta no país não é autossuficiente e muito menos autossustentável (MOTTIN, 2008).

A nafta é atualmente obtida nas refinarias de petróleo como um dos produtos intermediários da destilação do petróleo cru, sendo uma corrente entre a gasolina

mais leve e o querosene mais pesado. No mercado mundial, são negociados vários tipos de nafta, das quais três (nafta leve, nafta pesada e nafta *full range*) estão sendo utilizadas atualmente para a produção de petroquímicos básicos. Os tipos de nafta são aqui diferenciados, pois quando processados levam a diferentes misturas de olefinas leves (REN, 2009).

A nafta leve, também conhecida como nafta parafínica, é um subproduto do refino do petróleo. Uma pequena parcela da nafta leve também provém de condensados de gás natural em campos de petróleo e gás. O craqueamento a vapor da nafta leve gera um alto rendimento de olefinas leves (REN, 2009).

A nafta pesada, também chamada de nafta parafínica não-normal, é mais rica em aromáticos que as naftas mais leves. Sua octanagem é baixa e não convém ser utilizada diretamente como combustível de transportes. Para tanto, geralmente ela é convertida a gasolina de alta octanagem através de processos de reforma. Entretanto, a nafta pesada também pode ser utilizada na produção de petroquímicos (REN, 2009).

A nafta *full range* é uma mistura entre a nafta leve e pesada, e é a mais utilizada no craqueamento a vapor. Outras matérias-primas líquidas como o gasóleo, misturas de frações C4-C9 e hidrocarbonetos líquidos de baixo valor, todas subprodutos da refinaria do petróleo, podem ser utilizadas na produção de petroquímicos, mas nem de longe se equiparam a importância da nafta em termos de volume consumido (REN, 2009).

De acordo com a Braskem (2007), apenas 11% da nafta mundial está disponível para negociação. A nafta é a principal matéria-prima processada nas centrais não-flexíveis, em que não pode ser substituída por gás. Somente 28% das unidades petroquímicas mundiais são do tipo flexível, podendo processar nafta ou gás, e das demais, cerca de 80% processam somente nafta. O Brasil depende de importação de nafta para atender sua demanda, e o fator frete é determinante para o fluxo de produtos, informou a Braskem durante a apresentação do gerente de matérias-primas da companhia no seminário promovido pela International Business Communication (IBC), em São Paulo (SP), em 2007.

A nafta disponível no Brasil concorre com a produção de gasolina, derivado de petróleo que garante maior lucro à Petrobras. A estatal vem investindo na reforma de suas refinarias para que passem a processar o óleo brasileiro. Este petróleo

é mais pesado do que o importado do Oriente Médio, para o qual as unidades de refino foram projetadas, quando da implantação da Petrobras. Entretanto, observa-se que apenas 7.5% do petróleo pesado gera nafta, ou seja, em quantidade insuficiente. E ainda, a qualidade é prejudicada pelo baixo índice de parafina, principal elemento para a petroquímica de maior valor agregado (MOTTIN, 2008).

### 3.1.2. Gás Natural

Uma alternativa é o uso do **gás natural**, cujo rendimento em etano chega a 82% e em propano a 13% (gasolina de pirólise a 4% e óleo combustível a 1%). Há que se observar que tais perspectivas da indústria de engenharia são muito otimistas. O gás extraído da Bacia de Campos, que sustenta a produção da Rio Polímeros oferece pouco mais de 10% de etano e menos de 5% de propano. Estes índices, que já foram maiores, vêm caindo com o passar do tempo. Não se sabe o teor de petroquímicos aproveitáveis no gás da Bacia de Santos, mas se a experiência fluminense se repetir, de antemão pode-se avaliar que tal matéria-prima não é confiável, devido à variação de suas características ao longo prazo (MOTTIN, 2008).

As reservas brasileiras provadas de gás natural, com base em dezembro de 2007, foram de 365 bilhões de m<sup>3</sup>, conforme dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Na Tabela 7 é apresentada a distribuição dessas reservas nas diversas regiões do país.

Tabela 7: Distribuição das Reservas Provadas de Gás natural, em 31/12/2007

| Região       | Bilhões de m <sup>3</sup> | %            |
|--------------|---------------------------|--------------|
| Sul          | 0.8                       | 0.2          |
| Norte        | 52.8                      | 14.5         |
| Nordeste     | 56.9                      | 15.6         |
| Sudeste      | 254.5                     | 69.7         |
| <b>Total</b> | <b>365.0</b>              | <b>100.0</b> |

Fonte: ANP, 2008

Observa-se que as grandes reservas de gás natural estão concentradas na região Sudeste, principalmente no Estado do Rio de Janeiro (167.9 bilhões de m<sup>3</sup>). O Nordeste brasileiro possui participação de 15.6% das reservas provadas nacionais, sendo o Estado da Bahia (34.9 bilhões de m<sup>3</sup>) o que apresenta a maior concentração, correspondendo a 61.3% das reservas dessa região, o que indica um

aumento em torno de 35% quando comparado a 2006. Das reservas de gás natural localizadas na Bahia, 75.7% estão situadas no mar e o restante em terra (GRASSI, 2008).

O uso do gás natural como combustível gera menos impactos ao ambiente quando comparado a outros combustíveis. O gás natural é conhecido como um dos gases mais limpos, pois gera menores quantidades relativas de CO<sub>2</sub>, NOx e particulado no processo de combustão. No uso não energético, a partir da de-etanização deste, a corrente separada e tratada apresenta-se como rota de melhor rendimento para a produção de eteno e, geralmente, com preços mais atrativos que as cargas líquidas processadas (GRASSI, 2008).

Vale ressaltar que o gás natural como fonte de energia também é importante para a indústria em geral. Entretanto, o valor da recuperação dos componentes etano, propano e butanos para utilização como matéria-prima petroquímica propicia a produção do gás metano especificado para outros usos, inclusive combustível (GRASSI, 2008)

### 3.1.3. Gás de Refinaria

O **gás de refinaria**, obtido como subproduto dos processos de refino de petróleo (craqueamento catalítico, destilação, reforma e coqueamento retardado), apresenta elevada concentração de eteno, que pode ser recuperado por fracionamento, e poderá ser usado como complemento à nafta ou ao etano do gás natural, ou, ainda, como solução para a ampliação das centrais existentes. Mottin (2008) aponta que o gás de refinaria pode ser normalmente usado como carga complementar em plantas de eteno devido à concentração expressiva de eteno e etano nela encontrada. Assim como o gás natural, porém, é limitado como matéria-prima de alto valor agregado, ou seja, não passa de insumo básico para *commodities*. Não gera produtos mais nobres e escassos mundialmente, como os aromáticos, entre os quais o benzeno.

Os aromáticos servem como uma espécie de proteção à queda da rentabilidade das *commodities* quando as petroquímicas de escala mundial iniciam grandes produções. Se as cotações das *commodities* caem, os produtores que contam com matéria-prima nafta, como a Braskem demonstrou diversas vezes, lançam mão dos

aromáticos inclusive para exportação, porque seus preços são mais altos e estáveis no mercado global (MOTTIN, 2008).

De acordo com Santos (2008), um aspecto a considerar no processamento de gases de refinaria, que tem impacto econômico na produção de eteno, diz respeito à possibilidade de valorização, pela própria refinaria, em condições economicamente viáveis, dos componentes mais pesados (como propeno, propano, butano, e outros) via recuperação e venda.

O projeto de processamento do gás de refinaria deve incluir uma Unidade de Tratamento de Gás para remoção de contaminantes típicos dessa matéria-prima (COS, metais, gases ácidos, NOx e amônia) e separação do corte C2 (etano e eteno) que será alimentado na planta de olefinas da central. Uma vez que o processamento de gás gera quantidades pequenas de produtos pesados, não serão necessárias modificações nas outras unidades existentes de uma central (SANTOS, 2008).

Outro ponto importante a observar é que o potencial de produção de eteno de refinarias isoladas, normalmente, é pequeno para viabilizar, por si só, uma planta de escala mundial de produção de eteno. Adicionalmente, os altos investimentos requeridos em sistemas de dutos e nos tratamentos dos contaminantes, limitam, via de regra, a distância entre a refinaria e a planta processadora do gás (SANTOS, 2008).

Em decorrência, esta matéria-prima, embora seja uma alternativa para a produção de eteno, por sua concentração expressiva de eteno e etano contidos, tem seu potencial de uso limitado, restringindo-se, normalmente, à sua utilização como carga complementar ou em projetos de desgargalamentos de plantas processadoras situadas próximas às refinarias (SANTOS, 2008).

Esta situação geral aplica-se igualmente ao caso brasileiro. Santos (2008) aponta que as maiores refinarias da Petrobras, possíveis fornecedoras desta matéria-prima, encontram-se no Estado de São Paulo, relativamente próximas ao polo petroquímico presente no estado. Assim, não se vislumbra um potencial interessante de produção de eteno a partir dos gases das demais refinarias, que são menores e que se encontram dispersas geograficamente.

Adicionalmente, deve-se ressaltar que os gases dessas refinarias são, usualmente, utilizados internamente nas refinarias como insumo energético “limpo”. Fa-

ce às crescentes restrições ambientais e à utilização de óleo combustível para queima em algumas refinarias, a reposição dos gases de refinaria destinados ao uso como matéria-prima petroquímica deveria dar-se pela sua substituição por gás natural, o que, dado o cenário atualmente vislumbrado para o gás natural, não se configura uma possibilidade 100% segura de ser viabilizada (SANTOS, 2008).

Entretanto, como aponta a consultoria MaxiQuim (2010), no longo prazo, com a entrada das novas refinarias Premium da Petrobras, será grande o potencial de produção de gás de refinaria, o que poderá aumentar a autossuficiência e flexibilidade de matérias-primas petroquímicas no Brasil. Afinal, apenas uma das refinarias em questão poderá atingir, dependendo de sua configuração, cerca de 1 milhão de toneladas de eteno produzidos a partir de uma corrente de gás de refinaria.

#### 3.1.4. Condensado

O **condensado**, uma fração de petróleo leve obtida durante o processamento do gás natural, é semelhante à nafta leve, de boa natureza parafínica, baixo teor de enxofre, alta qualidade de processamento para geração de eteno e preço inferior ao da nafta. As centrais petroquímicas costumam utilizar o produto, porém, importado. O Brasil ainda não dispõe de tal matéria-prima e não se sabe se a Bacia de Santos oferecerá esta possibilidade (MOTTIN, 2008).

O grande crescimento da demanda por petroquímicos básicos ocorrido no mundo pressionou consideravelmente os estoques de matérias-primas e seus respectivos preços. Conseqüentemente, condensados de gás natural e outras matérias-primas líquidas mais pesadas, a exemplo de naftas, gasóleos e condensados, foram significativamente requisitadas (SANTOS, 2008).

Assim, é esperado um incremento substancial no uso de gasóleos e condensados, que, até então, não estavam sendo processados largamente como carga das plantas de pirólise. O condensado, então, passa a ser uma opção real para aqueles que têm flexibilidade operacional de carga (SANTOS, 2008).

Como a produção de condensado está associada à exploração de gás natural, regiões fortemente produtoras de gás natural têm suas reservas associadas, como Oriente Médio e África. Nota-se que os condensados já são processados, no Brasil, seja como carga das refinarias ou diretamente pelas próprias centrais, em menor escala (SANTOS, 2008).

Há um aumento na disponibilidade de condensado no mercado mundial, principalmente devido aos novos campos de exploração, mas este aumento pode vir a ser convertido em nafta e diesel, com a tendência de construção de novas unidades. Além disso, há previsão de produção de condensados mais pesados e com contaminantes, que não se adaptam a atual tecnologia da indústria petroquímica brasileira (SANTOS, 2008).

### 3.1.5. Outras Matérias-Primas

O propeno extraído do gás de refinaria é outra opção de matéria-prima, porém, no Brasil, ainda concorre com o GLP (**gás liquefeito de petróleo**), o popular gás de cozinha. O remanejamento desse gás para a produção petroquímica dependerá dos acordos sobre o gás natural boliviano, da exploração de jazidas de gás no Brasil e de investimentos em malha de dutos que contemple a distribuição do gás nacional, já que a existente serve exclusivamente ao transporte do gás boliviano (MOTTIN, 2008).

Uma ampla gama de projetos promete aumentar a capacidade instalada de eteno da China entre 2010 e 2020 em cerca de 20 milhões de t/ano, sendo que uma parte significativa desse total será manufaturada por uma nova geração de plantas que produzirão petroquímicos a partir de um dos recursos energéticos mais abundantes da China: o **carvão** (Shell Chemicals, 2008).

De acordo com a Shell Chemicals (2008), a proposta chinesa é ambiciosa, porém, caso concretizada, fará do país o líder mundial na produção de químicos a partir do carvão (*coal-to-chemicals*), assim como na dianteira do desenvolvimento de tecnologias associadas.

São três os fatores-chaves para o incentivo aos investimentos da China no uso do carvão como matéria-prima petroquímica: a abundância das reservas e o baixo custo do carvão, além da forte dependência externa frente à importação de cerca de 50% do petróleo utilizado no país, associado aos altos preços do petróleo e gás, que tornam o carvão ainda mais atrativo economicamente (Shell Chemicals, 2008).

De acordo com a IEA, ainda existem significativas reservas globais de carvão, e sua utilização pode crescer por volta de 60% até 2030. Da mesma forma que a China, a Índia também pode aumentar seu consumo como forma de reduzir a de-

pendência do petróleo e gás importados, valendo-se de sua reserva doméstica de carvão (Shell Chemicals, 2008).

Por outro lado, apesar da petroquímica a base de carvão ser uma opção, ainda existem desafios tecnológicos e preocupações climáticas a serem superadas. Além, em países como os EUA, onde mais da metade da eletricidade é gerada pela queima de carvão, a petroquímica precisará disputar matéria-prima com a geração de energia (Shell Chemicals, 2008).

O **óleo pesado** será a matéria-prima usada no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), polo petroquímico a ser instalado no Município de Itaboraí (RJ). A viabilização do projeto dependerá da vitória sobre um desafio tecnológico: a conversão dos resíduos do óleo pesado em frações mais leves, a partir de FCC Petroquímico, coqueamento retardado, gaseificação, desasfaltação e craqueamento térmico, sistemas que visam à redução do carbono nesse tipo de petróleo. Além, será necessário aumentar o teor de hidrogênio da mistura, por meio da hidroconversão, da hidrodessmetalização e da hidrodessulfurização (SANTOS, 2008).

Existe ainda um processo alternativo via desidratação catalítica do **etanol**, processo dominado pela Petrobras, mas que por enquanto tem o uso para a produção de eteno apenas em fase de projeto, anunciado pela Braskem e pela Dow Chemical. Dúvidas importantes pairam sobre os projetos com base em matéria-prima derivada da cana-de-açúcar (MOTTIN, 2008). O etanol será disputado pela produção petroquímica e pelo uso como combustível, em nível mundial?

### **3.2. Tecnologias Atuais e Tendências Futuras**

A petroquímica baseia-se em tecnologias de processo (químico), a maioria desenvolvida ao longo do século XX. Em particular no segmento de petroquímicos básicos, em que os produtos são homogêneos, a inovação, na forma de novas rotas de processo químico, é orientada, sobretudo, para obtenção de vantagens de custo, via ampliação de escalas (economia de escala) e/ou eficiência energética. Não há espaço para inovações de produto com vistas à diferenciação e à obtenção de parcelas de mercado de concorrentes. Isso ocorre, entretanto, em algum grau, no segmento de segunda geração, no qual são conhecidas as tecnologias de processo (no caso dos plásticos, a polimerização), mas há campo para inovações de produto e,

principalmente, para desenvolvimento de novas aplicações, por meio de mudanças nas características físico-químicas dos polímeros, e melhoria de suas propriedades, por meio de misturas e compostos e pela adição de aditivos e outras substâncias, com vistas ao desenvolvimento e à ampliação de mercados (BASTOS, 2009).

As inovações na indústria ocorreram concomitantemente à sua consolidação, desde o surgimento na década de 1920 (cerca de sessenta anos depois da primeira perfuração comercial de um poço de petróleo), com maior dinamismo a partir da década de 1940, quando produtos sintéticos passaram a substituir com menores custos e maior eficiência os produtos naturais. Um ritmo mais intenso de inovações perdurou até os anos de 1980, resultando no lançamento no mercado dos principais polímeros (BASTOS, 2009).

A partir daí, à exceção do desenvolvimento de novas aplicações no segmento de segunda geração (principalmente polímeros), o amadurecimento da indústria e a existência de tecnologias consolidadas disponíveis para aquisição no mercado internacional fizeram com que a inovação pouco a pouco perdesse espaço como elemento central de competitividade, principalmente em segmentos como a primeira geração. Esforços importantes com vistas ao desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e de menor consumo energético remontam aos dois choques do petróleo, mas foram paulatinamente abandonados com o recuo e a estabilização dos preços da década de 1980 (BASTOS, 2009).

No entanto, a volatilidade recente dos preços do petróleo e previsões de esgotamento de recursos fósseis, além das apreensões com o aquecimento global, fizeram renascer a preocupação energética e com a oferta de matérias-primas, dando lugar a um novo ciclo de inovações em uma indústria que parecia ter alcançado sua maturidade tecnológica. A insuficiência mundial de matérias-primas petroquímicas imprimiu, assim, mudanças no cenário global e deu novo ímpeto à inovação, com foco principal na flexibilidade de matérias-primas (BASTOS, 2009).

As inovações petroquímicas têm sido reorientadas para o período pré-choques do petróleo, englobando o desenvolvimento de fornos de pirólise com maior capacidade e para cargas pesadas, com maior flexibilidade de matérias-primas, maior eficiência e menor consumo energético, além das novas tecnologias de refino específicas para maximização de propeno derivadas das unidades convencionais de FCC (BASTOS, 2009).

De acordo com Bastos (2009), o eteno, o mais importante petroquímico básico em volume de produção, cuja capacidade atual de produção mundial é de 116 milhões de t/ano, é utilizado exclusivamente para fabricação de produtos químicos, com destaque para os polietilenos (de alta, baixa e baixa densidade linear), petroquímicos de segunda geração que, juntos, respondem por quase 60% do mercado total de eteno, com o restante usado na produção de óxido de eteno, dicloroetano, etilbenzeno, etc.

Atualmente, dois processos dominam o universo da produção de eteno: o craqueamento a vapor e o craqueamento catalítico fluido (FCC). As cargas de alimentação para as unidades de craqueamento a vapor são principalmente a nafta petroquímica, gasóleos e condensados. As reações de craqueamento envolvem a quebra de ligação, e uma substancial quantidade de energia é empregada para conduzir a reação para produção de olefinas. Um típico craqueador de etano tem diversos fornos de pirólise idênticos onde a matéria-prima é craqueada com vapor como um diluente. Uma planta de olefinas que usa carga líquida, como a nafta, requer uma configuração distinta, incluindo ao menos um forno adicional de pirólise, um trocador de calor para o efluente e um fracionador primário para separação do óleo combustível (PEREIRA *et al*, 2007).

A pirólise ou craqueamento térmico para a produção de olefinas é considerado um processo de tecnologia madura, entretanto, sua aparente simplicidade esconde complexos processos de reações térmicas, sistemas de transferências de calor e massa, controle de temperaturas extremas e pressão, assim como outras operações unitárias (FALQI, 2009).

O craqueamento catalítico fluido (FCC) é também um processo largamente difundido em todo o mundo, devido a dois fatores fundamentais. O primeiro decorre de sua grande flexibilidade operacional, que permite à refinaria ajustar sua produção às reais necessidades do mercado consumidor local. O segundo fator está ligado ao aspecto econômico, pois, transformando frações residuais, de baixo valor comercial, em derivados nobres de alto valor, tais como gasolina, GLP e petroquímicos básicos, o craqueamento catalítico aumenta em muito os lucros da refinaria. O processo consiste na quebra de moléculas pesadas presentes nos gasóleos e resíduos, por ação de um catalisador, em altas temperaturas. A ruptura das ligações possibilita o aparecimento de moléculas leves (PEREIRA *et al*, 2007).

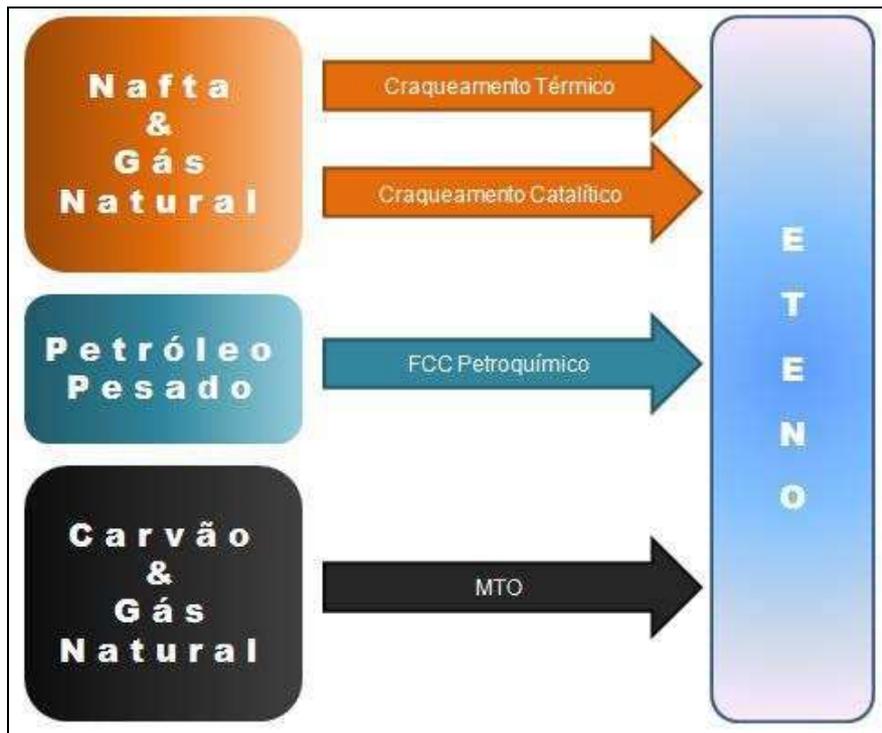


Figura 8: Rotas Tecnológicas para Produção de Eteno via Matérias-Primas Não-Renováveis

Fonte: Elaboração Própria

Uma tecnologia emergente, mas ainda pouco difundida, é o processo *Methanol to Olefins* (MTO), que como o próprio nome sugere, baseia-se na conversão de metanol em olefinas, principalmente eteno e propeno. Gás natural, em especial, metano pode ser utilizado como insumo para a obtenção de metanol, assim como carvão, que pode ser gaseificado produzindo gás de síntese (PEREIRA *et al.*, 2007). Ainda que conhecida, são poucos os empreendimentos em escala industrial ao redor do mundo que se utilizam dessa nova tecnologia, e estes em especial ficam na China, país que dispõe de amplas reservas de carvão.

Nas refinarias, cabe mencionar as tecnologias de FCC com mudanças de alvo para produção de olefinas, em detrimento de gasolina e GLP. O FCC tradicional é um processo mundialmente difundido, de grande flexibilidade operacional e capacidade de usar cargas de baixo valor comercial (frações residuais) nas refinarias. O FCC petroquímico é uma variação de FCC convencional. Trabalha em temperatura de reação mais elevada, na presença de catalisador (severidade elevada), e permite o craqueamento de frações pesadas e médias, maximizando o rendimento das olefinas em relação ao GLP e/ou gás combustível (BASTOS, 2009). O sistema inovador do FCC Petroquímico desenvolvido pelo CENPES da Petrobras é considerado

um dos mais avançados entre os disponíveis comercialmente, e o primeiro a utilizar carga pesada proveniente de petróleo com características naftênico-aromáticas.

### 3.2.1. *Plástico Verde*

A preocupação com a questão ambiental tem se tornado cada vez mais importante, tanto para a mídia internacional quanto para a opinião pública. A busca por tecnologias tidas como “verdes”, por utilizarem matérias-primas renováveis e causarem menores impactos ambientais, segue essa tendência mundial. A legislação ambiental define um limite inferior e compulsório em termos de competitividade, ao passo que qualquer iniciativa no desenvolvimento e aplicação de tecnologias renováveis se sobressai como um diferencial competitivo aos olhos da sociedade e consumidores.

Seguindo a tendência, a Braskem, pioneira no desenvolvimento do eteno verde e do polietileno verde, pretende em 2011 colocar em operação no polo petroquímico de Triunfo-RS, uma planta com capacidade de 200 mil t/ano de eteno e polietileno verde, resultado de investimentos da ordem de R\$ 488 milhões. O eteno verde aproveita toda a produtividade energética da cana-de-açúcar, sua matéria-prima. Cada quilo de polietileno verde captura e fixa cerca de 2.5 quilos de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim para a redução do efeito estufa e, conseqüentemente, do aquecimento global (Braskem, 2009).

Parte substancial da produção do polietileno verde da Braskem visa atender o mercado externo. De acordo com a Revista Plástico Moderno (2009), recentemente, a Braskem divulgou ter identificado demanda de 600 mil t/ano para a resina em questão. As projeções alentadoras levaram a empresa a cogitar a hipótese de construir uma segunda fábrica pela rota alcoolquímica, em escala mundial, entre 350 mil e 450 mil toneladas anuais, antes mesmo de viabilizar a produção de polipropileno ou PVC via etanol.

A tecnologia envolvida na produção do eteno a partir da desidratação catalítica do etanol não é inédita, porém, recentes avanços em catálise e conservação de energia trouxeram melhores índices de conversão e aumentos de escala (Figura 9). A produção de resinas termoplásticas com eteno derivado do álcool da cana-de-açúcar no Brasil remonta à década de 60, com a Union Carbide. Mais tarde, veio a Eletrocloro, que inaugurou no país, em 1962, uma das primeiras plantas mundiais

de eteno com base no etanol, depois transformado em PVC (Revista Plástico Moderno, 2009).

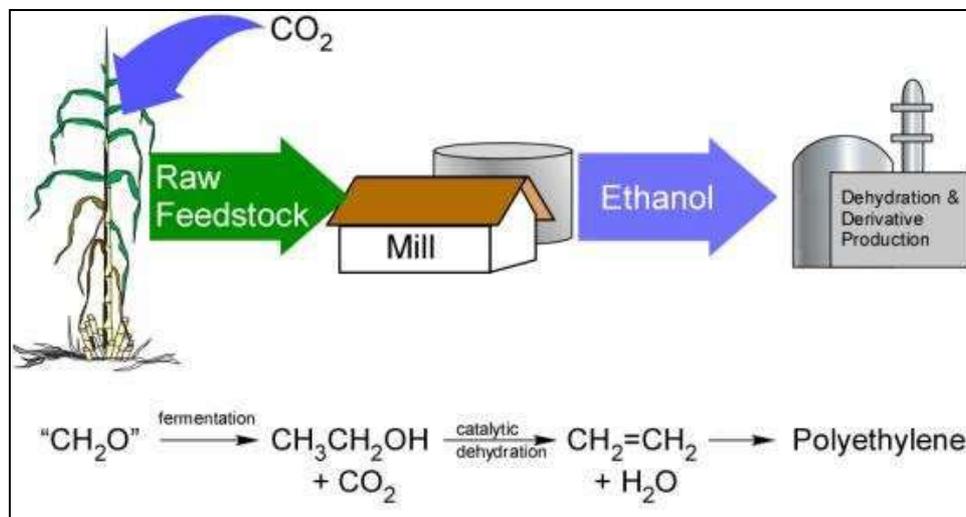


Figura 9: Esquema Simplificado da Conversão de Cana-De-Açúcar em Polietileno

Fonte: JONES, 2009

Fora o forte apelo ecológico, fatores econômicos também sustentam o crescimento da alcoolquímica. A volatilidade dos preços das matérias-primas derivadas do petróleo e gás natural, sujeita até mesmo a questões geopolíticas, incentiva a via verde, entretanto, não é uma condição determinante. A viabilidade de unidades industriais competitivas de produção de plástico, seja ele verde ou convencional, está intimamente relacionada ao preço e a disponibilidade da matéria-prima.

De acordo com Jones (2009), cientista da Dow Chemical, o Brasil divide com os EUA a liderança mundial na produção de etanol, mas o supera em termos de margens e redução de custos. Através de anos de subsídios e investimentos, o álcool nacional, obtido pela fermentação do açúcar extraído da cana-de-açúcar, consegue atingir preços mais baixos e competitivos.

De qualquer forma, a produção do chamado plástico verde ainda é incipiente e, como aponta Jones (2009), é razoável imaginar que haja alguma produção de eteno via etanol, mas inconcebível que esta supra toda a demanda mundial. *Crackers* de grande escala ainda farão parte da paisagem de polos petroquímicos num horizonte distante, mas possivelmente dividiram espaço com unidades menores de tecnologia verde e sustentável.

## Capítulo 4 – Competitividade

### 4.1. Breve Referencial Teórico

Um dos principais pilares do novo paradigma de produção é o entendimento de que a competitividade é um alvo móvel e de que a inovação e a melhoria permanente dos padrões operacionais são condições primordiais para que uma empresa permaneça saudável e rentável no médio e longo prazo (CAFÉ, 1995).

Muito embora a competitividade industrial seja uma expressão bastante difundida nas análises e discursos atuais, o entendimento preciso dos elementos que a definem não é objeto de consenso. A controvérsia em torno do conceito de competitividade, se por um lado, revela as lacunas teóricas e empíricas associadas, por outro lado, implica sérios desafios metodológicos para trabalhos que têm por objetivo diagnosticar a situação competitiva de setores ou complexos industriais específicos. Dentro deste contexto, diagnosticar competitividade requer que, inicialmente, se delineie o debate teórico que resulta na formulação de diferentes conceitos de competitividade (TEIXEIRA e SOUZA, 2007).

Competitividade significa aptidão de uma empresa em manter ou aumentar seus lucros e sua participação no mercado. Para isso, ela precisa saber aproveitar sua capacitação e as vantagens competitivas ao longo do tempo. A capacitação de uma empresa, não depende apenas de fatores internos, pois fatores externos também influem, por vezes de forma decisiva, sobre o ambiente da organização (OLIVEIRA, 2004).

Haguenauer, Ferraz & Kupfer (1996) definem competitividade como a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado. Mesmo sendo amplo o conjunto de aspectos possíveis de competição envolvendo preço, qualidade, habilidade de servir ao mercado, esforços de venda, diferenciação de produto, entre outros, em cada mercado predominam alguns desses aspectos como fatores críticos de sucesso competitivo. As regularidades nas formas dominantes de competição são a base do padrão de concorrência setorial (OLIVEIRA, 2004).

## 4.2. Competitividade e a Indústria Petroquímica

De acordo com o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (1993), as principais características da indústria petroquímica são a alta intensidade de capital e de P&D, a demanda por trabalho especializado, o alto grau de interdependência entre seus segmentos e a grande possibilidade de substituição entre matérias-primas, rotas tecnológicas e aplicação de produtos.

A estrutura da indústria é altamente concentrada, em que se destacam dois tipos de barreiras à entrada: volume de capital e acesso às matérias-primas. Apesar da tecnologia não representar uma barreira significativa, seu domínio constitui-se numa fonte de vantagem competitiva. Desde sua origem e durante seu desenvolvimento, a petroquímica associa-se a descobertas de laboratório; suas empresas líderes possuem forte compromisso com a realização de P&D de longo prazo (ECIB, 1993).

Entretanto, de acordo com Teixeira, Guerra e Cavalcante (2009), a crescente maturidade tecnológica do setor tem motivado uma redução dos investimentos em pesquisa básica e uma crescente atenção às atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental, com o intuito de implementar inovações incrementais de processos e diferenciação dos produtos e, assim, obter maiores margens de lucro.

Santos (2006) aponta que alguns fatores relevantes da competitividade do setor encontram-se nas chamadas vantagens estruturais de custo, fatores que implicam diretamente os custos de produção do setor: tecnologia, localização e capacidade de estocagem. Tecnologia refere-se não somente à produtividade do processo e à sua escala de produção, mas também à sua flexibilidade para incorporar novos avanços que possam contribuir para melhorias na produtividade. Quanto à localização, refere-se tanto à distância dos mercados consumidores quanto das fontes de matéria-prima.

Em relação ao último aspecto, a matéria-prima, importa não somente a distância física, mas também o acesso, disponibilidade e custo, pois, devido à configuração em polos, as empresas tendem a se tornar fornecedores ou clientes cativos. Nestes casos, se a empresa à montante tem custos elevados ou produção limitada, as empresas à jusante têm pouca (ou nenhuma) possibilidade de manobra. Quanto

à capacidade de estocagem, dado o comportamento cíclico do mercado, capacidade de estocar produto nas fases do ciclo favoráveis para utilizá-lo nas fases desfavoráveis representa vantagem importante. Além destes fatores, possibilidade da utilização de matérias-primas alternativas também é considerada importante fator de competitividade estratégica. Adicionalmente, os movimentos recentes de concentração e integração chamaram também a atenção para a integração patrimonial e produtiva como fator de competitividade.

A busca de economias de escala faz do tamanho do mercado uma variável fundamental, introduzindo forte instabilidade potencial que se efetiva nas épocas de retração da demanda. Nestes momentos, a busca de mercados externos para os excedentes de produção leva a cortes de preços, comprimindo-os, se necessário, a níveis ligeiramente superiores aos custos variáveis. Com isso, em economias abertas, os produtores locais não podem transferir totalmente para os preços aumentos de custos que decorram de causas domésticas. Nesse contexto, multinacionais que possuem capacidades produtivas em diferentes localidades, são capazes de otimizar a produção entre as diversas plantas, adaptando-as às condições dos mercados locais e às mudanças nas taxas de câmbio. A dimensão global dessas empresas permite, ainda, a implementação de estratégias de especialização na produção (ECIB, 1993).

Quanto aos processos, ao exigir elevadas pressões e temperaturas e ao elaborar produtos altamente tóxicos e corrosivos, a petroquímica necessita de um sistema de produção sem intervenção direta do homem e com um controle de processos de alta precisão. Esse aspecto do sistema produtivo reflete-se em custos com capital e matérias-primas mais expressivos que os custos com mão-de-obra (TEIXEIRA, GUERRA e CAVALCANTE, 2009).

Outro dos principais traços da indústria petroquímica é a existência de uma ociosidade planejada, na qual o investimento na ampliação da sua capacidade produtiva cresce à frente da demanda. Essa característica, que também é fator de desestímulo à entrada de novos concorrentes, explica, em boa parte, o comportamento cíclico dos negócios petroquímicos (ECIB, 1993).

### 4.3. Fatores Determinantes da Competitividade

O nível de competitividade alcançado pela empresa ou unidade de negócios depende de fatores sistêmicos, estruturais ou empresariais, segundo Coutinho e Ferraz (1994), relacionados, respectivamente, às condições macroeconômicas, político-institucionais, regulatórias, infra-estruturais e sociais do país onde a empresa está instalada, às características do mercado, da concorrência e da configuração da indústria ou setor econômico em que a empresa atua e à capacidade gerencial e operacional da própria empresa (OLIVEIRA, 2004).

Embora os dois primeiros conjuntos de fatores refiram-se a condicionantes externos à empresa, o posicionamento estratégico desta, e, portanto suas decisões e ações, é que irá definir o impacto de tais oportunidades e ameaças do ambiente externo em seu desempenho. Segundo Montgomery e Porter (1998), o desafio enfrentado pela gerência consiste em escolher ou criar um contexto ambiental em que as competências e recursos da empresa possam produzir vantagens competitivas (OLIVEIRA, 2004).

#### 4.2.1. Fatores Sistêmicos

Os fatores sistêmicos estão relacionados ao ambiente macroeconômico, político, social, legal, internacional e à infra-estrutura, sobre os quais a empresa pode apenas exercer influência (SILVA, 2001).

Compõem os fatores sistêmicos, dentre outros, a tendência do crescimento do PIB brasileiro e mundial, a taxa de câmbio prevista, as tendências de mudanças da taxa de juros, o nível de emprego e seu impacto nas pressões salariais e no aumento do consumo, os direcionamentos econômicos, sociais e políticos do Brasil e dos países com quem mantém parcerias comerciais (SILVA, 2001).

Fatores de natureza infra-estrutural englobam, no caso da petroquímica, a energia (em razão da alta intensidade de uso no processo produtivo) e os transportes (devido ao grande movimento de quantidades). Nas atividades exportadoras, uma boa estrutura portuária, que viabilize baixos custos, fortalece a posição competitiva de países produtores (ECIB, 1993).

No âmbito da política de comércio exterior, uma ágil legislação *anti-dumping* pode cumprir um importante papel. Políticas educacionais e trabalhistas bem defini-

das minimizam conflitos entre capital e trabalho, motivam os trabalhadores para se envolverem em programas de qualidade e garantem uma mão-de-obra qualificada profissionalmente para as necessidades da indústria. Outro fator que merece realce é o impacto sobre a indústria química/petroquímica da crescente preocupação com a questão ambiental (ECIB, 1993).

#### *4.2.2. Fatores Estruturais*

Os fatores estruturais dizem respeito ao mercado, ou seja, à formação e estrutura da oferta e demanda, bem como às suas formas regulatórias específicas. São fatores externos à empresa, relacionados especificamente ao mercado em que atua, nos quais ela pode apenas interferir (SILVA, 2001).

Os fatores estruturais referem-se, dentre outros, aos fatores de sucesso do seu mercado, a estrutura da cadeia produtiva da qual participa, concorrentes e a estratégia dominante no mercado, fatores determinantes da sua demanda, ao valor agregado ao produto, possibilidades de cooperações na sua rede de relacionamentos, e aos bens e serviços substitutos e complementares ao seu produto (SILVA, 2001).

No cenário competitivo atual da indústria petroquímica, o acesso e o preço das matérias-primas (nafta e gás natural), ganharão ainda maior destaque enquanto fatores de competitividade. As economias de escala, não somente ao nível da planta, mas também ao nível empresarial, são fundamentais para a competitividade. Uma empresa competitiva deve ter tamanho suficiente para diluir não apenas seus custos fixos, mas também seu esforço tecnológico por uma “massa crítica” de unidades e volumes de produção consideráveis (ECIB, 1993).

O tamanho e as exigências do mercado interno são outros fatores importantes para a competitividade. Eles determinam a escala de operação, a capacidade de acumulação e a possibilidade de desenvolvimento de produtos e aplicações. Essa diversificação, por sua vez, guarda relação não só com o tamanho absoluto do mercado, como também a distribuição de renda (ECIB, 1993).

#### *4.2.3. Fatores Empresariais*

Os fatores empresariais, ou internos, são aquelas que determinam diretamente a ação da empresa e definem seu potencial para permanecer e concorrer no

mercado. Os fatores internos estão efetivamente sob controle da empresa e dizem respeito a sua capacidade de gerenciar o negócio, a inovação, os processos, a informação, as pessoas e o relacionamento com o cliente (SILVA, 2001).

De acordo com o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (1993), são cinco os principais fatores usualmente apontados como os que mais contribuem para a competitividade da empresa química/petroquímica:

- Desenvolvimento de uma visão corporativa estratégica, na qual são considerados, entre outros aspectos, as vantagens comparativas da firma, as condições competitivas do mercado e suas principais oportunidades;
- Ênfase no investimento de longo prazo em P&D, como parte de uma ampla estratégia tecnológica na qual sobressaem duas características: a reorientação em P&D para melhorias de processo e para aplicações de produto e os acordos de colaboração com centros de pesquisa externos às empresas;
- Adoção de forte orientação mercadológica, priorizando-se o desenvolvimento de novos produtos a partir das preferências e necessidades dos consumidores. Isto é uma consequência não apenas das oportunidades para o setor apontarem na direção de produtos especiais e de engenharia, onde a monitoração das necessidades dos consumidores é imprescindível, mas também da crescente competição internacional que se observa nessas áreas nos últimos anos;
- Preocupação cada vez maior com a qualificação e a produtividade dos recursos humanos devido ao surgimento de novas tecnologias e ao aumento da participação das especialidades nos negócios petroquímicos das grandes empresas; e
- Criação de novos sistemas organizacionais voltados para melhorar a comunicação entre empresas de um mesmo grupo e entre estas e seus consumidores, para agilizar as respostas às mudanças nas condições de mercado e para propiciar uma maior eficiência interna às empresas.

#### 4.4. Estratégias Abordadas

Considera-se estratégia competitiva as ações pelo qual as empresas buscam um melhor posicionamento em uma determinada indústria. A busca pela competitividade, por parte das empresas, pode ser entendida como a busca de capacitações, dotações e características, que possibilitem a esses agentes econômicos alcançar e manter uma posição favorável dentro de uma indústria. Isso ocorre devido ao desenvolvimento de estratégias que visem neutralizar os efeitos dos concorrentes e maximizar a rentabilidade da empresa. A estratégia competitiva busca estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças que determinam a concorrência na indústria (AZUAGA, 2007).

As empresas do setor petroquímico utilizaram nesse período pós-desestatização diversas estratégias em busca de maior competitividade para sobreviver nesse novo ambiente setorial. Um dos principais problemas enfrentados pelas empresas petroquímicas foram as participações societárias cruzadas, chamado de nó societário, que dificultava a celeridade nas tomadas das decisões das empresas. Juntamente a esse processo de reorganização societária, acontece paralelamente um esforço pelo lado das empresas ao adotar diversas estratégias para eliminar essas limitações. A simples reorganização da estrutura do capital societário e integração das atividades produtivas não podem ser consideradas condições suficientes para melhorar a capacidade de competir dessas empresas (AZUAGA, 2007).

A busca por redução de custos é uma das principais estratégias utilizadas pelas empresas, principalmente por empresas produtoras de *commodities*. Já que essas empresas são tomadoras de preços e a única forma de competição é através da redução dos custos de produção. As empresas de primeira geração têm o esforço tecnológico fortemente voltado para o aumento de eficiência de processo, tanto para aumento de produtividade e redução de custos e melhoria nas especificações técnicas do produto. A opção por essa estratégia de redução de custos é explicado pelas características, de *commodities*, dos produtos produzidos pela 1ª geração da cadeia, pois são produzidos e comercializados em grandes volumes, comprados a partir de especificações técnicas que não distingue os fornecedores, além de terem os preços definidos via mercado (AZUAGA, 2007).

De acordo com Azuaga (2007), a eficiência de produção e consequentemente a sua competitividade nesse segmento do setor é determinada pela opção tecnológica adotada pela empresa quando decide o pacote tecnológico a ser instalado. Essa especificidade determinante de competitividade pode gerar limitações caso a tecnologia se torne obsoleta antes do período planejado retorno para do investimento utilizado. Substituir o pacote tecnológico é economicamente inviável devido aos grandes volumes de capital necessários a implantação de novas plantas industriais ou adaptações das mesmas. Esse segmento também é caracterizado por elevados custos irrecuperáveis (*sunk costs*).

As estratégias nesse segmento estão focados em esforços de melhoria de processos. Nesse segmento da cadeia as empresas empregam corpo técnico limitado, que divide seu tempo entre a operação e o desenvolvimento de novos processos. Outro ponto relevante é que as empresas buscam o desenvolvimento de novos processos e tecnologia através acordos com universidades e centros de pesquisa, principalmente nas áreas de engenharia, para o desenvolvimento de soluções técnicas e melhoria de processos (AZUAGA, 2007).

É importante observar que o mercado de *commodities* petroquímicas (eteno, buteno) acaba apresentando vantagens acentuadas para as empresas com menores custos de produção, próximas das fontes de matérias-primas (refinarias ou portos) e localizadas perto dos principais mercados consumidores. Estas empresas que atendem esses mercados buscam escalas de produção cada vez mais elevadas. Na 1ª geração há uma limitação no que se refere ao desenvolvimento de novos produtos, principalmente pela necessidade de homogeneidade (AZUAGA, 2007).

#### **4.5. Guerra de Preços**

A cadeia petroquímica apresenta os seguintes atores principais: Petrobras, centrais petroquímicas, empresas produtoras de resinas termoplásticas e transformadores de plásticos. Em algumas cadeias de importância na economia, os custos são formados ao longo da cadeia produtiva de maneira que o processo de formação de preços em um elo é fortemente determinado pelo nível e volatilidade dos preços observados no elo anterior. Isso ocorre claramente na indústria petroquímica. No caso do mercado brasileiro, a Petrobras é a fornecedora exclusiva da matéria-prima

básica para toda a cadeia de produção das resinas plásticas, qual seja, cujos processos de produção e de importação são responsabilidades exclusivas dessa empresa (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

A Petrobras possui o monopólio de produção da nafta no mercado brasileiro fixando os preços da mesma segundo alguma regra que julga conveniente. No período mais recente, a regra tem sido acompanhar as flutuações dos preços internacionais devidamente ajustados por movimento da taxa de câmbio. O mesmo ocorre com o gás natural e as demais matérias-primas. Sendo estes os principais insumos da cadeia, a regra deve gerar impactos sobre todos os outros preços. Na ponta final da cadeia encontra-se a indústria de transformados plásticos e principalmente a indústria de embalagens, com grande importância sobre setores de consumo popular, como de alimentos e bebidas (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

O ajuste aos choques de preços, por exemplo, dos preços de derivados do petróleo, implica mudanças nos custos de produção e por vezes, na rentabilidade do setor, o que caracteriza a rigidez dos coeficientes dessa indústria. Essa rigidez, associada a especificidades de ativos, traz à tona a discussão sobre a relevância dos choques de preços sobre decisões de aumentar o nível de integração vertical de etapas produtivas da cadeia petroquímica. No caso da petroquímica, a especificidade de ativos dar-se-ia devido à importância da natureza temporal dos contratos, sendo também influenciada pela presença de olefinas gasosas, cujo transporte implica risco ambiental, entre outros. Mudanças nos procedimentos convencionais de alguns agentes em um ponto de destaque da cadeia poderiam acarretar custos significativos que persistiriam ao longo do período de tempo necessário para o ajustamento do processo (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

Na ocorrência de choques nos preços de matérias-primas não só pode dar-se o encurtamento do período de contratos, mas também o surgimento de pressões no sentido da alteração dos procedimentos convencionais adotados na direção de ações discricionárias, por exemplo, pressões por controle de preços. Isso reflete a dificuldade para a auto-imposição de um sistema de contratos, principalmente quando, por razões diversas, ocorre um baixo nível de integração entre empresas produtoras ao longo da cadeia. Em outras palavras, com a maior volatilidade dos preços de petróleo e derivados, após 1973, o sistema de contratos nesta cadeia não vem conseguindo se impor por muito tempo sem que ocorram conflitos e demandas

por reajustamentos. Obviamente, descarta-se a possibilidade de que em qualquer lugar do mundo, mesmo com o fenômeno da globalização, o acesso a matéria-prima e intermediários possa ser feito em mercados do tipo *spot* (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

O uso de “fórmulas práticas” para fixação de preços é muito frequente em economia. As razões são variadas, mas se fundam na busca de uma estabilidade que evite “guerra de preços” e que permita aos clientes uma antecipação racional de seus custos. No caso da precificação das correntes obtidas no refino de petróleo, o cálculo envolve uma ideia de preços chamados *normais*, ou seja, preços que permitam cobrir os custos do refino, da matéria-prima, da reposição do capital (dada uma fórmula de depreciação) mais uma margem para investimentos futuros (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

A arte de precificar o *output* do refino está em repartir os custos de produção nos preços dos diferentes componentes. O que torna essa tarefa difícil é que para frente existe um sistema de formação de preços que depende dos coeficientes técnicos, mas também do comportamento de mercados. Um procedimento simples seria considerar o que ocorreria com a transmissão de uma alta nos preços da nafta para os preços do eteno, supondo-se que o impacto seria proporcional ao aumento dos custos ao longo da cadeia, até a indústria de embalagens. O aumento de custos, por seu turno, seria calculado considerando que a participação do insumo nos custos seria mantida constante após a mudança de preços (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

Mesmo neste caso, a dificuldade seria estabelecer um padrão para os “choques”, uma vez que deveriam ser levados em conta dois fatores: o efeito da volatilidade internacional, que pode refletir a tendência de alta do petróleo, e a volatilidade cambial, que depende da política econômica e da situação da economia mundial. Os dois efeitos se somam, podendo, em algumas situações, ampliar a volatilidade dos preços internalizados da nafta. Nesses casos, atrelar os preços da nafta praticados no Brasil ao preço da Nafta ARA significaria transferir a volatilidade internacional para toda a cadeia petroquímica local (SILVEIRA e MARÇAL, 2006).

De acordo com Wongtschowski (2002), a variação de preços ao longo do tempo, na forma de ciclos, não afeta igualmente todos os fabricantes de um mesmo produto. A razão básica está ligada a diferentes estruturas de custo. Os produtores

mais eficientes, de custos mais baixos, e os produtores menos eficientes, de custos mais altos, têm rentabilidade e capacidade distintas de suportar quedas de preço. O termo eficiência aqui utilizado tem significado amplo. Ser mais eficiente tanto pode ser fruto de se possuir unidade que exija menos matéria-prima ou energia por unidade de produto, como pode significar utilizar matéria-prima mais barata ou ter um custo fixo unitário mais baixo, decorrente de uma escala de produção maior. Uma das formas utilizadas para distinguir as fábricas mais eficientes das menos eficientes é por um gráfico chamado curva de oferta (*supply curve*).

A Figura 10 mostra a curva de oferta para o eteno, na região da Costa do Golfo dos Estados Unidos, em 1987. Foram consideradas 39 unidades produtivas. Elas foram ordenadas, colocando-se as capacidades de produção (acumuladas) no eixo das abscissas e os seus custos desembolsados, em dólares norte-americanos, no eixo das ordenadas, começando-se pela unidade de menor custo desembolsado. Tomando-se agora a demanda de eteno daquele ano e traçando-se uma vertical até a curva de oferta, determina-se um ponto que, levado ao eixo das ordenadas, representa o que se convencionou chamar de preço de referência. A diferença entre o preço de venda e o custo desembolsado é a margem em relação ao custo desembolsado. Assim, observa-se na Figura 10 que algumas unidades têm custo desembolsado superiores ao preço de referência do eteno e, portanto, estão trabalhando com prejuízo (WONGTSCHOWSKI, 2002).

Para as considerações que se seguem, interessa analisar dois grupos de unidades produtivas: as do início da curva de oferta, com baixos custos desembolsados e, portanto, operando com boas margens (unidades de vanguarda), e as do final da curva, de custos desembolsados elevados, operando com baixas margens (ou mesmo margens negativas) são as unidades *laggard*. Unidades líderes são aquelas cujos custos desembolsados correspondem a um valor inferior ou igual a 15% da faixa entre o custo desembolsado mais baixo e o mais alto. Analogamente, as unidades *laggard* correspondem aos 15% mais elevados da mesma faixa de custos (WONGTSCHOWSKI, 2002).

A curva de oferta define o preço de referência do produto, a partir de sua demanda. Admitindo-se que o preço do produto seja inferior ao preço de referência, haverá menos unidades fabricando o produto, pois várias fábricas cujos custos desembolsados excedem esse novo preço, sairão do mercado, uma vez que, em tese,

o preço mínimo que uma fábrica pode suportar é o custo desembolsado. Com isso, a oferta do produto será menor que a demanda e haverá falta do produto. Na falta do produto o preço sobe, e aquelas fábricas que pararam de funcionar agora passam a ter custos desembolsados menores ou iguais ao novo preço; voltando a funcionar, aumenta-se a oferta. O mesmo raciocínio aplicar-se-ia para o caso de ocorrer uma elevação do preço do produto, superior ao preço de referência. Fábricas que estavam paradas, por não terem margens, com o novo preço passam a ter margens e voltam a funcionar, provocando um excesso de oferta. Com isso, advém uma queda do preço, com a conseqüente parada de fábricas com custos desembolsados superiores ao novo preço (WONGTSCHOWSKI, 2002).



Figura 10: Curva de Oferta de Eteno nos EUA

Fonte: WONGTSCHOWSKI, 2002

De acordo com Wongtschowski (2002), essas considerações, entretanto, são apenas esquemáticas, e a realidade do comportamento dos preços é mais complexa. Os preços de mercado podem ser distintos do preço de referência, e existem diversos preços de mercado para um mesmo produto, em um dado instante. Razões típicas são:

- O preço de mercado, em cada instante, varia de país para país;

- O preço para cada cliente varia em função de seu poder de compra e da natureza de sua relação comercial com o fornecedor;
- O preço de mercado é influenciado por fatores objetivos, mas também pela expectativa de cada agente quanto à relação futura entre oferta e demanda, expectativa essa construída a partir de informação nem sempre homogênea;
- As empresas podem ser obrigadas a (ou optar por) operar com margens negativas de custo desembolsado, por períodos limitados. Razões típicas de tal comportamento são compromissos de fornecimento anteriormente assumidos, intenções de manutenção de participação de mercado, obrigações de aquisição de matérias-primas e, finalmente, razões políticas, típicas de empresas estatais.

#### **4.6. A Crise e suas Repercussões**

De acordo com a consultoria CMAI (2008), as duas questões mais urgentes que enfrenta a indústria petroquímica global são os impactos da recente crise econômico-financeira e a ampla adição de capacidade que inundará o mercado de derivados ao longo dos próximos anos. Os efeitos da crise podem ser sentidos na redução da disponibilidade de crédito para o financiamento de novos projetos e o refinanciamento de projetos já existentes.

Entretanto, acrescenta a CMAI (2008), como quase a totalidade dos projetos planejados para o comissionamento nos próximos dois a três anos já estão plenamente financiados e em construção, a crise não diminuirá o advento da nova capacidade produtiva, mas poderá afetar o desenvolvimento de novos projetos programados para depois de 2011.

A crise econômica também teve um impacto negativo na demanda dos consumidores finais nas economias ocidentais das Américas e Europa. Como resultado, as economias orientais da Ásia também estão prevendo um crescimento reduzido na demanda, tendo em vista que a maioria dessas economias é dependente das exportações para o ocidente. Ao final de 2008, o crescimento da demanda por petroquímicos foi tímido e contraído na maioria das regiões do globo.

A consultoria ChemSystems (2009) confirmou o prognóstico, afirmando que o desempenho econômico da indústria petroquímica deteriorou de forma aguda ao longo do ano de 2008, acompanhando uma demanda reduzida pelo frágil economia global. Existem diferentes visões entre os *players* dentro da indústria petroquímica sobre a extensão e profundidade da presente queda. O segundo quartil de 2009 mostrou uma estabilização da performance da indústria, com um modesto aumento em volumes, ao passo que as demandas em alguns setores da indústria e regiões, em especial na Ásia, ascenderam. Entretanto, observa-se pouco crescimento na lucratividade, já que os preços do petróleo cru também sofrerão recuperação, e mercados de contratos impedem os produtores de repassar os custos aos consumidores.

Mesmo sem o recente contratempo econômico e seus impactos negativos na demanda, a indústria petroquímica já está na iminência de entrar na fase de declínio de ciclo intrínseco, quando os investimentos no excesso de capacidade superam o crescimento da demanda. A alta margem de lucro da indústria durante os anos de 2004-2007 e a disponibilidade de matérias-primas a baixo custo no Oriente Médio justificaram muitos novos investimentos e ampliações de capacidade produtiva, tanto no Oriente Médio, quando na China e em outras partes da Ásia. Os estudos da CMAI (2008) apontam que o declínio das margens na indústria petroquímica é previsto para continuar ao longo de 2011/2012, mas pode se estender, dependendo da severidade e duração da crise global.

A demanda por petroquímicos variou consideravelmente ao longo dos mercados geográficos no segundo quartil de 2009. Economias ocidentais permaneceram muito fracas, acompanhando uma taxa anual de contração de quase cinco e seis pontos percentuais nas economias da União Europeia e Estados Unidos, respectivamente, nos primeiros meses de 2009. Fraquezas fundamentais nas economias em questão reduziram severamente o consumo doméstico de petroquímicos no ocidente. Enquanto isso, na Ásia, a demanda firmou-se, impulsionada pelo forte consumo chinês, como resultado de uma gama de iniciativas governamentais ao estímulo da economia (ChemSystems, 2009).

Ainda que reportes positivos a cerca da situação econômica global foram boas notícias da perspectiva do consumo de petroquímicos, o otimismo em relação à eminente recuperação na demanda de óleo cru despertou um novo aumento nos

preços do barril de petróleo e matérias-primas petroquímicas. O movimento de alta dos preços das matérias-primas começou a partir do segundo trimestre, após o período mais crítico da crise financeira global. Atualmente, a cotação da nafta ARA gira em torno de US\$ 670 a tonelada, enquanto que em 2008, chegou a superar os US\$ 1.000, em maio, mas no pico da crise desabou a US\$ 230, na média (Valor Econômico, 2010a).

Os custos de produção de eteno através de gás natural no Oriente Médio estão estimados entre US\$ 200 e US\$ 250 a tonelada, nitidamente o mais barato do mundo. Na União Europeia, com custos mais elevados, sai a US\$ 750, enquanto que no Brasil, fica em torno de US\$ 500 e US\$ 600 (Valor Econômico, 2010b).

A escolha da matéria-prima mostra-se crítica para a competitividade, com o preço da nafta consideravelmente fortalecido. Atualmente, nos Estados Unidos, as plantas petroquímicas que operam com etano e propano, obtidos do gás natural, estão com maior competitividade. A fotografia atual mostra que a competitividade das empresas petroquímicas globais que utilizam o gás natural como principal fonte de matéria-prima para produção de resinas é maior do que as que utilizam nafta. O Brasil ainda leva forte desvantagem, uma vez que o gás natural é utilizado em baixa escala, ao contrário do Oriente Médio, cujos custos são os mais competitivos (Valor Econômico, 2010b).

Como já foi apontado, as adições na capacidade global de eteno virão a superar o crescimento da demanda global dentro dos próximos anos. De acordo com a CMAI (2008), a capacidade excedente reduzirá as taxas de utilização dos *crackers* ao redor do globo. O mercado mundial de eteno está próximo de seu ponto de transição, com utilização média da capacidade em 2008 girando em torno de 90%. A expectativa é que essas taxas caiam para valores bem mais baixos nos próximos anos, marcando a entrada do próximo ciclo de baixas de margens na produção de eteno. Vale lembrar que as taxas de utilização sofreram enorme variação ao longo da crise. De acordo com a Braskem, no início do ano de 2010, a empresa vem operando a taxas superiores a 95%, porém, ante os cerca de 50% no primeiro trimestre de 2009, período mais agudo da crise do setor petroquímico no país.

## Capítulo 5 – Polos Petroquímicos

### 5.1. Polos Petroquímicos Brasileiros

O setor petroquímico brasileiro encontra-se distribuído basicamente em quatro polos: Capuava-SP, Camaçari-BA, Triunfo-RS e Rio de Janeiro (Figura 11). Os três primeiros utilizam nafta petroquímica, parte produzida pela Petrobras (cerca de 70%) e parte importada diretamente pelas próprias centrais (cerca de 30%). A partir de 2005, iniciou-se as operações da Rio Polímeros, um empreendimento petroquímico centrado apenas na produção de eteno e polietilenos, no Rio de Janeiro, diferenciando-se dos demais por utilizar como matéria-prima o etano e o propano contidos no gás natural extraído pela Petrobras da Bacia de Campos (AZUAGA, 2007).



Figura 11: Distribuição Geográfica dos Polos Petroquímicos no Brasil

Fonte: AZUAGA, 2007

Nos próximos anos será implementado o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, em Itaboraí. Valendo-se de uma tecnologia de refino inovadora (FCC petroquímico) o Comperj poderá processar o petróleo pesado brasileiro a fim de gerar

petroquímicos básicos, em detrimento das correntes de combustíveis, como gasolina e diesel.

Azuaga (2007) aponta que os polos petroquímicos têm como núcleo do polo a central petroquímica, que tem como principais objetivos produzir, vender e distribuir os petroquímicos básicos para os outros segmentos da indústria petroquímica. A participação das atuais centrais petroquímicas no mercado brasileiro pode ser verificada na Tabela 8. A seguir, será feita uma breve caracterização de cada uma das centrais de primeira geração, indicando as principais questões que afetam a competitividade.

Tabela 8: Participação das Centrais pelas Capacidades Instaladas

|            | Camaçari |      | Trinfo |      | Capuava |      | Riopol |      | Total  |
|------------|----------|------|--------|------|---------|------|--------|------|--------|
|            | kt/ano   | %    | kt/ano | %    | kt/ano  | %    | kt/ano | %    | kt/ano |
| Eteno      | 1.280    | 34.6 | 1.200  | 32.4 | 700     | 18.9 | 520    | 14.1 | 3.700  |
| Propeno    | 550      | 36.5 | 630    | 41.9 | 250     | 16.6 | 75     | 5.0  | 1.505  |
| Butadieno  | 175      | 48.6 | 105    | 29.2 | 80      | 22.2 | -      | 0.0  | 360    |
| Aromáticos | 509      | 36.2 | 443    | 31.5 | 455     | 32.3 | -      | 0.0  | 1.407  |

Fonte: Abiquim, 2009

### 5.1.1. Polo de Capuava-SP

Primeiro polo petroquímico no Brasil, também conhecido como polo petroquímico do grande ABC, iniciou suas atividades em 1972, quando a Petrobras instalou uma de suas principais unidades no Estado de São Paulo, a Refinaria de Capuava, que na época era a maior refinaria de petróleo do país (AZUAGA, 2007). Foi viabilizado via capital privado de um grupo de São Paulo (grupo União) com parceria do governo e capital estrangeiro, modelo que ficou conhecido como “modelo tripartite”. O capital estatal foi representado pela Petroquisa, subsidiária da Petrobras para o setor petroquímico. Por sua vez, o capital estrangeiro foi importante para agregar tecnologia (GARCIA e SABBATINI, 2001). Hoje é composto por indústrias que produzem petroquímicos para a fabricação de resinas termoplásticas, borrachas, tintas, entre outros (MOTTIN, 2008).

De acordo com Azuaga (2007), a principal matéria-prima utilizada pelo polo de São Paulo é a nafta petroquímica fornecida pela Petrobras, a qual é transportada através de um sistema de dutos diretamente das refinarias paulistas: Paulínea (REPLAN), São José dos Campos (REVAP), Cubatão (RPBC) e Capuava (RECAP), e

quando é necessário, é utilizado os terminais de São Sebastião (TEBAR) e Cubatão (SEBAT), como pode ser observado na Figura 12.

O elemento localização precisa ser considerado quando se analisa a competitividade do polo de São Paulo. Primeiro, a proximidade com as principais refinarias do país, lhe permite receber a totalidade de sua matéria-prima da Petrobras através de dutos que acaba reduzindo os custos com transporte. Entretanto, as características do petróleo nacional, notoriamente um óleo pesado, têm levado a Petrobras a fornecer nafta com especificações de baixa qualidade, que aumenta os custos de produção. Essa dificuldade é agravada, pois o polo não possui terminal próprio para a importação de nafta. Assim, a dificuldade de acesso à matéria-prima tem sido o principal entrave à expansão do Polo de Capuava (GOMES, 2005).



Figura 12: Fornecimento de Matéria-Prima para o Polo de Capuava

Fonte: AZUAGA, 2007

Por sua vez, a localização próxima ao mercado consumidor é, indiscutivelmente, a grande vantagem das empresas do polo de São Paulo, mas isso é amenizado pela falta de escala e pela defasagem tecnológica das plantas. A capacidade produtiva de 700 mil t/ano de eteno configura uma escala reduzida, que, consequen-

temente, perde em competitividade para as demais centrais petroquímicas, sendo que o grande obstáculo para a ampliação está na dificuldade de obtenção de matéria-prima. Toda a nafta consumida pelo polo é fornecida pela Petrobras, com quem foi formalizado um acordo para o aumento da disponibilidade de matéria-prima, principalmente de gases de refinaria, o que possibilitou à expansão de sua capacidade para o atual valor (GOMES, 2005). Da capacidade total de 700 mil t/ano de eteno do polo de São Paulo, 200 mil t/ano provém do processamento de gás de refinaria fornecido pela Petrobras.

Além da falta de escala de produção, o Polo de Capuava sofre com a falta de um sistema integrado de logística, que pode ser exemplificado pela ausência de uma central única de geração de utilidades. No caso, cada empresa do complexo tem a sua própria área de produção e estocagem de utilidades, o que significa maiores custos fixos e menor eficiência produtiva (GARCIA e SABBATINI, 2001).

Em termos logísticos, ainda pode ser citado o caso das unidades da Union Carbide e da Solvay, localizadas, respectivamente, no município de Cubatão e Ribeirão Pires. Essas empresas já estavam em operação antes da implantação do polo, e, por esse motivo, não se localizam dentro dele. Apesar de serem abastecidas por meio de gasodutos, a distância eleva os custos (GARCIA e SABBATINI, 2001).

### *5.1.2. Polo de Camaçari-BA*

O polo petroquímico de Camaçari iniciou suas atividades em 1978. Foi o primeiro complexo do gênero planejado no país e está localizado no município de Camaçari, próximo a Salvador, capital do Estado da Bahia. Camaçari é o maior complexo industrial integrado do Hemisfério Sul, como se observa na Figura 13. O polo tem mais de 60 empresas químicas, petroquímicas e de outros ramos de atividade como indústrias automotivas, de celulose, metalurgia do cobre, têxtil, bebidas e serviços. Um duto, que transporta eteno, com mais de 400 quilômetros de extensão interliga a unidade de insumos básicos da Braskem em Camaçari às suas fábricas de Cloro-soda e PVC em Alagoas, fazendo a conexão entre os polos Industrial de Camaçari e Cloroquímico daquele Estado (AZUAGA, 2007).

A maioria das empresas do polo está interligada por dutos à unidade de insumos básicos da Braskem. Maior indústria do Complexo de Camaçari e um dos cinco maiores empreendimentos privados do país, a Braskem recebe derivados de

petróleo da Petrobras e através de importações, principalmente a nafta, em sua unidade de insumos básicos de Camaçari e os transforma em petroquímicos básicos como eteno, propeno, benzeno, tolueno, butadieno, xilenos, solventes e outros. Outras utilidades como energia elétrica, vapor, água e ar de instrumentos são fornecidos às unidades produtivas da própria Braskem e às indústrias vizinhas, de segunda geração, que, por sua vez, fabricam os petroquímicos intermediários e alguns produtos finais (AZUAGA, 2007).

O polo petroquímico do Nordeste pertence à Braskem, e representa quase 50% da capacidade de produção nacional de petroquímicos básicos e resinas termoplásticas, tornando-a a mais importante central petroquímica do país. A Braskem é líder do mercado latino-americano de resinas termoplásticas desde sua formação, em agosto de 2002, quando os grupos Odebrecht e Mariani integraram seus ativos petroquímicos à Copene Petroquímica do Nordeste S.A., antiga central de matérias-primas petroquímicas do Polo de Camaçari. Os dois grupos uniram suas empresas petroquímicas, criando a Braskem, a primeira petroquímica integrada do país, isto é, que combina operações da primeira e da segunda geração da cadeia produtiva do plástico, em uma única empresa (AZUAGA, 2007).

Recentemente, com a aquisição da Quattor, a Braskem tornou-se a 8ª empresa petroquímica do mundo, e a maior produtora de resinas termoplásticas das Américas (Época Negócios, 2010). Braskem e Quattor dividiam o controle dos quatro polos nacionais; a primeira controlava os polos da Região Sul e Nordeste, enquanto que a outra se concentrava na Região Sudeste, incluindo a Rio Polímeros no Rio de Janeiro.

O portfólio de produtos de Camaçari é o mais completo entre as centrais existentes no Brasil. Isso porque a concepção do projeto do Polo de Camaçari previu a implantação conjunta de diversas empresas de segunda geração, sendo que a central responsável pelo fornecimento das matérias-primas e utilidades para todo o polo, buscando a integração entre as várias fases de produção (AZUAGA, 2007).

Com relação à matéria-prima, o Polo de Camaçari adquire cerca de 70% da nafta que consome da Petrobras, o restante é oriundo de importações, sobretudo da África e da América do Sul. Devido a limitações de oferta de nafta, o polo tem procurado consumir alternativamente outras frações de petróleo, como o condensado, cu-

ja disponibilidade vem crescendo, destacadamente no Oriente Médio e na África (AZUAGA, 2007).



Figura 13: Polo de Camaçari-BA

Fonte: AZUAGA, 2007

O Polo de Camaçari possui uma Unidade de Recuperação de Etano integrada a uma das Unidades de Pirólise, porém, devido à indisponibilidade deste insumo na Bahia, operou de forma intermitente desde 1978 a 2007, quando foi efetivamente retirada de operação. A unidade possuía integração energética com a unidade de craqueamento de nafta, utilizando o sistema refrigerante de eteno e propeno (GRASSI, 2008).

Com os preços crescentes de nafta e a descoberta do Campo de Manati, próximo ao polo, a Braskem iniciou um estudo para a ampliação e modernização da sua unidade instalada de recuperação de etano a partir do gás natural. Este estudo se alinhava com a estratégia de flexibilização de matéria-prima e ampliação da produção de eteno, via rota gasosa, garantindo o crescimento e a competitividade da cadeia petroquímica do Polo de Camaçari (GRASSI, 2008).

Vale ressaltar que o gás natural como fonte de energia também é importante para as indústrias da região, que têm uma matriz energética a partir de óleo combustível. Entretanto, o valor da recuperação dos componentes etano, propano e butanos para utilização como matéria-prima petroquímica propicia a produção do gás metano especificado para outros usos, inclusive combustível (GRASSI, 2008).

A especificação do gás de Manati para as diversas aplicações como matéria-prima é possível a partir da instalação de unidades adicionais específicas para remoção dos contaminantes e impurezas tais como dióxido de carbono, água, mercúrio e nitrogênio. Estas unidades têm tecnologias comprovadas e comercialmente disponíveis (GRASSI, 2008).

### *5.1.3. Polo de Triunfo-RS*

O polo petroquímico do Sul está instalado no município de Triunfo, a 52 quilômetros de Porto Alegre. Foi implantado em 1982 com a finalidade de retomar a industrialização do Rio Grande do Sul, e é formado pela Braskem, que opera a central de matérias-primas, e as demais empresas de segunda geração (AZUAGA, 2007).

O polo possui capacidade instalada para processar 3.7 milhões de t/ano de nafta, com flexibilidade para utilizar GLP e condensado leve. A Petrobras, através da Refinaria Alberto Pasqualini (Refap), de Canoas (RS), é a fornecedora exclusiva de nafta para o polo, e esta é levada por dutos (AZUAGA, 2007).

O polo produz cerca de 40% do eteno consumido no Brasil, com capacidade instalada de 1.200 mil t/ano. Além de eteno, seu principal produto, a empresa produz propeno, butadieno e aromáticos, entre outros, totalizando cerca de 3 milhões de t/ano de petroquímicos. Essas capacidades conferem ao polo uma escala adequada de produção, sendo que mais de 80% dos produtos petroquímicos de primeira geração são consumidos no próprio polo, enquanto que o restante é vendido para os outros estados do país ou exportado (AZUAGA, 2007). A Figura 14 apresenta fotos atuais do Polo de Triunfo.

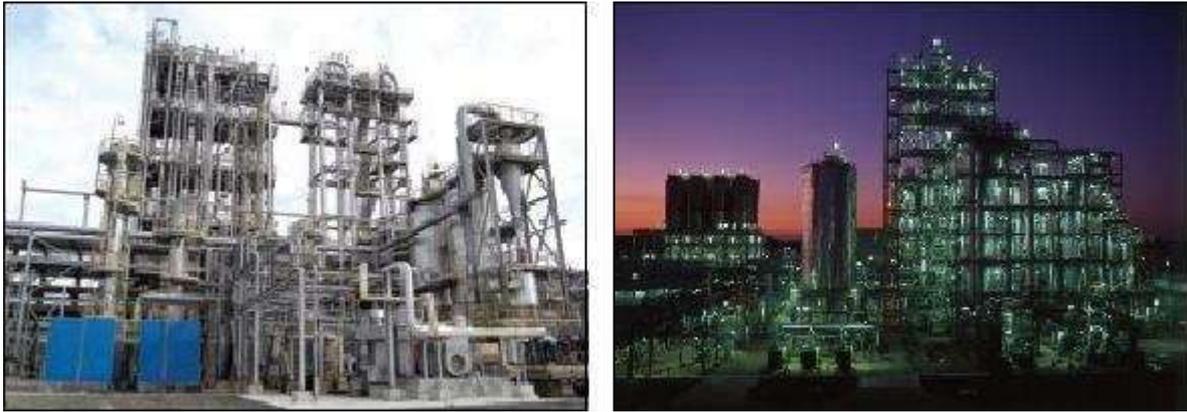


Figura 14: Planta Braskem (Triunfo-RS)

Fonte: Braskem, 2010

Uma vantagem da empresa em relação às demais centrais petroquímicas é a versatilidade no processamento de diferentes cargas, o que lhe permite utilizar maiores quantidades de condensado em vez de nafta. Outro fator importante de competitividade é a proximidade do mercado argentino, que facilita a importação de matérias-primas da Argentina e a exportação para o Mercosul. Além, a completa integração dos polos nacionais sob o controle da Braskem representa um enorme ganho de escala e aumento de competitividade, pois as duas centrais são responsáveis por mais de dois terços da produção nacional de petroquímicos básicos e cerca de metade da produção de petroquímicos em geral (AZUAGA, 2007).

#### 5.1.4. Rio Polímeros – Riopol

A Rio Polímeros, que segundo a Petrobras tornou-se o maior empreendimento gás-químico da América Latina, está instalada nas proximidades da Refinaria Duque de Caxias (Reduc), no município de mesmo nome no Estado do Rio de Janeiro (Figura 15). A Riopol é o primeiro complexo industrial gás-químico integrado e o segundo principal produtor de polietileno no Brasil. A planta compreende um complexo industrial totalmente integrado, composto por duas unidades industriais, que funcionam a partir de frações do gás natural (etano e propano), fornecidos pela Petrobras. A Riopol beneficia-se da utilização de moderna tecnologia para produção de resinas termoplásticas em escala mundial (AZUAGA, 2007).

O gás natural utilizado pelo polo é proveniente da Bacia de Campos (RJ) que é separado em unidades em Campos e na Reduc. Essas frações podem ser utiliza-

das como matéria-prima, em substituição à nafta, sendo competitivas para a geração de eteno devido à sua maior eficiência de conversão. Após ser extraído na Baía de Campos, o gás natural é transferido para separação em duas frações, uma gasosa e outra líquida, sendo este denominado líquido de gás natural (LGN). Este, por sua vez, é fracionado de modo a se obter uma mistura de etano e propano, dentre outros gases. Terminada a etapa de primeira geração o eteno é encaminhado para a unidade de polimerização, que é integrada à unidade de pirólise. O propeno, o hidrogênio e a gasolina de pirólise são vendidos a diferentes compradores. Na unidade de polimerização o eteno passa por reatores químicos para ser transformado em polietileno, concluindo a etapa de segunda geração (AZUAGA, 2007).



Figura 15: Rio Polímeros (Duque de Caxias-RJ)

Fonte: Quattor, 2010

A unidade de pirólise da Riopol possui capacidade anual de produção de 520 mil toneladas de eteno e 75 mil toneladas de propeno. Além disso, essa unidade possui uma capacidade de produção anual de 5 mil toneladas de hidrogênio e 33 mil toneladas de gasolina de pirólise. Já a Unidade de Polimerização possui duas linhas

de produção independente com capacidade anual de 270 mil toneladas de polietileno cada uma, perfazendo uma capacidade total anual de 540 mil toneladas de polietileno. Essa unidade é flexível sendo capaz de produzir PEBDL e PEAD. Essa flexibilidade permite adaptar a cesta de produtos às necessidades do mercado (AZUAGA, 2007).

Do ponto de vista de integração, a Rio Polímeros possui a maior vantagem comparativa dentre as centrais (GOMES, 2005). Além disso, como aponta Azuaga (2007), a central possui um custo de investimento menor do que as demais, por ser uma unidade de craqueamento de gás, diferentemente das outras, que se baseiam em nafta. Outras vantagens competitivas relacionadas a utilização do gás são:

- a) Eficiência de custos e competitividade: o modelo de produção baseado no gás natural tende a apresentar uma estrutura de custos mais vantajosa do que o modelo baseado na nafta no que diz respeito à produção de eteno, exigindo menores gastos por tonelada produzida, e possibilitando maior escala e competitividade para os produtos;
- b) Menor impacto ambiental: a forte adequação dos derivados do gás natural para a produção de eteno propiciam o processamento de um número menor de produtos químicos, sendo a grande maioria destes menores poluentes do que os derivados da nafta, contribuindo para a redução das emissões de gases e líquidos para o meio-ambiente;
- c) Disponibilidade: a Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, possui as maiores reservas de gás natural do país, e sua interligação com o Complexo Gás-Químico do Rio de Janeiro, por meio das instalações da Petrobras, propicia um significativo aumento na produção petroquímica nacional.

Apesar do alto rendimento em eteno na utilização do gás natural como matéria-prima petroquímica, ocorre uma baixa produção dos demais petroquímicos, em especial dos aromáticos. Estes têm se mostrado uma opção interessante para os polos baseados em nafta nos períodos de baixas nos preços das *commodities*. Dessa forma, a utilização de gás natural, ainda que mais competitiva para a produção de eteno, perde em flexibilidade para a nafta, pois proporciona um *mix* de produtos mais reduzido.

Observa-se também, como já citado anteriormente, que o gás extraído da Bacia de Campos, que sustenta a produção da Riopol oferece pouco mais de 10% de etano e menos de 5% de propano, e tais índices vêm decaindo com o passar do tempo (MOTTIN, 2008).

#### *5.1.5. Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – Comperj*

De acordo com estudos apresentados pela Abiquim, as modificações em unidades de processamento das refinarias e as expansões nas centrais petroquímicas podem não ser suficientes para atender o aumento da demanda por petroquímicos básicos. Nesse sentido, o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro surge como uma alternativa adequada para atender o mercado nacional, principalmente, por ser capaz de processar o petróleo pesado da Bacia de Campos (RJ).

O Comperj utilizará tecnologia desenvolvida pelo Cenpes/Petrobras e será o primeiro complexo petroquímico a processar petróleo pesado, em vez de nafta e gás natural, normalmente utilizados como principal insumo pelas centrais existentes. A utilização do petróleo pesado como principal insumo da central vem a contemplar a estratégia da Petrobras em agregar valor ao petróleo bruto produzido no Brasil, o que possibilita aumentar a rentabilidade do conglomerado (AZUAGA, 2007).

De acordo com Santos (2008), a refinaria petroquímica deste complexo, também chamada de Unidade Petroquímica Integrada (UPI) ou Unidade Petroquímica Básica (UPB), produzirá insumos petroquímicos e derivados de petróleo a partir de óleos pesados oriundos da Bacia de Campos. O projeto, orçado em US\$ 8.5 milhões, será construído na central de um novo polo petroquímico, em Itaboraí, no Estado do Rio de Janeiro (Figura 16). O Comperj produzirá, a partir de 165 mil bpd (barris de petróleo por dia), cerca de 1.3 milhões de t/ano de eteno, 900 mil t/ano de propeno, além de diesel e coque (Tabela 9).

Tabela 9: Produção de Petroquímicos Básicos e Combustíveis (Comperj)

| <b>Comperj</b> |               |
|----------------|---------------|
|                | <b>kt/ano</b> |
| Eteno          | 1.300         |
| Propeno        | 900           |
| Butadieno      | 157           |
| Benzeno        | 360           |
| Xileno         | 700           |
| Diesel         | 535           |
| Nafta Pesada   | 284           |
| Coque          | 700           |

Fonte: Petrobras, 2009

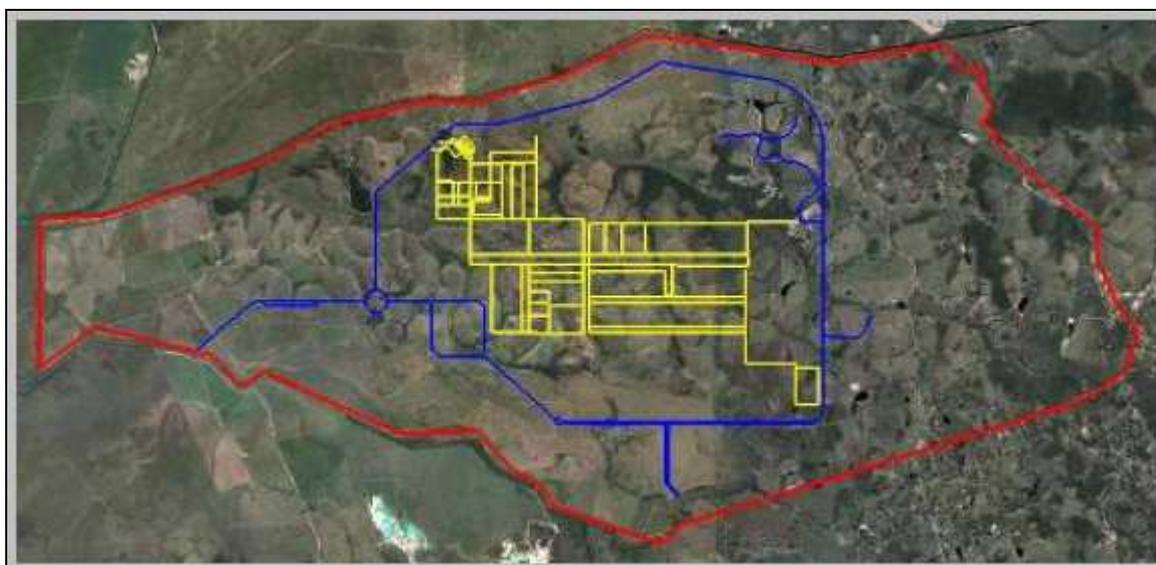


Figura 16: Esquema de localização do Comperj (Itaboraí-RJ)

Fonte: Petrobras, 2009

Observam-se aspectos estratégicos do empreendimento, que trarão diversos benefícios, tais como o uso de matéria-prima de baixo valor agregado, a integração do complexo petroquímico, o aumento da competitividade da indústria, a vantagem competitiva em logística de matéria-prima e produtos, a agregação de valor à cadeia produtiva e a melhoria da balança comercial na cadeia de petróleo, derivados e petroquímicos (SANTOS, 2008).

A refinaria petroquímica, diferentemente de uma refinaria tradicional (voltada primordialmente para a produção de combustíveis), tem como foco a produção dire-

ta de petroquímicos básicos, somando as atividades da 1ª geração petroquímica ao refino. Assim, ao invés de comercializar nafta para as centrais petroquímicas, esta refinaria deve ser capaz de ofertar petroquímicos básicos para a segunda geração da cadeia produtiva petroquímica. Não obstante, a refinaria petroquímica também produz outros derivados, visto que o refino de petróleo fornece uma ampla gama de produtos. Esta flexibilidade proporciona uma alternativa promissora ao equacionamento do mercado de petroquímicos brasileiro (SANTOS, 2008).

Além de ser provavelmente a primeira refinaria brasileira a integrar o HCC ao seu esquema de refino, o Comperj deverá contar com Unidades de Hidrotratamento para cada tipo de fração (nafta e médios), devido à presença de contaminantes, principalmente compostos de enxofre. O complexo terá unidades de destilação atmosférica e a vácuo, sendo a última de extrema importância no processamento de petróleos pesados, como o Marlim. As olefinas serão produzidas pelo processo de pirólise, que processará cargas mais leves e maximizará a produção de eteno. O FCC Petroquímico irá processar cargas mais pesadas e maximizará a produção de propeno. Dessa forma, a obtenção de olefinas ocorrerá de forma equilibrada (SANTOS, 2008).

## Capítulo 6 – Análise de Competitividade

### 6.1. Análise de Competitividade dos Polos Petroquímicos Brasileiros

A indústria petroquímica é classificada como um oligopólio concentrado, com a principal característica de ser intensiva em capital e energia. Há fortes barreiras à entrada de concorrentes, concentração em grandes empresas e movimentos cíclicos de investimentos, preços e margens de lucro. Observa-se um permanente padrão de desequilíbrio entre oferta e demanda, causada pelo longo período de maturação dos investimentos na expansão da capacidade instalada, que resulta na alternância de períodos de preços e margens elevados com períodos de baixa e compressão de margens, pela simples regra de mercado.

Dentro desse cenário, como já foi apontado, os principais fatores de competitividade da indústria petroquímica são a escala de produção, a integração, a tecnologia e o acesso a matérias-primas de baixo custo. A tecnologia permite vantagens de custo, e, no caso dos petroquímicos de segunda geração, também se reflete na possibilidade de diferenciação dos produtos. Alguns consideram importante a proximidade com o mercado consumidor, e talvez o seja para os petroquímicos de segunda e terceira geração, porém, o papel da matéria-prima permanece indiscutível, tendo em vista que quase 80% no custo de produção de petroquímicos básicos derivam do preço da matéria-prima.

A flexibilidade em termos de matéria-prima utilizada pela central é tida como outro fator de competitividade. Polos que podem processar cargas líquidas e gasosas estão menos suscetíveis ao corte de suprimento e quedas nas margens operacionais, pois ao menor sinal de instabilidade ao redor de determinada matéria-prima, migram para outra que lhes ofereça maior competitividade. De acordo com a consultoria ChemSystems, os produtores com possibilidade de flexibilização vem minimizando as perdas com as altas da nafta, enquanto as margens referentes ao craqueamento desta despencam para níveis de custo de desembolso próximos ao *laggard*.

De qualquer forma, observa-se que nenhum dos quatro polos petroquímicos nacionais apresenta todos os fatores de competitividade levantados. Para um estudo comparativo, é possível montar uma tabela, apresentando as variáveis avaliadas em relação a cada polo, sendo estas a flexibilidade e custo da matéria-prima, inte-

gração logística e empresarial, escala de produção em termos do produto eteno, o petroquímico básico mais produzido e comercializado no mundo, e principal matéria-prima para a produção de resinas termoplásticas. A seguir, cada variável será discutida, a fim de fundamentar o exposto pela Tabela 10.

Tabela 10: Quadro Comparativo dos Principais Fatores de Competitividade da Indústria Petroquímica

|          | Matéria-Prima |       | Integração |             | Escala de Produção | Tecnologia |
|----------|---------------|-------|------------|-------------|--------------------|------------|
|          | Flexibilidade | Custo | Logística  | Empresarial |                    |            |
| Camaçari | Sim           | Não   | Sim        | Sim         | Sim                | Sim        |
| Triunfo  | Sim           | Não   | Sim        | Sim         | Sim                | Sim        |
| Capuava  | Sim           | Não   | Não        | Sim         | Não                | Sim        |
| Riopol   | Não           | Sim   | Sim        | Sim         | Não                | Sim        |

Fonte: Elaboração própria

### 6.1.1. Matéria-Prima

Como já foi apontado, na indústria petroquímica, a matéria-prima representa algo em torno de 80% dos custos totais e 98% dos custos variáveis (quando considerado nafta), o que prioriza esse fator crítico de desempenho. Dessa forma, a garantia da matéria-prima a custo competitivo, determinado pela localização estratégica em relação às fontes alternativas e a flexibilidade do processo produtivo, possibilitando a utilização de mais de um tipo, são determinantes na competitividade e têm forte influência sobre as perspectivas de uma empresa do setor. As principais matérias-primas utilizadas pelas centrais petroquímicas brasileiras são a nafta, etano, condensado e gás de refinaria, e cada uma apresenta diferentes rendimentos nos produtos finais, assim como diferentes custos de aquisição (FREIRE e JARDIM, 2000).

De acordo com a Confederação Nacional do Ramo Químico da CUT (CNQ-CUT), 82% do total de eteno brasileiro são produzidos a partir do petróleo. Dessa forma, logicamente, o preço dos derivados tem uma estreita ligação com o preço do barril de petróleo, sensível a uma série de fatores, incluindo geopolítico (SANTOS, 2008). De fato, dos atuais quatro polos petroquímicos brasileiros, três deles (Capuava-SP, Triunfo-RS e Camaçari-BA) utilizam quase que exclusivamente derivados do refino do petróleo, enquanto que apenas a Riopol (Duque de Caxias-RJ) processa unicamente gás natural, este extraído da Bacia de Campos.

Novamente de acordo com a CNQ-CUT, os preços da nafta estão em recuperação nesses últimos meses da pós-crise. A valorização acumulada em 12 meses chega a 69%. A expectativa, no curto prazo, é de que os preços sigam firmes. E este cenário altista terá reflexos no Brasil. A nova companhia formada pela compra da Quattor pela Braskem, líder na América Latina, sofrerá impacto direto nos custos operacionais de suas fábricas.

De fato, a fotografia atual mostra que a competitividade das empresas petroquímicas globais que utilizam o gás natural como principal fonte de matéria-prima para produção de resinas é maior do que as que utilizam nafta. Assim, os três polos nacionais que utilizam nafta em detrimento do gás natural estão em forte desvantagem. De acordo com dados da CMAI e estimativas da consultoria Barclays Capital, as empresas que produzem eteno através do processamento da nafta trabalham com margens nitidamente menores e a perspectiva é de que o cenário se mantenha ao longo de todo 2010 (Figura 17).

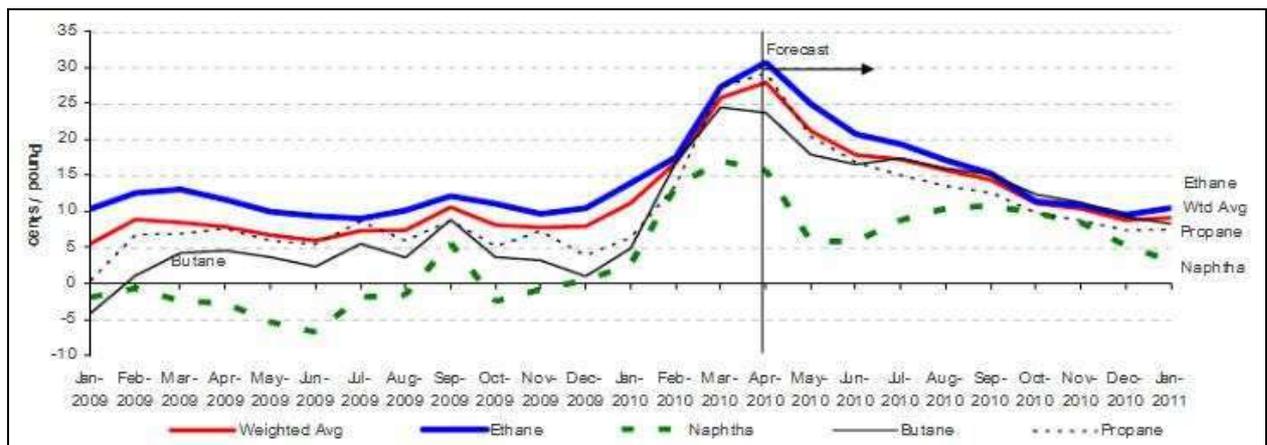


Figura 17: Margens da Produção de Eteno, por Matéria-Prima

Fonte: CMAI e Estimativas da Barclays Capital, 2010

Ademais, em termos do petroquímico eteno, através do craqueamento a vapor, os melhores rendimentos são obtidos quando utiliza-se etano (gás natural) como matéria-prima, quando comparados com a nafta, por exemplo. Contudo, para a produção de eteno a partir de frações do gás natural, pressupõe-se a disponibilidade de grandes quantidades locais de gás natural com concentração adequada de etano (SANTOS, 2008).

No caso da utilização do gás natural, o investimento requerido por tonelada de eteno é menor, mas em compensação, este se torna praticamente o único produto obtido. Com o uso da nafta, apesar de exigir um maior investimento por tonelada produzida de eteno, esta matéria-prima propicia a obtenção de outras olefinas (propeno, butadieno e butenos) e aromáticos (ECIB, 1993).

Apesar de o eteno poder ser produzido a partir do etano e do propano, derivados do gás natural, a nafta tem sido a matéria-prima mais utilizada em nível mundial. Isto porque, apesar de seu processo produtivo ser mais complexo, seus custos elevados são compensados na maior parte pelos créditos obtidos com a venda dos subprodutos gerados no processo produtivo, alguns de alto valor agregado.

O Relatório da Administração da Braskem (2009) aponta que a maior competitividade do gás natural em relação à nafta influenciou os produtores que pudessem utilizar diferentes matérias-primas a preterir o processamento de cargas líquidas ao longo do ano. Essa posição limitou a oferta de co-produtos como propeno, butadieno e aromáticos, que, dessa forma, mantiveram a tendência de preços em alta, desde o primeiro trimestre de 2009. De acordo com informes da empresa, o bom desempenho da Braskem no primeiro trimestre de 2010 está associado não apenas ao comportamento dos preços das resinas termoplásticas, mas também dos petroquímicos básicos, especialmente dos aromáticos.

A flexibilização para permitir a utilização de gás natural é tão importante que o Polo de Camaçari iniciou um estudo para ampliar e modernizar a sua unidade instalada de recuperação de etano a partir do gás natural, incentivada tanto pela alta do preço da nafta como pela descoberta do Campo de Manati (GRASSI, 2008).

Em termos de flexibilização, as três centrais petroquímicas que utilizam de forma predominante a nafta também estão capacitadas a processar cargas líquidas com diferentes misturas de condensado, assim como gás de refinaria, enquanto que a Riopol não dispõe de alternativa ou flexibilização. De fato, em relação ao Polo de Capuava, por exemplo, 200 mil t/ano de eteno de sua capacidade instalada de 700 mil t/ano provêm do processamento de gás de refinaria, fornecido pelas refinarias da Petrobras nas vizinhanças da central petroquímica. Tanto o condensado como o gás de refinaria são opções de baixo custo e bom rendimento em eteno, podendo ser utilizados de forma a elevar as margens e aumentar a competitividade.

O Polo de Triunfo prevê a construção de uma unidade produtora do chamado eteno verde, produzido pela desidratação de etanol. A iniciativa, além de diversificar a matriz de matérias-primas utilizada pelo polo, ainda adiciona 200 mil t/ano de eteno a sua capacidade instalada, já com em vista de expansão para 600 mil t/ano, impulsionada por uma demanda de produtos com caráter ecológico.

### 6.1.2. Escala de Produção

A economia de escala refere-se à capacitação da empresa de produzir seus produtos em quantidade que torne mais baixo o custo unitário. Essa redução ocorre não somente na produção, mas também na comercialização, *marketing*, força de vendas e outras áreas da empresa (FREIRE e JARDIM, 2000).

Basicamente, existem economias de escala técnica, de financiamento, de operações e de volume de vendas. A redução de custos origina-se, principalmente, de economias de escala técnica, devido a duas principais razões: a relativa indivisibilidade dos fatores de produção, e a não proporcionalidade entre a escala das plantas e seus custos. A primeira diz que os fatores de produção, pelos quais as várias unidades nas quais uma refinaria é dividida, podem apenas ser usadas plenamente para níveis de produção maiores que certos limites. Por sua vez, o segundo motivo pode ser expresso de forma aproximada pela razão entre o volume produzido (capacidade de produção) e o respectivo custo. Dessa forma, sendo C o investimento correspondente a uma planta de capacidade Q, aplica-se a seguinte relação:

$$(C/C_0) = (Q/Q_0)^b$$

O sub-índice “o” refere-se à planta de menor capacidade e “b” ao fator de escala. Quanto menor o valor de “b”, maior será a vantagem obtida em custos unitários para a expansão das dimensões da planta. Os valores de “b” costumam situar-se na faixa de 0.6 a 0.8 (SANTOS, 2008).

Comparando a escala de produção de eteno nos quatro polos petroquímicos nacionais, observa-se ampla disparidade entre as centrais do Sul e Nordeste contra as duas centrais do Sudeste. O Polo de Capuava e a Riopol representam, juntas, apenas 33% de toda a capacidade instalada nacional, em termos de eteno. Entretanto, de acordo com Garcia e Sabbatini (2001), apesar da capacidade instalada do Polo de Capuava ter escala reduzida quando comparada às demais centrais brasileiras, pode-se perceber que ambas estão acima da escala econômica mínima (200

mil t/ano) e dentro da média mundial (entre 600 e 700 mil t/ano), apresentando uma escala competitiva. A Riopol, com uma produção de eteno de 520 mil t/ano, estaria pouco abaixo da média mundial.

Não somente, de acordo com Bastos (2009), a escala de produção de eteno da Riopol estaria acima da média das centrais chinesas e da Europa Ocidental, pareada com as japonesas (Figura 18). Por sua vez, o Polo de Capuava, com 700 mil t/ano de eteno, superava também a média das centrais estadunidenses, ficando pouco abaixo da média das novas plantas da Arábia Saudita, estas significativamente maiores.

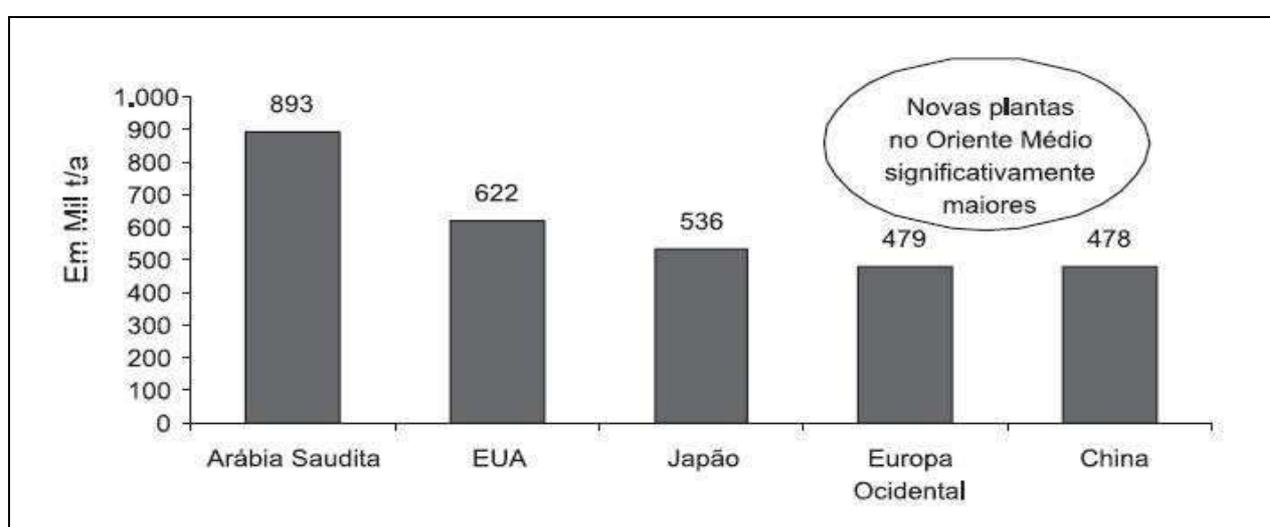


Figura 18: Capacidade Média de Planta de Eteno, por Região (2006)

Fonte: BASTOS, 2009

### 6.1.3. Integração

Nos segmentos de petroquímicos, economias de escala ainda são fundamentais para a competitividade, por guardarem estreita relação com os custos de produção. Porém, além das economias de escala das plantas, são também importantes as economias de escala empresarial. Isso significa dizer que uma empresa competitiva deve ter tamanho suficiente para diluir não apenas seus custos fixos (comercial, administrativo, financeiro, etc.), mas também seu esforço tecnológico (gastos regulares em P&D) por uma “massa crítica” de unidades e volumes de produção consideráveis (ECIB, 1993).

Esses dois importantes fatores de competitividade estruturais na indústria química/petroquímica (escala e “massa crítica”) têm sido permanentemente reforça-

dos através do processo de integração horizontal e vertical. Reafirmando, a “massa crítica” é essencial e tem proporcionado o fluxo de caixa necessário para atividades de P&D, *marketing*, serviços técnicos, programas de qualidade e satisfação de necessidades dos trabalhadores. Empresas monoprodutoras, geograficamente dispersas, sem porte nem integração produtiva, não podem competir com as líderes mundiais do setor (ECIB, 1993).

Historicamente, as empresas petroquímicas estruturam-se a partir de uma integração entre a central (de matérias-primas) e as unidades produtoras de produtos finais (da indústria). Essa integração possui uma dimensão técnica e uma econômica: espacialmente estruturados na forma de polos ou complexos, com ligação entre diferentes etapas e unidades produtivas, estes conjuntos possuem muitas vezes uma identidade societária única. O peso relativo das atividades a montante (básicas) e a jusante (produtos petroquímicos finais, sejam *commodities* ou especialidades) é, no entanto, variável (ECCIB, 2003).

Existem grupos que são centrados em atividades petroquímicas básicas, com participações adicionais em segmentos mais avançados ou simplesmente adjacentes. Nos países com base petrolífera mais relevante, o peso do petróleo e da petroquímica básica é superior, mas faz-se acompanhar de participações localizadas em segmentos industriais, processos produtivos e produtos específicos, permitindo desenvolvimentos tecnológicos adicionais e níveis de rentabilidade mais elevados (ECCIB, 2003).

As empresas do setor petroquímico utilizam a estratégia de integração produtiva, pensando principalmente nos ganhos ocasionados pelo melhor fluxo de informações, pelo alinhamento das estratégias das empresas e pela redução dos custos de transação. A integração da cadeia petroquímica pode ser implantada de diversas formas, através da verticalização das atividades, da aquisição de empresas, ou o estabelecimento de parcerias e alianças entre clientes e fornecedores. Independentemente da forma escolhida é necessário o estabelecimento de um fluxo informacional que permita às empresas fornecedoras de resina identificar as reais necessidades dos consumidores finais (AZUAGA, 2007).

Diversos setores industriais a partir da década de 80 utilizaram a estratégia de integração. Essa estratégia de realização de parcerias e alianças, entre empresas da cadeia petroquímica, vem se mostrando como uma melhor solução de inte-

gração, pois permite que cada elo da cadeia mantenha-se focado em sua atividade principal, porém, participando de uma estratégia conjunta que visa aumentar a eficiência de toda cadeia. As negociações periódicas desiguais entre fornecedores e clientes que são baseadas apenas no poder de barganha são substituídas por parcerias e alianças que melhoram a cooperação entre os agentes da cadeia e consequentemente a eficiência do processo produtivo, devido a esse melhor mecanismo de governança (AZUAGA, 2007).

As unidades que formam um polo petroquímico são, principalmente, as de primeira e segunda gerações, podendo estar empresarialmente integradas ou não, conquanto a maior integração vertical assegure maiores economias de escala e escopo. No Brasil, as unidades de primeira e segunda gerações foram, contudo, implantadas de forma não-integrada empresarialmente, com pulverização da produção e limitações na eficiência econômica das empresas pela impossibilidade de completa apropriação das economias de escala e de escopo. O porte reduzido das empresas, a maioria delas monoprodutoras, frente aos padrões internacionais, não constituíram, entretanto, obstáculos em uma economia fechada como era a brasileira na época da implantação das centrais (LEONARDI, 2009).

No entanto, a abertura comercial e a privatização da década de 1990 deram início a um processo de consolidação e adequação da petroquímica brasileira aos requisitos de competitividade internacional. A partir de meados da década passada, tiveram lugar importantes movimentos de fusões e aquisições no âmbito do setor petroquímico que resultaram em empresas de maior porte, pertencentes aos grupos privados nacionais atuantes no setor, operando em escala mais competitiva, maior integração vertical e diversificação de produtos ou mesmo internacionalização das empresas. Não obstante, esses movimentos resultaram simultaneamente em forte concentração da produção, principalmente no caso dos petroquímicos básicos, ou em repartição do capital votante de algumas empresas entre grupos que disputam seu controle e, eventualmente, concorrem nos segmentos seguintes da segunda geração petroquímica (LEONARDI, 2009).

O processo de verticalização traz como um dos principais benefícios a diversificação do *portfólio* produtivo das empresas, pois a integração permite uma maior flexibilidade de resposta a movimentos de reestruturação que envolvam, por exemplo, fechamentos temporários de fábricas. Um ajuste na capacidade produtiva numa

empresa monoprodutora, equivaleria ao encerramento de suas atividades (ECIB, 1993). Além disso, a integração vertical permite um planejamento mais acurado do nível de capacidade necessário para estabilizar preços e produção a longo prazo, propiciando a redução de custos de transação e garantia de abastecimento (SANTOS, 2006).

Até o primeiro trimestre de 2010, apenas duas empresas eram responsáveis pela produção de petroquímicos básicos: a Braskem, detentora dos polos de Triunfo e Camaçari, e a Quattor, operando no Sudeste com os polos de Capuava e Duque de Caxias (Riopol). Entretanto, o mais recente processo de reestruturação na cadeia petroquímica se deu com a aquisição da Quattor pela Braskem, através de um Acordo de Investimento firmado entre Odebrecht, Petrobras, Braskem e Unipar. O acordo permitirá à Petrobras consolidar seus principais ativos petroquímicos na Braskem, que se manterá como empresa privada de capital aberto e ampliará sua capacidade de competir globalmente. De fato, a integração vai permitir que a empresa seja mais competitiva e consolide sua presença nas Américas (BRASKEM, 2010).

De acordo com o Presidente da Braskem, Bernardo Gradin, a consolidação da primeira e segunda gerações petroquímicas, que são intensivas em capital, cria condições para que a indústria brasileira seja protagonista em um dos setores globais mais desafiadores e competitivos: o mercado de resinas termoplásticas. Além disso, viabiliza os investimentos necessários para acompanhar o crescimento da economia nacional. A criação de uma empresa com porte e vocação globais está em linha com a crescente inserção do Brasil no mercado internacional. Ademais, segundo o presidente da Braskem, com a integração de plantas modernas e competitivas, complementação e diversificação geográfica e de matérias-primas, a Braskem terá ganhos de escala, maior flexibilidade e eficiência operacional.

O processo de integração empresarial, que concentrou toda a atual produção brasileira de petroquímicos básicos nas mãos da Braskem, proporciona indiscutíveis ganhos de competitividade à empresa, fortalece a cadeia petroquímica nacional, e ainda alinha-se com a estratégia do governo de estimular o nascimento de multinacionais brasileiras (Valor Econômico, 2010a). Entretanto, tal integração pode não ser benéfica quando avaliada do ponto de vista dos polos petroquímicos isolados.

De acordo com o Sindicato das Indústrias de Produtos Químicos para Fins Industriais e da Petroquímica no Estado de São Paulo (Sinproquim), a aguardada duplicação da capacidade do Polo de Capuava, requerida por representantes do poder público, empresas e trabalhadores do Grande ABC, e que para muitos especialistas seria vital para o futuro do segmento na região, não se concretizará num horizonte próximo. A nova expansão elevaria a produção de eteno para 1.4 milhão de t/ano, propiciando indubitáveis ganhos de escala e competitividade, e que colocaria o Polo de Capuava em paridade com os grandes polos de Camaçari e Triunfo. Todavia, agora que a Braskem tem o controle das centrais de matérias-primas dos três polos em questão, não há competição. O Polo de Capuava passa a fazer parte de uma empresa petroquímica multinacional, com agenda própria e divergente, alinhada com estratégias globais de competitividade.

Ademais, recentemente, a direção do grupo, que pertence à Odebrecht (em sociedade com a Petrobras), anunciou que vai participar da construção do megaprojeto do Comperj, no município de Itaboraí no Estado do Rio de Janeiro, que terá capacidade de 1.3 milhão de t/ano de eteno. Nesse cenário, a lógica prevê que não haverá espaço para duplicação da central paulista, e o polo ficará estagnado, avalia Paulo Lage, presidente do Sindicato dos Químicos do ABC.

Apesar de entraves, a consultoria MaxiQuim (2010) aponta vantagens competitivas ao polo paulista que pesariam favoravelmente na decisão da Braskem de duplicar sua capacidade no futuro. O Polo de Capuava começa a diversificar a matéria-prima utilizada, processando gás de refinaria, além de possuir excelente localização, próxima ao grande mercado consumidor do eixo Rio-São Paulo.

Em termos logísticos, a formação do Polo de Capuava foi o resultado da primeira experiência integrada de investimentos na indústria petroquímica no Brasil. Todavia, o pioneirismo resultou na instalação de um polo cujo planejamento logístico tornou-se obsoleto rapidamente, em especial quando comparado aos outros polos petroquímicos instalados posteriormente. Alguns aspectos podem corroborar esta afirmação, como o caso das unidades da Union Carbide e Solvay, que por já estarem em operação em outros municípios na época da implantação do polo, ficaram excluídos deste. Ainda que dutos liguem estas unidades ao polo, a maior distância implica em maiores custos do que as centrais mais integradas da Bahia, Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro (GARCIA e SABBATINI, 2001).

Outro relevante ponto que exemplifica a ausência de uma logística mais eficiente diz respeito à produção das chamadas utilidades associadas ao processo produtivo, tais como uso da água, geração de vapor e energia, estocagem, tratamento de efluentes, entre outros. Enquanto nos polos construídos mais recentemente, existem centrais produtoras de utilidades para todas as empresas, em Capuava cada empresa tem sua própria área de produção e estocagem de utilidades, o que significa maiores custos fixos e menor eficiência produtiva do que uma situação de manejo conjunto das utilidades. Se houvesse maior integração entre as diversas plantas do polo, apenas uma central poderia suprir todas as empresas locais, explicitando inegáveis vantagens de custo. Nesse sentido, a não existência de centros integrados de utilidade no Polo de Capuava é um fator bastante danoso à competitividade das empresas locais. Além do mais, ainda impõem maiores obstáculos à atração de novas firmas, dados os mais elevados custos dos investimentos e as áreas necessárias para instalação de complexos independentes de utilidades (GARCIA e SABBATINNI, 2001).

#### 6.1.4. Tecnologia

O setor químico, do qual deriva a petroquímica, é descrito como baseado na ciência (*science based*), no qual a pesquisa e o desenvolvimento representam uma importante fonte de vantagem competitiva. A indústria petroquímica comercializa essencialmente produtos não montados, compostos por um ou apenas uns poucos materiais. Atualmente, a indústria petroquímica é uma indústria madura e encontra-se numa fase específica de inovação, onde, segundo o modelo de inovação industrial de Utterback (1994), predominam inovações incrementais de processo (SANTOS, 2006).

De fato, o acesso à tecnologia não representa uma significativa barreira à entrada, uma vez que a oferta internacional de pacotes que cobrem desde a engenharia de processo, passando pela engenharia básica e de detalhamento, construção, montagem, até o próprio financiamento é relativamente ampla. Apesar disso, o domínio da tecnologia se constitui em uma fonte de vantagem competitiva. A disponibilidade de tecnologias de processo passíveis de comercialização, a *descommoditização* de produtos, com o desenvolvimento de novos usos para as antigas resinas, e a busca de flexibilidade em termos de matérias-primas respondem pelos ainda relati-

vamente elevados investimentos em P&D e reforçam os requisitos de maiores escalas empresariais no setor petroquímico (ECIB, 1993).

Assim sendo, a tecnologia é outro importante determinante de competitividade. Atender aos mais diversos e sofisticados mercados impôs à petroquímica a necessidade crescente e contínua de gerar produtos com características particularizadas e tecnologicamente avançadas. A evolução tecnológica tem viabilizado o desenvolvimento de especialidades, produtos fabricados quase que sob medida (*taylor made*) para determinadas aplicações (FREIRE e JARDIM, 2000). Entretanto, essa até pode ser a realidade para os petroquímicos de segunda e terceira geração, mas o mesmo não se aplica aos petroquímicos básicos.

A variável tecnologia, no que tange a produção de petroquímicos básicos, gira em torno de vantagens de custo, ou seja, a capacidade de garantir alta produtividade e rendimento energético. Para tanto, as empresas investem em busca do estado-da-arte da tecnologia petroquímica mundial, equipamentos e sistemas mais modernos de controle e automação, além de reduzir passivos ambientais.

Nesse sentido, tanto a empresa Quattor, quanto a Braskem, dispõe de centros de pesquisa e tecnologia e têm buscado investir em adequação. A idade do Polo de Capuava, que data dos anos 60, pode se tornar um obstáculo, entretanto, de acordo com a Revista Petro&Química (2002), desde a sua criação até 1997, a PQU, antiga proprietária da central de matérias-primas do polo, investiu algo em torno de US\$ 56 milhões em adequação à legislação de segurança no trabalho, saúde ocupacional e meio ambiente, além dos US\$ 204 milhões na expansão da capacidade produtiva, atualização tecnológica e modernização da planta.

Até então, o carro chefe das pesquisas do centro de tecnologia da Quattor era o desenvolvimento das resinas especiais de polipropileno, baseadas em nanotecnologia e também as chamadas resinas verdes, esta em conjunto com pesquisadores da UFRJ. Em 2009, na feira internacional da indústria do plástico, Brasilplast, a empresa divulgou que em 2012 esperava já ter o propeno e o polipropileno verde, produzido a partir de glicerina, para comercialização.

Por sua vez, em termos de tecnologia verde, a Braskem aposta na produção de eteno e polipropileno verde, a partir da desidratação de etanol. A empresa está já num estágio mais avançado nesse projeto e, planeja, em 2011, entrar em operação com uma unidade no Polo de Triunfo capaz de produzir a resina verde, esta cada

vez mais cobiçada no mercado com a crescente preocupação com as questões ambientais.

## 6.2. Discussão

A análise de competitividade vem carregada pelas controvérsias que giram em torno do próprio conceito de competitividade industrial, e é um estudo por vezes tão complicado e abstrato quanto contabilizar bens intangíveis como o valor de uma marca multinacional. A literatura afirma que uma empresa, para aumentar a sua participação no mercado ou defender a sua posição, deve apresentar algumas competências específicas. Por sua vez, avaliar o peso de cada uma dessas variáveis sobre o resultado final da análise é praticamente outra batalha.

Na indústria petroquímica, uma empresa que atue no primeiro elo da cadeia, ou seja, uma empresa de primeira geração que produza *commodities*, para se tornar competitiva, deve ter como meta a redução de custos. Para tanto, a empresa precisa operar com escalas progressivamente maiores, dispondo de matérias-primas em quantidade e baixos preços. Fatores como logística, tecnologia e integração surgem na equação apenas como meios de se atingir o derradeiro fim: a redução de custos, e por sua vez, o aumento das margens operacionais. Essa precisa ser a mentalidade de uma empresa petroquímica de primeira geração, no entanto, para os elos seguintes da cadeia, diferentes estratégias podem agregar competitividade, como a diferenciação de produtos em busca de novos mercados.

Em termos de tecnologia, ainda há o desdobramento gerado pela crescente preocupação com as questões ambientais. Nesse caso, ainda que o custo seja um parâmetro relevante, o reconhecimento de selos de boas práticas ambientais de valor internacional se mostra como um diferencial competitivo. Polímeros produzidos a partir de matérias-primas renováveis possuem mercado de demanda reprimida, com ampla margem de crescimento. A unidade de eteno verde da Braskem, gerado pela desidratação de etanol, nem entrou em operação, e já se cogita a possibilidade de triplicarem sua capacidade.

Em décadas passadas, a falta de competitividade do álcool em relação à nafta levou a indústria a preterir a biotecnologia e optar pela petroquímica. Agora, o setor acredita que perante as oscilações no preço do petróleo, as tecnologias renová-

veis podem ganhar mais espaço e retornar como uma forma economicamente viável de se preservar o meio-ambiente.

A análise qualitativa dos quatro polos petroquímicos brasileiros mostra a forte posição de dois centros de excelência, um localizado no sul do país (Triunfo-RS) e outro no nordeste (Camaçari-BA). Ambos produzem em escala mundial, possibilidade de flexibilização e acesso a matérias-primas, logística integrada e tecnologia aos padrões internacionais. Interessante ressaltar que ambos os polos eram controlados pela Braskem, ao passo que os dois polos do sudeste eram operados pela Quattor.

O polo gás-químico de Duque de Caxias-RJ opera com escala mais reduzida, porém, é o mais recente e processa matéria-prima de menor custo. O Polo de Capuava apresenta os maiores entraves, e seu futuro é nebuloso, dentro do cenário mundial em que está inserida a agora multinacional Braskem, formada após a aquisição da Quattor. Uma expansão no polo paulista desafia as probabilidades, a luz da construção do megaprojeto do Comperj, há não mais de mil quilômetros de distância, no município de Itaboraí-RJ, com capacidade de produzir 1.3 milhão de t/ano de eteno a partir do petróleo pesado nacional.

Considerado o maior empreendimento individual da história da Petrobras, o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) é o resultado de um investimento estimado em R\$ 15 bilhões. Tem como seu principal objetivo refinar 165 mil barris diários de petróleo pesado proveniente da Bacia de Campos (Marlim), e está previsto para entrar em operação em 2013. O cronograma do empreendimento precisou ser revisto, porém, as recentes alterações no projeto básico do complexo tornaram o investimento ainda mais atrativo, conta o diretor financeiro da Braskem, Carlos Fadigas, sem prestar maiores esclarecimentos. A Braskem participará da composição acionária tanto da primeira quanto da segunda geração do empreendimento, mas não da maneira como vinha sendo previsto no mercado (Jornal Estadão, 2010).

Até o momento, o que se pode afirmar é que o Comperj entrará em atividade numa posição privilegiada, comparado aos demais polos petroquímicos do Brasil. Podemos encontrar no complexo de Itaboraí todos os mais relevantes fatores de competitividade apontados pela literatura em relação à cadeia petroquímica. A escala de produção, em termos de eteno, supera até mesmo Camaçari (1.28 milhão de t/ano), atualmente o maior polo nacional. A matéria-prima utilizada será o petróleo

pesado disponível em grande quantidade, e, que apesar de ter preço mais elevado que o do gás natural é mais barato que a nafta petroquímica (Figura 19, 20 e 21).

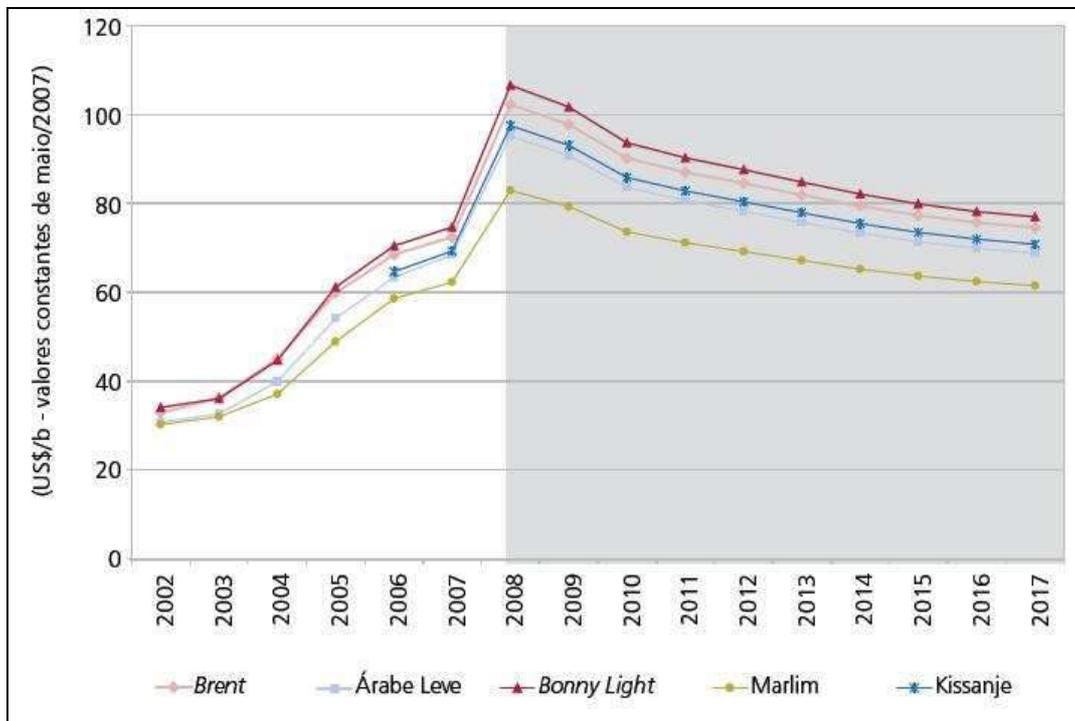


Figura 19: Perspectivas dos Preços Internacionais de Petróleo

Fonte: PDE, 2008

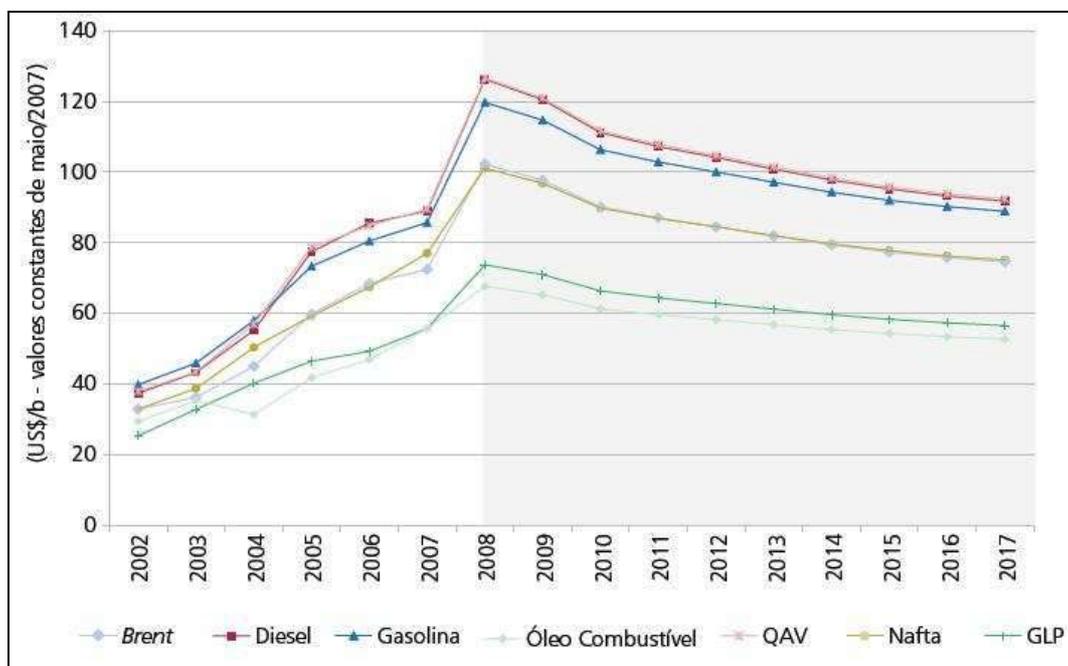


Figura 20: Perspectivas dos Preços Internacionais dos Derivados de Petróleo e Brent

Fonte: PDE, 2008

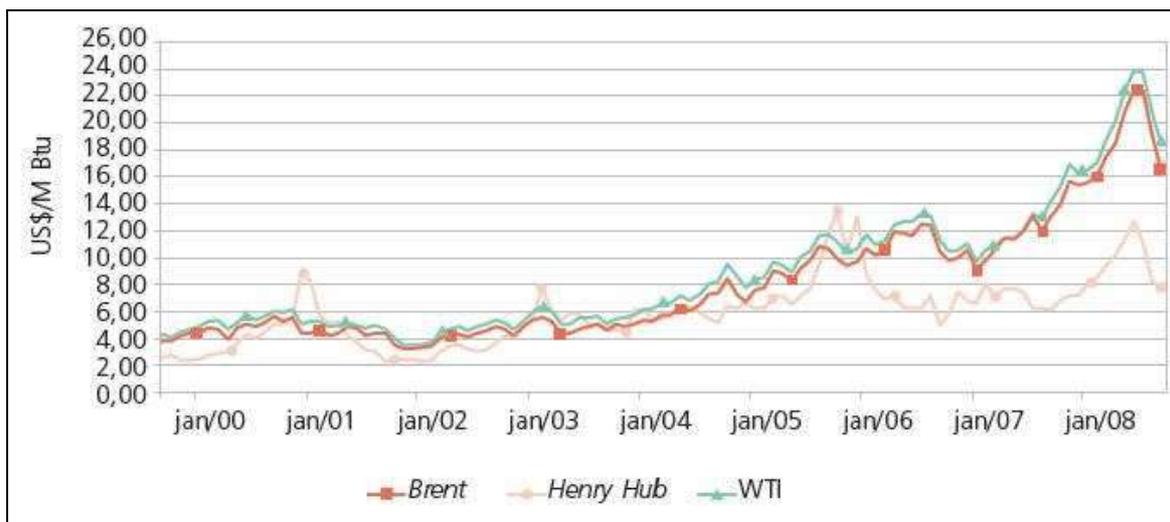


Figura 21: Histórico de Preços de Gás Natural (*Henry Hub*) e de Petróleo (*Brent* e *WTI*)

Fonte: PDE, 2008

Os gráficos mostram que em 2008, quando o preço da nafta no mercado internacional, equiparado ao do petróleo *Brent*, atingiu a marca histórica de US\$ 100, o preço do petróleo de Marlim foi cotado há pouco mais de US\$ 80, cerca de 20% mais barato. Em termos de gás natural, na Bacia do Atlântico, na qual o Brasil está inserido, o preço referencial é o do *Henry Hub*, que no mesmo pico de 2008, valia referencialmente metade do preço do petróleo *Brent*.

Em termos de integração, o Comperj será formado por uma refinaria e unidades geradoras de produtos petroquímicos básicos, além de um conjunto de unidades de segunda geração e uma Central de Produção de Utilidades (CDPU), responsável pelo fornecimento de água, vapor e energia elétrica, necessários a operação de todo o complexo. Há ainda a possibilidade de atrair empresas de terceira geração, que poderão se instalar nos municípios vizinhos e ao longo do Arco Metropolitano, que ligará Itaboraí ao Porto de Itaguaí (PETROBRAS, 2009).

A integração entre refino e petroquímica tem sido um tema recorrente nas últimas décadas, pela tendência à diminuição relativa de oferta de nafta petroquímica em razão do aumento da participação de petróleo pesado na produção mundial. As vantagens da integração refino-petroquímica são inúmeras, como ganhos de escala, maior flexibilidade operacional, otimização de processos, economias logísticas, além

de ganhos de sinergia entre negócios que envolvem processos de natureza semelhante.

A integração completa das operações petroquímicas e de refinaria fornece a oportunidade de maximizar a produção de produtos petroquímicos de maior valor agregado na mais competitiva estrutura de custos. Além disso, há chances de otimização baseadas no suprimento de matérias-primas, na utilização de correntes residuais e utilidades em comum, e, em custos variáveis, tais como os de combustíveis, vapor e balanços energéticos (LEONARDI, 2009). A verticalização ainda protege os segmentos de refino e petroquímica contra a intrínseca ciclicidade do setor (Figura 22). Existe um *hedge* natural entre os dois setores, e, em outras palavras, a integração reduz o risco (Petrobras, 2008).

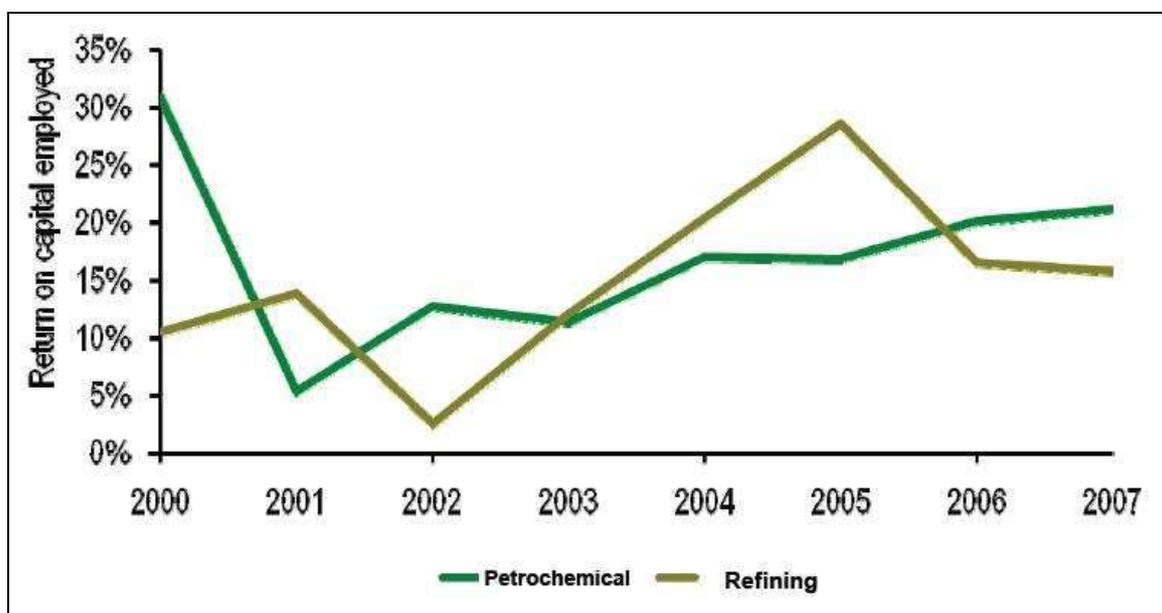


Figura 22: Lucratividade das Operações de Refino e Petroquímica

Fonte: Petrobras, 2008

Quanto à tecnologia, o Comperj contará com o que há de mais moderno no mercado. A tecnologia que permite a integração entre refino e petroquímica baseia-se no FCC Petroquímico, que promove a quebra das frações oleosas, não adequadas à pirólise, em eteno e propeno com alto rendimento e a temperaturas inferiores às da pirólise, maximizando o aproveitamento do petróleo para a produção de petroquímicos (Petrobras, 2008).

Escala, integração, tecnologia, localização, acesso a matérias-primas de baixo custo, são todos fatores que se somam para fazer do Comperj um complexo petroquímico de alta competitividade industrial.

O Comperj é considerado como imprescindível para o aumento da competitividade de toda a indústria petroquímica nacional, e pretende gerar uma economia de US\$ 2 bilhões por ano com a redução da exportação de petróleo pesado e da importação de derivados e produtos petroquímicos, além de garantir o crescimento da indústria de transformados plásticos no Rio de Janeiro (Petrobras, 2007).

De acordo com Paulo Roberto Costa, diretor de Abastecimento da Petrobras, todas as projeções sobre a demanda futura do mercado de petroquímicos nacional mostram a imperativa necessidade de se elevar a oferta de resinas termoplásticas, e, segundo ele, isso não será possível apenas através de um aumento da capacidade de produção das quatro centrais petroquímicas já existentes.

Entretanto, nem tudo são rosas na estrada rumo ao Comperj. De acordo com a Revista Valor Econômico (2010a), a Petrobras tem encontrado dificuldades para atrair sócios privados para a construção da central petroquímica, o que teria levado a estatal a priorizar as obras da refinaria e deixar as discussões a cerca da central para depois que for acertada a incorporação da Quattor pela Braskem. No mercado, a ausência de parceiros é explicado pelo custo elevadíssimo da tecnologia e equipamentos para extrair petroquímicos a partir de óleo pesado, o que não teria retorno garantido.

Por sua vez, o projeto básico do Comperj vem sendo criticado desde o anúncio da Petrobras a cerca das gigantes descobertas no pré-sal, onde alguns reservatórios, como Tupi, tem grandes quantidades de gás natural associado ao óleo. Como já foi discutido, atualmente, o gás é a melhor e mais barata matéria-prima para a produção de petroquímicos de primeira geração, e a avaliação de especialista era que não fazia sentido investir no projeto de uma petroquímica baseada em petróleo pesado, que é muito cara e complexa, quando se terá gás abundante (Valor Econômico, 2010c).

Ao que tudo indica, o polo passa por uma total reformulação do projeto básico, que poderá, na melhor das hipóteses, resultar na utilização do gás de Tupi como fonte de matéria-prima. Todavia, esse não é o único desentendimento em torno das matérias-primas. O projeto original era usar só o petróleo pesado de Marlim, por

meio de uma tecnologia que tem se revelado tão revolucionária quanto cara, além, a Petrobras mantém a disposição de fornecer o petróleo pesado de Marlim para o Comperj a um custo acima do avaliado pelo mercado, o que tem desagradado a Braskem, a ponto de atrapalhar inclusive a conclusão da compra da Quattor pelas duas empresas. Especialistas advertem que mesmo as unidades de segunda geração perdem competitividade com o petróleo ao preço que a Petrobras se dispõe a fornecer (Brasil Econômico, 2010).

Em meio a tamanho impasse, ainda existe a sombra do TCU que fiscaliza a prestação de contas do projeto com bastante interesse. Em meados de 2009, as obras de terraplanagem chegaram a ser paralisadas após questionamentos do órgão, que tem poder para tanto, caso os auditores e relatores concluam pela existência de irregularidades graves. O TCU apontava suspeitas de superfaturamento das obras, algo que a Petrobras nega veementemente (O Globo, 2009).

## Capítulo 7 – Considerações Finais

Desde o início da década de 90, a indústria petroquímica nacional tem sofrido um gradual movimento de reestruturação, em primeira instância causado pelo processo de privatizações que procurou diminuir a participação da Petroquisa (braço petroquímico da estatal Petrobras) no setor. A despeito de qualquer discussão a cerca dos benefícios do conceito de privatização, cabe apontar que até mesmo uma boa idéia pode ser contaminada por uma execução desastrada.

A privatização da indústria petroquímica no país ocorreu de forma a cometer equívocos como alienar a Petrobras e promover a fragmentação da indústria, entregando o setor às agruras da realidade do mercado e da inclemência do capitalismo selvagem. A privatização, do modo como foi executada, destruiu o valor da indústria petroquímica nacional e atrasou em pelo menos dez anos o seu desenvolvimento.

Dessa forma, não é difícil observar que um dos principais obstáculos competitivos da indústria petroquímica brasileira era a sua pulverização e falta de integração vertical, num cenário internacional onde a verticalização era tida como uma característica quase que obrigatória para o sucesso da indústria. Demorou mais de dez anos, mas enfim o mercado tratou de corrigir os equívocos gerados pela privatização atrapalhada do setor, não apenas trazendo de volta a Petrobras (até então uma das poucas empresas de petróleo com fraca atuação na indústria petroquímica), mas também formando uma grande empresa multinacional brasileira (Braskem), que integra a primeira e a segunda geração. A Braskem é hoje a maior produtora de resinas termoplásticas da Américas, e oitava no mundo.

A integração não mais pode ser vista como um obstáculo a competitividade da indústria petroquímica nacional. Entretanto, ainda existem outros fatores como a escala de produção, disponibilidade de matérias-primas a baixo custo, assim como outras questões logísticas e tecnológicas que devem ser ponderadas para uma análise mais completa.

Os polos de Camaçari e Triunfo mostraram um bom desempenho em todos os fatores supracitados, e devem investir mais em flexibilização da matéria-prima, a fim de mitigar os custos gerados pelo preço da nafta mais elevado. Camaçari já estuda usar o gás natural proveniente do Campo de Manati, enquanto que Triunfo, a-

lém de utilizar o condensado, ainda será contemplado com uma unidade de eteno verde, produzido a partir de etanol.

O polo gás-químico do Rio de Janeiro é o mais recente e se vale de uma tecnologia mais moderna, além de ter acesso à matéria-prima mais competitiva na atualidade (gás natural), entretanto, faria bem em ampliar a capacidade. Com as recentes descobertas de gás natural no pré-sal no campo gigante em Tupi, disponibilidade de matéria-prima não será problema.

O Polo de Capuava é o caso mais dramático. Além de ser o polo mais antigo, sofre com questões de integração logística interna, e a tão aguardada duplicação de sua capacidade, importante para aumentar a sua competitividade frente aos demais complexos nacionais, simplesmente não parece atraente ao curto prazo. A integração empresarial, sempre vista como uma necessidade imperativa a competitividade da cadeia petroquímica nacional, colocou o Polo de Capuava como coadjuvante no plano estratégico de uma Braskem agora com atuação global. A situação se torna ainda mais obscura à sombra do maior empreendimento petroquímico nacional dos últimos tempos: o Comperj.

O Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro está previsto para entrar em operação em 2013, e o fará já com nítidas vantagens competitivas. Apresentará escala mundial, acesso a matérias-primas de baixo custo, localização privilegiada, além de tecnologias modernas e inovadoras. Apesar de algumas controvérsias a cerca do projeto, especialistas apontam que sem dúvida o Comperj é uma necessidade para que a indústria petroquímica brasileira se torne mais competitiva internacionalmente e menos dependente de importações.

A realidade dos polos petroquímicos brasileiros não está tão distante dos padrões internacionais de competitividade, o que se reflete de forma favorável sobre os demais elos a jusante da cadeia produtiva. Grande parte da indústria utiliza insumos advindos da cadeia petroquímica, desde a indústria aeronáutica à farmacêutica, de tal forma que uma indústria petroquímica competitiva é um importante passo rumo a uma economia mais competitiva como um todo.

## Referências Bibliográficas

ABIQUIM. **Anuário da Indústria Química 2007.**

ABIQUIM. **Anuário da Indústria Química 2009.**

AZUAGA, F. L. **A Reestruturação da Indústria Petroquímica Brasileira no Período Pós-Privatização.** Dissertação de Mestrado, Centro Sócio-Econômico/UFSC. Florianópolis, 2007.

BASTOS, V. D. **Desafios da Petroquímica Brasileira no Cenário Global.** BNDES Setorial, n. 29. Rio de Janeiro, 2009.

Brasil Econômico. **Com a Braskem, Comperj sai da mira do Tribunal.** Notícia, 16/03/2010. Disponível no site: <http://www.brasileconomico.com.br>, consulta em abril de 2010.

Braskem. **Química Perfeita.** Apresentação. 2009.

Braskem. **Relatório da Administração 2009,** disponível em <http://www.braskem.com.br>, consulta em abril de 2010 .

Braskem. **Braskem Combina Avanços Estratégicos com Sólido Desempenho Operacional no 1T10.** Nota de Imprensa. 2010.

Braskem. **Unidade de Petroquímicos Básicos.** Informe Comercial. 2009.

CAFÉ, S. L., SILVA, R. & ALLEN, D. J. **Indicadores de Competitividade para o BNDES.** Revista do BNDES, v. 2, n. 3. Rio de Janeiro, 1995.

CARDOSO, L. G. **Níveis Hierárquicos de Análise Estratégica: Um Estudo sobre a Diversificação das Empresas de Petróleo em Petroquímica.** Tese de Doutorado, Escola de Química/UFRJ. Rio de Janeiro, 2009.

ChemSystems. **Crude Oil Price Rally Impedes Recovery of Petrochemicals.** Quartely Business Analysis Quarter 2 2009. Disponível no site: <http://www.chemsystems.com>

CMAI. **The Petrochemical Outlook.** 2008.

CMAI. **Monomers Market Report.** 2007.

CMAI. **Monomers Market Report.** 2010.

CNQ. **Cotação em alta da nafta compromete setor petroquímico.** Notícia, 22/02/2010. Disponível no site: <http://www.cnq.org.br>

JONES, M. E. **Alternatives to Steam Cracking: Will the Steam Cracker Go the Way of the Dodo?** The 2009 Spring National Meeting. AIChE, 2009.

ECCIB. **Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: Impactos das Zonas de Livre Comércio – Cadeia: Petroquímica.** IE/UNICAMP. Campinas, 2003.

ECIB. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira – Competitividade da Indústria Petroquímica.** IE/UNICAMP. Campinas, 1993.

Época Negócios. **Quero Ser Gigante.** Notícia, edição n. 38. 2010.

FALQI, F. H. **The Miracle of Petrochemicals.** Universal-Publishers. Boca Raton, 2009.

FREIRE, J. R. D.; JARDIM, F. P. **O Futuro da Indústria Petroquímica Gaúcha.** REAd – Edição 16, v. 6, n. 4. Porto Alegre, 2000.

GARCIA, R.; SABBATINI, R. **A Competitividade do Polo Petroquímico de Capuava, Grande ABC.** Leituras de Economia Política. Campinas, 2001.

GOMES, G., DVORSAK, P. & HEIL, T. **Indústria Petroquímica Brasileira: Situação Atual e Perspectivas.** BNDES Setorial, n. 21. Rio de Janeiro, 2005.

GRASSI, M. O., CARUSO, C. A. da R., DOMINGUES, S. M. & PEREIRA, A. C. **A Importância Estratégica do Gás Natural como Matéria-Prima para o Polo Industrial de Camaçari-BA.** Revista Baiana de Tecnologia, v. 23, n. 1-3. Camaçari, 2008.

LEONARDI, P. L. **Introdução de Matérias-Primas Renováveis na Matriz Petroquímica do COMPERJ.** Projeto Final de Curso, ANP, Escola de Química/UFRJ. Rio de Janeiro, 2009.

MaxiQuim. **Produção de matérias-primas petroquímicas de refinaria cresce no Brasil.** Notícia, 23/02/2010. Disponível no site: <http://www.maxiquim.com.br>

MONTENEGRO, R. S. P. **O Setor Petroquímico.** BNDES 50 Anos: Histórias Setoriais. Rio de Janeiro, 2002.

MOTTIN, V. **Desafios da Petroquímica Brasileira no Cenário Mundial.** E-papers Serviços Editoriais Ltda. Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, L. de. **A Estratégia Organizacional na Competitividade: um Estudo Teórico.** REAd – Edição 40, v. 10, n. 4. Porto Alegre, 2004.

PDE. **Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017.** EPE, 2008.

PEREIRA, R. A., ALVES, T. B., FURTADO, L. R., ANTUNES, A. M. S. & SÁ, L. G. de. **Tendências Tecnológicas e Mercadológicas dos Principais Produtos Petroquímicos Básicos: Eteno e Propeno**. 4º PDPETRO. Campinas, 2007.

PETROBRAS. **Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro**. Apresentação. 2007.

PETROBRAS. **Panorama of the Petrochemical – Refining Integration at Petrobras**. Apresentação. Rio Oil & Gas Expo and Conference 2008.

PETROBRAS. **Plano de Negócios da Petrobras 2009 – 2013**. Apresentação. Encontro Anual na Abiquim. 2009.

REN, T. **Petrochemicals from Oil, Natural Gas, Coal and Biomass: Energy Use, Economics and Innovation**. Department of Chemistry, Utrecht University. Utrecht, 2009.

Revista Plástico Moderno. **Em prol da saúde do Planeta, a indústria do plástico injeta recursos em fontes renováveis**. Notícia, edição n. 422. 2009.

SANTOS, D. T. dos. **Padrão de Mudança Econômica das Empresas Químicas e Petroquímicas Mundiais**. Ensaios FEE, v. 27, n. 1. Porto Alegre, 2006.

SANTOS, M. C. de C. dos. **Análise de Processos Relevantes para a Obtenção de Olefinas a Partir de Petróleos Pesados**. Projeto Final de Curso, ANP, Escola de Química/UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, P. C. dos. **Desafios para a Implantação de uma Refinaria Petroquímica no Brasil**. Projeto Final de Curso, ANP, Escola de Química/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, P. C. dos. **Recentes Impactos da Indústria Petroquímica sobre o Parque de Refino**. Dissertação de Mestrado, Escola de Química/UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

Shell Chemicals. **Ethylene 2008 – 2028: Feedstock Scenarios**. New Orleans, 2008.

SILVA, C. L. da. **Competitividade: Mais que um Objetivo, uma Necessidade**. Revista FAE BUSINESS, n. 1. Curitiba, 2001.

SILVEIRA, J. M. F. J. da; MARÇAL, E. F. **Um Estudo dos Efeitos de Alterações do Preço da Nafta na Formação de Preços da Cadeia Petroquímica**. Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia, ANPEC. Niterói, 2009.

TEIXEIRA, F. L. C. & SOUZA, C. M. **Crescimento da Produtividade, Competitividade e Reestruturação Produtiva na Petroquímica Brasileira**. Revista Econômica do Nordeste, v. 38, n. 4. Fortaleza, 2007.

TEIXEIRA, F., GUERRA, O. & CAVALCANTE, L. R. **Decisões de Investimento e Movimentos de Reestruturação: um Modelo de Análise da Indústria Petroquímica.** Revista Economia Contemporânea, v. 13, n. 3. Rio de Janeiro, 2009.

VALOR ECONÔMICO. **Refinaria do Comperj dobrará de tamanho.** Notícia, 13/01/2010a.

VALOR ECONÔMICO. **Cotação em alta da nafta compromete setor petroquímico.** Notícia, 22/02/2010b.

VALOR ECONÔMICO. **Braskem finca os pés nos EUA.** Notícia, 01/02/2010c.

WONGSTSCHOWSKI, P. **Indústria Química – Riscos e Oportunidades.** Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2002.