

# PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS III

## *Petroquímica*



*Prof. Marcos Villela Barcza*

## **PETROQUÍMICA**

A petroquímica é o setor industrial responsável pela transformação de produtos do processamento do petróleo e do gás natural em bens de consumo e industriais para diversas finalidades, como por exemplo, filmes, potes, fibras, embalagens, etc.

Nasceu dentro das refinarias pela separação de olefinas contidas nos gases de craqueamento.

O primeiro produto petroquímico fabricado, no mundo, foi o álcool isopropílico, produzido a partir de propeno, em uma refinaria americana, após a 1ª Guerra Mundial.

Até o início da década de 1960 a produção de petroquímicos básicos se localizava ao lado das grandes refinarias ou fontes de gás natural.

Este contexto favorecia aos Estados Unidos que possuíam, à época, gás natural abundante e barato e um grande parque de refino voltado para atender uma estrutura de demanda predominantemente constituída de derivados leves (gasolina).

A Europa, ao contrário, não possuía reservas significativas de gás natural e o perfil de demanda era predominantemente em frações pesadas (óleo combustível), levando a uma sobra estrutural de nafta.

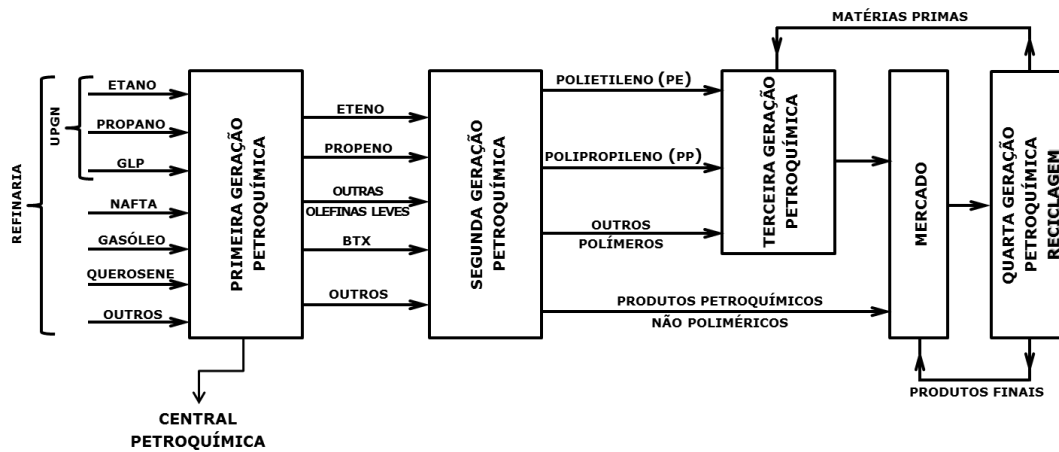
A localização das plantas petroquímicas só se liberou, geograficamente, ao final da década de 1950, quando a evolução tecnológica do processo de pirólise a vapor permitiu o craqueamento de cargas líquidas, particularmente, nafta. Abriu caminho para o desenvolvimento da indústria petroquímica na Europa e em outras partes do mundo, como o Japão, pela facilidade de transporte de matéria-prima líquida.

Isso levou a um crescimento extraordinário da indústria petroquímica e os seus produtos se transformaram em objeto de consumo em massa, imprescindíveis à vida do homem moderno.

De forma geral, a indústria petroquímica é dividida em primeira, segunda e terceira geração, como representado na Figura 01.

Devido à grande importância da redução dos resíduos sólidos gerados, a reciclagem de plásticos é considerada a quarta geração da indústria petroquímica.

**Figura 01 – Estrutura da indústria petroquímica**



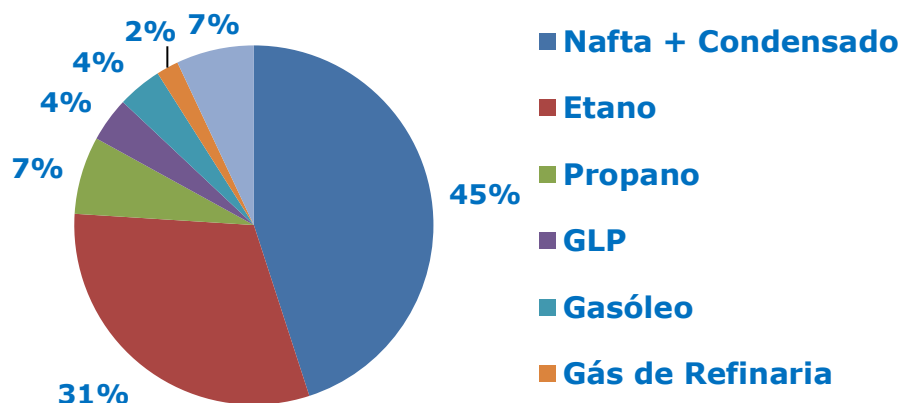
### 1- Matérias-primas petroquímicas:

Qualquer hidrocarboneto pode servir de matéria-prima para a indústria petroquímica.

Na prática, as matérias-primas mais usadas, em todo o mundo, são a nafta, etano e propano de gás natural, gasóleo leve e condensados. Exclui-se aqui o metano de gás natural, matéria-prima para gás de síntese para a produção de amônia, metanol e outros produtos.

A utilização de cada um deles depende de sua disponibilidade e da estrutura de demanda que se deseja atender. A nafta é a mais usada, com cerca de 50% do total, vindo em segundo lugar o etano de gás natural (Figura 02).

**Figura 02 – Consumo mundial (%) de matérias-primas [2018]**



## **2- Produtos básicos petroquímicos:**

A espinha dorsal é o **eteno**, é a matéria-prima mais importante em volume, número de derivados e valor de venda. As principais aplicações do eteno são na produção de resinas termoplásticas do polietileno e derivados como dicloro eteno (DCE), óxido de eteno, etilbenzeno e acetado de vinila.

O **propeno** é o segundo produto em importância como matéria-prima petroquímica. É empregado para a produção de polipropileno, elastômeros eteno-propileno, e derivados: acrilonitrila, oxo-álcoois, óxido de propeno, cumeno, álcool isopropílico e ácido acrílico.

**Buteno** e **butadieno** são obtidos como co-produtos na planta de eteno e tem mais de 80% da sua demanda associada a produção de elastômeros tais como: SBR, Borracha de polibutadieno, ABS, SB látex (SBL).

**Benzeno** é quase inteiramente usado como matéria-prima na produção de outros produtos petroquímicos sendo raramente utilizado como solvente por causa da sua potencial toxidez. O consumo pode ser distribuído na produção de etilbenzeno, cumeno, ciclohexano, nitrobenzeno, alquilbenzenos, anidrido maléico e clorobenzeno.

Um dos líderes dos petroquímicos básicos, o **tolueno** é o quarto no ranking em importância atrás do eteno, propeno e benzeno. É utilizado na produção de benzeno (processo de hidrodessalquilação catalítica), ácido benzoico, cloreto de benzila, caprolactama, feno, toluenodisocianato (TDI) e outros. Também atua como solvente nas formulações para revestimentos, adesivos, tintas, farmacêuticos.

**Para** e **orto-xilenos** são empregados na produção do Poli (Tereftalato de Etileno) [PET] e anidrido ftálico, respectivamente.

Completam os produtos básicos petroquímicos, **metanol** e **amônia**, empregados na produção de resinas e fertilizantes, respectivamente.

## **3- Conceito de Complexos Petroquímicos:**

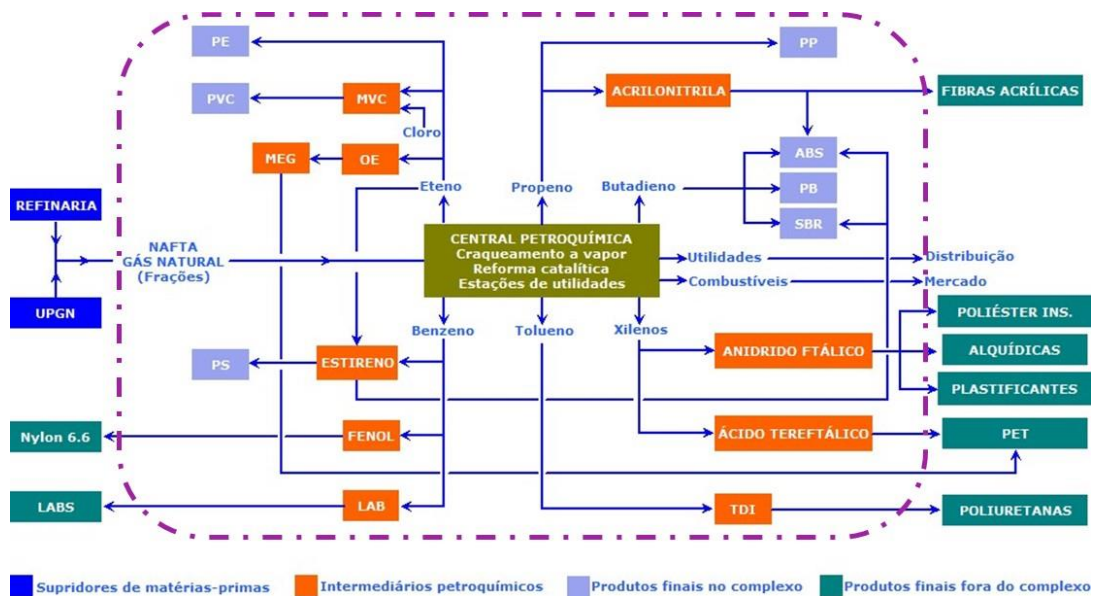
Devido à grande inter-relação entre os produtos (Figura 01), a indústria petroquímica se apresenta frequentemente sob a forma de *complexos* que compreendem a produção de produtos básicos (olefinas e aromáticos),

intermediários petroquímicos e produtos finais petroquímicos; estes destinam-se às indústrias de transformação.

A organização na forma de *complexos* beneficia de vários fatores, para aproveitar as sinergias logísticas, de integração operacional e de infraestrutura, pois os principais produtos da primeira geração são de natureza gasosa e teriam altos custos de transporte e armazenamento caso contrário.

A Figura 03 caracteriza esses complexos petroquímicos, onde em um mesmo local se implanta uma central petroquímica (primeira geração petroquímica) que processa a matéria prima proveniente de uma refinaria e/ou de uma unidade de processamento de gás natural (UPGN). Esta central fornece os petroquímicos básicos para fabricantes de produtos básicos, intermediários e finais petroquímicos que irão ser vendidos para a indústria de transformação. É prática corrente que as centrais também produzam utilidades (água tratada, vapor, energia elétrica, etc.) que vão servir a todo complexo.

**Figura 03 – Conceito de complexos petroquímicos**



Na central petroquímica, primeira geração petroquímica, também conhecido como *cracker*, possui em suas instalações unidade de craqueamento térmico com uso de vapor de água ou unidade de reforma catalítica para a produção dos produtos básicos da cadeia petroquímica já mencionados. Em razão dos processos empregados, gasolina, diesel e GLP também podem ser produzidos como atividade secundária pelas centrais petroquímicas.

Considerando que o produto básico mais importante da cadeia petroquímica é eteno, as centrais petroquímicas, na atualidade, diversificam suas operações segundo a oferta de matéria-prima e mercado atendido. Podem operar com gás natural ou nafta petroquímica exclusivamente ou, de forma flexível, com as duas matérias-primas ( $\approx 15\%$  de gás natural)

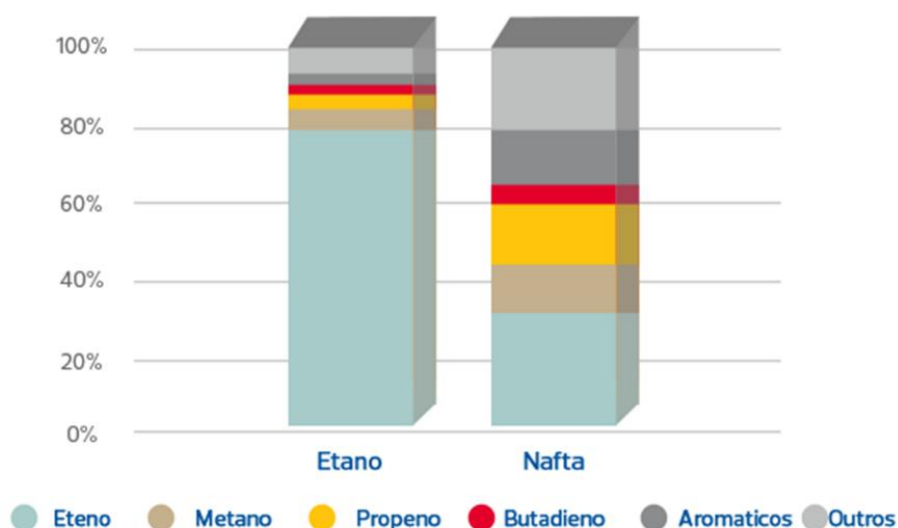
O Quadro 01 apresenta vantagens e desvantagens em relação ao tipo de matéria-prima utilizada, base nafta ou base gás:

**Quadro 01 – Comparação da nafta petroquímica e gás natural**

| NAFTA PETROQUÍMICA   | GÁS NATURAL  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Maior versatilidade frente ao gás natural, podendo ser utilizada para produção de olefinas e aromáticos;</li> <li>– Maior preço;</li> <li>– Exige instalações de refino de petróleo;</li> <li>– Operações químicas mais complexas;</li> <li>– Mais poluente que o gás natural, aumentando custos de controle de poluição;</li> <li>– Menor rendimento frente ao gás natural (3,5 t de nafta petroquímica para produção de 1 t de eteno).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Menor versatilidade, sendo empregado para produção de eteno;</li> <li>– Menor preço;</li> <li>– Não exige instalações de refino de petróleo;</li> <li>– Operações químicas mais simples que a nafta petroquímica;</li> <li>– Menos poluente que a nafta petroquímica, reduzindo custos de controle de poluição;</li> <li>– Maior rendimento frente a nafta petroquímica (1,25 t de gás natural para produção de 1 t de eteno).</li> </ul> |

O perfil de produção do tipo de cracker, base gás ou nafta é mostrado na Figura 04:

**Figura 04 – Perfil de produção da base gás natural e base nafta petroquímica**



Esses petroquímicos básicos podem ser entendidos como sendo os blocos de construção da cadeia dos produtos petroquímicos que serão convertidos em petroquímicos intermediários e finais (segunda geração petroquímica). Os intermediários são matérias-primas para a obtenção dos petroquímicos finais, que podem ser polímeros ou não.

Os petroquímicos finais são quimicamente modificados ou conformados nos mais diversos produtos de consumo (terceira geração petroquímica).

## 5- Indústria Petroquímica Mundial:

Há poucos anos, a indústria petroquímica estava preponderantemente localizada na América do Norte, Europa ocidental e no Japão. Dada a abundância das reservas de petróleo no Oriente Médio e o desenvolvimento do mercado do Sudeste da Ásia e Índia, a petroquímica mundial experimentou um inusitado crescimento nessas regiões quebrando a hegemonia das antigas regiões produtoras. A Tabela 01 mostra a capacidade instalada dos principais petroquímicos básicos (dados – 2018).

**Tabela 01 – Descentralização da indústria petroquímica mundial (milhões/M<sup>3</sup>)**

| <b>Regiões Produtoras</b> | <b>Eteno</b> | <b>Propeno</b> | <b>Benzeno</b> | <b>p-xileno</b> | <b>Metanol</b> |
|---------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| <b>África</b>             | 2.315        | 2.271          | 150            | 0               | 1.858          |
| <b>Ásia</b>               | 52.433       | 42.273         | 28.177         | 25.882          | 30.519         |
| <b>Europa Oriental</b>    | 8.015        | 4.685          | 3.005          | 878             | 5.479          |
| <b>Europa Ocidental</b>   | 25.175       | 19.239         | 10.400         | 2.510           | 3.140          |
| <b>Oriente Médio</b>      | 29.450       | 9.004          | 5.737          | 3.592           | 14.014         |
| <b>América do Norte</b>   | 35.100       | 22.748         | 11.558         | 5.895           | 1.188          |
| <b>Oceania</b>            | 585          | 524            | 90             | 0               | 965            |
| <b>América do Sul</b>     | 5.863        | 4.014          | 1.592          | 230             | 9.724          |

Um fator que contribuiu muito para esse processo é o custo muito menor da mão de obra das novas regiões produtoras.

Recentemente, com o surgimento do *shale gas* nos Estados Unidos, e os planos de grandes companhias americanas de voltar a instalar plantas de eteno no país, sinalizam uma revitalização da petroquímica local.

## Quadro 02 – As maiores empresas químicas/petroquímicas do mundo

|                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| <b>1-BASF</b>                  | <b>15-AIR LIQUID</b>         |
| <b>2-DOW</b>                   | <b>16-EVONIK DEGUSSA</b>     |
| <b>3-INEOS</b>                 | <b>17-SUMITOMO CHEMICALS</b> |
| <b>4-EXXON-MOBIL</b>           | <b>18-AKZO-NOBEL</b>         |
| <b>5-LYONDELL-BASELL</b>       | <b>19-PETROCHINA</b>         |
| <b>6-SHELL</b>                 | <b>20-SHIN-ETSU</b>          |
| <b>7-SINOPEC</b>               | <b>21-RELIANCE</b>           |
| <b>8-DUPONT</b>                | <b>22-LINDE</b>              |
| <b>9-SABIC</b>                 | <b>23-DSM</b>                |
| <b>10-TOTAL</b>                | <b>24-CPCHEM</b>             |
| <b>11-MITSUBISHI CHEMICALS</b> | <b>25-DAICHI</b>             |
| <b>12-BAYER</b>                | <b>26-BRASKEM</b>            |
| <b>13-FORMOSA PLASTIC</b>      | <b>27-YARA</b>               |
| <b>14-MITSUI CHEMICALS</b>     | <b>28-TORAY</b>              |

O Quadro 02 mostra as maiores empresas químicas/petroquímicas do mundo. Destaque-se o seguinte:

- Algumas das maiores empresas dedicam-se à área de defensivos agrícolas, produção de gases industriais e produtos da química fina e orgânica, não sendo fortes em petroquímica. É o caso da BASF, DuPont, BAYER, Air Liquide, DEGUSSA, AKZO-NOBEL e LINDE;
- DOW adquiriu recentemente a DuPont criando a DOW/DuPont, tornando-se a maior empresa mundial petroquímica;
- Várias são resultantes da fusão ou aglutinação entre empresas buscando a competitividade pela economia de escala;
- A BRASKEM é a primeira empresa petroquímica brasileira a frequentar esta lista;
- Surgem, entre as maiores do mundo, empresas do Oriente Médio (SABIC), China (SINOPEC), Índia (RELIANCE), demonstrando o deslocamento da produção petroquímica para o Oriente Médio e a Ásia.



## **6- Indústria Petroquímica Brasileira:**

A petroquímica brasileira, após passar por um período de pioneirismo (1955-1965), iniciou um programa de implantação de projetos de escala internacional nas quais grandes centrais de olefinas e aromáticos (**1ª Geração**) foram instaladas, tendo em torno empresas produtoras (**2ª Geração**) de polipropileno, polietileno e derivados de aromáticos. Sequencialmente, foram implantados os polos petroquímicos de São Paulo, Bahia e Rio Grande do Sul. Mais tarde, desenvolvimentos foram feitos nas proximidades do Rio de Janeiro.

As Figuras 05 a 08 apresentam o que se convencionou chamar Polo Petroquímico de São Paulo, Polo Petroquímico do Nordeste, Polo Petroquímico do Rio Grande do Sul; no caso do Rio de Janeiro, houve a instalação de um grupo de empresas, em sua maioria próxima à REDUC, que não chegou a receber denominação específica.

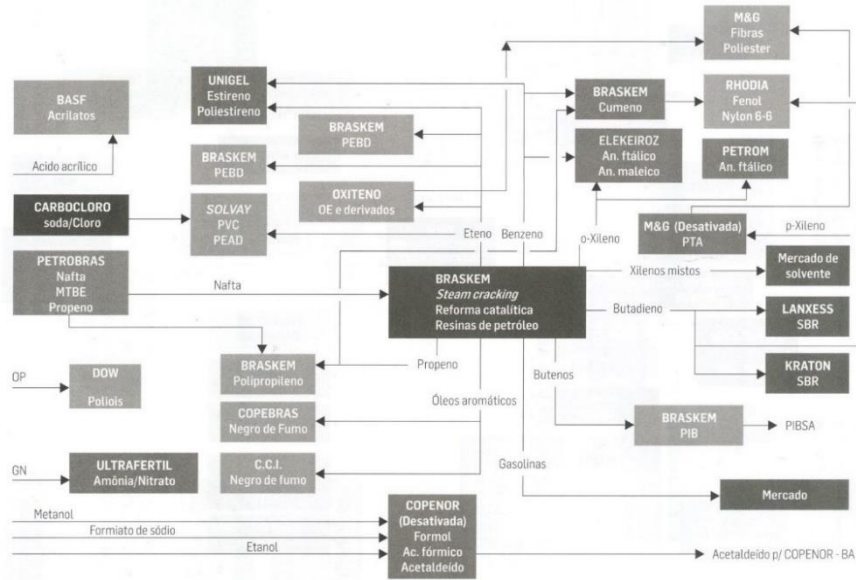
Os três complexos petroquímicos instalados no período de 1965-1990 se caracterizavam pela multiplicidade de empresas atuantes.

Nas respectivas instalações, em cada um deles, haviam centrais petroquímicas, PQU (SP), COPENE (BA) e COPESUL (RS), em torno do qual se localizavam várias empresas de 2ª geração, por sua vez, eram normalmente *joint-ventures* entre a Petroquisa (Subsidiária da Petrobras), grupos nacionais privados e companhias multinacionais. Nessas associações, denominadas tripartites, por orientação da Petroquisa a maioria do capital era nacional e privado e a participação da Petroquisa nunca era majoritária, mas sempre pelo menos igual a de qualquer outro acionista. A gestão das empresas era compartilhada e regida por "Acordo entre Acionistas".

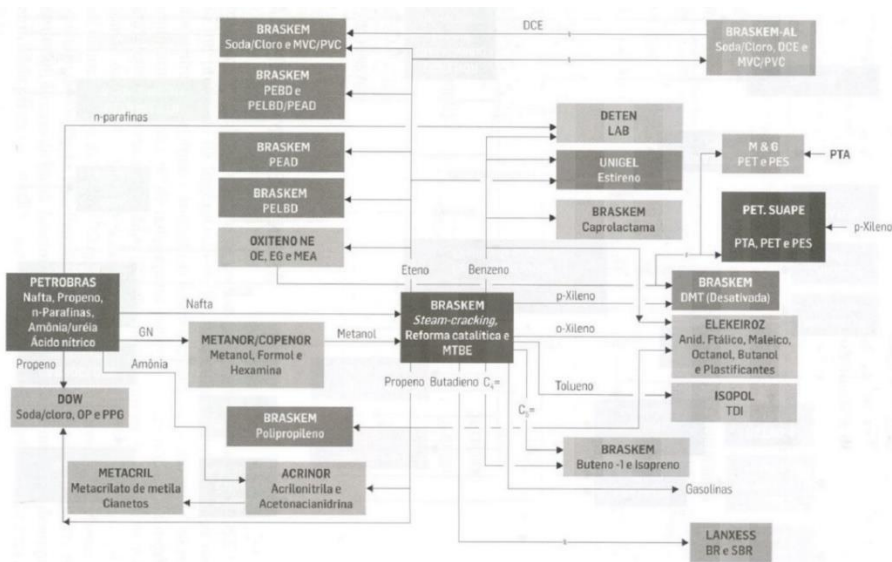
Este esquema durou até 1991, quando o governo instituiu o Programa Nacional de Privatização, pelo qual a Petroquisa vendeu mais de 70% das suas participações em todas as companhias petroquímicas.

Atualmente as centrais petroquímicas instaladas nos polos estão sob controle acionário da Braskem S.A.

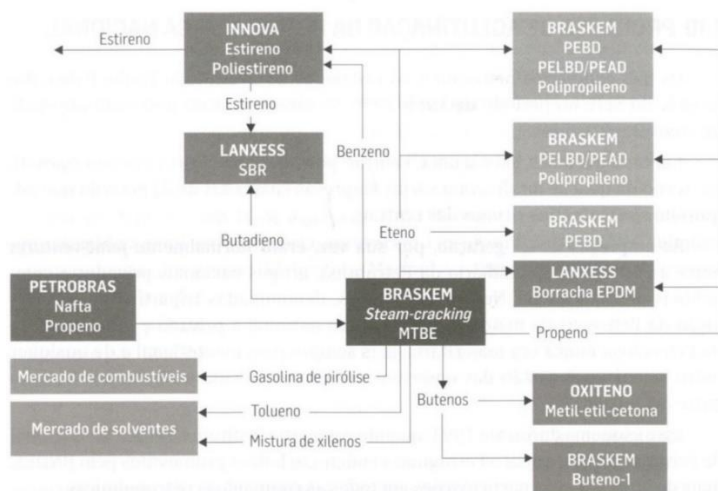
**Figura 05 – Polo Petroquímico de São Paulo**



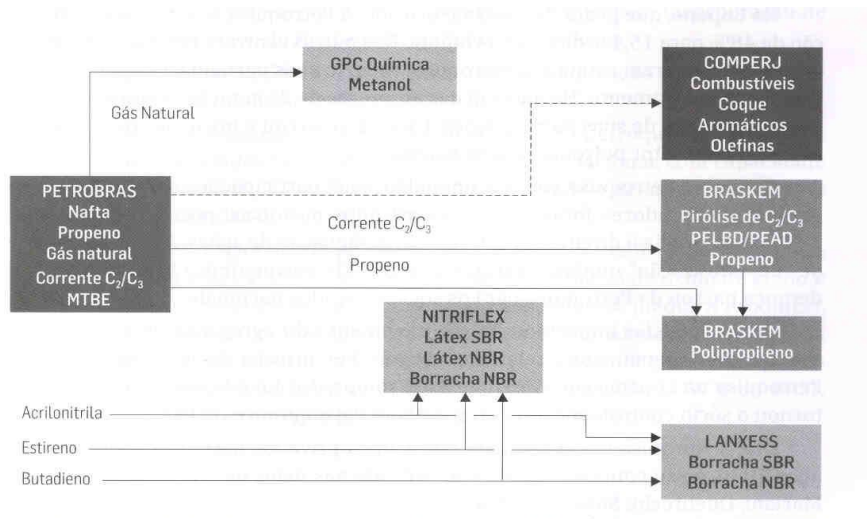
**Figura 06 – Polo Petroquímico do Nordeste**



**Figura 07 – Polo Petroquímico do Rio Grande do Sul**

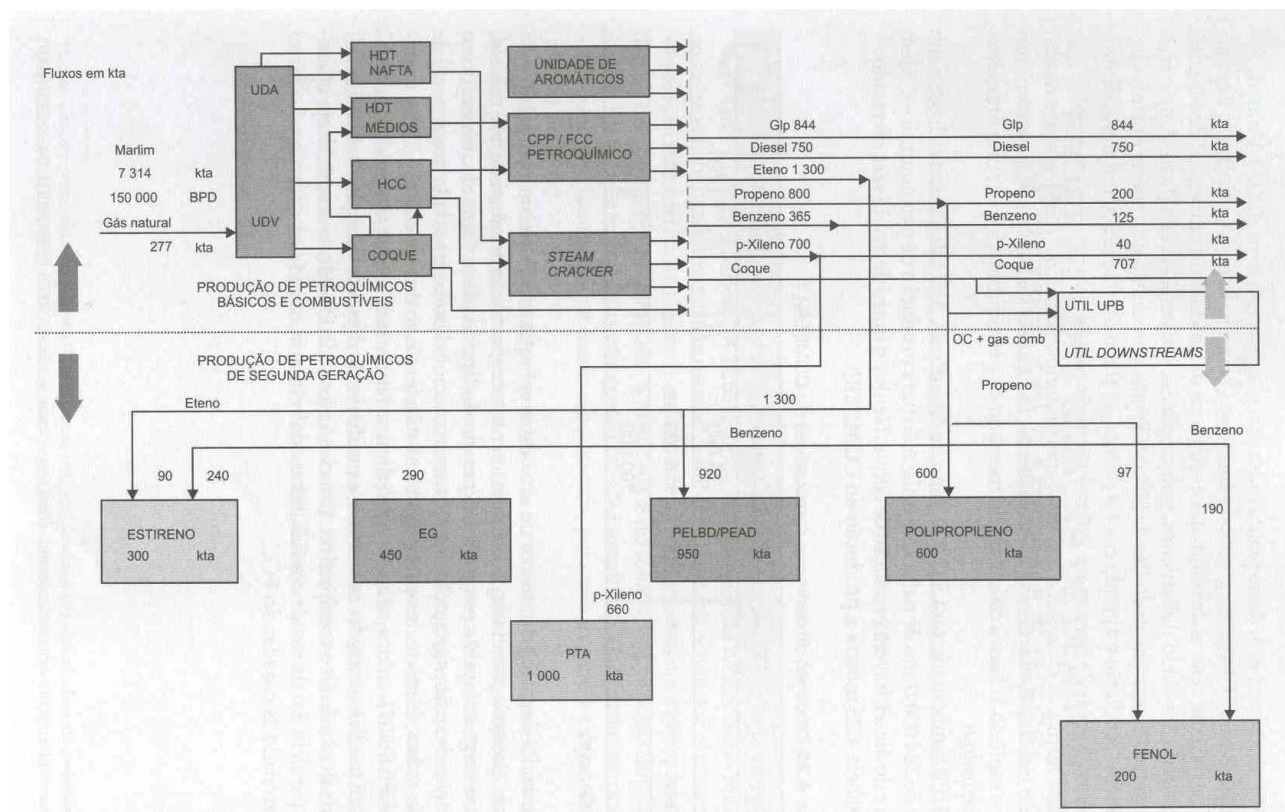


**Figura 08 – Empresas petroquímicas do Rio de Janeiro**



Está em implantação um grande projeto de uma refinaria petroquímica no município de Itaboraí, No Rio de Janeiro, denominado Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) [Figura 09].

**Figura 09 – Perfil do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ)**



O Quadro 03 apresenta as principais empresas petroquímicas brasileiras.

### Quadro 03 – As principais empresas petroquímicas brasileiras

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>01- BRASKEM</b>         | <b>Privada nacional (Grupo Odebrecht)</b> |
| <b>02- PETROBRAS</b>       | <b>Estatal</b>                            |
| <b>03- OXITENO</b>         | <b>Privada nacional (Grupo Ultra)</b>     |
| <b>04- LANXESS</b>         | <b>Multinacional (Alemanha)</b>           |
| <b>05- DOW-DUPONT</b>      | <b>Multinacional (USA/França)</b>         |
| <b>06- MOSSI-GHISOLFI</b>  | <b>Multinacional (Itália)</b>             |
| <b>07- BASF</b>            | <b>Multinacional (Alemanha)</b>           |
| <b>08- UNIGEL</b>          | <b>Privada nacional</b>                   |
| <b>09- VIDEOLAR INNOVA</b> | <b>Privada nacional (Grupo Videolar)</b>  |
| <b>10- RHODIA</b>          | <b>Multinacional (França)</b>             |
| <b>11- SOLVAY</b>          | <b>Multinacional (Bélgica)</b>            |
| <b>12- ELEKEIROZ</b>       | <b>Privada nacional</b>                   |

A Braskem, com a participação significativa da Petrobras é a maior empresa petroquímica brasileira com 26 unidades fabris distribuídas no território nacional.

A Figura 10 mostra configuração atual do sistema BRASKEM-PETROBRAS:

**Figura 10 – Configuração do sistema BRASKEM-PETROBRAS**

