

**REVISTA
PARANAENSE DE
DESENVOLVIMENTO**

MAIO/JUNHO DE 1974 — N.º 42 — CURITIBA — PARANÁ



**REVISTA
PARANAENSE DE
DESENVOLVIMENTO**

ÍNDICE

Mensagem do Governo 9

**Análise Estatística da
Economia Paranaense
em 1972** 23

**A Pequena e Média
Empresas e o ICM**
Luiz Fernando
Van Der Broecke 35

A Indústria Petroquímica
Ricardo H. Kosak 61

A INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Ricardo H. Kosak

O autor é engenheiro químico formado pela Universidade Federal do Paraná, em 1961. Em 1962, concluiu o Curso de Refinação de Petróleo da PETROBRAS, realizado em convênio com a Universidade do Brasil, tendo trabalhado naquela empresa, de 1962 a 1966, como engenheiro de processamento. Em 1966 ingressou na Foster Wheeler, empresa americana especializada em projetos de indústrias químicas, petroquímicas, refinarias e serviços correlatos. Atualmente exerce atividades de consultoria para projetos de processos e presta serviços ao IPARDES como assessor para novos projetos industriais.

INTRODUÇÃO

Podemos definir genericamente a indústria petroquímica como o setor da indústria química que produz produtos químicos a partir de matérias-primas que se originam do petróleo. Convém, entretanto, lembrar que fontes como o carvão e o xisto também poderão servir de base para as indústrias petroquímicas.

A indústria petroquímica é uma indústria dinâmica, que supre de produtos intermediários um grande número de indústrias e fornece substitutos para matérias tradicionais como o aço, a madeira, o papel, fibras naturais, sabões e muitos outros.

Podemos considerar que as demandas impostas pela Segunda Guerra Mundial foram as causadoras da grande expansão inicial da indústria petroquímica, principalmente nos Estados Unidos. Enquanto a demanda crescente de produtos químicos para a indústria automobilística deu ímpeto inicial à petroquímica, a maioria dos demais produtos de linhas hoje firmemente baseadas nas rotas petroquímicas teve estímulo nas exigências do período de guerra. A grande demanda de borracha durante a guerra causou o desenvolvimento da produção de borracha sintética. A produção de amônia e fertilizantes foi uma continuação dos desenvolvimentos no campo de explosivos. A manufatura de aromáticos (tolueno, xilenos e benzeno), a partir do petróleo, também se originou nesse tempo porque a demanda crescente não podia ser satisfeita apenas com as fontes tradicionais (carvão, alcatrão das retortas de coque).

Após a guerra surgiram novas indústrias, obtendo também suas matérias-primas do petróleo, como as de fibras sintéticas, plásticos e detergentes.

As indústrias petroquímicas tem crescido notavelmente nos últimos vinte anos, constituindo-se, atualmente, num dos setores mais dinâmicos nos países em desenvolvimento. É o caso atual do Brasil, o qual

está transpondo uma das barreiras ao desenvolvimento de indústrias petroquímicas: — a limitação da capacidade do mercado interno. O Brasil encontra-se numa fase de desenvolvimento de produção petroquímica que não depende de arranjos para colocação de produtos químicos no mercado internacional ou países vizinhos, fato que garante os investimentos na indústria petroquímica.

MATÉRIAS-PRIMAS, INTERMEDIÁRIOS, ROTA E SUBPRODUTOS

As indústrias petroquímicas são indústrias básicas ou intermediárias, cujos produtos são distribuídos como alimentação de muitos outros setores industriais, além de também satisfazerem à demanda final. De um modo geral essa indústria se concentra em países altamente industrializados; a principal exceção está no campo de fertilizantes nitrogenados, os quais tem mercado local em todos os países que dependem da agricultura.

Devido à sempre crescente demanda de produtos petroquímicos, e porque o suprimento de matérias-primas era mais adequado e feito até há pouco tempo por preço relativamente constante e baixo, o petróleo tornou-se a fonte de matéria-prima mais importante da indústria petroquímica.

As principais matérias-primas do petróleo são: gás natural, petróleo cru, gases de refinaria e vários destilados e resíduos de refinaria. O gás natural é a principal base da produção dos alifáticos inferiores e dos derivados do gás de síntese, principalmente amônia, metanol e seus produtos finais.

As matérias-primas do petróleo citadas são processadas em vários estágios intermediários, a fim de fornecer os produtos finais mais familiares. De acordo com seu estágio de transformação, as matérias-primas petroquímicas são classificadas como segue:

A — Matérias-primas

- 1 — Gás natural
- 2 — Frações de Petróleo
- 3 — Carvão e Xisto, como alternativas.

B — Intermediários Básicos (Produtos de 1.^a geração)

- 1 — Olefinas (etileno, propileno, butilenos)
- 2 — Parafinas (metano, etano, propano etc.)
- 3 — Aromáticos (benzeno, tolueno, xilenos)

C — Intermediários Secundários (Produtos de 2.^a geração)

Nesses produtos estão incluídos, entre outros, os intermediários básicos que foram transformados em acetaldeído, estireno, polímeros, caprolactama, fenol, cloreto de vinila, metanol, amônia, alcoóis, etc., os quais serão transformados em produtos finais.

D — Produtos Finais (Produtos de 3.^a geração)

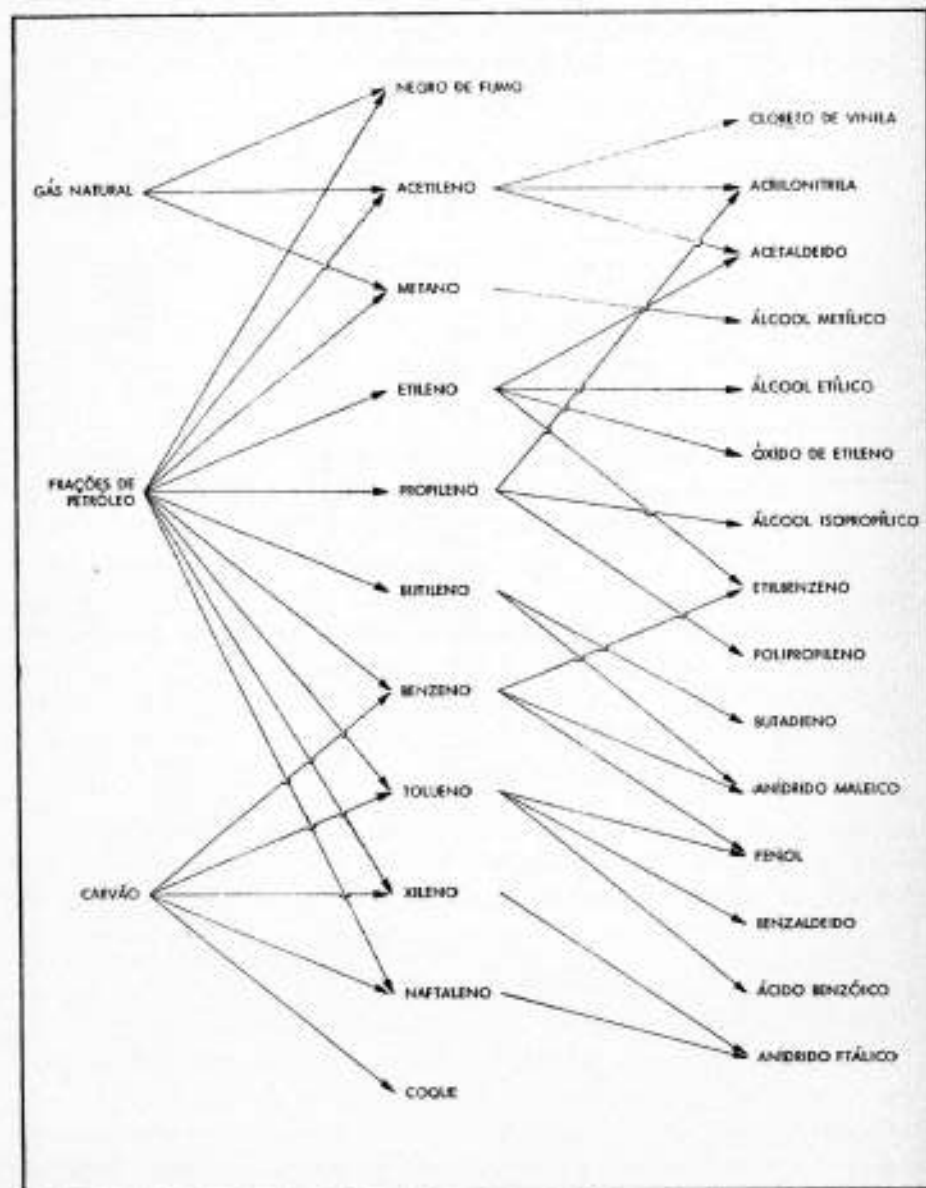
Nesses produtos enquadram-se alguns mais familiares tais como, plásticos, fibras sintéticas, detergentes, fertilizantes, borrachas sintéticas, resinas, inseticidas etc.

Das olefinas inferiores o etileno é o produto chave. O propileno e os butilenos podem ser obtidos nas operações em refinarias de petróleo a um custo um pouco superior que seus valores como combustíveis. O etileno só não é obtido dos gases residuais de refinaria porque sua quantidade é pequena e a concentração normalmente é baixa demais. Portanto, o etileno tem que ser produzido por operações especificamente destinadas à sua obtenção, ou seja, pelo craqueamento. Normalmente o etileno é produzido ao lado da unidade que o consome porque sua armazenagem e transporte são de alto custo. O etileno tem seus pontos de partida para obtenção no etano, propano, destilados e frações pesadas do petróleo.

Nos países favorecidos por reservas de gás natural, o etano e o propano podem ser obtidos dessa matéria-prima. A quantidade de etano e propano é extraída do gás natural, o que não afeta o valor do gás combustível ou seu uso. O seu custo é, portanto, o equivalente ao do metano, o qual poderá ser usado como combustível, mais o custo de extração. A vantagem dessa fonte é que o etano e o propano são mais seletivos para a produção de etileno, de modo que não há problema de se achar saída para coprodutos ou subprodutos.

Nos países menos favorecidos, é necessário craquear hidrocarbonetos líquidos para obtenção do etileno. A nafta até agora era a fração de petróleo preferida como matéria-prima, principalmente nos países

INTERRELAÇÕES DOS INTERMEDIÁRIOS BÁSICOS PETROQUÍMICOS A PARTIR DO PETRÓLEO E CARVÃO



A maior parte das técnicas usadas na petroquímica vem da tecnologia do petróleo. Abaixo são apresentados sumarizadamente os processos de maior importância na fabricação de produtos químicos a partir do petróleo.

A — Destilação Fracionada

É uma técnica de separação que faz uso da diferença dos pontos de ebulição dos componentes de uma mistura. É aplicada para a separação de misturas líquidas, onde a vaporização produz uma fase vapor que contém mais de um constituinte.

B — Extração por Solvente

Esta é uma separação de um ou mais componentes de uma mistura pelo uso de um líquido com características de solvência seletivas. Essa operação é usada, por exemplo, para separar aromáticos de parafinas.

C — Cristalização

Consiste na técnica de fazer um componente formar cristais em uma solução, ou em uma mistura fundida, sendo então os cristais sólidos separados por filtração ou centrifugação dos outros componentes.

D — Absorção

Esse processo é uma forma de extração por solvente. Um componente de um gás ou mistura vaporizada é separado por absorção seletiva, comumente em solvente líquido.

E — Adsorção

Certos materiais altamente porosos, como o carvão ativo e a sílica-gel, tem o poder de condensar em suas superfícies grandes quantidades de vapores. Quando essa adsorção pode ser operada seletivamente, representa uma técnica para a separação de um componente de uma mistura.

F — Craqueamento

Esse processo consiste na quebra de moléculas grandes de hidrocarbonetos em moléculas de peso molecular baixo. Tal operação é feita por temperatura alta apenas (craqueamento térmico ou pirólise) ou por uma combinação de alta temperatura e atividade catalítica (craqueamento catalítico). Entre os produtos de baixo peso molecular estão

as parafinas e olefinas, as quais podem ser obtidas pelo craqueamento de naftas ou óleos combustíveis.

G — Reformação

Esse processo consiste em modificar a estrutura molecular dos componentes de um produto ou transformar um tipo de hidrocarboneto em outro. Assim uma gasolina pode ser submetida a uma reforma térmica ou catalítica para modificar a estrutura molecular de seus componentes de modo que o produto final tenha maior poder antide-tonante. A reforma de ciclopentanos, ciclohexano e parafinas pode fornecer benzeno, tolueno, xilenos e etilbenzeno.

Convém notar que o termo *reforma* é também usado de modo mais geral em conexão com várias reações de hidrocarbonetos (por exemplo, a reação do metano com vapor d'água), que produzem gás de síntese.

H — Alcoilação

Esse termo é usado para descrever uma reação na qual um hidrocarboneto de cadeia ramificada (chamado grupo alcoila) é unido com uma molécula de aromático ou com um grupo insaturado para formar uma molécula complexa. A reação inversa é chamada de desalcoilação, e tem sido aplicada na produção de benzeno a partir do tolueno.

I — Isomerização

Esse é um processo que tem por fim provocar um rearranjo dos átomos dentro de uma dada molécula. A isomerização tem grande significado na aplicação da reformação catalítica para produção de aromáticos.

J — Polimerização

Esse é o processo pelo qual moléculas são combinadas para formar moléculas maiores e mais complexas, mas de mesma fórmula empírica. A molécula simples é chamada monômero e a molécula combinada polímero. O produto pode ser chamado dímero no caso de combinação de duas moléculas de monômero; o trimero e o tetrâmero representam as combinações de três ou quatro moléculas de monômero, respectivamente.

EQUIPAMENTOS DAS INDÚSTRIAS PETROQUÍMICAS

Os equipamentos utilizados são similares aos usados nas operações de processamento de petróleo; muitos itens entretanto, são geralmente

menores, pois o volume processado é geralmente menor que os volumes processados em uma refinaria. Os equipamentos necessários na indústria petroquímica são: tanques de armazenagem, vasos de pressão, trocadores de calor, retortas, bombas, compressores, válvulas, tubulações, estruturas de aço, instrumentação de controle, caldeiras, geradores de energia, equipamentos de distribuição de energia elétrica e outros diversos.

O PROGRESSO TECNOLÓGICO NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

O campo petroquímico está continuamente mudando com respeito à tecnologia. Uma parte substancial de mudança tecnológica origina-se da pesquisa de desenvolvimento organizado, e as indústrias químicas internacionais tem pesquisa intensa.

Sob o impacto da mudança tecnológica, novos produtos e processos estão continuamente substituindo os mais antigos e novos usos são descobertos para os produtos existentes.

A rápida mudança tecnológica, característica dessa indústria, tem importantes implicações para países em desenvolvimento que comecem a implantar petroquímicas, nos seguintes aspectos:

- seleção dos produtos que devem ser produzidos;
- avaliação das possíveis matérias-primas;
- análises de rotas alternativas, processos e equipamentos;
- utilização de subprodutos;
- integração da produção em complexos petroquímicos.

Ainda que o problema dos países em desenvolvimento seja, a longo prazo, alcançar os países industrializados na geração e desenvolvimento de nova tecnologia, nos estágios iniciais do desenvolvimento industrial a questão chave é como efetivamente utilizar a melhor tecnologia disponível para cada finalidade e condição. Essa maneira de enfrentar o problema pode ser exemplificada lembrando o tremendo crescimento havido na indústria petroquímica do Japão nos últimos vinte anos, com base na tecnologia importada.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

A — Investimentos

Os investimentos nas indústrias petroquímicas são elevados, tanto tomados no conjunto das inversões por unidade industrial, como na in-

densidade de capital por emprego novo criado. O investimento, da ordem de US\$ 20.000 a US\$ 100.000 por emprego novo criado, é dos mais altos do mundo. Convém notar, entretanto, que nas numerosas indústrias de transformação, as quais só se tornam viáveis a partir da existência dos complexos básicos, essa taxa é muito menor, cerca de US\$ 2.000 a US\$ 8.000 por emprego criado, o que conduz a uma média final compensadora.

Produtos básicos e intermediários exigem investimentos cada vez maiores por unidade de produto processada à medida que progridem do estado de transformação ao estado de produto acabado e finalmente ao estado de bens aos consumidores.

B — Complexibilidade dos Processos

Baseados em matérias-primas, que muitas vezes são misturas de hidrocarbonetos, progredindo por meio de reações que nem sempre são seletivas, especialmente no que concerne à produção de produtos intermediários, a indústria petroquímica frequentemente conduz à formação simultânea de vários produtos. O resultado disso é que, em adição ao principal produto desejado, obtém-se subprodutos que precisam ser valorizados quase tanto quanto o produto principal para se tirar vantagem máxima da lucratividade da instalação. Esse fator leva à implantação de complexos integrados em vez de unidades isoladas.

C — Tamanho Econômico Mínimo

Essa teoria é baseada no fato de que investimentos não variam em proporção à capacidade, mas sim de acordo com um fator de potência que geralmente está entre 0,60 e 0,85. Essa é a razão pela qual é vantajosa a construção de unidades de grande capacidade que custam proporcionalmente menos que unidades de pequena ou média capacidade. A mesma observação pode ser feita para a mão-de-obra, administração geral e administração de fábrica, todas as quais são despesas proporcionalmente menores em unidades de grande capacidade.

Convém notar, entretanto, que o constante aumento da capacidade não se aplica à transformação de intermediários básicos e secundários em produtos finais. Nesta, a natureza dos equipamentos e a subdivisão das atividades de fabricação não conduzem ao gigantismo.

D — Complexibilidade e Concorrência Técnica

1. — Necessidade de pessoal altamente qualificado

Instalações extremamente complexas fazem uso dos mais modernos processos técnicos, principalmente nos campos da metalurgia, mecânica e controle. O pessoal que opera e faz a manutenção dessas unidades precisa ser constituído de um corpo altamente especializado e de grande experiência. Os problemas de treinamento de pessoal (engenheiros, supervisores, operadores e químicos) são assim extremamente importantes, e as despesas decorrentes do treinamento são altas.

2. — Pesquisa e Desenvolvimento

Em setores como os de plásticos, borrachas e fibras sintéticas, a pesquisa científica desempenha papel muito importante. Os grandes esforços que as grandes companhias químicas internacionais tem feito, para desenvolver novos processos em conexão com a construção de grandes instalações, resultaram na obtenção de preços mais razoáveis para os produtos básicos assim como no desenvolvimento de vários processos de fabricação de um mesmo produto.

A experiência mostra que o preço de não fazer pesquisa (o que ocorre normalmente nos países menos desenvolvidos) pode resultar em vultosos gastos em *know-how* e *engineering* importados. Esse é um fato que deve merecer a mais profunda das atenções no Brasil.

3. — Concorrência

No topo do esforço científico ainda está um fator extremamente dinâmico que é especialmente característico das indústrias do petróleo e química: a concorrência. Ela existe sob várias formas:

- a. — os fabricantes de produtos petroquímicos estão ficando cada vez mais numerosos;
- b. — diferentes materiais intermediários podem ser usados para o mesmo processo de fabricação;
- c. — produtos diferentes tem uso comparável. Por exemplo, celofane, papel parafinado, folha de alumínio, folhas de polietileno e filme de acetato estão concorrendo uns com os outros.

Essa concorrência de todos os lados puxa os preços para baixo, o que por seu turno abre caminho para novas saídas e novas aplicações.

Um importante fator econômico na lucratividade de uma instalação é o tempo gasto para fazê-lo operar a plena capacidade.

Apesar dos aspectos aparentemente favoráveis de um determinado projeto, se as vendas não forem adequadamente previstas e a fábrica tiver que operar em apenas 50% de sua capacidade, ela obviamente terá dificuldades para competir com outra fábrica que pode ter sido não tão bem concebida tecnicamente mas que pode operar na capacidade nominal máxima ou quase máxima.

A avaliação correta do potencial de um mercado e de seu desenvolvimento é de importância capital no sucesso de um empreendimento. Isso não só torna possíveis maior produtividade e menor custo, mas também torna possível um uso mais eficaz do capital investido, que é muito alto na indústria petroquímica.

Outra vantagem que pode ser auferida de uma boa análise de mercado é a que decorre de estar em posição de oportunamente prever as regiões, novos produtos ou novos processos que podem ser lucrativos. O desenvolvimento de um mercado pode, a longo prazo, ser tão importante quanto a sua análise, porque pelo estímulo do interesse do consumidor pelo maior uso dos produtos que ele já conhece, e que ele prontamente pode adotar, é possível suprir o potencial requerido para rápido crescimento.

LIMITAÇÕES E DIFICULDADES NO ESTABELECIMENTO DAS INDÚSTRIAS PETROQUÍMICAS

Tais limitações e dificuldades são geralmente impostas por:

- A. — um mercado local relativamente pequeno e reduzidas possibilidades de exportação, que não indicam a construção de unidades industriais com suficiente capacidade econômica;
- B. — necessidade de empréstimos externos, quando o mercado doméstico ou perspectivas de exportação são suficientemente atrativos para construção de instalações que envolvem grandes investimentos;

C. — disponibilidade de matérias-primas;

D. — multiplicidade de subprodutos, os quais muitas vezes são difíceis de serem valorizados; este é um importante elemento na lucratividade de instalações petroquímicas que usam nafta ou óleo combustível como matéria-prima;

E. — falta de pessoal com experiência em quantidade suficiente para preencher os novos empregos;

F. — o crescimento restrito das indústrias de transformação e dos circuitos comerciais.

MEIOS PARA CONTORNAR AS DIFICULDADES NA IMPLANTAÇÃO DE INDÚSTRIAS PETROQUÍMICAS

A. — Mercado local e Possibilidade de Exportar

A determinação da capacidade da produção de uma instalação em projeto deve ser baseada no fato de que pelo menos 50 a 60% da capacidade nominal tenha saída assegurada no mercado local (levando em conta possível proteção sob a forma de taxas alfandegárias sobre produtos importados).

Quando o mercado local é muito restrito para permitir a construção de uma unidade economicamente realizável, a produção a custo adequado é difícil mesmo quando a matéria-prima é barata e a política incentivadora de novos investimentos é favorável.

A decisão sobre o estabelecimento de uma indústria petroquímica baseada em mercado de exportação deve ser cautelosa. A concorrência crescente de produtos que operam em condições extremamente favoráveis resulta na redução relativa dos preços internacionais.

B. — Investimentos e Empréstimos Externos

Os empréstimos, apesar de poderem ser amortizados durante um certo período de tempo, não resolvem por si só o problema do desenvol-

vimento de uma indústria petroquímica. A participação de companhias estrangeiras no capital poderia ser admitida desde que não houvesse conflito com a estrutura política no país. Tal contribuição deve ser estudada sob os seguintes aspectos:

1. — contribuição no financiamento de investimentos;
2. — garantias relativas ao planejamento da implantação e à gerência do projeto;
3. — contribuições técnicas atuais e futuras;
4. — contribuições para a rapidez de implantação;
5. — contribuições quanto às fontes de suprimento e mercados;
6. — transferência de tecnologia.

Em todos os casos, havendo necessidade de recorrer a empréstimos externos para que uma unidade petroquímica seja estabelecida, é da maior importância que a parcela desse investimento a ser coberta por capital estrangeiro seja a menor fração possível, cobrindo apenas os itens que realmente não são possíveis de serem obtidos no país.

C. — Mão-de-Obra

A escassez de pessoal altamente qualificado eleva o custo da mão-de-obra. Assim, para o desenvolvimento de uma indústria petroquímica, é necessário estabelecer um programa de treinamento de pessoal capaz de aliviar essa situação a longo prazo. O treinamento, no país ou no exterior, de engenheiros e técnicos capazes de tomar em suas mãos, logo após seu regresso, o trabalho de achar soluções para os problemas específicos que surgem com a nova indústria estabelecida é de fundamental importância.

D. — Pesquisas Econômicas e Planejamento

Cada implantação que influi no desenvolvimento econômico e social deve ser estudada seriamente nos seus aspectos técnico e econômico. O estudo deve levar em conta as implantações adicionais nas vizinhanças relacionadas com o fornecimento de matérias-primas e a recepção, transformação e distribuição de produtos acabados.

Os estudos servem para coordenar a iniciativa dos promotores e para descrever as condições técnicas e econômicas, e devem preceder

às decisões de modo que as melhores fontes de cooperação sejam mais facilmente achadas.

E. — Velocidade do Estabelecimento

Uma vez que a implantação tenha sido decidida, medidas devem ser tomadas para que seu estabelecimento seja feito no menor período de tempo. A velocidade é necessária porque a validade desse tipo de projeto é breve: outros projetos de produção, redução nos preços de produtos existentes, modificações nos dados básicos levados em conta para o cálculo da lucratividade do projeto, aparecimento de novos processos ou novos produtos, todos esses fatores podem influir na validade da instalação.

F. — Baixos Custos de Investimentos

Esforços devem ser feitos para economizar nos investimentos. Alternativas de soluções técnicas que possam trazer redução das despesas iniciais devem ser procuradas e devem ser evitados os elementos que podem causar o acréscimo de despesas, tais como relações comerciais anormais, sensacionalismo e influências políticas excessivas.

Para que essas condições sejam respeitadas, é necessário:

1. — que as operações sejam mantidas na seguinte ordem:
 - a. — estabelecimento de especificações de contrato;
 - b. — seleção de um número limitado mas suficiente de firmas de engenharia para competir pelo contrato de cada setor;
 - c. — obtenção de propostas de cada uma das firmas de engenharia, acompanhadas quando necessário das condições especiais de financiamento;
 - d. — exame crítico das propostas, considerando os fatores: tecnologia, preço, custo operacional, rendimentos. Nera sempre o menor preço oferece a melhor tecnologia; os rendimentos e custos operacionais devem, portanto, receber as melhores atenções nessa etapa.
 - e. — seleção das firmas que terão a responsabilidade de projetar, construir e dar partida nas instalações, satisfazendo as conclusões do item anterior;

f. — supervisão da execução e da entrega.

2. — que à primeira dessas operações seja dada a importância que ela requer. Somente especificações contratuais cuidadosamente concebidas em todos os seus detalhes podem assegurar, ao máximo, que a escolha recairá em contratante capaz de fornecer instalações prontas para serem operadas ao custo mínimo.

G. — Grupo Técnico Especializado

Um grupo técnico especializado deve ser constituído pelo tempo necessário para executar o projeto. Ele deve ser responsável pelos assuntos que exigem decisões de cúpula, pelo exame das várias soluções relativas ao projeto, pela apresentação à cúpula das diversas operações e pela supervisão e coordenação das atividades dos diversos contratantes selecionados até que o projeto e construção tenham terminado.

PRINCIPAIS CAMPOS DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PETROQUÍMICO E CONSUMIDOR

A questão atual nos países em desenvolvimento já não é se devem ou não implantar indústrias petroquímicas, mas sim quando e como iniciá-las.

A construção de novas refinarias assegura a disponibilidade de matérias-primas nos países em desenvolvimento. É o caso típico do Brasil.

É importante considerar que a indústria petroquímica gera subseqüente industrialização, através dos produtos para consumidores: fertilizantes, plásticos, detergentes, borracha sintética e fibras sintéticas. A manufatura interna desses produtos, além de atender ao consumo atual, também tornará possíveis a melhoria dos padrões de vida.

Os plásticos tem substituído materiais como madeira, papel, vidro, alumínio e aço. Sua importância é tal que diversos países começaram a considerar a indústria de plásticos como um alicerce básico ao desenvolvimento, e passaram a adiar a instalação de outras indústrias. Madeira nem sempre é disponível e o investimento de capital em indústrias de vidro, aço, papel ou alumínio é de uma ou duas ordens de grandeza maior que a de plásticos; não é surpresa que as nações em desenvolvimento estejam dando maior atenção à última. O Japão seguiu esse caminho em

parte, criando uma extraordinária indústria de plásticos e fibras, que é grande concorrente da indústria mundial congênere e, em certos aspectos, mais avançada.

Borrachas sintéticas são necessárias em todos os países em desenvolvimento, principalmente para pneus de caminhões. A borracha natural é essencial para muitos usos, como pneus para serviços pesados; entretanto, o aperfeiçoamento cada vez maior das borrachas sintéticas poderá vir a abolir o uso da borracha natural. O consumo total de borracha tem sido considerado como um índice do grau de industrialização de um país, devido à sua utilização em numerosos e diversos produtos ao consumidor e produtos industriais.

As fibras químicas, mormente as sintéticas, tem obtido considerável terreno em substituição às fibras naturais. O nylon é utilizado praticamente em todos os ramos das indústrias têxteis e de fibras para a fabricação de roupas, tapetes e peças em equipamentos industriais. O nylon tem muitas aplicações na engenharia, devido às suas propriedades especiais tais como alta resistência à tração e ao impacto, estabilidade a altas temperaturas, boa resistência à abrasão, boa lubrificação etc. As fibras poliéster são muito utilizadas nos países de clima quente. As fibras acrílicas são de importância secundária nos países de clima quente.

As grandes unidades de fertilizantes são justificáveis nos países em desenvolvimento, porque sua demanda é grande. Unidades de amônia, uréia e fertilizantes mistos tem sido instaladas próximas às refinarias devido ao suprimento das matérias-primas delas provenientes, quando o gás natural não é disponível.

Outro campo de ataque nos países em desenvolvimento é a produção dos agentes de limpeza conhecidos como *detergentes*. É incontável o aumento de seu consumo com o desenvolvimento de um país e a tendência é na direção dos detergentes biodegradáveis.

Os campos acima tratados cobrem as necessidades da sociedade — agricultura, transporte, alojamento e construção, lado pelo qual deve ser atacado o problema de desenvolvimento do Brasil ou de países menos desenvolvidos. Efetivamente, no Brasil essa filosofia está sendo seguida; entretanto, convém notar que o desenvolvimento técnico-econômico do Brasil está atingindo um ponto em que o problema do desenvolvimento começa a necessitar o ataque pelo lado científico, a fim de propiciar o desenvolvimento de sua própria tecnologia.