

O PAPEL DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INTEGRAÇÃO REFINO PETROQUÍMICA NO BRASIL

Fabírcia S. Moreira¹(Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Processos Orgânicos) Peter R. Seidl², (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Processos Orgânicos) Maria José O.C Guimarães³ (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Processos Orgânicos)

^{1,2,3} Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, Escola de Química, Rio de Janeiro, 21949-900 RJ, Brasil.
fabricia.souza@yahoo.com.br, pseidl@eq.ufrj.br, mjg@eq.ufrj.br

A crescente integração entre o refino e a indústria petroquímica é uma alternativa que vem contribuindo para atendimento das necessidades de petroquímicos básicos, permitindo a expansão do setor através do aproveitamento das sinergias existentes nessas atividades. O anúncio da implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), gera grande perspectiva de atendimento à demanda de petroquímicos básicos, diminuindo a necessidade de dependência externa para fornecimento de insumos petroquímicos e agregando valor ao petróleo brasileiro, resultando numa economia de cerca de 2 bilhões de dólares por ano para o país.

O complexo, projetado para processar 150 mil barris por dia, produzirá eteno, propeno, aromáticos e petroquímicos de segunda geração, além de diesel, coque e nafta. Vários fatores contribuíram para o projeto de instalação deste complexo petroquímico, sobretudo, a diminuição da oferta e o conseqüente aumento da importação da principal matéria-prima petroquímica (nafta), o aumento da oferta de petróleo pesado nacional, a venda do petróleo nacional com desconto de 10 a 20 dólares por barril no mercado internacional e a carência de alternativas para expansão do mercado petroquímico brasileiro.

O objetivo deste trabalho é identificar a viabilidade técnica e econômica da integração refino/petroquímica no Brasil, o impacto desta integração na balança comercial de derivados e as principais inovações tecnológicas na unidade de craqueamento catalítico fluido, sobretudo no *hardware* e no catalisador, que permitiram o aumento da produção de petroquímicos a partir de petróleo pesado. De posse das projeções da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (ABIQUM) para a demanda dos dois principais produtos petroquímicos (eteno e propeno), e considerando a atual oferta desses produtos, é possível fazer uma previsão do cenário do mercado petroquímico para o ano de 2015, e a provável influência do Comperj neste cenário.

Esta crescente integração entre o refino e a indústria petroquímica, já observada em países como Índia, Arábia Saudita e China, agrega valor a cadeia produtiva de derivados, uma vez que utiliza o petróleo como matéria-prima de baixo custo para produção de petroquímicos, derivados de maior valor agregado no mercado mundial. Dessa forma, com a implantação do COMPERJ e com o aumento da produção de petróleo nacional, a integração poderá representar um aumento na participação brasileira no mercado petroquímico mundial, contribuindo de maneira efetiva para o equacionamento da balança comercial entre a oferta e a demanda de petroquímicos no país.

Refino, Petroquímica, Craqueamento Catalítico Fluido, Olefinas Leves

1. INTRODUÇÃO

A crescente integração entre o refino e a indústria petroquímica é uma alternativa que vem contribuindo para o atendimento da crescente demanda de petroquímicos básicos e permitindo a expansão do setor através do aproveitamento das sinergias existentes nessas atividades.

Em virtude do aumento da oferta de petróleo brasileiro, a integração refino petroquímica é a alternativa mais viável e competitiva para atender o crescente mercado nacional de petroquímicos, sobretudo com a baixa disponibilidade da nafta, principal matéria-prima petroquímica. A alternativa do uso de petróleo pesado proveniente da Bacia de Campos no Estado do Rio de Janeiro como matéria-prima do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, gera grande perspectiva de atendimento à demanda de petroquímicos básicos, diminui a necessidade de dependência externa para fornecimento de insumos petroquímicos e agrega valor ao petróleo brasileiro.

A primeira refinaria petroquímica brasileira com operação planejada para 2012 é fruto de um acordo entre a Petrobras, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o grupo privado Ultra. O Comperj produzirá insumos petroquímicos visando satisfazer o mercado doméstico de termoplásticos a partir de matéria-prima de baixo custo: petróleo pesado nacional do tipo Marlim, originado da Bacia de Campos. O COMPERJ, orçado em aproximadamente US\$ 8,5 bilhões (cerca de US\$ 5,2 Bi para a refinaria petroquímica mais US\$ 3,1Bi para o downstream), será construído na região Sudeste, no município de Itaboraí e terá

capacidade para processar 150.000 bpd. A Unidade Petroquímica Básica (UPB) deverá produzir anualmente cerca de 1,3 milhão de toneladas de eteno, 900 mil toneladas de propeno, 360 mil toneladas de benzeno e 700 mil toneladas de para-xileno, além de diesel e coque (ANDRADE, 2006). O complexo reunirá na mesma área industrial, a refinaria, a central petroquímica, as empresas de segunda geração, e a possibilidade de instalação das empresas de terceira geração nas áreas vizinhas. Desta maneira, são obtidos benefícios, tais como: economia de escala; otimização dos processos e melhor aproveitamento de utilidades, como correntes de vapor, energia, fluido refrigerante e outras; além de redução nos custos de transporte e de armazenamento.

A tradicional integração refino-petroquímica é baseada nos processos de Craqueamento Catalítico Fluido (FCC), que representam a segunda maior fonte de suprimento de propeno para aplicações petroquímicas. A principal função da unidade de FCC é a produção tipicamente de gasolina, mas uma quantidade significativa de propeno é produzida como subproduto. No Brasil, as unidades de FCC produzem cerca de 30% do propeno consumido no país, e o aumento desse percentual está diretamente relacionado às mudanças nas condições operacionais do processo, como, temperatura de reação e a utilização de novos sistemas catalíticos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Eteno e propeno, olefinas leves de maior interesse comercial, utilizadas para produzir uma ampla gama de produtos, entre eles o polietileno e o polipropileno, são tradicionalmente produzidas no país através do processo de pirólise ou *steam cracker* nas centrais petroquímicas, que utilizam a nafta petroquímica como principal matéria-prima. O consumo atual de nafta no Brasil é hoje da ordem de 10 milhões t/a, sendo cerca de 7 milhões t/a fornecidas pela Petrobras e 3 milhões t/a supridas por importações feitas diretamente pelas centrais petroquímicas, com um significativo gasto de divisas, da ordem de US\$ 600 milhão/ano (GOMES *et al*, 2006). Atualmente, devido ao aumento da produção de petróleo pesados no mundo, a qualidade e a disponibilidade da nafta produzida são comprometidas, resultando num aumento substancial no valor agregado deste derivado e a subsequente elevação dos preços dos produtos petroquímicos finais. Este fato torna-se preocupante para a economia brasileira, especialmente se contextualizado no cenário mundial, que prevê uma dificuldade de fornecimento de nafta, devido tanto a qualidade dos óleos processados quanto ao crescimento da demanda por petroquímicos básicos a nível internacional, criando assim um obstáculo para a expansão da indústria petroquímica no Brasil.

Durante muitos anos, o mercado petroquímico era baseado predominantemente em eteno, cuja produção global crescia a taxas de 7-8% por ano até meados de 1990. Existe hoje, contudo uma diferença substancial na previsão de crescimento da demanda, entre os produtos petroquímicos. Enquanto a demanda de eteno cresce 3% a.a., o propeno cresce 5% a.a. A maior demanda pelo propeno é estimulada pelo crescimento do polipropileno, que corresponde a 64% da aplicação do propeno. Nesse contexto, verifica-se uma clara modificação entre a relação de demanda de eteno e propeno (PLOTKIN, 2005).

Essas constantes alterações no perfil da demanda de derivados estão estimulando o desenvolvimento de inovações tecnológicas nos processos existentes e a introdução de novas fontes de matérias-primas, como o petróleo, através da integração refino petroquímica. Investimentos em processos tanto nas centrais petroquímicas como nas refinarias podem representar novas fontes de suprimento para o mercado petroquímico futuro. O aumento da produção de propeno oriundo das unidades de Craqueamento Catalítico Fluido das refinarias é uma das alternativas mais exploradas atualmente, que permite uma maior flexibilidade em termos de matéria-prima, assim como possibilita ao refinador ajustar a produção de acordo com a demanda existente.

O Fluid Catalytic Cracking (FCC) é um processo flexível de conversão de frações pesadas em produtos de maior valor agregado, que permite através de alterações nas variáveis operacionais e sistema catalítico, direcionar o perfil de rendimentos da unidade para uma maior adequação à demanda, levando assim a uma maior lucratividade para o refinador.

O craqueamento catalítico é um processo de refino que visa aumentar principalmente a produção de gasolina e GLP de uma refinaria, através da conversão de cortes pesados provenientes da destilação do petróleo, como gasóleo e resíduos, em frações mais leves. Por ser um processo de elevada rentabilidade econômica, uma vez que converte frações residuais de baixo valor comercial em derivados de alto valor agregado, o FCC passa a se tornar uma unidade fundamental nas refinarias atuais, devido principalmente ao aumento da produção de petróleo pesados no mundo. A grande flexibilidade operacional desta unidade contribui para o ajuste da produção da refinaria às reais necessidades do mercado consumidor, através de mudanças nas condições operacionais ou no sistema catalítico do processo é possível direcionar a produção para um determinado derivado (ABADIE, 2003).

Hoje o FCC passa por uma nova fase. Concebido inicialmente para produção de gasolina, as unidades de FCC estão migrando atualmente para a produção de petroquímicos básicos, de modo a atender ao crescente mercado petroquímico. O desenvolvimento de novos catalisadores de maior eficiência, bem como inovações e concepções mais arrojadas no projeto básico, permitem a evolução do processo para um outro estágio de aplicação.

3. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida para elaboração deste trabalho foi baseada em uma prospecção tecnológica nos principais bancos de dados da literatura, tais como: ScinFinder Scholar-CAS, SPE online (serviço de busca que permite acesso aos periódicos editados na área de petróleo, indexado pela Society of Petroleum Engineers), Science Direct e revistas especializadas; que permitiu um levantamento abrangente dos principais trabalhos na área de P&D, conduzidos em Universidades, Centros de Pesquisa e Empresas Nacionais e Internacionais da área de petróleo sobre a viabilidade da integração refino/petroquímica no Brasil e as principais inovações tecnológicas envolvidas na produção de petroquímicos básicos a partir de petróleo.

4. RESULTADOS

4.1 Viabilidade Técnica

A integração entre refino de petróleo e produção de petroquímicos é tema recorrente na área de processamento de petróleo, principalmente com a diminuição de oferta de nafta petroquímica, decorrente do aumento da produção de petróleo pesado. Os principais desafios levantados para a implantação de uma refinaria petroquímica no Brasil originam-se da falta de adequação das tecnologias de refino disponíveis às características do petróleo nacional típico (Marlim).

Dentre as tecnologias de conversão mais usadas, a unidade de craqueamento catalítico fluido desempenha um importante papel na integração refino/petroquímica, uma vez que permite a produção de olefinas leves, principalmente propeno e eteno, a partir de frações residuais do petróleo. As unidades de FCC direcionadas para produção de petroquímicos básicos são comumente conhecidas como FCC Petroquímico, cuja configuração é essencialmente a de um FCC convencional, porém com um sistema catalítico especial e condições operacionais mais severas.

As unidades convencionais de FCC operam com temperaturas de reação entre 490 e 550°C. Elevando a temperatura de reação nesse processo, aumenta-se o rendimento de coque, de gás combustível e de GLP. Já as condições operacionais do FCC Petroquímico são muito mais severas que as de um FCC convencional. A partir de 550°C, a produção de gás e GLP aumentam exponencialmente devido ao craqueamento das cadeias na faixa da gasolina. Em aproximadamente 600°C, inicia-se o craqueamento do GLP formado e o conseqüente aumento da produção de eteno. Logo, a maximização de propeno exige temperaturas de reação entre 560 e 590°C, enquanto a maximização de eteno exige temperaturas de reação ainda mais elevadas, acima de 600°C (PINHO, 2005).

Tabela 1. Perfil de Rendimentos Típico das Unidades de FCC (PINHO, 2005).

Tipo de FCC	Temperatura de Reação (°C)	Catalisador/Óleo (p/p)	Conversão % peso	Eteno % peso	Propeno % peso	Coque % peso
Convencional	520-550	6-8	81	0,8	5	4
Petroquímico Propeno	560-580	8-15	88	6	21	6
Petroquímico Eteno	600-660	20-30	92	20	18	11

A maximização de olefinas leves nessas unidades exige a utilização de sistemas catalíticos especiais à base de zeólitas ZSM-5. Desenvolvido originalmente pela Mobil, visando o aumento da octanagem da gasolina, este tipo de aditivo é hoje usado em unidades de FCC em todo o mundo para aumento da produção de olefinas leves. O ZSM-5 atua através do craqueamento de olefinas na faixa de destilação da gasolina, produzindo olefinas mais leves, tais como eteno, propeno e butenos.

Quanto ao aspecto do projeto do *hardware* da unidade, a alta temperatura de reação do FCC Petroquímico, na faixa de 550°C a 640°C, requer a utilização de espessas camadas de refratário no *riser*, no vaso responsável pela separação do coque com os gases do craqueamento, e no vaso retificador de catalisador, técnica conhecida como parede fria que permite o emprego de paredes em aço carbono. Com relação aos internos do vaso separador e retificador, a evolução é no sentido do uso de aço inox e/ou aços liga (PINHO, 2005). Como a demanda energética do FCC Petroquímico é maior do que a de um processo de FCC convencional é provável que seja necessária uma fonte extra de fornecimento de calor, caso o calor proveniente da queima do coque não seja suficiente para atingir os elevados níveis de temperatura.

Em geral, o projeto do *hardware* do FCC Petroquímico depende de cada o detentor da tecnologia. Hoje, quase todo grande licenciador de tecnologia de FCC oferece um tipo de FCC Petroquímico, por exemplo, a Kellogg Brown and Root (KBR) desenvolveu o Maxofin, o Superflex e o de Duplo Riser; o PetroFCC é oferecido pela UOP LLC; a tecnologia Indmax, da Indian Oil e os processos chineses DCC (Deep Catalytic Cracking) e CPP (Catalytic Pyrolysis Process), ambos comercializados pela SINOPEC e Stone&Webster e já estão disponíveis a nível comercial. Existem várias unidades em operação no mundo para o processo DCC, sendo cinco na China e uma na Tailândia e no caso do CPP, existe uma unidade em operação comercial na refinaria de Daqing na China. A Petrobras, através do seu centro de pesquisas (Cenpes) também desenvolve tecnologia nesta área, contando com dois processos: Duplo Riser, que utiliza um segundo *riser*, exclusivo para o craqueamento da nafta, e Downflow, que inverte o sentido de fluxo do catalisador e hidrocarbonetos (de cima para baixo, e não de baixo para cima, como convencionalmente nos *risers* de FCC).

4.2 Viabilidade Econômica

Segundo o estudo “Demanda de matérias-primas petroquímicas e provável origem - 2005 a 2015” realizado pela ABIQUIM, em 2015 a demanda por eteno aumentará para cerca de 6,5 milhões de toneladas, enquanto a demanda por propeno será de 4,3 milhões de toneladas, tendo como base um crescimento médio do PIB de 3,1% a.a. De posse das projeções da ABIQUIM para demanda e oferta dos dois principais petroquímicos, é possível prever o cenário nacional do mercado de petroquímicos básicos para o ano de 2015, com o início das operações do Comperj.

Tabela 2. Cenário de Oferta x Demanda de Petroquímicos para 2015.

Petroquímicos Básicos	Demanda (milhão de ton.)	Oferta (milhão de ton.)	Oferta c/Comperj (milhão de ton.)	Diferença (milhão de ton.)
Propeno	4,3	3	3,9	-0,4
Eteno	6,5	6	7,3	+0,8

Mediante as estimativas de demanda e oferta, observa-se um déficit de cerca de 0.4 milhão de toneladas de propeno para o ano de 2015, já considerando a produção do Comperj. No entanto, estima-se um excedente de aproximadamente 0.8 milhão de toneladas em eteno, que poderá incentivar a entrada de novos produtores no mercado.

4.3 Impacto na Balança Comercial de Derivados

O valor da oportunidade de negócio da integração entre o refino e a área petroquímica está na valoração das correntes do refino como petroquímicos básicos para a produção de derivados petroquímicos, conforme mostrados na Tabela 3, contendo os preços praticados no mercado. Como o petróleo Marlim é comercializado no mercado internacional com um desconto de US\$ 150/t em relação ao Brent, a utilização deste petróleo como matéria-prima petroquímica agrega valor a cadeia produtiva de derivados, uma vez que produzirá produtos de maior valor no mercado. O Brasil, ao invés de vender esse petróleo com desconto no mercado internacional, o utilizará como matéria-prima para produção de derivados mais nobres. Segundo Antunes, a petroquímica agrega um valor unitário de duas a trinta vezes superior à uma matéria-prima petrolífera. Aproximadamente, pode-se dizer que esta agregação é de duas vezes nos básicos, de seis a oito vezes nos polímeros e de cinco a trinta vezes nos intermediários.

Tabela 3. Preços internacionais de Petroquímicos (MAINENTI *et al*, 2006).

Petróleo/Produtos	US\$/t
Petróleo Brent	555
Petróleo Marlim	406
Nafta	601
Etano	502
Propano	543
Eteno	1036
Propeno	1091
Benzeno	883
Polietilenos	1514
Polipropileno	1565
Poliestireno	1830
PET	1687

4.4 Principais Inovações Tecnológicas

O conceito do Comperj nasceu a partir da idéia de criar uma unidade de refino de petróleo pesado nacional, voltada para a produção de petroquímicos básicos, principalmente propeno e eteno, de modo a suprir a demanda de mercado. Este projeto inova ao juntar, na mesma área industrial, a refinaria, a central petroquímica e as fábricas de segunda geração, e a possibilidade de instalação das empresas de terceira geração.

A tecnologia do FCC Petroquímico que será aplicada na Comperj foi desenvolvida pelo CENPES e será a primeira tecnologia do mundo a utilizar carga pesada proveniente de petróleo com características naftênico-aromáticas. A Petrobras também atuou no desenvolvimento do sistema catalítico, fortemente baseado na zeólita ZSM-5, juntamente com a Albemarle Catalysts, e a Fábrica Carioca de Catalisadores (50 % Petrobras e 50 % Albemarle).

Logicamente que, como em qualquer outra refinaria, processos de separação, conversão, tratamento e auxiliares também serão necessários. As características da carga a ser processada e o perfil de produção desejado exercem papel primordial na escolha dos processos de refino. No caso da refinaria petroquímica, o perfil de derivados que se pretende obter já está definido. O provável esquema de refino para a Refinaria Petroquímica está representado na Figura 1. O complexo contará com as unidades de destilação atmosférica e a vácuo, sendo esta última indispensável no processamento de petróleos do tipo Marlim, onde se deseja recuperar ao máximo as frações mais leves. Devido á presença de contaminantes, principalmente compostos de enxofre, o complexo deverá contar com unidades de Hidrotratamento (HDT) para cada tipo de fração, um HDT para leves (nafta) e um HDT para médios.

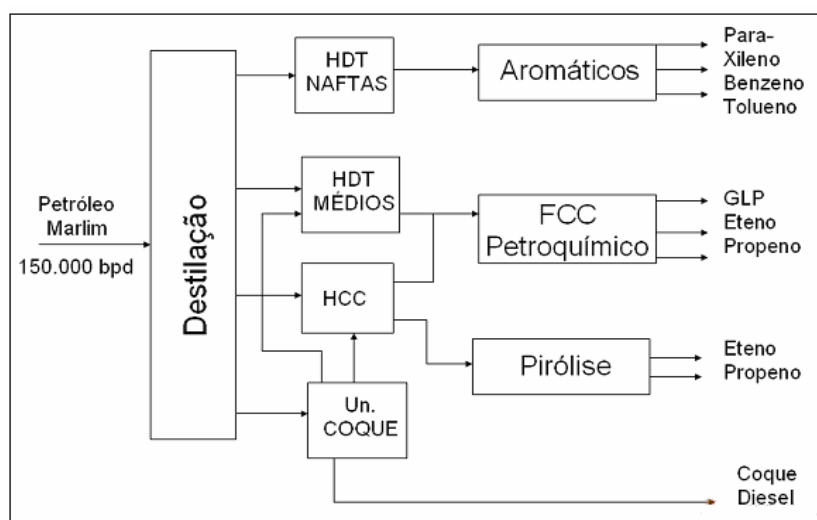


Figura 1. Representação esquemática do provável esquema de refino do Comperj (MAINENTI *et al*, 2006).

O eteno e propeno, olefinas leves de maior interesse comercial, serão maximizadas pelo uso em paralelo do tradicional processo de pirólise e do processo inovador de craqueamento catalítico voltado para produção de petroquímicos. Os fornos de pirólise processarão as cargas mais leves e maximizará a produção de eteno, enquanto o FCC Petroquímico processará as cargas mais pesadas e maximizará a produção de propeno, dessa forma, o complexo contará com uma relação de produção propeno e eteno mais equilibrada.

Um outro aspecto inovador nesta integração é a construção de uma unidade de Hidrocraqueamento Catalítico (HCC) no Brasil. O Comperj poderá ser a primeira refinaria brasileira a ter uma unidade de Hidrocraqueamento Catalítico (HCC) em seu esquema de refino, que devido às elevadas pressões de H_2 e ao sistema catalítico apropriado facilitará a hidrogenação e o fracionamento das cargas aromáticas do Marlim, reduzindo a produção de coque no processo de FCC.

5. CONCLUSÃO

Em virtude do aumento da oferta de petróleo nacional, a integração refino petroquímica é a alternativa mais viável e competitiva para atender o crescente mercado brasileiro de petroquímicos, sobretudo com a baixa disponibilidade da principal matéria-prima petroquímica. A alternativa do uso de petróleo pesado proveniente da Bacia de Campos como matéria-prima, gera grande perspectiva de atendimento à demanda de petroquímicos básicos, diminui a necessidade de dependência externa para fornecimento de insumos petroquímicos e agrega valor ao petróleo nacional.

O processo de Craqueamento Catalítico Fluido exerce papel fundamental no processo de integração refino petroquímica, uma vez que através de mudanças nas condições operacionais e no sistema catalítico dessas unidades, originalmente desenvolvidas para produção de gasolina, consegue-se maximizar a produção de petroquímicos básicos, principalmente eteno e propeno. A Petrobras é a responsável pela tecnologia do FCC Petroquímico do Comperj, desenvolvendo tecnologia de ponta no processamento de petróleo pesado para produção de derivados de maior valor agregado.

A implantação do Comperj poderá representar um aumento na participação brasileira no mercado petroquímico mundial, pois o processo utilizará matéria-prima nacional competitiva, integrará a cadeia do petróleo até a produção de petroquímicos de segunda geração, contribuirá para o equacionamento da balança comercial entre a oferta e a demanda de petroquímicos no país e contará com tecnologias inovadoras.

6. AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP – e da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Petróleo e Gás – PRH-ANP/MCT, em particular ao PRH 13, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

7. REFERÊNCIAS

- ABADIE, E. Apostila de Processos de Refino I – Craqueamento Catalítico, PETROBRAS/RH/UC/DTA, 2003.
- ABIQUIM. Demanda de Matérias-primas Petroquímicas e provável origem até 2015, 2006.
- ANDRADE NETO, J.L. in *Rio Oil & Gas Expo and Conference*, Rio de Janeiro, 2006.
- ANTUNES, A. M. S. Indústria Petroquímica Brasileira: Estrutura, Desempenho e Relação com a Química Fina. Tese de Doutorado. Programa de Engenharia Química/COPPE/UFRJ, 1987.
- GOMES, G.L., SZKLO, A.S., MACHADO, G.V. A nova integração refino-petroquímica: oportunidades e desafios para a petroquímica brasileira. In: *Rio Oil&Gas*, Rio de Janeiro, Brasil. Setembro, 2006.
- MAINENTI, M.R.M., PINHO, A.R., KARAM, J.E.C., RAMOS, J.G.F., DUBOIS, A.M. Panorama da Integração Refino-Petroquímica na Petrobrás. In: *Rio Oil&Gas*, Rio de Janeiro, Brasil. Setembro, 2006.

PINHO, A. R., RAMOS, J. G. F. Avanços do FCC Petroquímico. In 6º Encontro Sul-Americano de Craqueamento Catalítico, Rio Grande do Sul, Brasil.

PLOTKIN, J., The Changing Dynamics of Olefin Supply/Demand, Nexant Chem Systems. In: Gas-Fuel 05 Symposium, Brugges, Bélgica. Novembro, 2005.

THE ROLE OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE INTEGRATION OF PETROLEUM REFINING AND PETROCHEMISTRY IN BRAZIL

The increasing integration between refining and petrochemical industry is one alternative that contributes to meeting requirements of basic petrochemicals, allowing the expansion of the sector through of combination these activities. The implantation of the Rio de Janeiro Petrochemical Complex (Comperj) will represent an increase of the Brazilian participation in the National Petrochemical Market. The Complex will use competitive raw materials, will be integrated up through the productive chain the production of second generation petrochemicals, will add value to the national oil and will contribute for satisfying the demand for basic petrochemicals in the country, reducing the need of external dependence on supply of raw materials.

Refining, Petrochemical, Light Olefins, Fluid Catalytic Cracking

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.