

Copyright 2005, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

PERSPECTIVAS DE EXPANSÃO DO PARQUE DE REFINO BRASILEIRO ATÉ 2015

SZKLO, Alexandre, MACHADO, Giovani, SCHAEFFER, Roberto, MAGRINI, Alessandra,
MARIANO, Jacqueline, SALA, Janaína e TAVARES, Marina

Programa de Planejamento Energético – COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia – Bloco C –
Sala C-211 – Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Rio de Janeiro – RJ,
szklo@ppe.ufrj.br, giovani@ppe.ufrj.br, roberto@ppe.ufrj.br, jacqueline@ppe.ufrj.br,
jsala@ppe.ufrj.br, mtavares@ppe.ufrj.br

Resumo – Este artigo analisa perspectivas de expansão do parque de refino nacional até 2015 a partir de dois cenários de demanda de combustíveis e da projeção de produção de óleo bruto para o Brasil (elaborados em estudos anteriores). Para tal, definiram-se diferentes critérios de expansão, avaliando-se as implicações da adoção de cada critério sobre a evolução da capacidade de refino. Os critérios considerados foram: redução da vulnerabilidade energética do país, processamento mínimo de óleos brutos nacionais, maximização de rentabilidade do empreendimento e integração com a petroquímica. Foram estabelecidos também quatro esquemas de refinaria distintos, cuja escolha mais apropriada é função do critério de expansão considerado. Os resultados sugerem que uma meta de política energética robusta no longo prazo para a Brasil é investir em conservação de combustíveis e, dependendo do critério adotado, na expansão de, no máximo, duas refinarias até 2015 (uma refinaria otimizada para diesel e outra otimizada para diesel ou para petroquímicos básicos). Destaca-se, ainda, que este artigo deriva de estudos anteriores realizados para o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás e para o Ministério de Minas e Energia.

Palavras-Chave: petróleo; refino; expansão.

Abstract – This paper analyzes the expansion perspectives for the Brazilian refining industry up to 2015 based on two fuel demand scenarios and on oil production forecast for Brazil (elaborated in former studies). In order to perform it, different expansion criteria were defined, evaluating the implications of each one over the evolution of the refining capacity. The criteria considered were: reduction of the country's energy vulnerability, minimum processing of Brazilian crude oils, profitability maximization of the investment and refining-petrochemical integration. Also, four different refining schemes were established, in which the appropriate selection is a function of the expansion criteria considered. Findings suggest that a robust long-term energy policy goal for Brazil is to invest in fuel conservation and, depending on the criteria adopted, in the expansion of, at most, two refineries until 2015 (one refinery optimized for diesel and another optimized for diesel or basic petrochemicals). Yet, it should be pointed out that this paper derives from former studies performed for the Brazilian Oil and Gas Institute and for the Ministry of Mines and Energy.

Keywords: oil; refining; expansion.

1. Introdução

O presente artigo apresenta uma simulação da evolução do refino no Brasil até 2015 a partir de dois cenários de demanda de combustíveis e da projeção de produção de óleo bruto para o Brasil, elaborados em estudos anteriores (Schaeffer et al., 2004a; 2004b). A seguir, listam-se condicionantes, premissas e hipóteses de trabalho consideradas para realizar este estudo:

- Dois cenários de mercado de derivados de petróleo até 2015¹;
- Projeção de produção de petróleo no Brasil até 2015²;
- Especificação de qualidade de derivados no mercado brasileiro;
- Evolução do perfil de produção das refinarias existentes no país, conforme os projetos de expansão e modificação destas refinarias;
- Dimensionamento de 3 esquemas de refino para novas refinarias: um com foco em diesel, outro com foco em gasolina, outro com foco em petroquímicos básicos;
- Quatro diferentes critérios de expansão, que enfatizam a vulnerabilidade energética, o processamento mínimo de óleos brutos nacionais (visando sua valorização – predominantemente, óleos pesados e ácidos cujo preço no mercado internacional registra descontos consideráveis em relação aos óleos leves), a rentabilidade de uma nova refinaria (isoladamente do parque integrado atual) e a integração da refinaria a pólos petroquímicos;
- Teste de sensibilidade com uma Planta GTL, com foco na produção de diesel, a partir do gás natural de Santos, para entrar em operação em 2015. Esta planta foi elaborada conforme a rota indireta de produção e se prestou a análises de sensibilidade em relação à expansão do refino a partir de refinarias otimizadas para diesel.

A Tabela 1 a seguir sintetiza os resultados de demanda de derivados por cenário considerado, conforme Schaeffer *et al.* (2004a; 2004b).

Tabela 1. Mercado crescimento da demanda por derivados de petróleo (m3/dia)

Cenário Base de Mercado						
	2002		2010		2015	
	Demanda	%	Demanda	%	Demanda	%
GLP	33.219	11,6	35.554	10,6	37.848	10,0
Gasolina	44.386	15,5	46.012	13,7	50.303	13,2
Querosene	10.852	3,8	15.254	4,5	19.394	5,1
Óleo diesel	107.293	37,4	129.884	38,6	145.288	38,2
Escuros	58.027	20,2	71.857	21,4	86.247	22,7
Nafta	32.825	11,5	37.875	11,3	41.258	10,8
Total	286.602	100,0	336.436	100,0	380.338	100,0
Cenário Alternativo						
GLP	33.219	11,6	35.204	10,8	37.287	10,6
Gasolina	44.386	15,5	40.999	12,6	39.675	11,3
Querosene	10.852	3,8	17.497	5,4	23.721	6,7
Óleo diesel	107.293	37,4	128.905	39,5	138.863	39,4
Escuros	58.027	20,2	66.367	20,4	73.219	20,8
Nafta	32.825	11,5	37.144	11,4	39.312	11,2
Total	286.602	100,0	326.116	100,0	352.077	100,0

Nota: “Escuros” inclui óleo combustível, coque-verde (coque de petróleo) e outras secundárias de petróleo

Já a definição dos perfis de produção estimados para o parque de refino brasileiro em 2010 e em 2015 considerou as modificações do parque atualmente instalado frente os investimentos previstos pela Petrobras e a evolução estimada da carga processada, conforme modelagem para o parque de refino “médio” nacional.³ Os perfis estimados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Perfis de produção estimados do parque de refino brasileiro, conforme modelagem (%)

Derivado	2001(1)	2010	2015
GLP	8,1	8,9	9,1
Gasolina	19,5	21,9	23,8
Nafta	10,5	11,3	9,6
Querosene	2,6	5,4	5,9
Diesel	36,4	40,7	41,6
Escuros	22,9	11,9	10,1

Nota: (1) Dado da modelagem – i.e., ligeiramente diferente daquele efetivamente observado para 2001.

¹ Os cenários de demanda por derivados no Brasil aqui considerados são detalhados em outro artigo, intitulado “Perspectivas de Demanda por Combustíveis no Brasil”, também apresentados neste Congresso.

² A projeção da produção de petróleo no Brasil aqui considerados são detalhados em outro artigo, intitulado “Perspectivas de Produção de Petróleo no Brasil”, também apresentados neste Congresso.

³ Modelo desenvolvido no PPE/COPPE/UFRJ, no âmbito de Tolmasquim e Szklo (2000), aprimorado, em 2004, por Szklo.

Neste caso, há incertezas, sobretudo, quanto aos dados disponíveis para os investimentos da Petrobras, após 2009, nas suas refinarias, e quanto à carga futura do parque de refino nacional (o que afeta o rendimento das unidades de refino na modelagem proposta). No presente estudo, adotou-se o critério de utilização de dados apresentados em referências consagradas e públicas (informações de mercado – *market talks* - sem referências não foram consideradas). Os resultados da modelagem deste estudo resultaram num perfil de produção bastante modificado para o parque de refino existente no país, que influenciou, sobretudo, as perspectivas da expansão da oferta.

2. Critérios para a Expansão do Refino no Brasil

Para a avaliação das perspectivas de expansão do parque de refino brasileiro foram utilizados quatro diferentes critérios (vide Figura 1), a saber:

- **Vulnerabilidade Energética:** referiu-se à lógica de se minimizar a dependência e vulnerabilidade energética da cadeia de petróleo no Brasil. Neste caso, analisaram-se dois cenários de expansão para cada cenário de mercado de derivados: um, para auto-suficiência em diesel, outro, para um máximo de importação de diesel em 20% do mercado total deste derivado, em 2010 e 2015.
- **Processamento Mínimo:** visou à valorização do óleo produzido no Brasil, considerando-se que este óleo é não convencional, em sua grande maioria (ácido e pesado) e, portanto, poderia ter seu valor aumentado ao ser processado no Brasil, mesmo com vistas à exportação de derivados. Neste caso, consideraram-se 2 cenários de expansão para cada mercado de derivados considerado: um, para processamento total do volume equivalente de petróleo produzido nacionalmente; outro, para uma razão processamento-produção de 80%.
- **Máxima Rentabilidade:** seguiu a estratégia de maximizar a rentabilidade da refinaria isoladamente, otimizando a sua produção para a gasolina. Neste caso, testa-se a viabilidade do cenário de uma refinaria não integrada, visando à exportação de gasolina *premium* para nichos de mercado internacional.
- **Integração Petroquímica:** buscou a integração da refinaria ao complexo industrial petroquímico (refinaria com foco em petroquímicos, especialmente propeno)

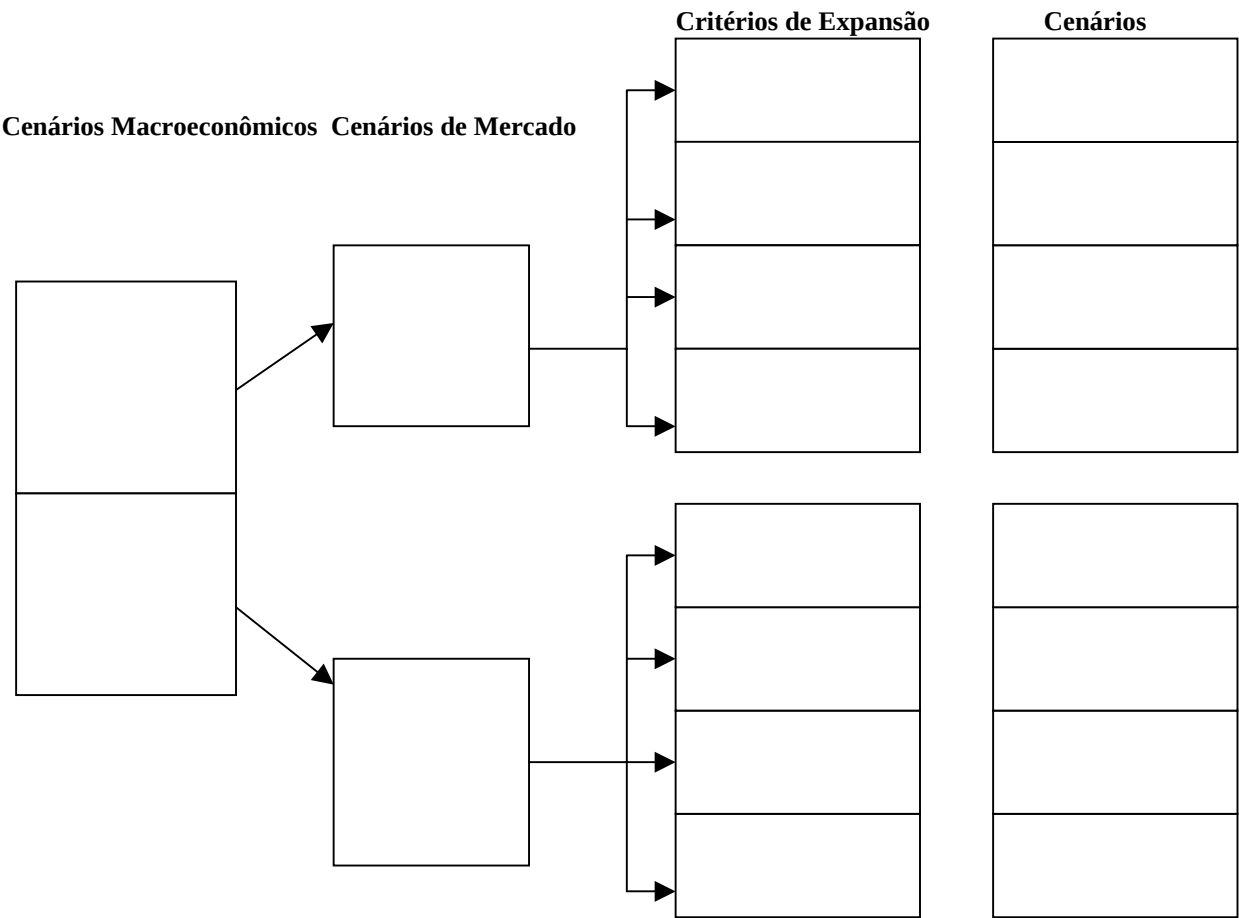


Figura 1. Critérios de Expansão do parque de refino no Brasil

No total, foram simulados 12 cenários diferentes na avaliação das perspectivas de expansão do parque de refino do país, sendo 6 cenários de expansão para cada cenário de mercado de derivados (vide Figura 1).

A Tabela 3 apresenta os perfis de produção modelados para os novos esquemas de refino propostos.

Tabela 3. Perfis de produção para novos esquemas de refino, conforme modelagem (%)

Perfil da Refinaria	Diesel	Gasolina	Propeno-Diesel
Capacidade (kbpd)	250	250	250
GLP	9,5	6,0	2,4
Gasolina	34,1	43,0	22,0
Nafta	5,3	2,0	3,4
Querosene	-	16,0	-
Diesel	44,6	14,0	21,0
Escuros	11,6	16,0	14,0
Propeno	-	-	16,4

3. Análise dos Resultados

Para o Cenário Base de Mercado, conforme o critério considerado, há a expansão do parque de refino brasileiro em até 3 refinarias. Os pontos extremos das simulações foram a não haver expansão do parque de refino, salvo aquelas previstas para o parque atual (caso do critério de máxima importação de diesel em 20% do mercado total, quando há a instalação de uma planta GTL em 2015); e a situação em que se colocam 3 novas refinarias otimizadas para diesel, 2 em 2010 e 1 em 2015 (caso do critério de processamento de todo o volume de petróleo produzido no país).

Em linhas gerais, pode-se concluir que, se o critério de expansão visar, sobretudo, à segurança energética, não necessariamente a expansão via refinarias diesel é o resultado mais adequado, devendo-se avaliar o caso de uma planta GTL. Embora esta planta seja menos versátil do que a refinaria diesel aqui proposta, em que há grande capacidade de coqueamento e HCC, e, também, apresente uma menor margem de refino do que a refinaria diesel, para os dois cenários de preços, em 2015, o investimento na Planta GTL é cerca de 50% o investimento na nova refinaria. Num cenário de restrição de capital para grandes investimentos ou de altas taxas de juros, a solução via GTL pode ser mais robusta.

Por outro lado, se o critério visar à agregação de valor ao óleo nacional através de refinarias com alta versatilidade que exportariam diesel, em volumes consideráveis em 2010 e 2015, o “processamento 100%” pode ser indicado. Neste caso, em que a expansão se dá através de 3 refinarias (investimento total da ordem de US\$ 9 bi), obtém-se um ganho no saldo comercial (petróleo e derivados), em 2015, que varia entre US\$ 590 milhões e US\$ 1,07 bilhão. Ressalte-se que: i) uma expansão deste porte só pode se justificar através de refinarias com alta capacidade de conversão (grande proporção de unidade de fundo de barril) e alta versatilidade (grande proporção de HCC); ii) existe perspectiva de falta de diesel (ou de aumento do mercado mundial deste derivado) no curto prazo, no Sudeste Asiático e na Europa Ocidental; iii) existe também perspectiva de abertura do desconto, no curto prazo, entre leves e pesados/ácidos. Isto incentiva o investimento em refinarias complexas, versáteis e com elevada margem operacional.

Por sua vez, a refinaria petroquímica não apenas garante uma integração da cadeia petróleo-petroquímica, mas atende ao critério de máxima importação de diesel em 20%. Isto significa que, para garantir uma segurança energética em 20% para o diesel, pode-se investir em 2015 numa refinaria com foco em diesel ou numa refinaria petroquímica. A segunda, porém, tem a virtude de apresentar economias de integração, produzir derivados de alto valor, como o propeno, cujo mercado se apresente curto, e ser de menor porte. Pode ser ela uma alternativa robusta e integrada para a expansão do parque de refino nacional. Neste caso, a margem desta refinaria é menos importante do que a segurança de abastecimento em que ela para diesel e petroquímicos.

Finalmente, a refinaria gasolina, ou que visa à exportação de gasolina *premium*, no cenário de mercado aqui considerado, opera com margens líquidas bastante variáveis entre 2010 e 2015, e conforme os cenários de preço considerados. Esta refinaria, cujo modo de operação está pouco integrado ao parque de refino nacional, ainda que apresente pontualmente, especialmente para 2010 no cenário de preços 1, resultados econômicos interessantes, é muito vulnerável ao contexto de preços do cenário internacional, especialmente para gasolina. Trata-se de uma refinaria que precisa encontrar mercado para o seu produto-chave. Neste caso, uma alternativa mais interessante que levaria a resultados mercadológicos mais robustos seria instalar esta refinaria com foco em gasolina para exportação no seu mercado de referência (ou próximo a ele), por exemplo, no Caribe ou nos Estados Unidos, propriamente dito.

No Cenário Alternativo de mercado as situações extremas do cenário anterior permanecem válidas: caso do critério de máxima importação de diesel em 20% do mercado total, com a instalação de uma planta GTL em 2015; e caso do critério de processamento de todo o volume de petróleo produzido no país. Contudo, o menor crescimento do mercado de derivados indica que critérios de segurança energética (auto-suficiência em diesel ou nível de importação de 20% deste derivado) são mais afetados pela entrada da Planta GTL. Isto ocorre, simplesmente porque o mercado de diesel é menor no cenário Alternativo. Como existem incertezas acerca do mercado futuro de derivados no Brasil, em

especial do mercado de diesel, estes resultados mostram a vantagem de realizar planejamentos robustos para a expansão do refino no Brasil.

Por um lado, a auto-suficiência em diesel, como meta, leva a, no cenário de maior crescimento, expansão de duas refinarias, independente da planta GTL. Considerando-se as margens líquidas médias, obtidas nos dois cenários de preços, e os investimentos nas refinarias, tem-se que a TIR das refinarias diesel deve variar entre 17 e 22% a.a., no cenário 1, e entre 10 e 14% a.a. no cenário 2. Isto mostra o impacto dos cenários de preço na viabilidade das expansões consideradas. De fato, dado o volume do investimento, as TIRs obtidas não são tão atraentes quanto a de outros empreendimentos do setor industrial. São, no entanto, compatíveis com as observadas nos setores de infra-estrutura, especialmente o setor energético.

Por outro, no cenário de menor crescimento, este mesmo critério contrapõe a refinaria diesel à planta GTL. A Planta GTL evita o investimento em uma nova refinaria diesel. Ela representa uma opção de menor custo fixo (cerca de metade do investimento da refinaria) e menor escala, ainda que apresente margens líquidas menores do que as da refinaria diesel proposta. Novamente, considerando-se as margens líquidas médias, obtidas nos dois cenários de preços, e os investimentos nas refinarias, tem-se que a TIR da planta GTL deve variar entre 17%, no cenário 1, e 14% a.a. no cenário 2, o que é leva a quase uma indiferença em relação ao resultado do investimento na refinaria diesel.

As incertezas do mercado de derivados podem favorecer a escolha da GTL, como solução de maior robustez. A GTL é, também, uma forma de agregar valor e aproveitar o gás natural brasileiro. Neste caso, convém uma análise mais específica sobre o indicador R/P ótimo para as reservas de gás e as reservas de petróleo do Brasil, que podem indicar o ritmo adequado de desenvolvimento das reservas de gás não associado recentemente descobertas em Santos.

Interessa notar também que, no critério de auto-suficiência em diesel, com a expansão baseada na Planta GTL em 2015 e numa refinaria diesel em 2010, praticamente anulam-se os saldos físicos de Diesel. Este resultado se contrapõe ao de outros critérios, que levam a maiores expansões do refino (critérios baseados em processamento mínimo da produção de petróleo). Segundo estes critérios, em 2015, o Brasil se torna um exportador líquido de volumes consideráveis de diesel (por exemplo, cerca de 180 mil bpd diesel em 2015, para o critério de máximo processamento do óleo nacional). Isto, *per se*, não constitui um problema, porque, primeiro, de acordo com as análises realizadas no estudo, o mercado mundial de diesel se encontra em expansão; e, segundo, a refinaria proposta é bastante versátil, baseando-se em coqueamento, FCC e HCC – o que significa que ela tem certo grau de flexibilidade quanto aos seus rendimentos, conforme a utilização das unidades de conversão profunda, nela, instaladas.

No entanto, para atender o mercado mundial de diesel, as refinarias deverão investir consideravelmente em unidades de tratamento, visando à especificação de produtos como o diesel europeu. Neste caso, o investimento estimado para a nova refinaria diesel deverá aumentar, assim como os investimentos necessários ao parque atual de refino, relativamente a unidades de HDT. E, novamente, é sempre bom lembrar que as TIR das refinarias diesel, embora compatíveis com as de setores de infra-estrutura, são menores do que as observadas ou buscadas por setores industriais colocados em um ambiente de maior competição ou contestabilidade (risco).

Para a refinaria com foco em gasolina *premium*, destaca-se a sua vulnerabilidade às condições de mercado internacionais, o que também é expresso pela variação da TIR deste empreendimento entre 8 e 28% a.a., conforme os cenários de preço considerados neste estudo. Em outros termos, a refinaria gasolina pode, numa conjuntura de baixo prêmio para gasolina ou de dificuldade de colocação do produto num nicho de mercado específico, mostrar-se pouco adequada. O mais razoável seria estudar a viabilidade desta refinaria no seu nicho de mercado de referência. Nunca é demais lembrar que a Europa Ocidental funciona como exportador-swing de gasolina para o mercado norte-americano. Isto gera uma enorme vulnerabilidade para refinarias com alta exposição ao mercado internacional, não integradas.

Para a refinaria petroquímica, a análise com foco apenas na TIR ou na margem líquida do refino não capta os ganhos de integração desta unidade. Cada vez mais, espera-se que o déficit de nafta petroquímica no mercado internacional leve a uma maior integração vertical na cadeia petróleo-petroquímicos. Isto é particularmente importante no caso de uma refinaria com foco em propeno, através de um processo de conversão direta da carga em petroquímicos básicos. Outro ponto importante reside no fato de que a refinaria petroquímica, ao produzir diesel, mantém o nível de dependência do Brasil em relação a este derivado na faixa de 10%, que é um nível menor do que o atualmente verificado. Isto significa que a refinaria tem dupla função: integra cadeias e aumenta a segurança energética propriamente dita.

Um último ponto diz respeito aos cenários de mercado simulados para a gasolina (ou, mais precisamente, para o consumo de combustíveis de veículos leves). Estes cenários apresentaram taxas de crescimento para o mercado de gasolina e etanol bastante diferentes, em função da maior penetração e uso de veículos *flexfuel* no cenário alternativo (vide figuras abaixo). Isto significa também que, neste cenário, a expansão do refino leva a uma maior exportação de gasolina relativamente ao cenário de base do mercado. Tal resultado se dá, mesmo quando a refinaria não tem foco em gasolina, porque o óleo nacional produz uma gasolina de boa qualidade (em média, é naftênico-aromático) e, também e principalmente, porque não é viável otimizar, integralmente, em destilados médios, o esquema da refinaria diesel, que é a principal refinaria simulada neste estudo.

Assim, o decréscimo do mercado de gasolina no Cenário Alternativo deste estudo levou a exportações de gasolina, em 2015, que variaram entre 180 mil bpd (sem a entrada de novas refinarias) e 280 mil bpd (com a entrada da nova refinaria gasolina). Estes números representam entre 2,5 e 6,0 vezes o volume de gasolina exportado pelo Brasil em 2002. Será necessário, portanto, não apenas encontrar mercado para o etanol, mas também, e principalmente, para a gasolina. Isto deve implicar, no Cenário Alternativo, em investimentos em unidades de tratamento para as refinarias

existentes no país. Isto também torna pouco provável o investimento em uma refinaria independente otimizada para gasolina, de grande porte e localizada no país, mesmo para processar óleos pesados e ácidos nacionais.

Além do aumento da exportação, há ainda duas alternativas para lidar com o aumento de excedentes de gasolina: i) redução de adição de etanol anidro à gasolina A (mantendo-se uma adição mínima que garanta a octanagem da gasolina formulada); ii) transformação de unidades de FCC existentes em unidades otimizadas para a produção de olefinas leves.

4. Considerações Finais

Este artigo analisou perspectivas de expansão do parque de refino nacional até 2015 a partir de dois cenários de demanda de combustíveis e da projeção de produção de óleo bruto para o Brasil (elaborados em estudos anteriores). Para tal, definiram-se diferentes critérios de expansão, avaliando-se as implicações da adoção de cada critério sobre a evolução da capacidade de refino.

Os resultados encontrados sugerem que uma meta de política energética prudente e robusta no longo prazo para a Brasil é investir em conservação de combustíveis (por conferir maior flexibilidade) e, dependendo do critério adotado, na expansão de, no máximo, duas refinarias até 2015, sendo uma refinaria otimizada para diesel e outra otimizada para diesel ou para petroquímicos básicos (no caso estudado, para propeno). A construção de uma planta GTL pode, no entanto, alterar este quadro levando à não expansão via refinarias, conforme o critério adotado, ou à expansão com apenas uma refinaria nova até 2015, sendo esta refinaria otimizada para diesel ou para petroquímicos. A segunda opção, porém, tem a virtude de apresentar economias de integração, produzir derivados de alto valor, como o propeno, e ser de menor porte. Pode ser ela uma alternativa robusta e integrada para a expansão do parque de refino nacional. Neste caso, a margem desta refinaria é menos importante do que a segurança de abastecimento para diesel e petroquímicos. Destaca-se, finalmente, que este artigo deriva de estudos anteriores realizados para o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás e para o Ministério de Minas e Energia.

5. Referências

- SCHAEFFER, R., SZKLO, A., MACHADO, G. (coords.). Matriz Energética Brasileira 2002-2023 - Relatório Técnico de Projeto Contratado pelo Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro: PPE/COPPE/UFRJ, 2004a.
- SCHAEFFER, R., SZKLO, A., MACHADO, G., MAGRINI, A., MARIANO, J., SALA, J. e TAVARES, M. Evolução do Mercado Brasileiro de Derivados de Petróleo e Perspectivas de Expansão do Parque de Refino Nacional até 2015 – Relatório Técnico de Projeto Contratado pelo Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. Rio de Janeiro: PPE/COPPE/UFRJ, 2004b.
- TOLMASQUIM, M., SZKLO, A. A matriz energética brasileira na virada do milênio. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.