IPEA/INPES
Serv. de
Documentação

Modelo do setor petróleo (MOSPET) :
oferta e demanda de deri
RJF0173/85 IPEA - RJ

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

GRUPO DE ENERGIA

Nº XXVI

"Modelo do Setor Petróleo (MOSPET): Oferta e Demanda de Derivados e Balanço de Divisas".

Lauro R.A. Ramos

Fevereiro de 1985

IPEA
03-85

Tiragem: 100 exemplares

Trabalho elaborado em: Agosto 1984

Instituto de Pesquisas do IPEA
Instituto de Planejamento Econômico e Social
Avenida Presidente Antonio Carlos, 51 - 13/17º andar
20020 Rio de Janeiro RJ
Tel.: (021) 210-2423

IPEA
INSTITUTO DE PLANEJAMENTO
ECONÔMICO E SOCIAL
Serviço de Documentação
Fr. 173
Data 10/04/85

Este trabalho é da inteira e exclusiva responsabilidade de seu autor. As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Secretaria de Planejamento da Presidência da República.

SUMÁRIO

PÁGINA

I - INTRODUÇÃO..... 01
II - DEMANDA DE DERIVADOS..... 03
II.1 - Agregação dos derivados em grupos..... 03
II.2 - Considerações gerais sobre o consumo de derivados de petróleo no Brasil..... 04
II.3 - Metodologia..... 10
II.4 - Estimativas de demanda por grupo..... 17
II.4.1 - Gases..... 17
II.4.2 - Leves..... 18
II.4.3 - Médios..... 22
II.4.4 - Pesados..... 23
II.5 - Cenários de renda, preços e substituição. 27
II.6 - Um cenário de demanda..... 28
III - OFERTA DE DERIVADOS..... 30
III.1 - Características gerais do modelo de oferta..... 32
III.2 - Restrições do modelo..... 33
III.2.1 - Restrições de consistência.... 33
III.2.2 - Restrições de disponibilidade de petróleo..... 35
III.2.3 - Restrições de composição da carga..... 36
III.2.4 - Restrições de capacidade de refino..... 37
III.2.5 - Restrições de craqueamento.... 37
III.2.6 - Restrições de qualidade dos derivados..... 38
III.2.7 - Restrições de demanda..... 39
III.3 - Função objetivo do modelo..... 40
IV - SIMULAÇÕES..... 41
IV.1 - Versão simplificada do modelo de oferta.. 41
IV.2 - Base de dados..... 42
IV.3 - Resultados..... 45
V - COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES..... 56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 63

IPEA/INPES
Serv. de
Documentação

MODELO DO SETOR PETRÓLEO (MOSPET): OFERTA E DEMANDA DE DERIVADOS E BALANÇO DE DIVISAS

Lauro Roberto Albrecht Ramos

I - INTRODUÇÃO

Desde o início dos anos setenta a questão do petróleo tem sido uma constante fonte de preocupações para a economia brasileira. Insumo energético básico e, individualmente, o item de maior peso na pauta de importações, este produto está no cerne de todas as conjecturas acerca do desempenho econômico do país no futuro próximo, papel este realçado pelo recente quadro recessivo e de escassez de divisas.

Dentro deste contexto dois enfoques de naturezas distintas despertam maior interesse: o enfoque conjuntural e o estratégico.

O primeiro diz respeito ao choque frontal entre a necessidade de aumento do consumo de combustíveis e derivados para a reativação econômica e o interesse na redução das importações de petróleo ditado pela imposição de obtenção de maiores superávits no comércio com o exterior, aliado à inércia da resposta, em termos de produção doméstica, aos investimentos e esforços em prospecção.

O segundo refere-se, além da questão natural da redução da dependência do petróleo como um todo, e do petróleo importado em particular, à adaptação da estrutura de refino do parque às necessidades da demanda, de modo a minimizar a dependência do mercado internacional de derivados, que se caracteriza por um caráter volátil, ou mesmo orientar esta dependência para derivados que eventualmente se julgue de importância relativa menor.[1] É impor-

[1] Esta adaptação se torna relativamente mais importante na medida em que for aumentando a participação de petróleo doméstico no atendimento das demandas, isto é, na medida em que for diminuindo a dependência do petróleo bruto importado.

IPEA/INPES Serv. de Documentação

tante lembrar ainda que o perfil da demanda tem sofrido contínuas e significativas alterações, face às diferentes restrições ao consumo dos vários derivados impostas pela política energética adotada e à crescente participação de fontes alternativas (na maioria das vezes através de substitutos parciais do petróleo) no atendimento das demandas individuais de combustíveis.

Certamente, esta é uma visão bastante simplificada da problemática do petróleo, mas é mais que suficiente para mostrar que em qualquer esforço de estudo da questão, seja sob um enfoque ou outro, é de fundamental importância um bom conhecimento sobre os prováveis níveis e configurações das demandas por derivados de petróleo e, na mesma medida, da capacidade (e velocidade) do parque de refino nacional em adaptar-se às exigências por elas ditadas.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um instrumento que considere concomitantemente os dois lados - oferta e demanda - da questão do abastecimento interno de derivados de petróleo, capaz de auxiliar na análise geral da evolução do panorama do setor nos próximos anos. Além de abrangente, contudo, pretende-se um instrumento de fácil gerenciamento, ágil o suficiente para ser capaz de avaliar com presteza a resposta do setor a alterações do quadro econômico nacional e internacional, mudanças de política energética ou reorientações de estratégia de suprimento, entre outras. Assim, fez-se a opção por uma modelagem simples, às vezes até ingênua, e convencional, abrindo mão da originalidade e, eventualmente, do detalhamento de alguns aspectos da questão.

Dentro deste contexto, a primeira parte do trabalho é dedicada à discussão do comportamento futuro das demandas por derivados de petróleo no mercado interno, procurando-se representar suas tendências de evolução no curto e no médio prazos em função do desempenho da economia nacional e da política, de preços e de substituição, para o setor. Na segunda parte, procede-se à modelagem do lado da oferta, explicitando as alternativas tecnológicas e estratégias de atendimento da demanda interna e suas limitações, de modo a permitir a identificação da mais conveniente e dos

pontos de estrangulamento do sistema. Finalmente, efetuam-se exercícios de simulação, apresentando os resultados em termos de estrutura e níveis de demanda, esquema de suprimento desta e efeitos decorrentes no balanço de divisas global do setor petróleo.

II - DEMANDA DE DERIVADOS

II.1 - Agregação dos derivados em grupos

Tendo em vista a vasta gama de tipos de derivados de petróleo existentes (mais de cem), e as grandes diferenças observadas entre as quantidades demandadas de cada um deles, torna-se altamente recomendável o seu agrupamento em classes afins. Naturalmente este não pode ser feito de maneira indiscriminada, exigindo algum critério para o compromisso entre as duas finalidades da agregação, em princípio antagônicas, quais sejam a diminuição do grau de complexidade do problema, o que implica minimização do número de grupos a serem formados, e a preservação da aderência do tratamento com a realidade, o que redunda em uma minimização do tamanho dos agrupamentos.

Levando-se em conta considerações desta ordem, optou-se pela seguinte agregação:

- Gases: GLP (gás liquefeito de petróleo);
- Leves: gasolina, nafta, hexano, benzeno, tolueno e solventes de borracha;
- Médios: óleo diesel, querosene iluminante, querosene de aviação e aguarrás;
- Pesados: óleos combustíveis, asfaltos, gasóleos, óleos lubrificantes, parafinas, coque,

citando-se apenas os derivados mais relevantes dentro de cada grupo e excluindo deliberadamente aqueles que possuem participação insignificante.

IPEA/INPES Serv. de Documentação

Este nível de agregação parece ser bastante conveniente pois, pelo lado da oferta, congrega derivados que possuem faixas de destilação bastante semelhantes, de tal maneira que, em geral, são produzidos conjuntamente ou por processos similares,o que permite que a análise da adequação da estrutura de refino não fique comprometida. Paralelamente, no que concerne à demanda,tem-se observado historicamente que o seu perfil no interior de cada grupo não vem se alterando de maneira significativa,[2] a não ser nos últimos anos no caso dos derivados que possuem substitutos específicos, fato este que será considerado separadamente, a posteriori, ainda neste trabalho.

Na Tabela 1 é apresentada a participação da demanda do primeiro derivado citado em cada grupo (menos o dos gases, por razões óbvias) na demanda do grupo como um todo, mais a nafta nos leves. Conforme pode-se observar cada um deles é responsável por quase toda a demanda do respectivo grupo (no caso dos leves a gasolina mais a nafta), sendo por conseguinte merecedores de maiores cuidados. Doravante, no contexto deste trabalho, eles serão denominados derivados principais, enquanto os demais serão denominados derivados secundários.

II.2 - Considerações gerais sobre o consumo de derivados de petróleo no Brasil

Segundo pode ser constatado nos Gráficos 1 e 2, ao longo do tempo ocorreram movimentos constantes de ascensão e retração do consumo de cada grupo de derivados no país, com sucessivas trocas de elementos em maior destaque.[3] Nos primeiros anos - a-

---

[2]Deve ser ressalvado o caso do grupo dos leves, onde vem ocorrendo uma evolução significativa da participação da nafta, em conseqüência do acentuado desenvolvimento da indústria petroquímica no país e da política restritiva ao consumo de gasolina.

[3]A tabulação dos dados utilizados na confecção destes gráficos encontra-se disponível no anexo.

TABELA 1

BRASIL: EVOLUÇÃO DAS PARTICIPAÇÕES DO CONSUMO DOS DERIVADOS PRINCIPAIS EM CADA GRUPO

(%)

ANO	LEVES		MÉDIOS	PESADOS
	Gasolina	Nafta	Diesel	Óleo Combustível
1955	88.9	-	69.5	94.7
1960	86.0	-	80.4	91.2
1965	93.9	-	82.2	90.9
1970	93.4	-	82.4	87.7
1975	84.7	11.0	85.6	91.3
1980	75.3	21.9	87.5	89.7
1983	61.9	35.4	87.8	84.5

FONTE: Elaboração própria a partir de [2].

Gráfico I

CONSUMO EFETIVO POR GRUPOS DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO BRASIL

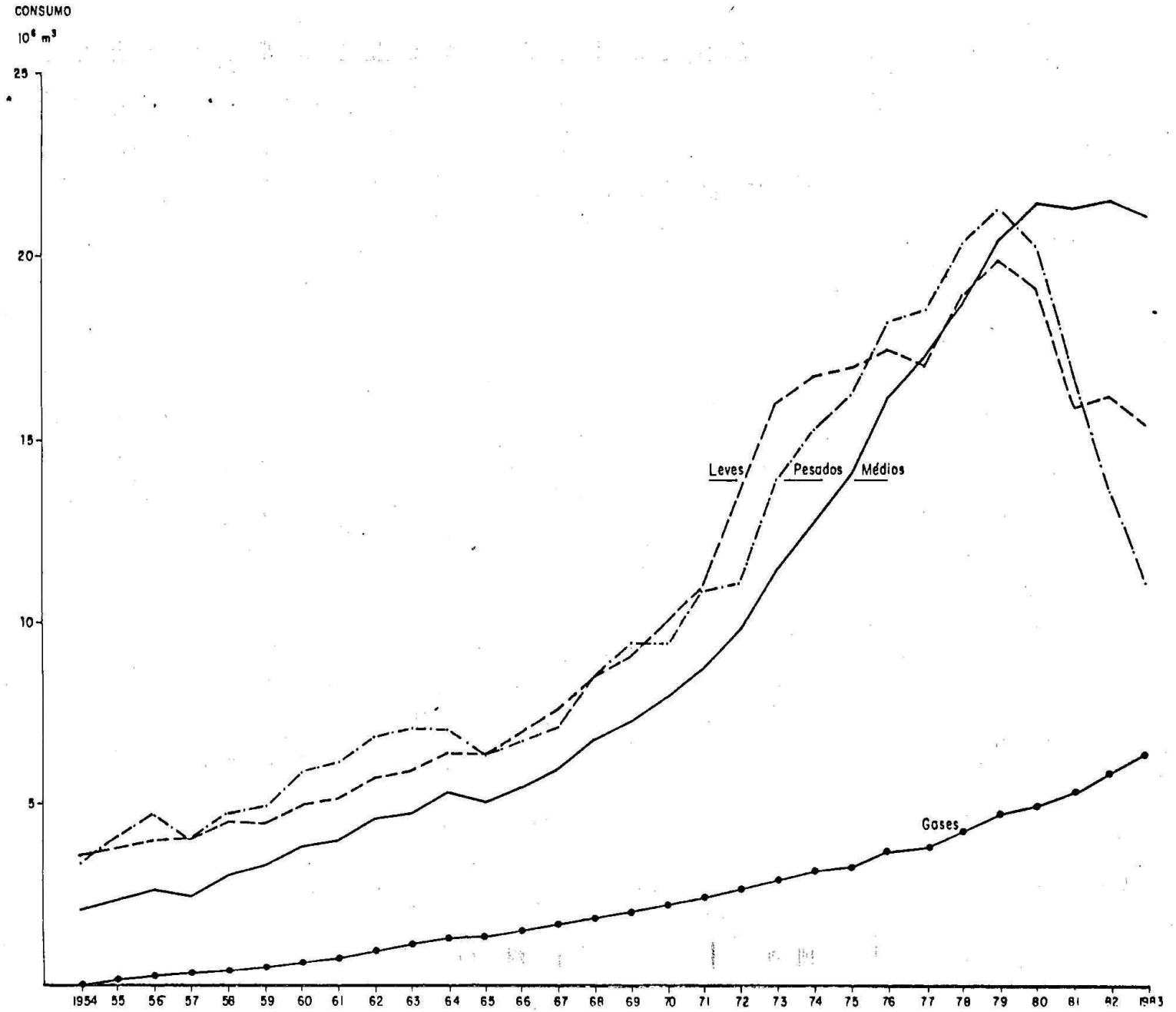
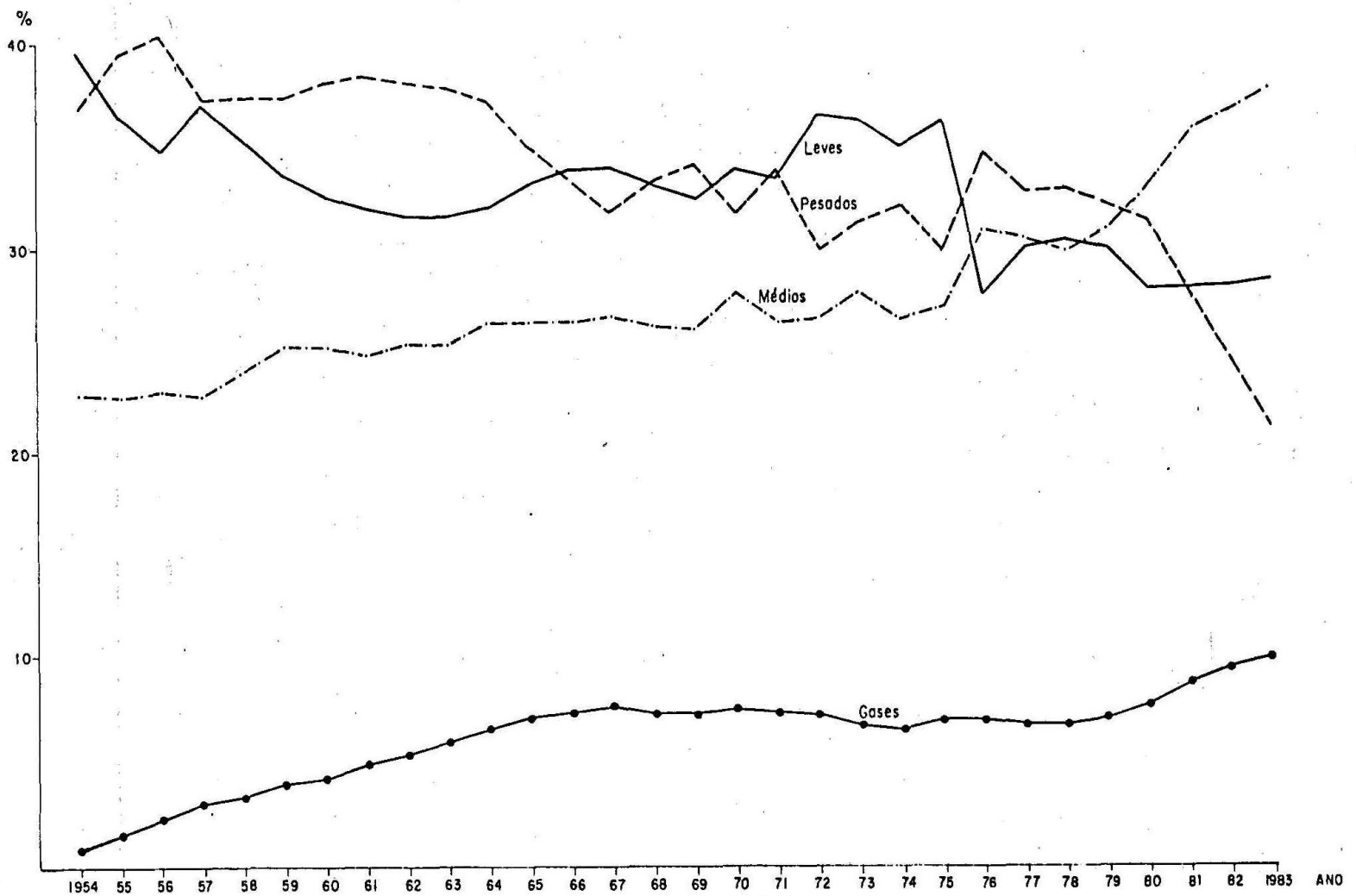


Gráfico 2

EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DO CONSUMO DE CADA GRUPO DE DERIVADOS EM RELAÇÃO AO CONSUMO TOTAL NO BRASIL



proximadamente 54/66 - posteriores à emergência da indústria de refino de petróleo no Brasil havia uma destacada predominância dos pesados, o que é em grande parte explicado pelo crescimento industrial verificado nesse período. A partir daí até o início da década de 70 observou-se uma elevação da demanda por leves, o que coincide com o desenvolvimento da indústria automobilística. A partir da metade da década de 70, quando começaram a se fazer sentir os efeitos das elevações do preço internacional do petróleo, a participação dos leves passou a declinar, tornando-se cada vez maior a dos médios, isto como decorrência de uma política de preços mais restritiva para a gasolina e também do processo de dieselização da frota nacional de transporte de carga.[4] Além disto, pode-se observar uma elevação lenta, porém contínua, da participação dos gases como decorrência da progressiva difusão do uso do GLP para cocção.

Cabe agora analisar as tendências futuras de evolução deste quadro. Uma rápida análise das informações disponíveis revela sentidos de evolução relativamente claros, isto devido ao caráter aditivo de dois importantes fatores para sua determinação, quais sejam a existência (ou perspectiva) de possibilidades de substituição e/ou conservação e as possibilidades de aplicação de uma política de preços mais agressiva.

No caso do GLP, por exemplo, que tem como principal forma de utilização a sua queima para cocção de alimentos, não há grandes possibilidades de substituição significativa em um futuro próximo, notadamente no meio urbano, tendo em vista que seus principais substitutos - lenha, carvão vegetal, energia elétrica e gás natural - não apresentam maiores possibilidades de aproveitamento imediato, seja por serem, a princípio, inferiores tecnicamente, seja pela necessidade de grandes investimentos para a viabilização de sua utilização. Paralelamente, a preocupação social

---

[4]Em boa parte devido à política de preços relativos adotada no período [18].

acerca do uso do GLP não dá margem à aplicação de políticas de preços muito restritivas, de modo que não é de se esperar que venha a ocorrer uma mudança significativa na tendência de sua demanda, pelo menos no curto prazo.

Situação inversa se observa no caso dos leves, uma vez que o seu principal derivado - a gasolina - além de possuir substitutos tecnologicamente eficientes - o álcool hidratado e o álcool anidro -, ainda é passível de um grande controle via preço, dado o caráter final, mas não prioritário de sua forma de utilização (basicamente transporte individual). Como não há previsão de crescimento considerável do consumo do outro derivado importante deste grupo - a nafta -, é de se esperar doravante uma sensível redução na demanda pelos leves (ou, pelo menos, na sua participação na demanda total).

No que tange aos médios, a situação é muito parecida com aquela dos gases, principalmente no que diz respeito à inexistência de substitutos potenciais.[5] Além disso, o óleo diesel, que é responsável por mais de 90% da demanda do grupo, é usado primordialmente no transporte de cargas em todo o território nacional, sendo responsável pelo escoamento de quase toda produção agrícola brasileira, o que faz com que, além de sua demanda ser bastante sensível a variações na renda, a tentativa de conter a natural expansão de sua demanda através de elevação do seu preço real tenha reflexos nefastos, especialmente na atual conjuntura inflacionária. Com o segundo derivado em importância deste grupo, o querosene de aviação, a situação não é muito diferente, sendo que apenas o querosene iluminante apresenta tendências declinantes (ou de estabilização).

---

[5] Há que ressalvar que um substituto natural para o óleo diesel seria a gasolina [17], através da restauração de sua competitividade, via preços ou via custos de capital. Tal possibilidade, porém, além dos problemas naturais associados à mudança dos preços relativos, redundaria em efeitos mais significativos no médio prazo, na medida em que fosse ocorrendo o processo de renovação da frota.

O grupo dos pesados tem no óleo combustível o seu principal representante que, dadas as próprias características de sua utilização como gerador de calor através de combustão - primordialmente na indústria, em caldeiras e fornos - possibilita a existência de uma vasta gama de substitutos, como: carvão mineral, carvão vegetal, lenha, energia elétrica, bagaço de cana, palha de arroz, etc., a maioria dos quais em franca disponibilidade a custos competitivos. Deste modo, o óleo combustível ainda é o derivado que possui o maior potencial de substituição dentro do atual quadro energético, além da possibilidade de economias nas quantidades dele consumidas pelo emprego de técnicas de conservação, dando margem, inclusive, à aplicação de políticas de preço mais austeras.

II.3 - Metodologia

A avaliação qualitativa do comportamento da demanda de derivados para o futuro próximo é uma tarefa que não apresenta maiores dificuldades, havendo até um certo consenso em relação à configuração mais provável. Não ocorre o mesmo, contudo, em relação a uma avaliação quantitativa, bastante mais complexa e de escassa disponibilidade na literatura, de tal maneira que a tentativa de preenchimento desta lacuna representa o cerne desta seção.

Para a elaboração dos cenários de demanda de derivados de petróleo agrupados da maneira apresentada em II.1, as atenções maiores foram concentradas no derivado principal de cada grupo, tendo em vista ser ele, via de regra, o responsável pela maior parcela da demanda do grupo como um todo e, conseqüentemente, também o mais visado pelos programas de substituição e conservação. Em seguida, procede-se à estimação das demandas dos derivados secundários, que possuem uma participação relativa bem inferior, embora não desprezível, normalmente segundo métodos bastante simples, possibilitando desta maneira a obtenção da demanda do grupo como um todo, que é o parâmetro relevante para a análise do lado da oferta.

A metodologia geral utilizada para a projeção de demanda dos derivados principais no horizonte em estudo, desenvolve-se em duas etapas sucessivas: uma econométrica e uma estrutural.[6] A etapa econométrica consiste do ajuste de uma curva de regressão sobre os dados observados no passado,[7] segundo o método dos mínimos quadrados, tendo como variáveis explicativas a renda nacional, o preço ao consumidor do derivado, além do próprio consumo defasado para captar a inércia do sistema, que age no sentido de impedir ajustes imediatos. Os dados históricos referentes a esta gama de variáveis são apresentados nas Tabelas 2 e 3 e Gráficos 3 e 4 (na estimação foram utilizados os dados anuais de 1957 em diante).

A especificação funcional adotada para a equação de regressão é do tipo potencial com ajuste parcial,[8] ou seja:

$$DP_{i,t} = \alpha_0 \, Y_t^{\alpha_1} \, P_{i,t}^{\alpha_2} \, DP_{i,t-1}^{\alpha_3}$$

onde:

$DP_{i,t}$ = consumo do derivado i no ano t (10^3 m^3);

Y_t = renda nacional no ano t (retratada aqui pelo PIB, sob a forma de índice com base em 1970);

---

[6] A justificativa deste procedimento repousa na deficiência da abordagem econométrica em lidar com eventuais mudanças estruturais, na medida em que projeta para o futuro o comportamento do passado.

[7] Em verdade, tal procedimento implica a adoção da hipótese, normalmente utilizada em problemas desta natureza, de oferta infinitamente elástica, adaptando-se aos ditames da demanda. Caso contrário, seria necessário considerar explicitamente um modelo simultâneo.

[8] Embora a utilização de ajustamentos parciais seja, com alguma freqüência, objeto de críticas, houve-se por bem adotá-los aqui por acreditar-se que, na explicação do consumo de derivados de petróleo, o fator inércia é altamente relevante, dada a existência de estoques de equipamentos específicos de alto valor para o uso de cada derivado (automóveis, caminhões, caldeiras, ...).

TABELA 2

CONSUMO EFETIVO * DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO BRASIL

ANO	GASOLINA A+ ÁLCOOL ANIDRO (m^3)	ÓLEO DIESEL (m^3)	ÓLEO COMBUSTÍVEL (m^3)	GLP (m^3)	ÁLCOOL HIDRATADO (m^3)
1954	3.368.601	1.467.601	3.197.294		
1955	3.384.278	1.645.796	3.901.354		
1956	3.513.824	1.924.026	4.349.234		
1957	3.448.572	1.857.942	3.920.339	331.885	
1958	3.812.398	2.371.401	4.368.502	420.093	
1959	3.840.853	2.720.075	4.589.937	525.522	
1960	4.285.473	3.096.572	5.323.570	643.269	
1961	4.484.647	3.111.333	5.668.016	764.951	
1962	5.064.445	3.603.370	6.239.198	969.397	
1963	5.493.491	3.860.125	6.485.757	1.137.468	
1964	5.997.376	4.344.352	6.472.040	1.330.576	
1965	5.982.501	4.178.098	5.818.796	1.355.252	
1966	6.573.741	4.522.477	6.040.844	1.502.810	
1967	7.144.772	4.898.308	6.278.571	1.701.766	
1968	8.049.311	5.533.974	7.663.238	1.893.544	
1969	8.492.440	5.931.869	8.403.733	2.026.562	
1970	9.340.486	6.515.478	8.237.381	2.225.045	
1971	10.074.536	7.157.542	9.890.436	2.401.418	
1972	11.278.282	8.178.320	10.216.699	2.654.514	
1973	13.016.134	9.711.773	12.629.993	2.944.188	
1974	13.873.387	10.748.742	13.949.660	3.136.934	
1975	14.354.518	11.995.745	14.794.301	3.255.493	
1976	14.546.410	13.797.460	16.478.625	3.612.537	
1977	13.976.082	14.806.904	16.802.481	3.787.169	1
1978	15.100.000	16.164.042	18.307.618	4.190.797	2.410
1979	15.537.571	17.600.011	19.002.000	4.611.781	16.010
1980	13.684.157	18.752.174	18.196.931	4.892.818	429.180
1981	12.086.181	18.460.039	14.747.909	5.205.613	1.391.710
1982	12.425.688	18.788.646	12.653.232	5.798.920	1.766.109
1983	10.894.208	18.449.898	9.988.619	6.077.828	2.938.532

FONTE: Anuário Estatístico da Petrobrás [2]

* Inclui vendas das distribuidoras, vendas diretas da PETROBRÁS, consumo interno da PETROBRÁS, "bunkers" e variação de estoques.

TABELA 3

PREÇO REAL* MÉDIO** AO CONSUMIDOR DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO

(RIO DE JANEIRO)

(cruzeiros de 1981)

ANO	GASOLINA A+ ÁLCOOL ANIDRO (Cr$/l)	ÓLEO DIESEL (Cr$/l)	ÓLEO COMBUSTÍVEL (10^3 Cr$/t)	GLP (Cr$/kg)
1957	19,5	11,8	7,2	62,5
1958	19,0	11,3	7,2	48,5
1959	19,6	13,8	7,8	47,2
1960	15,7	11,0	6,5	39,2
1961	21,3	15,6	9,3	39,6
1962	17,7	13,7	7,9	30,0
1963	17,8	13,8	8,4	33,0
1964	18,5	14,8	8,0	28,0
1965	22,5	17,7	8,8	30,0
1966	20,1	16,0	8,0	28,9
1967	18,6	15,3	5,7	29,9
1968	19,5	16,1	4,7	32,9
1969	21,6	17,8	4,4	33,8
1970	21,2	17,6	4,1	33,1
1971	21,9	18,2	4,3	34,6
1972	23,3	19,8	4,6	37,3
1973	23,6	19,4	4,6	36,2
1974	35,8	20,7	5,2	45,1
1975	43,4	23,1	5,6	47,6
1976	51,0	24,5	6,2	43,8
1977	52,2	27,8	6,5	44,0
1978	49,0	26,9	6,2	42,2
1979	50,0	29,9	7,7	35,9
1980	71,1	30,7	13,9	29,9
1981	70,2	36,8	18,4	28,0
1982	62,0	36,4	16,3	26,2
1983	57,6	37,6	18,3	29,0

FONTES : Anuário Estatístico da Petrobrás [2].
Anuário Estatístico do CNP [3].

* deflacionados pelo IGP-DI

** média ponderada pelo número de dias de vigência de cada preço.

IPEA/INPES Serv. de Documentação

Gráfico 3

CONSUMO EFETIVO DOS PRINCIPAIS DERIVADOS DE PETRÓLEO NO BRASIL

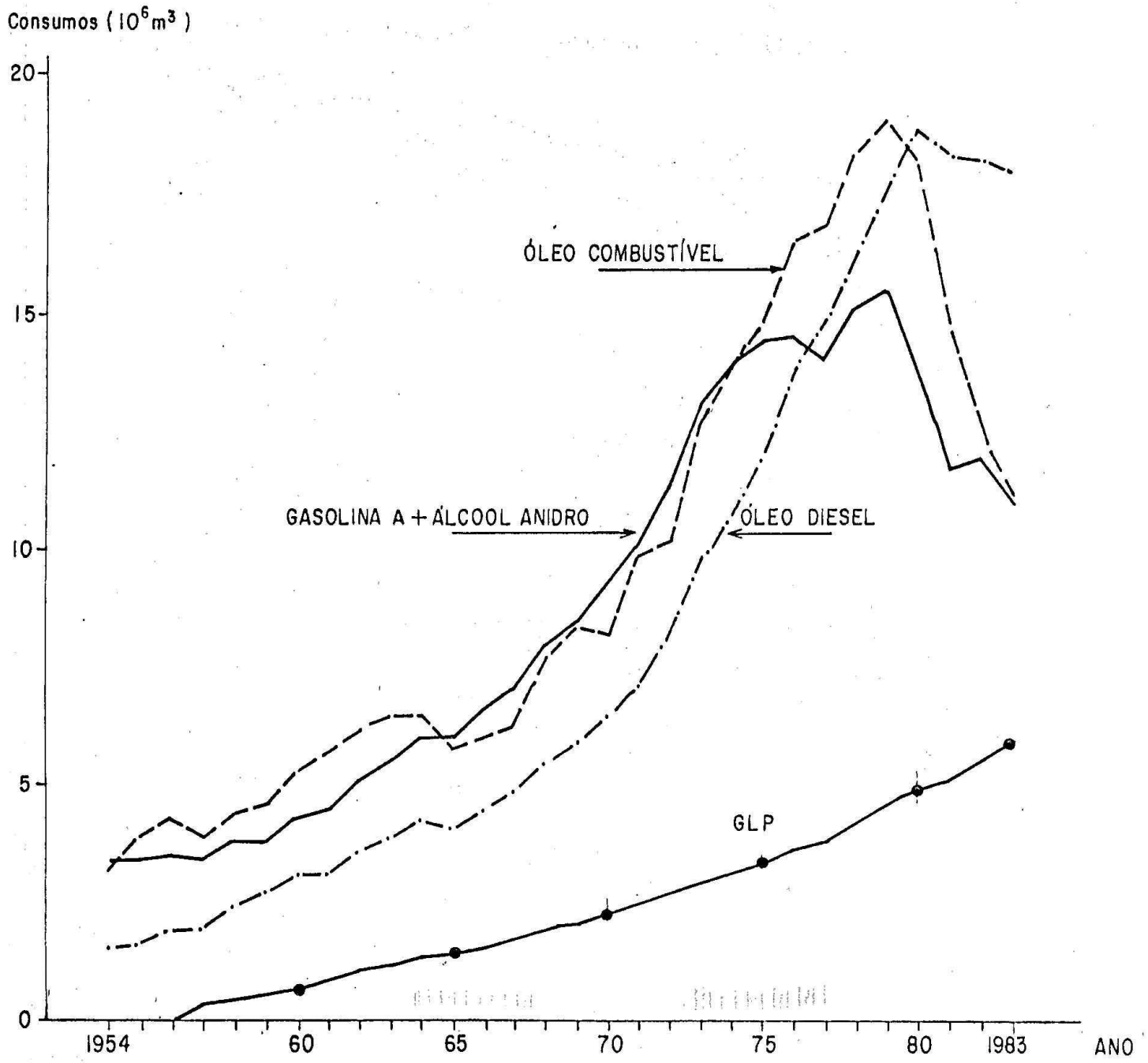
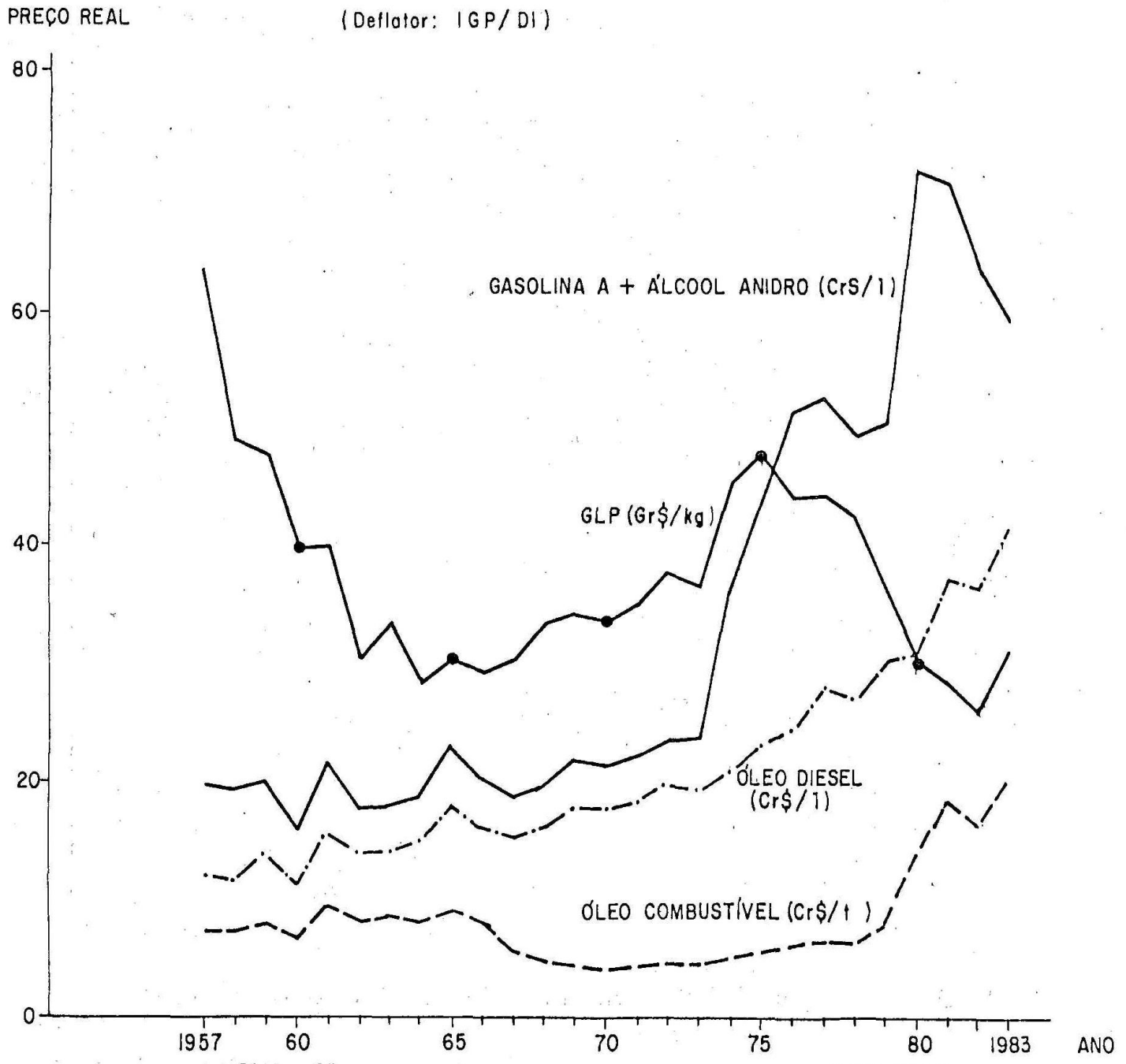


Gráfico 4

PREÇOS REAIS (Cr$ DE 1981) DOS PRINCIPAIS DERIVADOS DE PETRÓLEO



$P_{i,t}$ = preço de comercialização do derivado i no ano t (segundo as unidades da Tabela 3);

$DP_{i,t-1}$ = consumo do derivado i no ano t-1 (10^3 m^3);

α_j = parâmetros a serem estimados (j = 0,1,2,3).

A especificação funcional acima permite a distribuição temporal dos efeitos de variações nas variáveis independentes sobre a variável dependente (elasticidades preço e renda, no caso). Assim, a elasticidade de curto prazo - que corresponde ao valor estimado para α_1 ou α_2 - mede os efeitos imediatos em função de alterações na variável em questão (renda ou preço, respectivamente), enquanto a elasticidade de longo prazo mede os efeitos acumulados ao longo do tempo (em termos teóricos no infinito) destas alterações, decorrentes do fenômeno de transmissão atenuada dos impactos imediatos por intermédio de variável defasada que capta a característica inercial da demanda, e é obtida pela soma de uma progressão geométrica de razão α_3, cujo primeiro termo é a respectiva elasticidade de curto prazo, ou seja:

$$e^{LP}_{Y/P} = \frac{e^{CP}_{Y/P}}{1 - \alpha_3} \qquad \alpha_3 < 1$$

onde:

$e^{LP}_{Y/P}$ = elasticidade-renda ou preço de longo prazo da demanda;

$e^{CP}_{Y/P}$ = elasticidade-renda ou preço de curto prazo da demanda (α_1 ou α_2 estimados, respectivamente);

α_3 = coeficiente estimado da variável defasada.

Deve-se ter $\alpha_3 < 1$, caso contrário o modelo seria explosivo.

Estimadas, a partir das equações econométricas, as demandas potenciais dos derivados principais (isto é, sem considerar a eventual substituição), passa-se à etapa estrutural para as considerações quanto às questões de substituição, que podem ter (e certamente terão) um papel de suma importância na determinação estrutura final de demanda de derivados. O procedimento é conceitualmente simples: obtida a quantidade substituída de cada derivado principal, subtrai-se este valor da demanda potencial, resultando daí a demanda final. Na prática, porém, algumas dificuldades, pois os níveis de substituição a serem verificados dependem estreitamente da condução da política energética e, em alguma extensão, da própria evolução da flexibilidade das estruturas de refino e da demanda final de derivados. Em função disso, trabalha-se com algumas hipóteses de substituição ao longo do horizonte (baseadas nas tendências discutidas na seção anterior), sempre partindo da premissa de que a demanda potencial de um derivado não se altera na presença de diferentes níveis de substituição, mantendo aberta a possibilidade de realização posterior de exercícios de relaxamento dessas premissas.

II.4 - Estimativas de demanda por grupo

II.4.1 - Gases

A regressão obtida para o GLP é mostrada a seguir,[9] chamando a atenção a quase perfeita inelasticidade de sua demanda em relação ao preço no curto prazo, o que vem confirmar a tese de que políticas de controle de expansão da demanda de GLP via preço, que implicam altos custos sociais, propiciam resultados imediatos bastante limitados, apesar dos efeitos consideráveis no longo prazo (Tabela 4).

---

[9] Dentro dos parênteses é apresentada a estatística t. Acrescente-se que, em função dos problemas de autocorrelação inerentes à utilização da variável dependente defasada, procedeu-se à aplicação do teste "h de Durbin", tendo sido rejeitada a hipótese de autocorrelação dos resíduos a um nível de significância de 5% em todos os casos. Como este teste, no entanto, não é perfeitamente aplicável a pequenas amostras [15], optou-se por não apresentá-las no texto, permanecendo, porém, disponíveis com o autor.

$$\log GLP_t = \underset{(6,060)}{1,04521} + \underset{(4,223)}{0,202919} \log PIB_t - \underset{(-2,755)}{0,111026} \log PGLP_t +$$

$$+ \underset{(24,322)}{0,802032} \log GLP_{t-1}$$

$n = 26$; $R^2 = 0,9987$; $F = 5340$

TABELA 4

ELASTICIDADES DA DEMANDA POR GLP

ELASTICIDADE	CURTO PRAZO	LONGO PRAZO
renda	0,203	1,025
preço	-0,111	-0,561

II.4.2 - Leves

A existência, desde o final da década anterior, de veículos movidos a álcool hidratado e a mistura (em proporções variáveis no tempo) de álcool anidro na gasolina comercializada nos postos, aliadas à complexidade de tratar estes três combustíveis separadamente, fizeram com que se optasse pela sua agregação sob a forma de um único combustível, aqui denominado de gasolina equivalente. O consumo deste combustível nada mais é que a soma de seus equivalentes energéticos em gasolina, ou seja:

$$GEQ_t = CG_t + EE_{AA}CAA_t + EE_{AH}CAH_t$$

onde:

GEQ_t = consumo de gasolina equivalente no ano t (10^3 m^3)

CG_t = consumo de gasolina no ano t (10^3 m^3)

CAA_t = consumo de álcool anidro no ano t (10^3 m^3)

CAH_t = consumo de álcool hidratado no ano t (10^3 m^3)

EE_{AA} = equivalente energético do álcool anidro em gasolina

EE_{AH} = equivalente energético do álcool hidratado em gasolina

Os equivalentes energéticos foram obtidos através das relações entre os conteúdos energéticos dos respectivos álcoois e o da gasolina do BEN [7], que já levam em consideração as eficiências dos motores, resultando em:

$EE_{AA} = 1$

$EE_{AH} = 0,8$

O uso deste tratamento para a questão implica, naturalmente, a adoção de hipóteses de que o álcool e a gasolina são perfeitamente substituíveis (o que, a menos do investimento necessário no caso de conversão do motor, é verdade), e da manutenção do preço da gasolina como representativo do preço médio de energia destes combustíveis (o que, embora seja a tendência no curto prazo, não necessariamente é verdadeiro para todo o horizonte). Apesar de estas hipóteses poderem ser eventualmente contestadas, no atual estágio elas são as mais indicadas para serem utilizadas.

A regressão econométrica assim obtida é mostrada a seguir, bem como as elasticidades de curto e longo prazos:

$$\log GEQ_t = \underset{(2,650)}{0,879522} + \underset{(3,392)}{0,315645} \log PIB_t - \underset{(-6,551)}{0,256441} \log PGAS_t + \underset{(11,394)}{0,840082} \log GEQ_{t-1}$$

$n = 26$; $R^2 = 0,9963$; $F = 1895$

TABELA 5

ELASTICIDADES DA DEMANDA POR "GASOLINA-EQUIVALENTE"

ELASTICIDADE	CURTO PRAZO	LONGO PRAZO
renda	0,316	1,976
preço	-0,256	-1,604

Em função de implementação e incentivo ao desenvolvimento do PROÁLCOOL, vêm-se notando uma crescente participação dos veículos movidos a álcool hidratado na frota brasileira de automóveis de passeio, redundando na liberação de uma parcela de gasolina propriamente dita.

Não havendo, contudo, uma supremacia evidente deste tipo de combustível em relação ao tradicional, haja vista que o seu preço mais baixo de comercialização é, pelo menos parcialmente, compensado por um menor rendimento, a decisão do consumidor em relação ao tipo de veículo (álcool ou gasolina) a ser adquirido varia ao sabor das políticas de incentivo ao consumo de álcool, tornando inexeqüível uma modelagem mais sofisticada do problema.

Assim sendo, no contexto deste trabalho optou-se pela formulação de hipóteses acerca da evolução da frota a álcool e consumo médio por veículo deste gênero, tomando como referência hipóteses similares presentes em alguns estudos do MIC sobre a questão [5,6], permitindo assim estimativas de consumo de álcool hidratado em cada período. As hipóteses básicas assumidas (ver Seção II.5) foram em relação a:

i) entrada líquida (novos emplacamentos menos sucateamento) anual de veículos a álcool na frota;

ii) consumo médio mensal de álcool hidratado para veículos deste tipo.

A partir delas, e da frota a álcool no final de 1982 obtém-se as estimativas de consumo de álcool hidratado (CAH_t).

Subtraindo este total, corrigido pelo fator da equivalência energética do álcool hidratado em gasolina, do estimado para gasolina equivalente, obtém-se a demanda por mistura carburante (gasolina pura + álcool anidro).

Para chegar à demanda por gasolina resta apenas considerar a taxa de mistura de álcool anidro na gasolina, a qual tem variado bastante nos últimos anos. Levando-se em consideração o interesse do país em diminuir o consumo de derivados de petróleo, e a existência de projetos já aprovados que garantem uma oferta abundante de álcool ao longo do período, decidiu-se adotar aqui a taxa máxima de álcool anidro na mistura sem causar danos aos motores -22%. Desta maneira, as estimativas de demanda por gasolina pura são dadas pela equação abaixo:

$$GAS_t = 0,8\ (GEQ_t - 0,8\ CAH_t).$$

Dentro da faixa dos leves, deu-se atenção ainda à nafta e aos solventes, tendo em vista que os demais componentes do grupo respondem por uma parcela ínfima do seu consumo, não justificando maiores cuidados.

As estimativas para o consumo de nafta, que é consumida primordialmente na indústria petroquímica, foram obtidas a partir de informações da equipe responsável por estudos de previsão de demanda da própria PETROBRÁS. Tendo por base a capacidade da indústria petroquímica até o final da década (não há previsão de início de novos projetos), assumiu-se a retomada de uma utilização crescente desta capacidade a partir de 1984/85, até um limite de 90% a partir de 1987/88, resultando em 6,0 $10^6 m^3$ em 83/84, 6,2 10^6 m^3 em 1985/86 e 6,4 $10^6 m^3$ a partir de 87.

No que tange aos solventes, vêm-se observando ao longo dos anos uma oscilação de seu consumo na faixa de 300 a 450 $10^3 m^3$,

sem nenhuma tendência clara de evolução ou retração. Em função disso, optou-se por assumi-lo constante em 400 $10^3 m^3$/ano até 1990.

II.4.3 - Médios

A equação econométrica obtida para o óleo diesel a partir dos dados históricos é:

$$\log DS_t = \underset{(5,121)}{1,37379} + \underset{(5,880)}{0,637408} \log PIB_t -$$

$$- \underset{(-2,359)}{0,192538} \log PDS_t + \underset{(5,758)}{0,579547} \log DS_{t-1}$$

$$n = 26; \quad R^2 = 0,9981; \quad F = 3681,$$

sendo as elasticidades correspondentes apresentadas na Tabela 6.

TABELA 6

ELASTICIDADES DA DEMANDA POR ÓLEO DIESEL

ELASTICIDADE	CURTO PRAZO	LONGO PRAZO
Renda	0,637	1,516
Preço	-0,193	-0,458

É interessante notar que, conforme esperado, o óleo diesel possui uma considerável elasticidade renda no curto prazo e, este um ponto muito importante e por vezes questionado, uma elasticidade preço pequena, porém significativa.

Devido à incipiência dos resultados das pesquisas sobre substitutos para o óleo diesel, não se considerou a possibilidade de substituição em larga escala.

Os derivados secundários considerados no grupo dos médios foram o querosene de aviação e o querosene iluminante. Destes, o iluminante apresenta uma série histórica recente bastante estável, com seu consumo oscilando na faixa de 600 a 800 $10^3 m^3$ por ano, sem tendências definidas de queda ou subida, razão pela qual considerou-se um consumo no período constante e igual a 700 $10^3 m^3$/ ano.

Já o querosene de aviação vem apresentando uma tendência crescente e, dos ajustes tentados, o melhor resultado obtido foi (quando incluída a variável preço e/ou a variável defasada, os resultados não foram bons):

$$\log QAV_t = \underset{(5,008)}{0,908204} + \underset{(34,908)}{1,247043} \log PIB_t$$

$$n = 13; \quad R^2 = 0,9911; \quad F = 1218,5; \quad DW = 2,3075$$

II.4.4 - Pesados

O ajuste econométrico selecionado para o óleo combustível fugiu ao padrão estabelecido na seção anterior, trabalhando-se agora com ajustamentos instantâneos e não com ajustamentos parciais como até então (ou seja, abandonou-se a variável explicativa defasada), em função da ocorrência de problemas de ordem estatística naquela formulação, mais especificamente a existência de multicolinearidade danosa nos dados. Além disso, não foram incluídos na regressão os dados posteriores ao ano de 1981, tendo em vista que então os níveis de substituição praticados já foram bastante significativos.

Devido a problemas de autocorrelação dos resíduos utilizou-se o método de Cochrane-Orcutt, sendo que a regressão econométrica assim obtida foi:

$$\log OC_t = \underset{(12,641)}{5,03625} + \underset{(11,153)}{0,952271} \log PIB_t - \underset{(-3,022)}{0,178628} \log POC_t$$

$n = 24$; $R^2 = 0,9854$; $F = 675$; $DW = 1,798$;

$\rho = 0,70$

Como já visto anteriormente, o óleo combustível é o derivado com maior potencial de substituição em virtude de ser utilizado primordialmente visando apenas a geração de calor, notadamente no setor industrial, que foi o responsável por 74% do consumo nacional de óleo combustível em 1979 (a partir de 1980, com o recrudescimento do processo de substituição/conservação, esta participação tende a diminuir, caindo para 66,1% em 1982 [7]).

Existem, basicamente, duas maneiras de se analisar o problema da substituição do óleo combustível que poderiam ser adotadas neste trabalho. A primeira delas consiste em enfocar a questão pelo prisma das fontes alternativas disponíveis para substituição, e proceder a uma avaliação dos níveis em que estas fontes seriam utilizadas ao longo do tempo, independentemente dos setores da economia onde isto ocorreria. Inversamente, o outro modo consiste justamente em avaliar os níveis de substituição setoriais, com base nas características e tendências de cada setor e, a partir de uma estrutura de demanda fixada para o período, obter um nível agregado de substituição, sem proceder à discriminação por fontes alternativas utilizadas.

Naturalmente, ambas opções têm suas limitações. A princípio, porém, a abordagem via fontes alternativas seria mais interessante, haja vista que geraria diretamente uma vasta gama de informações adicionais úteis ao planejamento da política energética. Infelizmente há um entrave para a sua adoção, na medida em que não existem estimativas consistentes entre si a respeito da disponibilidade, aplicabilidade ou mesmo viabilidade destas diversas fontes para os diferentes setores. No temor de que o uso de metas por fonte viesse a viesar por demais os resultados, e dada a impossibilidade de aferi-las de maneira simples, decidiu-se abandonar esta abordagem, apesar do seu grande potencial.

Por outro lado, tem-se observado na prática do processo de substituição do óleo combustível a eleição clara de alguns caminhos, de acordo com as peculiaridades de cada setor: o carvão vem sendo utilizado de maneira crescente no setor cimenteiro, o mesmo ocorrendo com a lenha na fabricação de papel e celulose, a eletricidade na fabricação de vidro, etc. Tendo em vista o êxito destas empreitadas, diversos setores, dentre os quais os mais importantes como os de cimento e papel e celulose, firmaram protocolos estabelecendo metas de substituição até 1990. De posse desses dados e partindo do princípio de que estes planos setoriais são mais confiáveis por estarem baseados em resultados já observados e, conseqüentemente, levam em consideração as características de cada setor, optou-se pela segunda abordagem.

TABELA 7

PERFIL DE CONSUMO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL EM 1979

SETOR	%
Não Industrial	26,0
Industrial	74,0
Cimento	13,2
Siderurgia	6,4
Papel/Celulose	6,4
Cerâmica	4,2
Outros	43,8

FONTE: [7].

Para tanto tomou-se como referência o perfil de consumo de óleo combustível em 1979, apresentado na Tabela 7, quando ainda não ocorrera nível significativo de substituição; e a partir dos protocolos, de informações das opiniões de pessoas familiari-

zadas com cada setor,[10] e da evolução dos consumos específicos de alguns setores, formularam-se hipóteses acerca do nível de substituição (em relação a 1979) em cada setor (ver Seção ii.5). Assim, pode-se obter uma avaliação do nível agregado através de uma média dos níveis individuais ponderados pela participação no total, de acordo com o perfil observado em 1979.

A partir da regressão estimada para o óleo combustível e das hipóteses sobre substituições adotadas, têm-se então as projeções de demanda por óleo combustível.

Os derivados secundários considerados foram o asfalto, parafinas e óleos lubrificantes, com o comportamento[11] descrito na Tabela 8.

TABELA 8

ESTIMATIVAS DE DEMANDA POR ASFALTO, PARAFINAS E ÓLEOS LUBRIFICANTES ($10^3 m^3$)

ANO	ASFALTO	PARAFINAS	ÓLEOS LUBRIFICANTES
1983	1.100	100	700
1984	1.150	100	750
1985	1.200	100	800
1986	1.260	100	840
1987	1.320	100	880
1988	1.380	100	920
1989	1.440	100	950
1990	1.500	100	1.000

[10] Em particular, os responsáveis pelos estudos de demanda ora em desenvolvimento no âmbito do INPES-IPEA.

[11] Para o estabelecimento das estimativas destes derivados tomou-se por base o comportamento observado nos últimos anos, extrapolando sua relação média com o PIB para 1990 e arredondando os resultados assim obtidos. Apesar de deixar a desejar quanto à precisão, este procedimento não enseja maiores preocupações, principalmente em função da pequena importância destes derivados.

II.5 - Cenários de renda, preços e substituição

Para realização de um exercício básico de projeções das demandas por derivados de petróleo foram adotadas as seguintes hipóteses:

Evolução do PIB

A partir do índice de 225,2 em 1982 foram consideradas as seguintes taxas anuais de crescimento (TCPIB) para o PIB:

	ANO							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
TCPIB (%)	-3,15	4	4	4	6	6	6	6

Preço doméstico dos derivados de petróleo:

A partir dos preços praticados em 1983 (ver Tabela 3) adotaram-se as seguintes taxas anuais de crescimento (em termos reais) para o GLP, gasolina e óleos diesel e combustível.

	ANO							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
TCPGLP (%)	2	2	2	2	2	2	2	2
TCPGEQ (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
TCPODS (%)	2	2	2	2	2	2	2	2
TCPOCB (%)	0	0	0	0	0	0	0	0

Substituição da gasolina por álcool:

Em relação ao álcool anidro considerou-se que a sua taxa de mistura na gasolina seria de 22%, em termos de volume, ao longo da década. No que tange ao álcool hidratado partiu-se de uma frota de 600.000 carros ao final de 1982, computou-se a entrada de 600.000 veículos em 1983, e considerou-se uma entrada líqui

da (novos veículos menos sucateamento) de 600.000 veículos/ano em 1984, 500.000 veículos/ano em 1985 e de 400.000 veículos/ano a partir de 1986, sempre considerando uma distribuição uniforme das entradas ao longo da década. As frotas médias de cada ano (FRAH) em milhares de veículos são mostradas a seguir, juntamente com as hipóteses dos consumos médios mensais (CMM) (em litros), que declinam com o passar do tempo para captar a diminuição da participação dos táxis na frota, e aumento de eficiência dos motores.

	ANO							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
FRAH	900	1.500	2.050	2.500	2.900	3.300	3.700	4.100
CMM	250	240	230	220	210	200	200	200

Substituição de óleo combustível

As taxas de redução percentual do consumo específico de óleo em cada setor em função de processos de substituição e/ou conservação, obtidos segundo o critério descrito na seção anterior, foram:

SETOR	ANO							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Não Industrial	15	17	19	21	22	23	25	25
Cimento	60	70	80	90	95	95	95	95
Siderurgia	50	60	70	74	78	82	86	90
Papel/Celulose	50	60	65	70	74	78	82	85
Cerâmica	15	20	25	30	34	36	38	40
Outros	25	30	35	40	45	50	50	50

II.6 - Um cenário de demanda

A seguir são apresentados os principais resultados referentes ao exercício básico de projeção das demandas pelos derivados principais e pelo álcool, bem como de sua estrutura em termos de grupos. Estes resultados serão comentados, em conjunto com os de oferta, no capítulo final do trabalho.

DEMANDA PELOS PRINCIPAIS DERIVADOS E ALCOOL

(EM MIL M3 POR ANO)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GLP	6090.6	6371.3	6636.4	6896.8	7182.4	7492.7	7827.4	8183.9
GASOLINA	9053.9	8198.2	7834.3	7804.8	8033.8	8587.8	9046.8	9689.0
OLEO DIESEL	13334.2	13466.1	13935.2	19620.7	20706.4	22036.8	23707.6	25541.8
OLEO COMBUSTIVEL	10466.3	10089.5	9691.2	9235.5	9150.9	9124.5	9486.5	9868.8
ALCOOL HIDRATADO	2700.0	4320.0	5658.0	6600.0	7308.0	7920.0	8880.0	9840.0
ALCOOL ANIDRO	2763.5	2312.3	2209.7	2201.4	2280.0	2432.2	2551.7	2732.8

NIVEIS E ESTRUTURA DA DEMANDA POR GRUPOS DE DERIVADOS

(EM MIL M3 POR ANO)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES	6090.6	6371.3	6636.4	6896.8	7182.4	7492.7	7827.4	8183.9
%	11.0	11.7	12.1	12.4	12.4	12.4	12.4	12.2
LEVES	15653.9	14798.1	14634.3	14604.8	15083.8	15587.8	16046.8	16689.0
%	28.3	27.1	26.6	26.2	26.1	25.9	25.3	24.9
MEDIOS	21134.2	21346.1	21925.2	22720.7	23996.4	25576.8	27407.6	29461.8
%	38.2	39.1	39.8	40.7	41.5	42.4	43.3	44.0
PESADOS	12406.3	12139.5	11841.2	11545.5	11320.9	11604.5	12076.5	12568.7
%	22.4	22.2	21.5	20.7	19.9	19.3	19.1	18.8

III - OFERTA DE DERIVADOS

Discutidas as tendências de devolução das necessidades internas de derivados de petróleo no futuro próximo, a questão que se sucede diz respeito à avaliação da capacidade e da flexibilidade do parque nacional de refino no atendimento de tais necessidades.

Do final da década de sessenta até meados dos anos setenta a preocupação maior da política de refino de petróleo foi a expansão da capacidade instalada, através da instalação de novas refinarias no País e ampliação das já existentes, tendo por base as expectativas de elevadas taxas anuais de crescimento do consumo de derivados, a exemplo do observado nesse período - entre 1965 e 1975 o consumo cresceu, em média, 9,9% a.a. Com o advento dos dois choques de preços do petróleo, contudo, houve uma redução drástica destas taxas - entre 1975 e 1983 a taxa média foi de 0,6% a.a. -, de modo a observar-se atualmente a existência de um parque superdimensionado, com uma capacidade superior em quase 50% às necessidades reais de processamento de petróleo. Mais importante que isso, porém, é o fato deste parque ter sido projetado para atender estruturas de demanda similares às vigentes naquela época. Como a estrutura alterou-se significativamente, e deve alterar-se ainda mais, o que se observa é a ocorrência simultânea de capacidade ociosa e dificuldades de adequações do perfil de refino ao de demanda.

Em função disto, atualmente o esforço maior do setor de oferta de derivados de petróleo é concentrado no aumento da flexibilidade do parque, seja através da instalação de unidades especiais, seja através de mudanças na composição de carga, ou de alterações nas condições de operação das refinarias ou nas especificações dos derivados, entre outros. Concomitantemente, no que tange à existência de ociosidade no sistema a estratégia adotada foi

a enfatização no uso da política de "draw-back", em princípio bastante rentável.[12]

Tais constatações tornam ainda mais clara a importância de se possuir um instrumento que considere explicitamente estes aspectos no contexto da análise do abastecimento de derivados de petróleo. O desenvolvimento de um modelo capaz de suprir estas necessidades não é, no entanto, uma tarefa trivial, uma vez que são muitos os meandros tecnológicos associados e específicos, fazendo com que sua explicitação conduza necessariamente a um modelo de porte considerável, acarretando problemas de gerenciamento e, o que é mais indesejável no contexto deste trabalho, comprometendo a agilidade do instrumento como um todo.

Dada essa dificuldade, optou-se por desenvolver um modelo de programação[13] que representa o sistema de produção de derivados através de um conjunto de restrições. Dadas as restrições, a otimização de uma função objetiva leva à solução do problema de atendimento da demanda com a mais adequada escolha de estrutura da oferta. O modelo é útil para análises globais e identificação de tendências e pontos de estrangulamento do sistema, cujo detalhamento ficaria por conta de instrumentos mais específicos.

As principais características deste modelo formam o conteúdo das próximas subseções.

---

[12] É interessante frisar, porém, que as duas ações - aumento da flexibilidade e utilização da capacidade ociosa - não são independentes, possuindo inclusive um certo grau de incompatibilidade, na medida em que grande parte dos esforços de adequação da estrutura de refino à de demanda, sintetizados no Programa Fundo de Barril, que se baseia na existência de capacidade ociosa no parque.

[13] O modelo conjuga da melhor maneira os dois objetivos básicos: agilidade operacional e aderência à realidade, resultando daí a forçosa omissão (ou grande simplificação) de alguns aspectos em prol da ênfase a outros e de sua abrangência.

III.1 - Características gerais do modelo de oferta

O sistema de oferta de derivados é representado por um modelo matemático de programação linear (com a possibilidade de inserção de não-linearidades) resolvido pelo pacote computacional M.I.N.O.S.,[14] que tem como principais características:

1) Trata-se de um modelo composto de vários períodos que minimiza, a cada período, os dispêndios com importação e processamento de petróleo e importação/exportação de derivados, com vistas ao atendimento das respectivas demandas internas;

2) As demandas, determinadas exogenamente ao bloco de otimização (mas repassadas automaticamente graças a alterações promovidas com este propósito no pacote M.I.N.O.S.), são agregadas a nível nacional, assim como a produção de derivados; não são analisados, portanto, as questões da logística interna de distribuição e a questão de alocação de petróleo segundo as diversas unidades de refino existentes;

3) As refinarias são consideradas como centros de transformação direta ("caixas-pretas"), sendo associadas a cada tecnologia os limites máximos e mínimos de produção de cada derivado a partir de cada tipo de petróleo processado. Ou seja, a estrutura interna das refinarias (ou tecnologias) não é otimizada no contexto do modelo, preservando-se, no entanto, a determinação do vetor ótimo de transformação;

4) Os investimentos são contabilizados nos custos de processamento de cada tecnologia, de modo que o modelo não determina o investimento ótimo, mas otimiza o desempenho do parque para cada perfil de investimento possível (ou desejável), possibilitando assim, a eleição da melhor dentre as diversas alternativas cotejadas;

---

[14] M.I.N.O.S. - Modular In-Case Non-Linear Optimization System (Stanford University).

5) As restrições de "estado da arte" e de capital, assim como o acesso a tecnologias alternativas, são tratadas exogenamente, ou seja, a compatibilidade entre os perfis de investimento e a disponibilidade de recursos é questão exógena à otimização;

6) A interligação entre os diversos períodos se dá através do gerenciamento externo das capacidades de processamento segundo as diversas tecnologias, determinadas pela situação inicial e perfil de investimentos em simulação.

O diagrama do modelo mostrado a seguir ilustra seu esquema de funcionamento: a partir das quantidades de petróleo produzidas internamente (PED_1, ..., $PED_{\bar{j}}$) ou importadas (PEI_1, ..., $PEI_{\bar{j}}$), são compostas as cargas processadas por cada tecnologia (1, ..., $\bar{k}$) que fornecem as quantidades ótimas de produção interna de derivados (X_1, ..., $X_{\bar{i}}$) que, contabilizadas as importações (IX_1, ..., $IX_{\bar{j}}$) e as exportações (EX_1, ..., $EX_{\bar{i}}$) de derivados, atenderão às necessidades internas de cada uma delas (D_1, ..., $D_{\bar{i}}$), calculadas no bloco anterior.

III.2 - Restrições do modelo

A seguir são apresentadas as restrições que compõem o modelo de otimização do setor de oferta de derivados de petróleo, onde são utilizados os seguintes índices:

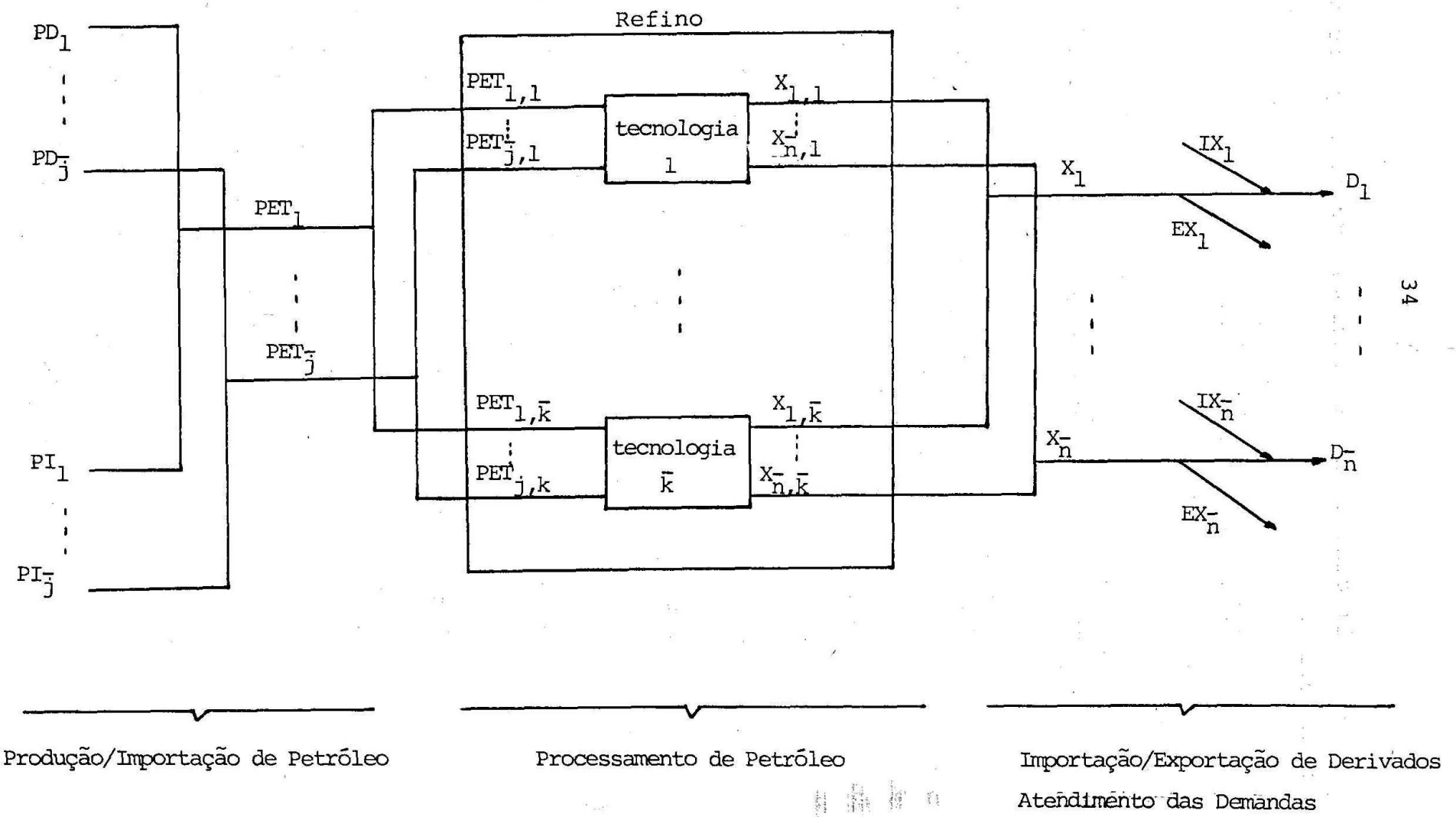
i = tipo de derivado;
j = tipo de petróleo;
k = tipo de tecnologia;
t = período de tempo.

III.2.1 - Restrições de consistência

Este conjunto de restrições está ligado basicamente à criação de variáveis internas a partir de outras variáveis do modelo e visa basicamente a garantia de consistência entre elas:

IPEA/INPES Serv. de Documentação

DIAGRAMA DO MODELO DE OFERTA



1) quantidade de petróleo do tipo j processado pela tecnologia k:

$$PET_{j,k,t} = PD_{j,k,t} + PI_{j,k,t}$$

onde:

$PD_{j,k,t}$ = quantidade de petróleo nacional do tipo j processado pela tecnologia k no período t;

$PI_{j,k,t}$ = quantidade de petróleo importado do tipo j processado pela tecnologia k no período t;

$PET_{j,k,t}$ = quantidade de petróleo do tipo j processado pela tecnologia k no tempo t.

2) quantidade processada de petróleo importado:

$$\sum_{j,k} PI_{j,k,t} = PETI_t$$

onde:

$PETI_t$ = quantidade processada de petróleo importado no período t.

3) quantidade processada de petróleo nacional:

$$\sum_{j,k} PD_{j,k,t} = PETD_t$$

onde:

$PETD_t$ = quantidade processada de petróleo nacional no período t.

III.2.2 - Restrições de disponibilidade de petróleo

1) limite de importação de petróleo tipo j:

$$\sum_{k} PI_{j,k,t} \leq LIPJ_t$$

onde:

$LIPJ_t$ = limite de importação de petróleo j no período t.

2) limite de importação de petróleo:

$$PETI_t \leq LPETI_t$$

onde:

$LPETI_t$ = limite de importação de petróleo no ano t.

3) limite de utilização de petróleo nacional:

$$\sum_k PD_{j,k,t} \leq LPETD_t$$

onde:

$LPETD_t$ = limite de processamento de petróleo nacional no período t.

III.2.3 - Restrições de composição da carga

Este conjunto de restrições tem por finalidade básica evitar os problemas inerentes à técnica de programação linear e evitar eventuais distorções por demais acentuadas na solução ótima do problema, além de atenderem a questões de natureza técnica quanto à utilização de algumas unidades de refino e questões estratégicas relacionadas ao excesso de dependência de uma fonte de suprimento:

1) fração mínima de petróleo tipo $\hat{j}$ na carga processada pela tecnologia $\hat{k}$:

$$PET_{\hat{j},\hat{k},t} - FL_{\hat{j},\hat{k}} \sum_{j \neq \hat{j}} PET_{j,k,t} \geq 0 \qquad \begin{array}{l} \hat{j} = 1, \ldots, \bar{j} \\ \hat{k} = 1, \ldots, \bar{k} \end{array}$$

onde:

$FL_{\hat{j},\hat{k}}$ = fração mínima de petróleo tipo $\hat{j}$ na carga processada pela tecnologia $\hat{k}$.

2) fração máxima de petróleo do tipo $\hat{j}$ na carga processada pela tecnologia $\hat{k}$:

$$PET_{\hat{j},\hat{k},t} - FU_{\hat{j},\hat{k}} \sum_{j \neq \hat{j}} PET_{j,k,t} \leq 0 \qquad \begin{array}{l} \hat{j} = 1, \ldots, \bar{j} \\ \hat{k} = 1, \ldots, \bar{k} \end{array}$$

onde:

$FU_{\hat{j},\hat{k}}$ = fração máxima de petróleo do tipo $\hat{j}$ na carga processada pela tecnologia $\hat{k}$.

III.2.4 - Restrições de capacidade de refino

1) limite de utilização da tecnologia k:

$$\sum_{j} PET_{j,k,t} \leq CAP_{k,t}$$

onde:

$CAP_{k,t}$ = capacidade disponível da tecnologia k no período t.

2) limite de utilização do parque de refino:

$$\sum_{j,k} PET_{j,k,t} \leq CAPTOT_{t}$$

onde:

$CAPTOT_{t}$ = capacidade de processamento do parque de refino no período t.

Esta restrição global se faz necessária em função da utilização múltipla de algumas unidades de refino.

III.2.5 - Restrições de craqueamento

Através deste conjunto de restrições são representadas as faixas de vetores de transformações possíveis para cada tecno-

logia e tipo de petróleo, através de limites superiores e inferiores para a fração obtida de cada derivado e um limite superior para o aproveitamento conjunto da carga processada.

1) faixa de produção do derivado i a partir do petróleo j e tecnologia k:

$$X_{i,j,k,t} - PL_{i,j,k} \; PET_{j,k,t} \geq 0$$

$$X_{i,j,k,t} - PU_{i,j,k} \; PET_{j,k,t} \leq 0$$

onde:

$X_{i,j,k,t}$ = quantidade do derivado i produzida pela tecnologia k a partir do petróleo j no período t;

$PL_{i,j,k}$ = parcela mínima de produção do derivado i pela tecnologia k a partir do petróleo j;

$PU_{i,j,k}$ = parcela máxima de produção do derivado i pela tecnologia k a partir do petróleo j.

2) máximo de aproveitado do petróleo j pela tecnologia k:

$$\sum_i X_{i,j,k,t} - PM_{j,k} \; PET_{j,k,t} \leq 0$$

onde:

$PM_{j,k}$ = parcela máxima de aproveitamento do petróleo j pela tecnologia k.

III.2.6 - Restrições de qualidade dos derivados

Este conjunto de restrições visa a garantir que o produto final, ou seja, a produção final de cada derivado estará den-

tro das especificações estabelecidas,[15] embora os derivados produzidos por uma certa tecnologia possam eventualmente não atendê-las (passando a atendê-los quando diluídos na produção das demais tecnologias).

1) fração mínima da produção do derivado $\hat{i}$ oriunda da tecnologia $\hat{k}$:

$$\sum X_{\hat{i},j,\hat{k},t} - QL_{\hat{i},\hat{k}} \sum_{j} \sum_{k \neq \hat{k}} X_{\hat{i},j,k,t} \geq 0 \qquad \begin{array}{l} \hat{i} = 1, \ldots, \bar{i} \\ \hat{k} = 1, \ldots, \bar{k} \end{array}$$

onde:

$QL_{\hat{i},\hat{k}}$ = fração mínima da produção do derivado $\hat{i}$ oriunda da tecnologia $\hat{k}$

2) fração máxima da produção do derivado $\hat{i}$ oriunda da tecnologia $\hat{k}$:

$$\sum_{j} X_{\hat{i},j,\hat{k},t} - QU_{\hat{i},\hat{k}} \sum_{j} \sum_{k \neq \hat{k}} X_{\hat{i},j,k,t} \leq 0 \qquad \begin{array}{l} \hat{i} = 1, \ldots, \bar{i} \\ \hat{k} = 1, \ldots, \bar{k} \end{array}$$

onde:

$QU_{\hat{i},\hat{k}}$ = fração máxima da produção do derivado $\hat{i}$ oriunda da tecnologia $\hat{k}$.

III.2.7 - Restrições de demanda

Com estas restrições garante-se que a produção interna, mais as importações e menos as exportações de cada derivado, será suficiente para atender a sua demanda, ou seja:

$$\sum_{j,k} X_{i,j,k,t} + IX_{i,t} - EX_{i,t} \geq D_{i,t}$$

onde:

---

[15] Esta é, obviamente, uma representação extremamente simplificada do problema e objetiva apenas evitar grandes distorções.

$IX_{i,t}$ = quantidade importada do derivado i no período t;

$EX_{i,t}$ = quantidade exportada do derivado i no período t;

$D_{i,t}$ = demanda do derivado i no período t.

III.2.7 - Restrições de comércio de derivados

1) limites de importação de derivados:

$$IX_{i,t} \leq LIX_{i,t}$$

onde:

$LIX_{i,t}$ = limite de importação para o derivado i no período t.

2) limites de exportação de derivados:

$$EX_{i,t} \leq LEX_{i,t}$$

onde:

$LEX_{i,t}$ = limite de exportação do derivado i no período t.

III.3 - Função objetivo do modelo

O modelo representativo do setor de oferta tem por função objetivo a minimização, a cada período, dos montantes despendidos com importação e processamento de petróleo e com importação/exportação de derivados, ou seja:

$$fo = MIN \left\{ \sum_j PIP_{j,t} \cdot \left(\sum PI_{j,k,t} \right) + \sum_k C_k \left(\sum_j PET_{j,k,t} \right) + \right.$$

$$\left. + \sum_i PIX_{i,t} \cdot IX_{i,t} - \sum_i PEX_{i,t} \, EX_{i,t} \right\}$$

onde:

$PIP_{j,t}$ = preço internacional do petróleo tipo j no período t;

C_k = custo de processamento de petróleo pela tecnologia k;

$PIX_{i,t}$ = preço internacional mais custo de transporte do derivado i no período k;

$PEX_{i,t}$ = preço de exportação do derivado i no período t.

IV - SIMULAÇÃO

IV.1 - Versão simplificada do bloco de oferta

O modelo apresentado na seção anterior corresponde a sua versão mais completa e, para sua operação, requer uma base de dados de delicada elaboração em função das dificuldades de levantamento de algumas informações com o grau de precisão necessário. De tal forma, optou-se pela sua implementação paulatina na medida em que os dados fossem sendo obtidos. Assim, a versão utilizada neste trabalho contém em relação àquela algumas simplificações, sendo as seguintes as mais importantes:

a) apenas um tipo de petróleo é considerado, correspondendo a um "petróleo médio" dentre os comumente utilizados;

b) para cada tecnologia, ao invés de faixas, foi considerado um perfil de craqueamento fixo associado ao desempenho médio da tecnologia;

c) não foram consideradas as restrições de qualidade dos derivados produzidos, supondo-se que os produtos de cada tecnologia já se encontram dentro das especificações requeridas.

Foram considerados, em concordância com o bloco de geração das demandas anuais, quatro grupos de derivados - gases, leves, médios e pesados - e três esquemas de processamento ("tecnologias"): fundo de barril sem unidades adicionais, fundo de barril com unidades de coqueamento retardado e com unidades de desasfaltação a solvente.

IV.2 - Base de dados

Além das hipóteses sobre evolução do PIB, preço doméstico de derivados de petróleo e substituição de gasolina e óleo combustível apresentadas na Seção II.5, considerou-se o seguinte comportamento para as variáveis e parâmetros relacionados ao bloco de oferta:

- Preços internacionais de petróleo e seus derivados

Foram admitidas as seguintes taxas anuais de crescimento do preço nominal do petróleo (TCPNP) e de inflação mundial (TIM), sendo o preço do petróleo em 1983 de 32,5 US$/bbl.

DISCRIMINAÇÃO	ANOS							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
TCPNP (%)	-	-10	3	5	6	6	6	6
TIM (%)	5	5	5	5	5	5	5	5

Em relação aos derivados adotou-se uma relação fixa com o preço do petróleo, em termos volumétricos, de 0,9 para os gases, 1,2 para os leves e médios e 0,8 para os pesados, mais o custo de transporte de 3,0 US$/bbl para todos (inclusive o petróleo).

- Produção nacional de petróleo

Optou-se por adotar uma hipótese relativamente conservadora acerca da evolução da produção nacional de petróleo (PETD) mostrada a seguir (em 1.000 bbl/d).

DISCRIMINAÇÃO	ANOS							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
PETD	335	470	520	570	600	600	600	600

- Vetores de transformação das tecnologias:

Os perfis de craqueamento fornecidos por cada tecnologia dependem diretamente do tipo de carga processada, das condições de processo e da configuração utilizada para as unidades, variáveis estas que não estão explicitadas no modelo. A alternativa escolhida foi a consideração dos valores médios fornecidos a partir das diversas combinações,[17] obtidas a partir de [10] e trabalhos internos da Petrobrás que são relatados a seguir:

DISCRIMINAÇÃO	FUNDO DE BARRIL S/UNIDADES NACIONAIS	CRAQUEAMENTO	DESASFALTAÇÃO
Gases	0,075	0,055	0,105
Leves	0,285	0,320	0,380
Médios	0,390	0,455	0,350
Pesados	0,250	0,140	0,165

[17] Naturalmente seria possível, alternativamente, desdobrar cada tecnologia de acordo com seus diferentes desempenhos, associando a cada um deles o respectivo perfil de craqueamento, desde que sujeitos a uma restrição de capacidade comum.

- Capital para unidades de coqueamento e desasfaltação

A partir de informações fornecidas pela equipe técnica da Petrobrás, estimou-se o investimento necessário à inserção de uma unidade de coqueamento retardado ou de desasfaltação a solvente no esquema de refino como estando entre, respectivamente, 5.000 e 6.000 US$/bbl/dia e 1.600 e 2.000 US$/bbl/dia, com vidas úteis de 25 e 15 anos. Diluindo-se uniformemente o investimento ao longo da vida útil tem-se que os custos de processamento de petróleo são onerados em cerca de 0,6 US$/bbl quando uma unidade de coqueamento é utilizada e de cerca de 0,3 US$/bbl no caso de uma unidade de desasfaltação.

- Investimentos e capacidade instalada:

As capacidades instaladas de coqueamento retardado e desasfaltação a solvente adotadas até 86 correspondem àquelas já existentes, além da entrada em operação de uma nova unidade de coqueamento na Refinaria de Cubatão, prevista para meados de 1985. Além disso, adotou-se a hipótese de duas novas unidades de desasfaltação em 1987 (já prevista para a Refinaria Henrique Lage) e, em 1990, todas com capacidades de processamento de 30.000 barris por dia, o que representa um investimento de, aproximadamente, 110 milhões de dólares ao longo do período. As capacidades assim geradas são mostradas a seguir (em mil barris/dia):

DISCRIMINAÇÃO	ANOS							
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Coqueamento	11	11	15	22	22	22	22	22
Desasfaltação	40	40	40	40	70	70	100	100

Quanto à capacidade total do parque de refino adotou-se o vetor de 1.300.000 barris/dia ao longo de todo o período de simulação, embora a capacidade já existente seja superior; isto porque níveis de utilização muito elevados implicam alterações sensí

veis nos vetores de transformação das tecnologias, haja vista as características do Programa Fundo de Barril. Além disso, não há previsões de investimentos em ampliação da capacidade do parque no período.

- Cenários de simulação:

Foram realizados dois exercícios de simulação utilizando o modelo com a base de dados apresentada, de modo a avaliar dois casos da estratégia referente ao comércio internacional de derivados no suprimento das demandas por derivados. Em um deles, chamado de "Sem Importação de Diesel", foi proibida a importação de óleo diesel, obrigando a auto-suficiência do parque doméstico na produção deste derivado e, no outro, chamado de "Com Importação de Diesel", esta importação foi liberada. Em ambos os casos foi proibida a exportação do óleo diesel.

IV.3 - Resultados finais

ESTRUTURA DE DEMANDA DE DERIVADOS

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(%)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES	11.0	11.7	12.1	12.4	12.4	12.4	12.4	12.2
LEVES	28.3	27.1	26.6	26.2	26.1	25.9	25.3	24.9
MEDIOS	38.2	39.1	39.8	40.7	41.5	42.4	43.3	44.0
PESADOS	22.4	22.2	21.5	20.7	19.9	19.3	19.1	18.8

CUSTOS MARGINAIS DE ATENDIMENTO DAS DEMANDAS

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(EM DOLARES(FOB,CORRENTES) POR BARRIL)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES	32.1	29.4	30.3	31.9	33.4	35.4	37.5	39.7
LEVES	39.5	37.0	38.3	40.2	42.2	44.6	47.2	49.9
MEDIOS	41.8	38.1	39.3	41.3	43.3	45.9	48.6	51.5
PESADOS	25.8	23.2	23.9	25.1	26.3	27.9	29.6	31.4

BALANCO DE DERIVADOS

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES								
CONSUMO DOMESTICO	104.9	109.8	114.4	118.8	123.8	129.1	134.9	141.0
PRODUCAO DOMESTICA	71.2	67.3	66.6	66.4	68.8	71.0	73.3	76.2
IMPORTACAO	33.8	42.5	47.8	52.4	55.0	58.1	61.6	64.8
EXPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LEVES								
CONSUMO DOMESTICO	269.7	255.0	252.2	251.7	259.9	268.6	276.5	287.6
PRODUCAO DOMESTICA	269.7	255.0	252.2	251.7	259.9	268.6	276.5	287.6
IMPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIOS								
CONSUMO DOMESTICO	364.2	367.8	377.8	391.5	413.5	440.7	472.3	507.7
PRODUCAO DOMESTICA	362.5	342.3	338.5	337.9	344.1	356.0	361.7	376.9
IMPORTACAO	1.7	25.5	39.3	53.6	69.3	84.7	110.5	130.8
EXPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESADOS								
CONSUMO DOMESTICO	213.8	209.0	204.0	198.9	198.5	200.0	208.1	216.6
PRODUCAO DOMESTICA	228.3	215.4	212.4	210.9	213.1	220.7	222.6	232.3
IMPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACAO	14.6	6.4	8.3	12.0	14.6	20.8	14.5	15.8
TOTAL								
CONSUMO DOMESTICO	952.6	941.6	948.3	960.9	995.7	1038.4	1091.7	1152.8
PRODUCAO DOMESTICA	931.7	880.0	869.6	867.0	885.9	916.4	934.1	973.0
IMPORTACAO	35.4	68.0	87.0	105.9	124.3	142.7	172.1	195.6
EXPORTACAO	14.6	6.4	8.3	12.0	14.6	20.8	14.5	15.8

NECESSIDADES DE PETROLEO

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
PETROLEO NACIONAL	335.0	470.0	520.0	570.0	600.0	600.0	600.0	600.0
%	36.0	53.4	59.8	65.7	67.7	65.5	64.2	61.7
PETROLEO IMPORTADO	596.7	410.0	349.6	297.0	285.9	316.4	334.1	373.0
%	64.0	46.6	40.2	34.3	32.3	34.5	35.8	38.3
TOTAL	931.7	830.0	869.6	867.0	885.9	916.4	934.1	973.0
IMPORT. DERIVADOS	35.4	68.0	87.0	105.9	124.3	142.7	172.1	195.6
EXPORT. DERIVADOS	14.6	6.4	8.3	12.0	14.6	20.8	14.5	15.8
NECES. LIQUIDAS	952.6	941.6	948.3	960.9	995.7	1038.4	1091.7	1152.8
% PET. NACIONAL	35.2	49.9	54.8	59.3	60.3	57.8	55.0	52.0

UTILIZACAO DE TECNOLOGIAS

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
FUNDO DE BARRIL SIMPLES								
CAPACIDADE	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0
UTILIZACAO	880.7	829.0	814.6	805.0	793.9	824.4	812.1	851.0
COQUEAMENTO RETARDADO								
CAPACIDADE	11.0	11.0	15.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
UTILIZACAO	11.0	11.0	15.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
DESASFALTACAO A SOLVENTE								
CAPACIDADE	40.0	40.0	40.0	40.0	70.0	70.0	100.0	100.0
UTILIZACAO	40.0	40.0	40.0	40.0	70.0	70.0	100.0	100.0

BALANCO DE DIVISAS DO SETOR PETROLEO

SIMULACAO : COM IMP DIESEL

(EM MILHOES DE DOLARES(FOB,CORRENTES)POR ANO)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
IMPORTACOES	7394.1	5064.9	4790.9	4671.8	5028.5	5987.8	7047.8	8415.4
PETROLEO	7013.5	4336.9	3809.0	3397.2	3434.5	4028.5	4509.8	5335.9
GASES	357.1	404.3	468.5	539.5	594.5	665.3	748.2	834.7
LEVES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIOS	23.5	323.6	513.4	735.2	999.5	1294.0	1789.8	2244.9
PESADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACOES	136.8	54.1	72.5	109.6	140.2	211.6	156.9	180.3
GASES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LEVES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESADOS	136.8	54.1	72.5	109.6	140.2	211.6	156.9	180.3
IMPORT. LIQUIDAS	7257.3	5010.8	4718.4	4562.2	4888.2	5776.2	6890.9	8235.1

ESTRUTURA DE DEMANDA DE DERIVADOS

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(%)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES	11.0	11.7	12.1	12.4	12.4	12.4	12.4	12.2
LEVES	28.3	27.1	26.6	26.2	26.1	25.9	25.3	24.9
MEDIOS	38.2	39.1	39.8	40.7	41.5	42.4	43.3	44.0
PESADOS	22.4	22.2	21.5	20.7	19.9	19.3	19.1	18.8

CUSTOS MARGINAIS DE ATENDIMENTO DAS DEMANDAS

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(EM DOLARES(FOB,CORRENTES) POR BARRIL)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES	32.1	29.4	30.3	31.9	33.4	35.4	37.5	39.7
LEVES	38.6	34.8	35.8	37.6	39.5	41.9	44.4	47.0
MEDIOS	42.4	39.7	41.1	43.1	45.3	47.9	50.6	53.5
PESADOS	25.8	23.2	23.9	25.1	26.3	27.9	29.6	31.4

BALANCO DE DERIVADOS

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
GASES								
CONSUMO DOMESTICO	104.9	109.8	114.4	118.8	123.8	129.1	134.9	141.0
PRODUCAO DOMESTICA	71.5	72.2	74.1	76.7	82.1	87.3	94.5	100.7
IMPORTACAO	33.4	37.6	40.2	42.1	41.7	41.8	40.3	40.4
EXPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LEVES								
CONSUMO DOMESTICO	269.7	255.0	252.2	251.7	259.9	268.6	276.5	287.6
PRODUCAO DOMESTICA	270.9	273.6	280.9	290.8	310.6	330.5	357.3	377.6
IMPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACAO	1.2	18.6	28.7	39.1	50.7	61.9	80.8	90.0
MEDIOS								
CONSUMO DOMESTICO	364.2	367.8	377.8	391.5	413.5	440.7	472.3	507.7
PRODUCAO DOMESTICA	364.2	367.8	377.8	391.5	413.5	440.7	472.2	507.6
IMPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESADOS								
CONSUMO DOMESTICO	213.8	209.0	204.0	198.9	198.5	200.0	208.1	216.6
PRODUCAO DOMESTICA	229.4	231.7	237.5	245.2	257.6	275.0	293.5	313.4
IMPORTACAO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACAO	15.6	22.7	33.5	46.3	59.0	75.1	85.4	96.8
TOTAL								
CONSUMO DOMESTICO	952.6	941.6	948.3	960.9	995.7	1038.4	1091.7	1152.8
PRODUCAO DOMESTICA	936.0	945.4	970.3	1004.3	1063.7	1133.5	1217.5	1299.3
IMPORTACAO	33.4	37.6	40.2	42.1	41.7	41.8	40.4	40.4
EXPORTACAO	16.8	41.3	62.2	85.4	109.7	136.9	166.1	186.8

NECESSIDADES DE PETROLEO

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
PETROLEO NACIONAL	335.0	470.0	520.0	570.0	600.0	600.0	600.0	600.0
%	35.8	49.7	53.6	56.8	56.4	52.9	49.3	46.2
PETROLEO IMPORTADO	601.0	475.4	450.3	434.3	463.7	533.5	617.5	699.3
%	64.2	50.3	46.4	43.2	43.6	47.1	50.7	53.8
TOTAL	936.0	945.4	970.3	1004.3	1063.7	1133.5	1217.5	1299.3
IMPORT. DERIVADOS	33.4	37.6	40.2	42.1	41.7	41.8	40.4	40.4
EXPORT. DERIVADOS	16.8	41.3	62.2	85.4	109.7	136.9	166.1	186.8
NECES. LIQUIDAS	952.6	941.6	948.3	960.9	995.7	1038.4	1091.7	1152.8
% PET. NACIONAL	35.2	49.9	54.8	59.3	60.3	57.8	55.0	52.0

UTILIZACAO DE TECNOLOGIAS

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(EM MIL BARRIS POR DIA)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
FUNDO DE BARRIL SIMPLES								
CAPACIDADE	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0
UTILIZACAO	885.0	894.4	915.3	942.3	971.7	1041.5	1095.5	1177.3
COQUEAMENTO RETARDADO								
CAPACIDADE	11.0	11.0	15.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
UTILIZACAO	11.0	11.0	15.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
DESASFALTACAO A SOLVENTE								
CAPACIDADE	40.0	40.0	40.0	40.0	70.0	70.0	100.0	100.0
UTILIZACAO	40.0	40.0	40.0	40.0	70.0	70.0	100.0	100.0

BALANCO DE DIVISAS DO SETOR PETROLEO

SIMULACAO : SEM IMP DIESEL

(EM MILHOES DE DOLARES(FOB,CORRENTES)POR ANO)

ANO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
IMPORTACOES	7417.3	5386.0	5300.4	5401.4	6020.3	7271.9	8824.0	10523.6
PETROLEO	7063.5	5028.2	4905.8	4967.8	5569.8	6793.1	8333.8	10003.9
GASES	353.7	357.7	394.5	433.4	450.4	478.7	490.0	519.6
LEVES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIOS	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
PESADOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EXPORTACOES	163.9	428.7	666.9	960.9	1297.6	1710.0	2229.5	2653.1
GASES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LEVES	17.1	236.4	375.1	537.1	730.3	945.5	1307.8	1545.0
MEDIOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PESADOS	146.8	192.3	291.8	423.8	567.3	764.5	921.7	1108.2
IMPORT. LIQUIDAS	7253.4	4957.2	4633.4	4440.5	4722.7	5561.9	6594.5	7870.5

V - COMENTÁRIOS

O conjunto de resultados obtidos nas simulações, apresentados na seção anterior, são, em verdade, funções de uma série de hipóteses e premissas adotadas ao longo do trabalho e, conseqüentemente, estreitamente vinculados a elas. Sendo assim, é de vital importância tê-las em mente, de modo a ter bem definidas as situações e condições a que se referem, bem como as suas limitações. As principais hipóteses adotadas foram:

a) sobre o desempenho econômico do país, medido aqui pela evolução do PIB;

b) sobre o comportamento futuro dos preços domésticos ao consumidor dos principais derivados de petróleo (considerou-se, implicitamente, que estes preços seriam representativos dos custos de energia nos setores em que cada derivado é utilizado);

c) quanto à substituição e/ou conservação dos principais derivados (implicitamente adotou-se a hipótese de que as demandas "potenciais" de cada derivado não se alteram na presença de diferentes níveis de substituição);

d) sobre a evolução dos preços internacionais do petróleo e de seus derivados;

e) quanto à produção nacional de petróleo;

f) quanto à instalação de unidades especiais de refino;

g) sobre a política de importação/exportação de petróleo e derivados.

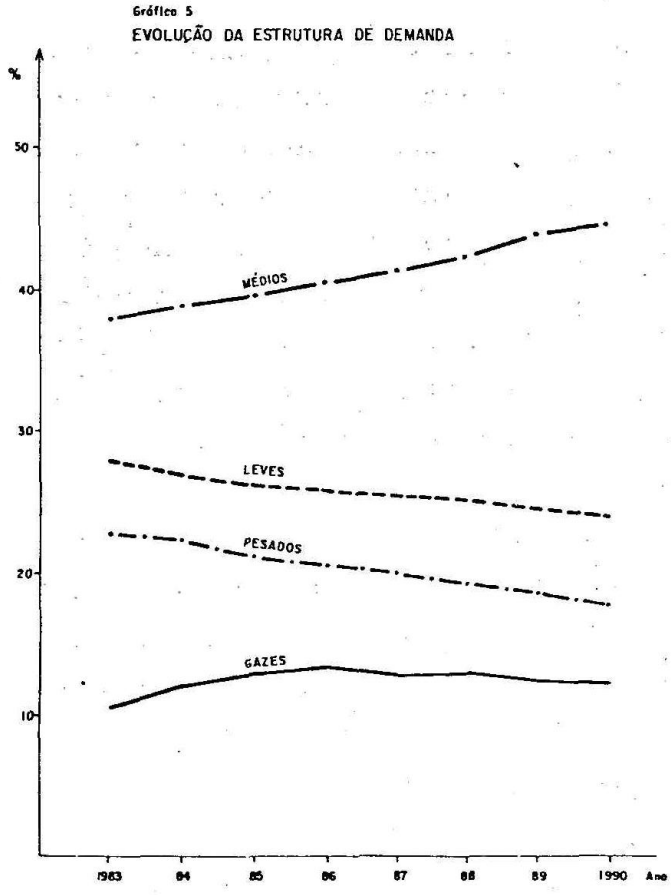
Os resultados relativos à estrutura da demanda (Gráfico 5) comprovaram, de um modo geral, a correção do raciocínio apriorístico desenvolvido na Seção II.2, podendo ser observada a partir de 1983 uma elevação de 11,1 para 12,3% na participação dos

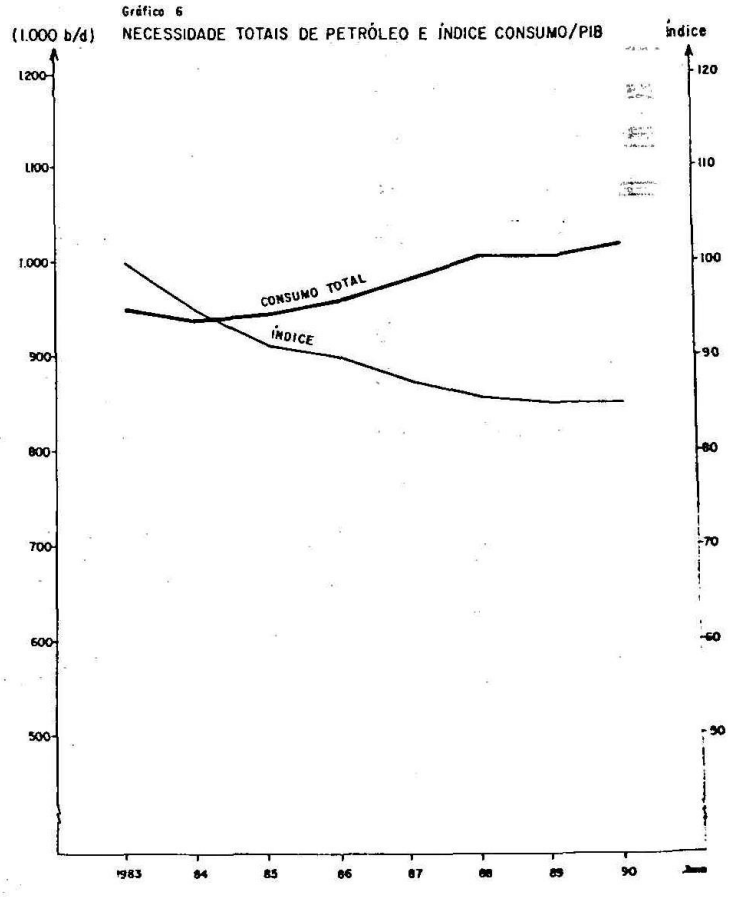
gases, assim como na dos médios, que passam de 38,2 para 44,0% do total do consumo no final da década. A essas elevações contrapõem-se uma redução sensível na participação dos pesados, que caem de 22,4 para 18,8% enquanto os leves declinam de 28,3 para 24,9% do total.

Em termos de níveis, os gases passam de um consumo de 104,9 para 141,0 mil barris/dia entre 1983 e 1990, apresentando uma taxa média de crescimento de 4,3% ao ano. Os leves passam de 269,7 para 287,6 mil barris/dia, com 0,9% da taxa média de crescimento anual. Os médios são os que apresentam o maior crescimento no período - 4,9% ao ano em média -, passando de 364,2 para 507,7 mil barris/dia, enquanto os pesados praticamente não apresentam crescimento no período (213,8 para 216,6 mil barris/dia), após uma redução nos primeiros anos, devido à incidência de programas de substituição e/ou conservação em grande escala.

Com relação aos níveis de demanda global de derivados, que em última análise refletem as necessidades de petróleo, tem-se uma elevação de 952,6 mil barris/dia em 1983 para 1.152,8 mil barris/dia em 1990 (2,8% ao ano, em média), permanecendo praticamente estagnado nos primeiros anos. Boa parte da contenção do ritmo de crescimento da demanda deve-se aos processos de substituição e conservação ora em curso, o que se reflete na redução progressiva do índice de consumo de petróleo por unidade de produto (ver Gráfico 6). Paralelamente, supõe-se uma elevação sensível da produção doméstica de petróleo nos primeiros anos, atingindo 600 mil barris/dia entre 1986 e 1987 (adotou-se conservadoramente, a manutenção deste patamar para o restante do período). Em conseqüência destes dois comportamentos observa-se um grande aumento da participação do petróleo nacional no atendimento das necessidades internas de derivados, passando de 35,1% em 1983 para 52,0% em 1990, após um pico em 1987 de 60,3%, propiciando uma redução significativa da dependência externa neste particular (as necessidades médias de importações"líquidas" - importações menos exportações - caem para quase metade dos 960 mil barris/dia importados em 1979).

No que tange ao lado da oferta de derivados de petróleo, as duas simulações efetuadas mostram, como seria de se esperar, uma diferença básica entre os papéis do país como importador e exportador de petróleo e seus derivados. Assim, quando é forçado a auto-suficiência do parque de refino no abastecimento das necessidades de médios - basicamente o óleo diesel - automaticamente tornam-se necessárias as exportações de leves e pesados, embora seja ainda forçosa a importação de GLP, que é, em termos técnicos, o verdadeiro ponto de estrangulamento do sistema. Em contrapartida, abrindo-se mão desta auto-suficiência, ao permitir a importação de diesel o que se observa é a importação de petróleo na justa medida para o atendimento da demanda interna de leves (basicamente gasolina e nafta) através de seu processamento pelo parque nacional de refino, havendo em decorrência necessidade de importação significativa de médios, aumento nas importações de GLP e diminuição nas exportações de pesados.





Em termos quantitativos, têm-se, tomando como ano de referência, a importação de 699,3 mil barris/dia de petróleo e 40,4 mil barris/dia de derivados e exportação de 186,8 mil barris/dia destes no cenário de auto-suficiência do parque em médios, contra, respectivamente, 373,0, 195,6 e 15,8 no outro cenário. As diferenças ficam mais claras quando se observa o que acontece a nível de grupos de derivados: a importação de gases necessária na hipótese de auto-suficiência em médios é da ordem de 28,7% do consumo previsto em 1990, passando a ser de 46,0% no outro cenário. A parcela da produção doméstica de leves a ser exportada naquele ano é da ordem de 23,8% no primeiro cenário, não ocorrendo exportações de leves no segundo. Os médios que, por imposição,não são importados diretamente na hipótese de auto-suficiência, passam a ter uma importação da ordem de 25,8% do consumo interno no segundo cenário. E, por último, os pesados têm a participação das exportações na produção doméstica caindo de 30,9 para 6,8% de um cenário para outro.

Naturalmente, o julgamento de maior conveniência de um ou de outro cenário, sob o prisma da dependência externa, depende diretamente das expectativas em relação à estabilidade do mercado internacional, da capacidade do país em assegurar mercados e/ou fontes de suprimento confiáveis e da avaliação dos efeitos negativos gerados por perturbações nesse mercado na economia nacional, de modo a se poder comparar melhor os riscos associados a cada uma das opções e suas diversas combinações. A consideração destes fatores, no entanto, extrapola as pretensões deste trabalho.

No que se refere às opções tecnológicas cotejadas, pode-se constatar que, em ambas as situações simuladas, há uma nítida prioridade para a utilização das opções com unidades especiais para craqueamento de cargas pesadas - coqueamento retardado e desasfaltação a solvente - em todos os anos do período, o que sóvem a confirmar a já comprovada conveniência da iniciativa da Petro-

brás em instalá-las.[17] Cabe observar que, mesmo quando a carga de petróleo processada é maior, ainda assim continua existindo capacidade ociosa no sistema, mas que em 1990 esta ociosidade já é bastante reduzida, sugerindo que no início da década seguinte, ou mesmo no final desta, far-se-ão necessários investimentos em expansão da capacidade do parque.

Finalmente, no que tange ao balanço de divisas associado às transações de petróleo e derivados para o atendimento das necessidades internas de insumos energéticos desta natureza, há que se fazer algumas colocações antes de analisar os resultados obtidos. Assim, é importante ao analisá-los ficar bem clara a orientação imprimida às simulações no sentido de não levar em consideração a prática da política de draw back, além da omissão do tratamento da questão dos estoques estratégicos de petróleo.[18] Desta maneira tais resultados não se constituem propriamente em projeções de importação e exportação de petróleo e derivados, mas sim de quais seriam as necessidades reais de tais práticas de modo a otimizar o atendimento das demandas de derivados ao longo dos anos. Também torna-se claro, de imediato, que a comparação dos resultados obtidos para 1983 com as estatísticas pertinentes disponíveis fica um pouco prejudicada, uma vez que além da enfatização do papel de exportador, de modo a utilizar parte da capacidade ociosa do parque, houve também neste ano uma reposição considerável de estoques,[19] que haviam sido algo dilapidados durante a crise cambial de fins de 1982.

---

[17] A única diferença entre os dois cenários neste particular ocorre nas quantidades de petróleo processados pela opção "Fundo de Barril Simples", e deve-se à necessidade de importação (e processamento) adicional de petróleo quando a auto-suficiência em diesel é imposta, e à já integral utilização das demais tecnologias.

[18] A consideração de variação de estoques pode ser incorporada ao modelo de maneira simples, desde que se conheça o período a ser atendido por estes estoques e o estoque no ano inicial (isso, é claro, dentro do espírito de um modelo determinístico).

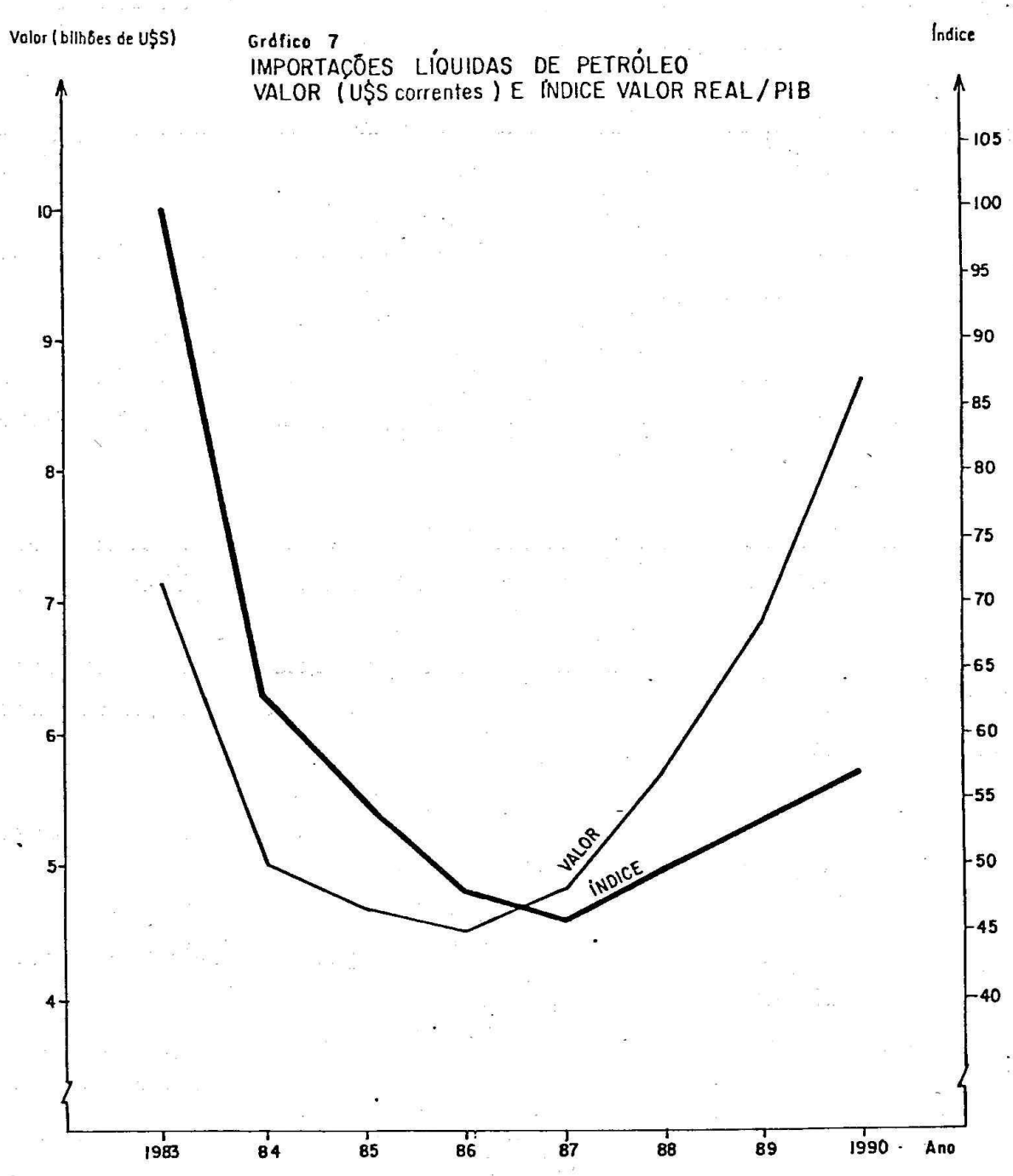
[19] A depuração dos efeitos de tais procedimentos não é tarefa trivial, mas exercícios descompromissados a respeito indicaram resultados bastante próximos dos obtidos nas simulações.

Tem-se, então, que o exercício de simulação aponta, como resultado do incremento na produção doméstica de petróleo e da quase estagnação da demanda global de derivados, uma significativa redução das importações líquidas do setor nos primeiros anos, da ordem de 37,38% em termos nominais e de 46-47% em termos reais[20] em 1986, relativamente a 1983. A partir de 1987 ocorre uma inversão no comportamento da produção doméstica e da demanda global - a produção doméstica, por hipótese, permanece no patamar de 600 mil/barris/dia, enquanto a demanda global de derivados volta a crescer, como resultado da retomada de níveis de crescimento da economia mais compatíveis com as necessidades do país e da diminuição do ritmo de expansão relativa dos processos de substituição e/ou conservação -, de tal maneira que as importações líquidas voltam a aumentar: em 1990 elas são, em termos reais, da ordem de 80% das de 1983. Comportamento semelhante pode ser observado para o índice importações líquidas/PIB: tomando-o igual a 100 em 1983, ele diminui nos primeiros anos, até atingir 46 em 1987, quando volta a crescer até 1990, quando é igual a 57 (ver Gráfico 7). Adicionalmente tem-se, como resultado da comparação entre as duas simulações, uma diferença irrelevante entre os respectivos saldos em favor da opção de auto-suficiência em diesel (se forem, porém, computados os custos de processamento de petróleo há obviamente uma inversão nesta ordinalidade).

Enfim, não obstante a adoção de uma série de hipóteses simplificadoras e passíveis de eventuais questionamentos, tudo indica que o país continuará dependendo em boa medida do petróleo importado e esse permanecerá com um peso importante na pauta das importações, mas a sangria de divisas por ele acarretada deverá diminuir consideravelmente, retornando a níveis próximos aos praticados nos anos imediatamente anteriores ao segundo choque de preços e proporcionando substancial alento ao esforço de equacionamento das contas externas.

---

[20] A taxa de inflação mundial adotada foi de 5% ao ano.


Valor (bilhões de U$S)
Gráfico 7
IMPORTAÇÕES LÍQUIDAS DE PETRÓLEO
VALOR (U$S correntes) E ÍNDICE VALOR REAL/PIB
Índice
10
9
8
7
6
5
4
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
VALOR
ÍNDICE
1983
84
85
86
87
88
89
1990
Ano

BIBLIOGRAFIA

[01] ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA, Rio de Janeiro, 1983.

[02] ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PETROBRÁS, Rio de Janeiro, vários anos.

[03] ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, Brasília (vários anos).

[04] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE. Estado de produtividade do óleo combustível. São Paulo, 1982.

[05] BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Avaliação do PROÁLCOOL (3ª); documento preliminar. Brasília, 1981.

[06] BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Previsão de oferta e de demanda de álcool no período 1982/1990. Brasília, s.d.

[07] BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília, 1983. 117p.

[08] BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Modelo energético brasileiro. Brasília, 1979 e 1981.

[09] BUSSE, Adolpho Gomes, SERRA, Maria Teresa F. e ERBER, Pietro. Substituição de óleo combustível por energia elétrica. Rio de Janeiro, ELETROBRÁS/DEME, 1983. 75p.

[10] COELHO, Armando Guedes. A adequação da estrutura de refino no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, 2. Rio de Janeiro, 1982 - Anais. Rio de Janeiro, IBP, 1983. p. 252-267.

[11] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Avaliação do PROÁLCOOL. Rio de Janeiro, 1981, 51p.

[12] CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro, FGV (vários números).

[13] A EVOLUÇÃO da demanda de energia e de óleo combustível no setor industrial. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1983. 28 f. mim.

[14] FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA. Estudo do perfil da demanda de energia na indústria - indústria de cimento. São Paulo, 1981.

[15] GUJARATI, Damodar. Basic Econometrics. New York, McGraw-Hill 1978. 462p.

[16] MALAN, Pedro Sampaio e BATISTA Júnior, Paulo Nogueira. Estimativa das necessidades de financiamento externo no Brasil até 1986. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1983.

[17] OLIVEIRA, Adilson de, ROSA, Luiz Pinguelli e ARAÚJO, João Lizardo R. H. de. Energia no Brasil nos próximos 20 anos: três cenários alternativos. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1980. 124p.

[18] PINHEIRO, Armando M. R. Castelar. Sobre a dieselização da frota brasileira de caminhões. Rio de Janeiro, IPEA/INPES. 1983 (Texto para discussão do Grupo de Energia).

[19] PINHEIRO, Armando M. R. Castelar. Uma análise dos processos de conservação e substituição do óleo combustível na indústria de cimento. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1983. (Texto para discussão do Grupo de Energia).

[20] QUARTERLY OIL STATISTICS, Paris (OECD), nº 1, 1982.

[21] RODRIGUES, Adriano José Pires. A política de preços dos derivados de petróleo no Brasil. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1983. 106p. Tese(M) Universidade Federal do Rio de Janeiro.

[22] SOUZA, José Adolfo Lisboa de. A flexibilidade do refino de petróleo e o impacto da introdução de combustíveis alternativos. Energia; fontes alternativas, São Paulo, 2(10): 13-23, set./out. 1980.

[23] SOUZA, Roberto de Melo e. Energia na indústria de papel e celulose. Brasília, Conselho de Desenvolvimento Industrial, 1982. 26p.

[24] UMA FUNÇÃO de custo para as empresas de transporte rodoviário de cargas. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1983.

[25] URI, Noel D. The demand for energy in the transport sector in the United States. Journal of Transport Economics and Policy. Jan. 1982. p.65-84

TEXTOS PARA DISCUSSÃO DO GRUPO DE ENERGIA (TDE)

Nº I - "Uma Avaliação dos Impactos Ambientais e Sócio-Econômicos Locais Decorrentes da Industrialização do Xisto", Sérgio Margulis e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 30p.

Nº II - "Recursos Nacionais de Xistos Oleígenos: Um Levantamento com Vistas ao Planejamento Estratégico do Setor", Lauro Ramos e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 76p.

Nº III - "Agricultura e Produção de Energia: Avaliação do Custo da Matéria-Prima para Produção de Álcool", Equipe IPEA/IPT, Janeiro 1982, 64p.

Nº IV - "Um Modelo de Crescimento para a Indústria do Xisto", Ricardo Paes de Barros e Lauro R. A. Ramos, Fevereiro 1982, 57p.

Nº V - "Um Modelo de Planejamento de Oferta de Energia Elétrica", Octávio A. F. Tourinho, Março 1982, 12p.

Nº VI - "A Economia do Carvão Mineral", Eduardo M. Modiano e Octávio A. F. Tourinho, Março 1982, 12p.

Nº VII - "Um Modelo Econométrico para a Demanda de Gasolina pelos Automóveis de Passeio", Ricardo Paes de Barros e Silvério Soares Ferreira, Maio 1982, 135p.

Nº VIII - "A Critical Look at the Theories of Household Demand for Energy", Ali Shamsavari, Junho 1982, 32p.

Nº IX - "Análise do Consumo Energético no Setor Industrial da Região Central do País", Flávio Freitas Faria e Luiz Carlos Guimarães Costa, Junho 1982, 30p.

Nº X - "Vinhoto: Poluição Hídrica, Perspectivas de Aproveitamento e Interação com o Modelo Matemático de Biomassa", Sérgio Margulis, Julho 1982, 108p.

Nº XI - "Um Modelo de Análise da Produção de Energia pela Agricultura", Fernando Curi Peres, José R. Mendonça de Barros, Léo da Rocha Ferreira e Luiz Moricochi, Agosto 1982, 24p.

Nº XII - "Xistos Oleígenos: Natureza, Formas de Aproveitamento e Principais Produtos", Lauro R. A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Fevereiro 1983, 55p.

Nº XIII - "Consumo de Energia para Cocção: Análise das Informações Disponíveis", Ricardo Paes de Barros e Luiz Carlos P. J. Boluda, Março 1983, 113p.

Nº XIV - "Consumo de Energia no Meio Rural", Milton da Mata, Março 1983, 41p.

Nº XV - "Usina Industrial de Xisto", Lauro R. A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Abril 1983, 87p.

Nº XVI - "Cenários de Demanda de Derivados de Petróleo", Lauro R. A. Ramos, Dezembro 1983, 88p.

Nº XVII - "Sobre a Dieselização da Frota Brasileira de Caminhões", Armando M. Castelar Pinheiro, Dezembro 1983, 87p.

Nº XVIII - "Impactos Ambientais Decorrentes da Produção do Carvão Mineral: Uma Abordagem Quantificada", Sérgio Margulis, Dezembro 1983, 114p.

Nº XIX - "Uma Análise dos Processos de Conservação de Energia e Substituição do Óleo Combustível na Indústria do Cimento", Armando M. Castelar Pinheiro, Março 1984, 102p.

Nº XX - "Energia na Indústria de Vidro", José Cesário Cecchi, Março 1984, 92p.

Nº XXI - "Análise da Demanda por Insumos das Empresas Profissionais de Transporte Rodoviário de Cargas", Antonio Edmundo de Rezende, Setembro 1984, 119p.

Nº XXII - "Tecnologia, Custos, Capacidade de Carga e Consumo Energético de Veículos no Transporte Rodoviário de Bens", Newton de Castro, Novembro 1984, 40p.

Nº XXIII - "Impactos Ambientais Decorrentes do Consumo de Carvão Mineral", Sérgio Margulis, Dezembro 1984, 63p.

Nº XXIV - "Energia na Indústria Cerâmica", Luciane Pierri de Mendonça, Janeiro 1985, 109p.

Nº XXV - "Energia na Indústria de Papel e Celulose", Maria de Fátima Salles Abreu Passos, Janeiro 1985, 110p.

O INPES edita ainda as seguintes publicações: Pesquisa e Planejamento Econômico (quadrimestral), desde 1971; Literatura Econômica (bimestral), desde 1977; Brazilian Economic Studies (semestral), desde 1975; Coleção Relatório de Pesquisa; Série de Textos para Discussão Interna (TDI); Série Monográfica, e Série PNPE.