



anp
Agência
Nacional do
Petróleo



PUC
RIO

*Estudos sobre
Estoques Estratégicos
de Combustíveis*

RELATÓRIO FINAL

Outubro 2002

Grupo de Trabalho

*Coordenador Geral:
Prof. Sergio Leal Braga*

Eng. Mecânica / ITUC

*Coordenação: Prof. Sergio Leal Braga
Ricardo H. Pereira
Luis Gustavo Do Val*

Eng. Elétrica / Estatística

*Coordenação: Prof. Reinaldo Castro Souza
Alexandre Zanini
Fernando Costa Deotti
Luiz Felipe M. do Amaral*

Eng. Industrial/Logística

*Coordenação: Prof. José Eugenio Leal
Italo Ricardo de Azevedo
Adriana Costa Soares
Elaine Felske*

Economia

*Coordenação: Prof. Luiz Roberto de A. Cunha
Prof. Marina Figueira de Mello*

Consultor: Prof. Rafael Schechtman

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Eventos Passados.....	5
3. Metodologia de Cálculo da Perda Econômica.....	10
3.1 Estimativa da Elasticidade-Preço.....	11
3.2 Valores da Perda Econômica em Caso de Restrição de Oferta	13
4. Custos e Condições para Formação dos Estoques Estratégicos	17
4.1. Modelagem do Problema	17
4.2 Cálculo do Custo Logístico para Formação, Movimentação e Manutenção dos Estoques Estratégicos	17
4.2.1 Custo de Investimento para Formação dos Estoques	18
4.2.2 Custos de Movimentação para Formação dos Estoques	18
4.2.3 Custos para Manutenção dos Estoques	18
4.3. Etapas do Estudo.....	19
4.4. Resultados.....	23
4.4.1 Considerações Gerais.....	23
4.4.2 GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).....	25
4.4.2.1- Custo Logístico Total.....	25
4.4.2.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta).....	25
4.4.2.3 - Premissas adotadas para o GLP	26
4.4.2.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de GLP	27
4.4.3 QAV (Querosene de Aviação)	28
4.4.3.1 - Custo Logístico Total.....	28
4.4.3.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta).....	28
4.4.3.3 - Premissas adotadas para o QAV	29
4.4.3.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de QAV	29
4.4.4 Gasolina	30
4.4.4.1 - Custo Logístico Total.....	30
4.4.4.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta).....	30
4.4.4.3 - Premissas adotadas para a Gasolina	31
4.4.4.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Gasolina.....	31
4.4.5 Diesel	32
4.4.5.1 - Custo Logístico Total.....	32



ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL

4.4.5.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta).....	32
4.4.5.3 - Premissas adotadas para o Diesel.....	33
4.4.5.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Diesel.....	34
4.4.6 Óleo Combustível	35
4.4.6.1 - Custo Logístico Total	35
4.4.6.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta).....	35
4.4.6.3 - Premissas adotadas para o Óleo Combustível.....	36
4.4.6.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Óleo Combustível.....	36
4.5. Modelo Matemático.....	37
4.5.1 Custo de Estoque.....	37
4.5.2 Custo de Transporte	37
4.5.3 Custo de Armazenagem	38
4.5.4 Custo Logístico Total.....	38
4.6 Procedimento para os Cálculos do Custo Logístico Total (CLT).....	38
4.7 Georeferenciamento dos Dados	41
5. Comparação dos Resultados de Custo de Estoque x Custo da Falta.....	44
6. Comentários Finais.....	49

1. Introdução

Este relatório apresenta, de forma reduzida, o desenvolvimento e resultados do “Estudo sobre Estoques Estratégicos de Combustíveis” ao longo dos seus seis meses de execução. Os combustíveis considerados neste estudo foram: petróleo, gás liquefeito de petróleo (GLP), querosene de aviação (QAV), gasolina, óleo diesel e óleo combustível.

Dentre os tópicos de maior importância estão o levantamento dos eventos caóticos externos e internos, a proposta de metodologia e estimativa da perda econômica decorrente da falta de combustíveis e o custo de formação e movimentação dos estoques.

O resultado do estudo encontra-se na seção 5 deste relatório, onde é apresentada a relação entre o custo do estoque e a perda econômica associada à falta de um dado combustível. Esta relação indica a frequência de ocorrência de eventos, para cada período de falta, a partir da qual seria justificável a consecução deste estoque. Na metodologia adotada, a avaliação de ocorrência de eventos que justifiquem a formação de estoques deverá ser feita por um “Fórum de Especialistas”. Este, baseado na frequência já mencionada, avaliaria se a probabilidade de ocorrência de falta de um combustível é remota ou provável e recomendaria, ou não, a formação de estoques.

Este estudo foi acompanhado por um subgrupo do Comitê Técnico 4 (CT4), do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), tendo sido também apresentado ao plenário do CT4 sendo por este aprovado na reunião de 22/10/2002. Durante este período foram realizadas 4 reuniões com o sub-grupo de acompanhamento do CT4, do CNPE, de forma que todo o desenvolvimento e propostas de correção no encaminhamento inicialmente proposto, fossem continuamente aprovados.

2. Eventos Passados

O objetivo inicial da equipe neste estudo consistia em desenvolver modelos para eventos que possam implicar em choques de oferta destes produtos. Neste sentido, fez-se uma intensa revisão bibliográfica e levantamento de dados para corroborar as opiniões que serão mostradas a seguir.

Neste estudo, os eventos caóticos foram divididos em dois grupos: de natureza interna e externa. No quadro 01 a seguir podem ser visualizados alguns exemplos.

Quadro 01: Classificação de Eventos Caóticos

Natureza Externa	Natureza Interna
1) Acidentes	1) Interrupção de refino <ul style="list-style-type: none">• Greve de petroleiros• Acidente/sabotagem• Conflito armado
2) Guerras	2) Interrupção de abastecimento <ul style="list-style-type: none">• Interrupção de oleoduto/gasoduto• Greve de transportadores
3) Embargo dos países produtores de petróleo e derivados.	

Obviamente estes eventos têm sua importância vinculada à sua criticidade para a oferta. Faz-se necessário, portanto, levantar a ocorrência deste eventos para verificar sua criticidade. Com base nestas considerações, uma busca de eventos externos foi realizada.

Na tabela 01 pode-se visualizar com mais detalhe cada evento, a relação deficiência/oferta e impacto nos preços.

Tabela 01: Interrupção no Fornecimento de Petróleo desde 1951

Data	Razão da Interrupção	Duração da Interrupção (Meses)	Média de Deficiência no Fornecimento Bruto (Milhões de B/D)	Produção Mundial de Petróleo (<i>Crude Oil</i>) Milhões de B/D	Relação Deficiência/Produção	Variação % acumulada no preço (WTI)*	Variação % acumulada no preço (Brent)
3/51-10/54	Campos de petróleo Iranianos nacionalizados (1º de Maio), seguido de meses com greves e intranquilidade na região de Abadan	44	0,7	nd	nd	9,73	nd
11/56-3/57	Guerra de Suez	4	2	nd	nd	8,87	nd
12/66-3/67	Disputa da "Taxa de Passagem" na Síria	3	0,7	nd	nd	1,01	0,00
6/67-8/67	Guerra dos 6 dias	2	2	nd	nd	2,33	0,00
5/70-1/71	Controvérsia no preço do petróleo na Líbia; dano em Tapline	9	1,3	nd	nd	6,27	14,35
4/71-8/71	Luta pela nacionalização da Argélia (com a França)	5	0,6	nd	nd	0,00	34,12
3/73-5/73	Intranquilidade no Líbano; perda de facilidades na passagem	2	0,5	166	0,30%	0,00	6,35
10/73-3/74	Guerra de Outubro (Arábia-Israel); embargo de petróleo da Arábia	6	2,6	333	0,78%	134,57	238,43
4/76-5/76	Guerra Civil do Líbano; interrupção das exportações Iraquianas	2	0,3	110	0,27%	0,58	0,39
05/77	Dano no campo de petróleo SAUDI	1	0,7	58	1,20%	0,00	0,00
11/78-4/79	Revolução Iraniana	6	3,5	370	0,95%	6,73	64,81
10/80-12/80	Guerra entre Irã e Iraque	3	3,3	171	1,93%	2,78	20,21
8/90-10/90	Invasão do Iraque no Kuwait/ Tempestade no Deserto	3	4,6	176	2,61%	92,70	110,56
4/99-3/00	Corte na produção de petróleo por parte da OPEP (ex. Iraque) em um esforço para aumentar os preços	12	3,3	789	0,42%	103,89	126,65

Fonte: EIA (*Energy International Agency*), IPEA, *Economagic*

Nota: * *Oil Price – Domestic West Texas Intermediate*

nd = não disponível

Vê-se que em 50 anos (1951 a 2000) foram registradas apenas 14 ocorrências (destas, 8 foram conflitos armados). Neste período a média de interrupção no fornecimento foi de 7 meses (valores mais freqüentes: 2 e 3 meses) sendo que a deficiência na oferta de petróleo foi de 1,86 milhões de B/D em média. Comparando-se a interrupção com a produção mundial de petróleo (relação deficiência/produção), vê-se que estes eventos quase não afetaram a oferta potencial observando-se ainda, em geral, grandes impactos sobre os preços. O maior impacto na oferta foi de 2,6% no período de agosto a outubro de 1990 (Guerra do Golfo).

Em relação aos eventos internos foi encontrada maior dificuldade na busca, dado que são eventos mais particulares na medida que, por exemplo, acidentes operacionais com dutos, greves, entre outros, referem-se à operação interna de refinarias e distribuidoras. Neste sentido, foi solicitado à ANP quais foram estes eventos, quando ocorreram e principais motivos. Os dados obtidos podem ser visualizados na tabela 02 a seguir.

Tabela 02: Contingências Internas e Impactos sobre Oferta

Ano	Produção Efetiva			Perdas de produção				Produção Potencial	
	Total anual	Total anual	Média diária	Greve	Segurança operacional	Unidade produção adjacente	Perdas totais	Total	Relação Perdas/Prod Potencial
	bpd	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%
1986	593.452	34.437.185	94.348		60.863		60.863	34.498.048	0,2%
1987	590.241	34.250.880	93.838		55.415		55.415	34.306.295	0,2%
1988	577.047	33.485.217	91.740		162.464	204.663	367.127	33.852.344	1,1%
1989	616.842	35.794.460	98.067		46.049		46.049	35.840.509	0,1%
1990	653.630	37.929.261	103.916		132.034		132.034	38.061.295	0,3%
1991	646.728	37.528.737	102.818	1.030.285	45.710		1.075.995	38.604.732	2,8%
1992	653.105	37.898.766	103.832	22	13.330		13.352	37.912.118	0,0%
1993	668.291	38.780.007	106.247		61.556		61.556	38.841.563	0,2%
1994	692.832	40.204.093	110.148	1.036.585	51.985		1.088.570	41.292.663	2,6%
1995	716.161	41.557.805	113.857	2.220.497	19.673		2.240.170	43.797.975	5,1%
1996	809.052	46.948.146	128.626		42.739		42.739	46.990.885	0,1%
1997	869.308	50.444.744	138.205		33.168		33.168	50.477.912	0,1%
1998	1.004.280	58.276.979	159.663		36.000		36.000	58.312.979	0,1%
1999	1.131.833	65.678.723	179.942	5	76.730		76.735	65.755.458	0,1%
2000	1.270.725	73.738.397	202.023		205.766		205.766	73.944.163	0,3%
2001	1.335.989	77.525.594	212.399	20.478	592.275		612.753	78.138.347	0,8%

Fonte: ANP

Como se pode notar (tabela 02 e figura 01), assim como no caso das contingências externas, os eventos internos são pouco críticos em relação à oferta potencial de petróleo. Os maiores impactos (calculados pela relação perdas/produção potencial) em 16 anos verificados, foram de 2,8% no ano de 1991 e de 2,6 e 5,1% para os anos de 1994 e 1995 respectivamente. Mesmo durante estes eventos não houve problema de abastecimento no País.

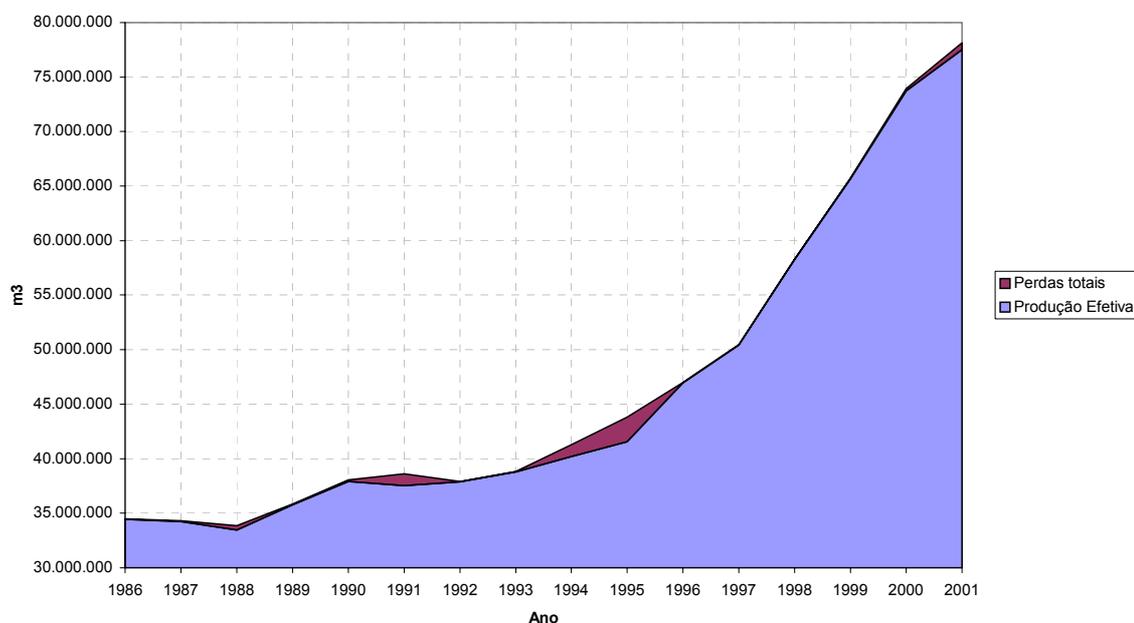


Figura 1: Cenário Interno: Produção Efetiva x Perdas Totais

No que diz respeito às metodologias para tratar eventos, a procura por trabalhos indicou basicamente duas linhas de pesquisa:

- 1) Modelos que determinam um “nível crítico” para se acionar os estoques através de modelos macroeconômicos de oferta e demanda;
- 2) Modelos que calculam o risco (não uma probabilidade freqüencista) de interrupções na oferta baseando-se em opiniões de especialistas.

Como a análise mostrou baixa criticidade das contingências para a oferta potencial de petróleo, uma mudança na metodologia foi proposta. A nova metodologia se fundamenta no cálculo do custo (perda econômica) da restrição da oferta de combustíveis bem como na sua comparação com o custo total de estoque dos mesmos. Esta comparação indica, por sua vez, a freqüência de eventos que justificariam ou não a consecução de estoques. Quanto à chance de ocorrência destes eventos, decidiu-se na subcomissão do CT4 que esta seria avaliada via painel de especialistas, o próprio CT4, como ocorreu na reunião de encerramento dos trabalhos, em 22 de outubro de 2002 (ver conclusões).

Uma decisão, também acatada pelo subcomitê do CT-04 foi a de se eliminar a hipótese de formação de estoques de petróleo. Tal medida foi baseada em dois fatos

- Os eventos externos não apresentaram risco de desabastecimento nos 50 anos analisados, apenas oscilações no preço. Em suma, havendo disponibilidade de recursos, haverá sempre de quem comprar petróleo.
- O País vem apresentando uma elevação significativa na sua produção, devendo se tornar auto-suficiente nos próximos anos (ver gráfico de produção acima). Países auto-suficientes só fazem estoques de petróleo para controlar o preço no mercado internacional e não é este o objetivo deste estudo.

3. Metodologia de Cálculo da Perda Econômica

O valor econômico da perda causada pelo déficit na oferta de cada combustível foi estimado pelo valor a ele atribuído pelo mercado. Os preços de mercado contêm informações sobre a disposição para pagar dos consumidores para os diversos níveis de fornecimento de combustíveis e traduz adequadamente seu valor.

A abordagem alternativa implicaria mensurar o valor da produção que deixou de ser realizada em cada setor de atividade econômica em função da falta de um determinado combustível. O ponto de partida seria a relação insumo-produto de cada setor. Essa matriz de coeficientes fixos, caso estivesse disponível, não consideraria a possibilidade de substituição que os diversos insumos têm no processo produtivo.

A falta de uma determinada matéria-prima pode ter conseqüências mais ou menos graves sobre o volume de produção de um produto final, dependendo da possibilidade de substituição deste insumo que está em falta por outro, ainda que menos eficiente ou mais caro. Também pode haver a substituição do próprio produto final que deixou de ser produzido.

Estas possibilidades de substituição tanto na produção como no consumo reduzem as perdas econômicas e são tratadas de forma adequada e rigorosa recorrendo-se à análise econômica usual da teoria do bem-estar que vem a ser exatamente a metodologia proposta. (Ver, por exemplo, Viscusi, W.K et al. Economics of Regulation and Antitrust, M.I.T. Press, cap 4, 2000.)

Na medida em que os preços de mercado se elevam quando a oferta é diminuída, crises moderadas no abastecimento poderiam ser equacionadas por meio do sistema de preços. O racionamento via preços tem a vantagem de assegurar que os produtos sejam entregues àqueles consumidores que a eles atribuem o valor mais alto. Conhecida a sensibilidade da quantidade demandada de cada combustível com relação às variações em seu preço, poder-se-ia determinar qual o aumento de preços necessário para reduzir a quantidade demandada até o nível compatível com a nova restrição de oferta. As estimativas das elasticidades-preço da demanda dos combustíveis são apresentadas mais adiante neste relatório.

O aumento de preços causado por uma indesejável restrição da oferta cria uma oportunidade de lucros extraordinários para aqueles fornecedores cuja oferta não foi afetada. Este inconveniente poderia ser contornado fazendo-se a elevação de preços por meio de impostos e outras soluções com o mesmo efeito de evitar a realização de ganhos extraordinários. A proposta de racionamento via preços também não é incompatível com legítimas preocupações com a questão distributiva. Poder-se-ia pensar em esquemas de atendimento às populações de baixa renda de forma a preservá-las dos efeitos de um eventual racionamento via preços.

O valor total da perda econômica resultante de um determinado período de interrupção no fornecimento é apresentado na Figura 2 e foi estimado pela integral da área sob a curva de demanda no intervalo entre Q_1 (quantidade normal de fornecimento) e Q_n (quantidade restrita em função do corte no fornecimento). A área de perda contém a renda gerada desde a produção de petróleo até a venda ao consumidor e inclui todas as parcelas formadoras do preço como, por exemplo, o valor do excedente do consumidor, salários e lucros em todas as etapas de produção e impostos (CIDE, PIS, COFINS, ICMS e royalties).

Esta forma de cálculo determina o valor da perda máxima. Frequentemente, no caso de interrupção no fornecimento de combustíveis, parte dos insumos de produção pode ser poupada para utilização

futura e, conseqüentemente, seu valor não deveria ser incluído na perda. Por exemplo, a paralisação das atividades de refino não implica necessariamente interrupção da produção de petróleo e, portanto, a renda gerada neste segmento não seria perdida. Entretanto, optou-se por trabalhar com o valor integral sem dedução para que a perda econômica não fosse subestimada.

É importante ressaltar que esta metodologia de cálculo do valor da perda econômica só pode ser utilizada quando os cortes de fornecimento são de proporções manejáveis e não impliquem uma ruptura muito profunda e prolongada do abastecimento, quando o valor da perda econômica poderia ser incalculável. O valor da perda econômica está também intimamente relacionado com a elasticidade da demanda e esta, por sua vez, depende da existência e da qualidade dos substitutos. Quanto mais inelástica a demanda, maior o aumento de preços necessário para reduzi-la até a compatibilização com a oferta disponível.

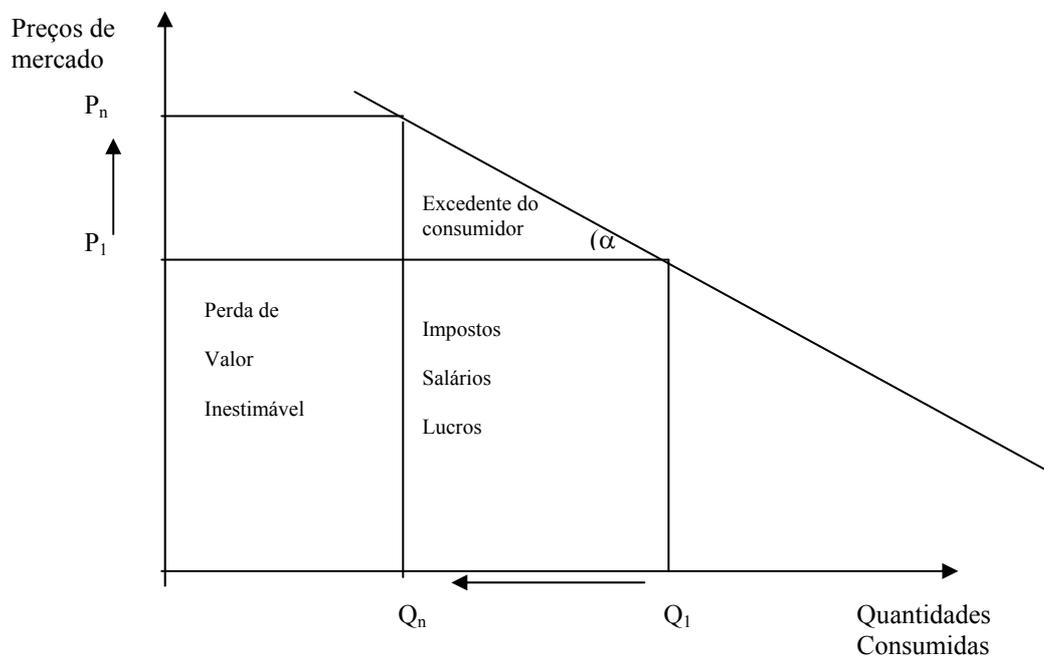


Figura 2 - Representação da Perda Econômica

3.1 Estimativa da Elasticidade-Preço

Em trabalhos anteriores, usamos modelos de séries temporais (Regressão Dinâmica) para estimar a elasticidade-preço de vendas de gasolina automotiva. O modelo utilizado foi o LOG-LOG.

O termo elasticidade é empregado para descrever as características de uma relação entre duas variáveis. Neste sentido, a elasticidade é definida como o limite da razão entre a variação proporcional em uma variável em relação à variação proporcional em outra variável.

A elasticidade-preço da demanda fornece então a variação percentual aproximada na demanda que corresponde a uma variação de 1% no preço. Salienta-se que, matematicamente, pode-se mostrar que dado $y = f(x)$, ao se diferenciar $\ln(y)$ com respeito a $\ln(x)$, o coeficiente de regressão estimado já dá a medida da elasticidade. Com base nestes conceitos, foi feita a estimativa da elasticidade-preço para:

gasolina, GLP, QAV, óleo diesel e óleo combustível. Os resultados podem ser vistos no quadro 02 a seguir.

Atenta-se que, para cada um dos modelos estimados, apresenta-se o período utilizado para estimativa, estatísticas de desempenho e confiabilidade dos modelos como o MAPE (*Mean Absolute Percentual Error*)¹ e o coeficiente de explicação ou determinação (R^2 ajustado)² além, obviamente, da elasticidade (com seu desvio padrão³).

Salienta-se que foram vários os modelos estimados usando-se ainda causalidades diversas. Entretanto, neste momento, apenas os modelos finais estão sendo apresentados. Em todos os modelos tratou-se tanto a coerência lógica quanto coerência estatística, ou seja, além dos modelos passarem por todos os testes estatísticos de significância dos parâmetros estimados, as variáveis usadas como causalidades exógenas e endógenas são referendadas na bibliografia.

No modelo da gasolina, por exemplo, além da variável preço usada como causalidade para se estimar a elasticidade-preço, usa-se ainda a série de frota de veículos à gasolina, o índice de PIB mensal como *proxy* de renda agregada bem como, por exemplo, a variável defasada em doze meses (isto é, a venda de doze meses atrás) que é utilizada para captar fatores de sazonalidade. A sazonalidade ainda é tratada através da presença de uma variável de intervenção (*dummy*) para captar um incremento das vendas no mês de dezembro.

Quadro 02: Resumo dos Modelos Elaborados para Estimar as Elasticidades

Modelo	Período	Estrutura	MAPE (%)	$R^2_{ajust.}$ (%)	Elasticidade-preço (%)	Erro padrão
Gasolina	Jul/1994 a dez/2001	PREÇO, FROTA, PIB, GASOLINA(-3), GASOLINA(-12), DUMMY(DEZ)	3,4	77	-0,25	0,04
GLP	Jul/1994 a mar/2002	PREÇO, GLP(-1), GLP(-12)	3,5	72	-0,12	0,03
QAV Total	Jan/1998 a mar/2002	PREÇO, HORAS VÔO, NO. POUSOS, QAV (-1), QAV (-12)	5	52	-0,13	0,04
Óleo Combustível	Jan/1992 a dez/2001	PREÇO, IPITRANSF, IPITRANSF(-1), OC(-1) OC(-12)	5	62	-0,05	0,02
Óleo Diesel*	Jan/1992 a mar/2002	CTE, PREÇO, DIESEL(-1), DIESEL(-12)	5	82	-0,07	0,02

Notas: CTE = Constante; Exemplo: GLP(-1) = vendas de GLP no mês anterior; DUMMY = variável de intervenção (dicotômica, assume valores 0 ou 1); IPITRANSF = Índice de Produção da Indústria de Transformação.

*Série de preço usada: de jan/1990 a set/1999 (preço na cidade do Rio de Janeiro). De out/1999 a abr/2002 (preço médio: Belo Horizonte, Goiânia, São Paulo).

Pode-se perceber que, em geral, os modelos apresentam um bom poder de explicação com uma boa estimativa do erro de previsão no curto prazo representado por baixos valores para o MAPE.

Um outro resultado da modelagem indica baixos coeficientes de elasticidade-preço dos combustíveis. A maior elasticidade estimada foi a da gasolina com coeficiente igual a $-0,25$ o que

¹ Erro médio absoluto percentual. Calculado através da diferença entre valores estimados e reais. Equivale às previsões um passo-à-frente (no caso, para o mês seguinte).

² Coeficiente de explicação ou determinação: indica o quanto da variação total dos dados (série dependente, neste caso, as vendas de determinado combustível) é explicada pelo modelo. Calculado através da comparação do erro do modelo e a variação dos dados da série dependente em torno de sua média. Varia entre 0 e 100%.

³ Também conhecido como erro padrão do coeficiente. Usado, entre outros objetivos, para construir um intervalo de confiança (valor da elasticidade + ou - 2 vezes o desvio padrão da elasticidade) que tem 95% de chance de conter os verdadeiros valores para o coeficiente de elasticidade.

indica que um aumento de 1% no preço da gasolina, implica uma redução nas vendas na ordem de 0,25%. Este fato é um indicador de que, frente a choques de oferta, *coeteris paribus*, é baixa a eficiência da política de preços para retração de demanda no caso dos combustíveis.

Os erros padrões estimados para os coeficientes fornecem também informações relevantes. Para a gasolina, por exemplo, infere-se que existe 95% de chance do verdadeiro valor da elasticidade estar entre -0,17 e -0,33. Isto é uma informação importante pois o coeficiente de elasticidade será usado, como dito anteriormente, no cálculo da perda econômica em caso de restrição de oferta na área de petróleo. Portanto, simulações podem ser feitas em torno do valor estimado para as elasticidades verificando seu impacto sobre a perda econômica.

3.2 Valores da Perda Econômica em Caso de Restrição de Oferta

Em um cenário de restrição de oferta de combustíveis, pode-se estimar o valor da perda econômica equivalente a uma restrição, por exemplo, de um dia inteiro de consumo. Para isto será usada, entre outras informações, a elasticidade-preço estimada (e apresentada na seção anterior) juntamente com os valores consumidos diariamente em média para cada um dos combustíveis bem como os preços vigentes para estes⁴. Estimado o custo da falta de um dia, este é expandido diretamente para cenários de restrição de oferta que abranjam além de um dia inteiro de consumo. Os resultados são apresentados a seguir no quadro 03 e figura 3.

Como dito anteriormente, o valor total da perda econômica resultante de um determinado período de interrupção no fornecimento foi estimado pela integral da área sob a curva de demanda (figura 2) no intervalo entre Q_1 (quantidade normal de fornecimento) e Q_n (quantidade restrita em função do corte no fornecimento). A área de perda (A) pode ser definida como:

$$A = (Q_1 - Q_n)P_1 + (Q_1 - Q_n)(P_n - P_1)/2 \quad (1)$$

$$\text{sendo } P_n = P_1 + E(Q_1 - Q_n) \quad (2)$$

onde E = tangente do ângulo α

substituindo (2) em (1):

$$\text{então } A = (Q_1 - Q_n)P_1 + (Q_1 - Q_n)/2[P_1 + E(Q_1 - Q_n) - P_1]$$

$$A = (Q_1 - Q_n)P_1 + (Q_1 - Q_n)^2 E/2$$

⁴ Usou-se o preço em dezembro de 2001 (atualizados pelo IGP-M, isto é, trabalhou-se com preços em valores reais de julho de 2002).

Quadro 03: Perda Econômica (Em Milhões De R\$) para Diferentes Cenários de Restrição de Oferta

Tempo (dias)	Gasolina	GLP	Óleo Diesel	Óleo Combustível	QAV
1	118	32	119	14	8
2	251	71	283	34	18
3	377	118	424	51	27
4	532	173	653	81	39
5	701	235	927	118	54
6	886	305	1.244	162	70
7	1.085	383	1.606	213	88
8	1.299	468	2.012	271	108
9	1.528	561	2.462	335	129
10	1.772	662	2.955	406	153
11	2.030	771	3.493	484	178
12	2.304	887	4.076	569	205
13	2.592	1.011	4.702	660	234
14	2.894	1.143	5.372	758	265
15	3.212	1.282	6.086	863	297
16	3.544	1.430	6.845	975	331
17	3.891	1.584	7.647	1.093	368
18	4.253	1.747	8.494	1.219	406
19	4.629	1.917	9.384	1.351	445
20	5.021	2.095	10.319	1.489	487
21	5.427	2.281	11.298	1.635	530
22	5.848	2.474	12.320	1.787	576
23	6.283	2.675	13.387	1.946	623
24	6.734	2.884	14.498	2.112	672
25	7.199	3.100	15.653	2.285	722
26	7.679	3.324	16.853	2.464	775
27	8.173	3.556	18.096	2.651	829
28	8.683	3.796	19.383	2.844	885
29	9.207	4.043	20.715	3.043	943
30	9.746	4.298	22.090	3.250	1.003

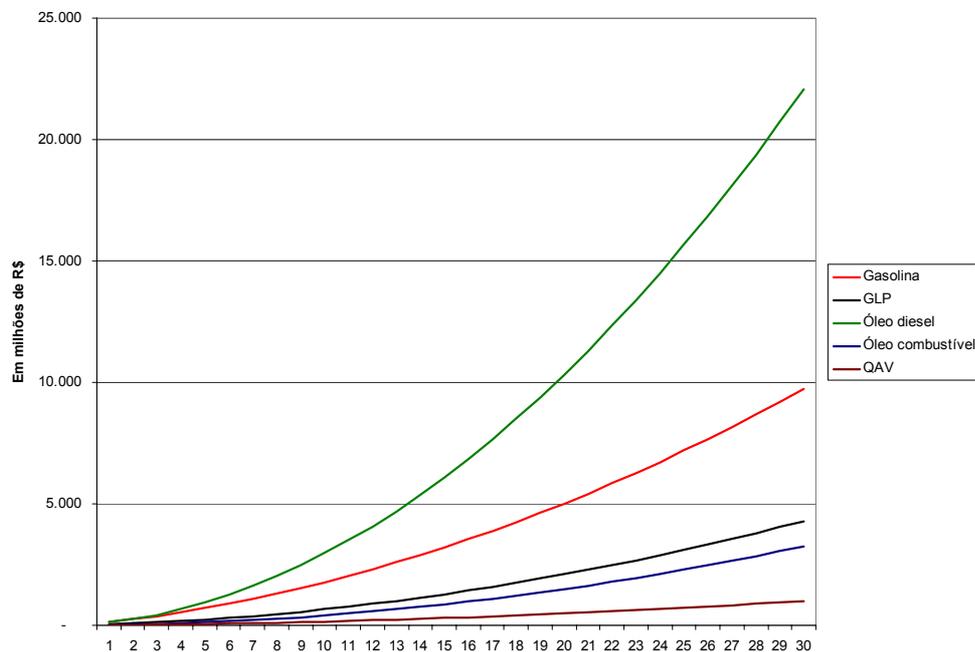


Figura 3: Evolução da Perda Econômica para Diferentes Cenários de Restrição de Oferta

Pode-se ainda verificar qual a relação deste custo da falta em relação ao valor do PIB médio diário. Estes valores estão representados no quadro 04. Vê-se, por exemplo, que a falta de um dia de GLP custa ao país o equivalente a 0,82% do PIB e a falta de um dia de óleo diesel custa o equivalente a 3,10% do PIB. Entretanto, se esta falta for correspondente a 30 dias de consumo, isto custaria ao País o equivalente a 19,13% do PIB. Importante salientar que foram feitas simulações em relação ao valor das elasticidades estimadas, usando o erro padrão dos coeficientes, não se verificando entretanto variações significativas na perda econômica.

Quadro 04: Relação Custo da Falta *versus* PIB (em %) do período

Tempo (dias)	Gasolina	GLP	Óleo Diesel	Óleo Combustível	QAV
1	3,07	0,82	3,10	0,35	0,21
2	3,26	0,92	3,67	0,44	0,23
3	3,26	1,02	3,67	0,44	0,23
4	3,45	1,12	4,24	0,53	0,25
5	3,64	1,22	4,82	0,62	0,28
6	3,84	1,32	5,39	0,70	0,30
7	4,03	1,42	5,96	0,79	0,33
8	4,22	1,52	6,53	0,88	0,35
9	4,41	1,62	7,11	0,97	0,37
10	4,60	1,72	7,68	1,06	0,40
11	4,80	1,82	8,25	1,14	0,42
12	4,99	1,92	8,82	1,23	0,44
13	5,18	2,02	9,40	1,32	0,47
14	5,37	2,12	9,97	1,41	0,49
15	5,56	2,22	10,54	1,50	0,51
16	5,75	2,32	11,11	1,58	0,54
17	5,95	2,42	11,69	1,67	0,56
18	6,14	2,52	12,26	1,76	0,59
19	6,33	2,62	12,83	1,85	0,61
20	6,52	2,72	13,40	1,93	0,63
21	6,71	2,82	13,98	2,02	0,66
22	6,91	2,92	14,55	2,11	0,68
23	7,10	3,02	15,12	2,20	0,70
24	7,29	3,12	15,69	2,29	0,73
25	7,48	3,22	16,27	2,37	0,75
26	7,67	3,32	16,84	2,46	0,77
27	7,86	3,42	17,41	2,55	0,80
28	8,06	3,52	17,98	2,64	0,82
29	8,25	3,62	18,56	2,73	0,85
30	8,44	3,72	19,13	2,81	0,87

Nota: Valor do PIB anual usado: R\$1.405.000.000.000 (fonte: IPEA)

4. Custos e Condições para Formação dos Estoques Estratégicos

O objetivo desta parte do projeto foi o levantamento dos custos envolvidos na formação, incluindo a movimentação, e a manutenção dos estoques estratégicos dos combustíveis, com base em dados de consumo de anos recentes combinados com as estimativas de demanda.

Os combustíveis considerados no estudo são: Gasolina, Diesel, QAV, GLP e Óleo Combustível.

4.1. Modelagem do Problema

A modelagem do problema se baseia no conceito de cálculo do Custo Logístico Total (CLT), que será detalhado mais adiante. Este valor será apresentado como um custo anual de formar e manter os estoques estratégicos, considerando um horizonte de vida útil do projeto de dez anos.

A modelagem tem como objetivo calcular o custo para formação e movimentação dos estoques estratégicos, mas prevê, também, uma solução racional para a localização destes estoques. Seguindo uma orientação da ANP, o modelo não vai considerar a possibilidade de armazenar os estoques estratégicos nas instalações de estocagem existentes. Serão construídas novas tancagens para armazenar os estoques estratégicos.

O modelo matemático utilizado para estudar o problema foi elaborado depois de realizar um levantamento e estudo de modelos encontrados na literatura, para resolução de problemas de formação de estoques e distribuição de combustíveis.

4.2 Cálculo do Custo Logístico para Formação, Movimentação e Manutenção dos Estoques Estratégicos

O cálculo do custo foi baseado no conceito de Custo Logístico Total (CLT), que prevê o cálculo dos custos em cada etapa do processo necessária à composição dos estoques estratégicos.

Os CLT está dividido em 03 categorias de custos:

- Custos de Investimento para Formação dos Estoques
- Custos de Movimentação para Formação dos Estoques
- Custos de Manutenção dos Estoques

4.2.1 Custo de Investimento para Formação dos Estoques

Este custo, em R\$/m³, abrange os custos inerentes à construção das tancagens para armazenagem dos estoques estratégicos. Não foram considerados os custos de aquisição, ou aluguel, dos terrenos, para a construção das tancagens. A figura 1 abaixo mostra uma curva com o custo de construção de um tanque, em função do volume de tancagem. Esta curva foi estimada com base em dados fornecidos pela ANP. Nela, obtém-se o valor de construção de um tanque, a partir do volume previsto para esse tanque. Como exemplo, pode-se observar que um tanque, com um volume de 2.000 m³, vai significar um custo de construção de R\$ 500.000,00. Esta curva foi usada para todos os combustíveis, com exceção do GLP. Para o GLP foi utilizado um valor médio unitário em de 600 US\$/m³, que transformado a uma taxa de R\$3,11 por 1 US\$, resultou em um custo unitário de R\$ 1.866,00/m³, independente do volume a construir.

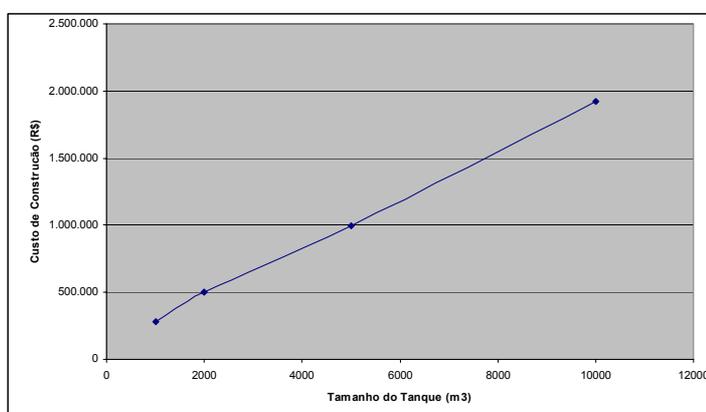


Figura 3: Custo de Construção em Função do Volume de Tancagem

4.2.2 Custos de Movimentação para Formação dos Estoques

São os custos referentes à movimentação dos produtos, dentro do escopo da análise. Inclui os fretes de transferência, entre refinarias, terminais e bases. Todos os cálculos de frete serão diferenciados por tipo de produto e modal de transporte.

4.2.3 Custos para Manutenção dos Estoques

São os custos relativos à manutenção dos estoques estáticos, em condições para utilização quando necessário, e os custos de oportunidade associados ao valor do estoque imobilizado. Compõe-se dos custos de armazenagem e de estoque:

- Os custos de Armazenagem são formados considerando itens como: mão-de-obra (própria/terceirizada), custos variáveis de carga de descarga dos produtos nas origens e destinos, etc. No entanto, para efeitos deste estudo, todos estes componentes estão sendo considerados de forma agregada, resultando num valor em R\$/m³ de produto movimentado na respectiva base, estimado a partir de dados fornecidos pela ANP. A figura 2, abaixo, representa os custos unitários de armazenagem em função do volume movimentado. Esta curva foi usada para todos os combustíveis, com exceção do GLP,

para o qual foi adotado um custo unitário 40% acima do custo unitário médio para os demais combustíveis resultando num valor de 4,20 R\$/m³, independente do volume movimentado.

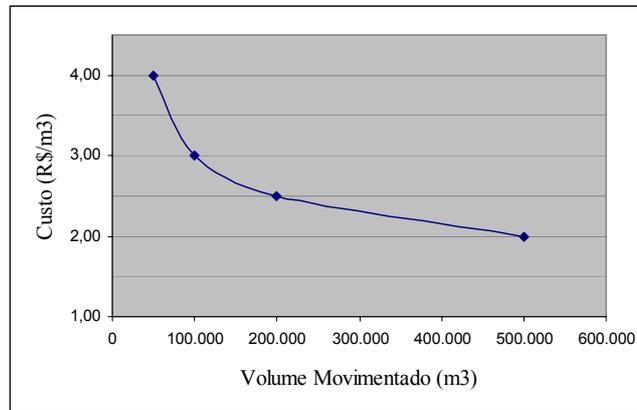


Figura 4: Custo unitário de armazenagem em R\$/m³ em função do volume Movimentado.

- O custo de Estoque, é o custo financeiro associado ao valor do estoque do produto imobilizado. É calculado da seguinte forma:

Custo do estoque = valor do estoque x taxa mínima atrativa,

onde, valor do estoque = volume de produto x preço de aquisição na refinaria, sem impostos.

O resultado do CLT servirá como base de comparação com os valores do déficit causado pela falta dos produtos. A expectativa é que esta comparação dê subsídios à decisão de formar ou não estoques estratégicos de combustíveis.

4.3. Etapas do Estudo

O estudo foi dividido em 5 etapas, sendo a última etapa -Resultados e Recomendações- gerada pela análise dos resultados de todos os grupos de trabalho do Projeto.

Seguem as etapas do estudo contendo seus objetivos e respectivas descrições de atividades.

Etapa 1 - Definição do Escopo

Objetivo: definir o escopo de estudo do Projeto, no que se refere à cadeia logística, e levantar dados em um nível agregado, para iniciar os estudos e a coleta de dados. Esta etapa incluiu:

- Identificação da estrutura da rede de distribuição;
- Validação da estrutura da rede de distribuição;
- Definição do escopo de estudo;
- Validação do escopo de estudo.

Nesta etapa procurou-se entender, de uma forma geral, a estrutura da rede de distribuição de combustíveis para, assim definir o escopo de estudo. Ou seja, tratava-se de definir em que níveis da cadeia seriam, a princípio, formados os estoques estratégicos. Esta tarefa foi finalizada após o desenho do macro fluxo de distribuição de combustíveis, quando foi decidido que os estoques estratégicos seriam localizados considerando as seguintes entidades da cadeia: refinarias, terminais e bases (primárias ou secundárias). A distribuição final não foi considerada. No entanto, os valores de demanda, agregados por cada município, foram usados para estimar os volumes associados às bases secundárias e primárias. Um esquema do escopo do sub-projeto é mostrado na figura 3, abaixo.

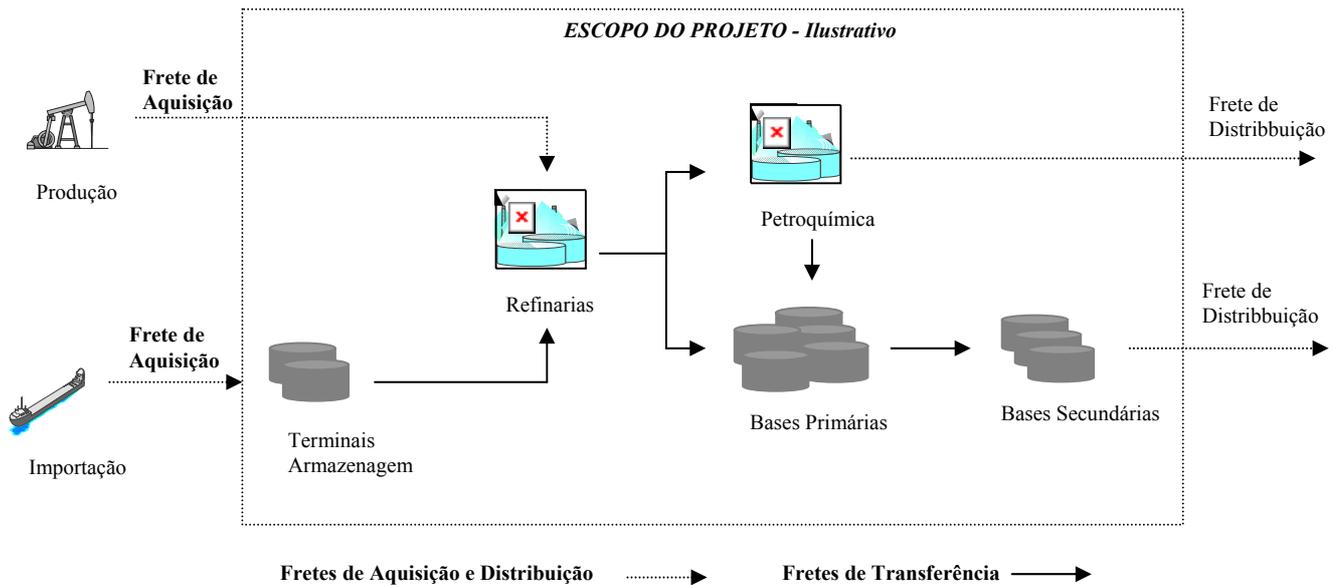


Figura 5: Escopo Geral do Sub-projeto

Etapa 2 - Definição do Modelo de Análise e Coleta de Dados

Objetivo: estudar os modelos existentes na literatura e adaptá-los ao projeto. Paralelamente, nesta fase foi iniciado o levantamento das fontes para coleta de dados e a coleta de dados em si. A etapa incluiu:

- Definição do modelo matemático;
- Levantamento e coleta de dados para o modelo;
- Validação dos dados levantados;
- Modelagem da rede de distribuição com um Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Nesta fase, teve um grande peso a coleta de dados para o projeto. Os dados coletados tinham como objetivo levantar a demanda, de cada combustível, segmentada por município e coletar dados relativos à malha logística, isto é, identificar todos os caminhos, entre as origens e os destinos, para cada combustível em todo o país, dentro do escopo do projeto, assim como os custos associados à formação dos estoques.

Nesta fase, todas as entidades da cadeia logística (refinarias, bases, terminais, fluxos e as redes dos principais modais de transporte) foram georeferenciadas em um SIG.

No que se refere à definição do modelo matemático, nesta fase foram realizadas as pesquisas bibliográficas (literaturas nacionais e internacionais). A análise da literatura não permitiu identificar nenhuma publicação diretamente relacionada ao tema em estudo - Formação de Estoques Estratégicos. O estudo serviu para compor um quadro geral das diferentes formas de abordar certos aspectos do estudo de distribuição de petróleo. Com base na experiência do grupo em estudos de logística e redes de transporte, definiu-se o modelo a ser utilizado, considerando suas hipóteses e restrições. O modelo matemático que expressa o custo de formação de estoques está detalhado no item "Modelo Matemático" deste relatório.

Etapa 3 - Construção do Modelo e Procedimento de análise.

Objetivo: construir o modelo matemático para cálculo do CLT, e o método de análise dos resultados. O estudo incluiu os seguintes componentes.

- Modelagem da malha logística;
- Levantamento da demanda por município;
- Definição da área de influência de cada base;
- Levantamento da demanda agregada por base secundária e base primária;
- Levantamento dos custos de transporte;
- Decisão entre as alternativas de aproveitar capacidades existentes e construção de tancagens exclusivas para o estoque estratégico;
- Decisão sobre os locais para a construção das tancagens para os estoques estratégicos;
- Implementação do modelo matemático de cálculo dos custos logísticos totais;
- Realização de testes e correções do modelo;
- Formatação final dos dados para o modelo;
- Geração de resultados para um Estudo Piloto.

O produto definido para o Estudo Piloto foi o GLP. O GLP foi escolhido por ser o produto que apresentava a maior facilidade quanto à coleta de dados, pois já existia na ANP um estudo para o produto⁵. Do estudo foram obtidos os dados, que permitiram modelar a malha logística de movimentação deste produto.

Foram levantados, na ANP, os dados de demanda agregada, por município, para o ano de 2001 e obtida a demanda média de um dia.

Foi definida a área de influência de cada base, alocando cada município à base mais próxima da sua sede. A partir daí, a demanda de cada base foi calculada pela soma das demandas diárias dos municípios. Por sua vez, a demanda de cada base primária foi definida pela soma das demandas dos municípios da sua área de influência, mais a parte da demanda de cada base secundária servida por esta base primária. Este último dado foi obtido a partir da descrição da malha logística e de dados, ambos fornecidos pela ANP (DCP)⁶.

Havia uma decisão a tomar, com relação a duas alternativas para armazenagem do estoque estratégico: Ou utilizar, ao máximo, a capacidade disponível acima do estoque operacional em cada refinaria, terminal, base primária ou secundária, e apenas complementar a capacidade com a construção

⁵ Estudo de Infraestrutura e Perspectivas para o GLP de 2000 a 2005

⁶ Demonstrativo de Controle de Produtos

de novas tancagens; ou construir novas tancagens exclusivas para o estoque estratégico. Seguindo orientações da ANP, optou-se pela construção de novas tancagens exclusivas para o estoque estratégico.

Agora, havia uma decisão a tomar com relação ao local de construção das novas tancagens. Foi definido, seguindo também a orientação da ANP, que os estoques estratégicos estariam localizados nas Bases Primárias. Esta premissa foi adotada para todos os combustíveis. A decisão pelo estoque nas Bases Primárias tem como justificativa o seguinte: se os estoques estratégicos fossem armazenados no início da cadeia (refinarias ou terminais) um evento, que ocorresse na origem, prejudicaria o abastecimento de todas as regiões atendidas pela respectiva instalação. Se os estoques fossem armazenados nas Bases Secundárias, haveria uma menor vulnerabilidade a eventos caóticos, mas se estaria incorrendo em um custo maior para formação, e a mobilidade do produto ficaria prejudicada no caso da necessidade de utilização em diferentes regiões. A opção pela base primária é um compromisso entre segurança contra eventos caóticos e custos de formação e distribuição, além de dar maior agilidade a uma eventual distribuição. Essa opção também distribui a responsabilidade por várias empresas de distribuição e não concentra esta responsabilidade apenas na Petrobrás (no caso da instalação junto às refinarias).

Uma outra decisão tomada nesta fase foi com relação às opções de volumes de estoques estratégicos a serem armazenados. O volume de estoque estratégico está associado ao número de dias de falta que se pretende cobrir com o estoque. Foi definido que seriam analisados os seguintes períodos de uma suposta falta de produto: 1, 5, 10, 15, 20 e 30 dias de falta; para cada produto. Como a ocorrência de eventos que podem impactar na falta de produtos são eventos de natureza interna, o horizonte máximo de 30 dias de estoques é justificado por ser este o período considerado como o máximo necessário para a importação de produtos, no caso de falta.

Etapa 4 - Geração e Análise dos Resultados

Objetivo: aplicar o modelo desenvolvido para todos os combustíveis a fim de calcular o CLT para cada um deles. Analisar o CLT juntamente com o custo do déficit para cada produto. As atividades são:

- Realização do estudo completo para cada combustível;
- Geração dos resultados para cada combustível;

Os resultados e premissas adotadas para o cálculo do CLT para cada produto estão detalhados no item "Resultados" deste relatório.

Etapa 5 - Recomendações

Objetivo: consolidar os resultados do estudo da relação entre CLT x Custo do Déficit, para cada produto, de forma a cotejar estes resultados junto com os estudos envolvendo cálculos probabilísticos.

Esta etapa será realizada com a participação de todos os Sub-Grupos do Projeto e consultores, pois as recomendações devem ser discutidas e validadas com todos os envolvidos.

As recomendações serão apresentadas de forma geral na conclusão do Projeto.

4.4. Resultados

O estudo tem como objetivo obter o cálculo do Custo Logístico Total para 05 (cinco) combustíveis. São eles:

- GLP (Gás Liquefeito de Petróleo)
- Qav (Querosene de Aviação)
- Gasolina
- Óleo Diesel
- Óleo Combustível

Os resultados serão apresentados para cada combustível, em separado. Porém, as premissas que foram adotadas para todos os combustíveis serão apresentadas no início desta seção com o título "Considerações Gerais".

O resultado a ser apresentado para cada combustível contém os seguintes tópicos:

1. Sumário do Custo Logístico Total anualizado, destacando cada componente de custo com seus respectivos valores;
2. Localização e Volume dos Estoques Estratégicos para o respectivo produto;
3. Premissas adotadas, em particular, para o respectivo produto;
4. Mapa apontando a localização dos estoques estratégicos.

4.4.1 Considerações Gerais

- Os resultados de custos representam custos anuais para dispor de estoques estratégicos para atender à demanda de 1, 5, 10, 15, 20 ou 30 dias;
- Todos os dados têm como fonte direta a ANP;
- Os estoques estratégicos serão alocados utilizando apenas novas tancagens. Não está sendo considerada a capacidade ociosa das instalações existentes;
- As construções são amortizadas em 10 anos;
- O horizonte de planejamento para armazenagem dos estoques estratégicos é de 10 anos. No final deste período, considera-se que o produto estocado será vendido pelo mesmo preço de aquisição, de forma que só será considerado o custo financeiro, devido ao capital imobilizado em estoque;
- A Taxa de Retorno considerada nos cálculos financeiros é de 12% a.a.;

Estimativa da demanda.

- Ano base utilizada para demanda: 2001. Foi considerada a média diária dos 12 meses do ano;
- A menor divisão geográfica considerada no projeto é no nível de município;
- As instalações estão geo-referenciadas nos centros geográficos dos municípios;
- Modelo está considerando distâncias reais nos caminhos mínimos entre origem e destino;
- Os municípios são atendidos pela base mais próxima;
- A demanda de cada Base Primária é a soma do volume requerido pelas Bases Secundárias que ela atende, somada à demanda dos municípios atendidos diretamente pela própria Base Primária;
- A demanda de cada Base é a soma da demanda dos municípios da área de influência da respectiva base;

- Para o caso de Base Primária, atendida por mais de uma refinaria, o volume total, transportado das refinarias para as bases, está ponderado pelo percentual total da demanda atendida pela respectiva refinaria.

Estimativa de custos de movimentação para formação dos estoques

- A malha logística inclui os pares origem-destino e os modais utilizados nos respectivos caminhos;
- Estão incluídos, nos custos de transporte, os custos de operação de terminais marítimos;
- O transporte de produtos através de dutos curtos (dutos dentro do próprio município) está sendo considerado no cálculo do custo de transportes, exceto para o estudo do GLP;
- Cada produto tem um período de validade, ao fim do qual, o estoque deverá ser repostos. Os custos de transporte e armazenagem são novamente incorridos a cada período de vencimento da validade do produto;
- Todas as entidades da cadeia logística foram geo-referenciadas. São elas:
 - Pontos de estocagem: Refinarias, Terminais e Bases;
 - Malha logística, nos trajetos: Fornecedor - Base Primária e Base Primária - Base Secundária;
 - Malha de transportes com os seguintes modais: Rodoviário, Ferroviário, Dutoviário, Cabotagem e Lacustre;
 - Áreas de influência otimizada, ou seja, a área de atendimento de cada Base Primária determinada no estudo. Não é a área de influência real praticada pelo mercado, hoje. A área foi definida associando cada município à base geograficamente mais próxima.

4.4.2 GLP (Gás Liquefeito de Petróleo)

4.4.2.1- Custo Logístico Total

<i>Componentes do Custo Logístico Total</i>	<i>Período de Falta (dias)</i>					
	Custo Logístico do Componente (R\$)					
	01	05	10	15	20	30
<i>Volume de Estoque Estratégico (ton)</i>	16.834	84.170	168.340	252.510	336.680	505.020
<i>Construção</i>	3.057.708	15.288.542	30.577.084	45.865.625	61.154.167	91.731.251
<i>Estoque</i>	1.450.183	7.250.917	14.501.833	21.752.750	29.003.667	43.505.500
<i>Transporte</i>	568.132	2.709.355	5.418.710	8.128.065	10.837.420	17.043.972
<i>Armazenagem</i>	46.647	233.234	466.468	699.702	932.937	1.399.405
CUSTO LOGÍSTICO TOTAL	5.122.671	25.482.048	50.964.095	76.446.143	101.928.191	153.680.128

4.4.2.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta)

<i>Cidade</i>	<i>Estado</i>	<i>Volume Estoque Estratégico (ton)</i>
ARACAJU	SE	239
ARACATUBA	SP	76
ARAUCARIA	PR	1.362
BARRA DE SÃO FRANCISCO	ES	100
BARUERI	SP	470
BELÉM	PA	491
BETIM	MG	1305
BRASÍLIA	DF	278
CANOAS	RS	1.313
DUQUE DE CAXIAS	RJ	1.094
FORTALEZA	CE	557
GOIÂNIA	GO	661
GUAMARE	RN	115
ITAJAÍ	SC	223
ILHÉUS	BA	68
IPOJUCA	PE	909
ITABUNA	BA	62
JEQUIÉ	BA	103
MACAÉ	RJ	373
MANAUS	AM	213
MAUÁ	SP	901
NATAL	RN	143
OSASCO	SP	229
PAULÍNIA	SP	2.141
PORTO VELHO	RO	126
RIBEIRÃO PRETO	SP	324
RIO DE JANEIRO	RJ	180
SÃO JOSE DO RIO PRETO	SP	90
SANTO ANDRÉ	SP	53
SANTOS	SP	183
SÃO FRANCISCO DO CONDE	BA	746
SÃO JOSE DOS CAMPOS	SP	799
SÃO LUIS	MA	305
SÃO PAULO	SP	368
UBERLÂNDIA	SP	234
VOLUME TOTAL		16.834

4.4.2.3 - Premissas adotadas para o GLP

- Preço do produto (dezembro de 2001): R\$ 692/ton. Como todos os valores de preço adotados no projeto, este valor foi atualizado para julho de 2002 com base no IGP-M. O preço adotado foi então R\$ 718/ton. Consideramos, para simplificar, que o preço do produto não varia de acordo com sua origem produtiva, ou seja, não há distinção entre preço nacional e importado.
- Não estão incluídos custos de cabotagem.
- Custos de Transporte
 - Rodoviário: Foi obtido com base numa tabela relacionando "custo x volume x distância", fornecida pela ANP. Foi construída uma espécie de "tabela 2x2" para o GLP.
 - Ferroviário: Há somente um trecho, dentro do escopo, que opera com este modal (Canoas-RS). Este trecho não foi considerado no estudo.
 - Dutoviário: O transporte dutoviário entre instalações dentro do mesmo município não foi considerado.
 - Fluvial: foi considerado com custo correspondente a 66% acima do custo fluvial para transporte dos derivados claros.
- Custos de operação de base: 4,20R\$/m³. Foi estimado com 40% acima do custo de operação de bases para claros;
- Custos de armazenagem de terminal terrestre - considerados iguais aos custos de operação de base;
- Custos de Construção = US\$ 600/m³ . Não está sendo considerado ganho de escala, uma vez que o custo obtido junto à ANP já é um valor médio.
- O prazo de validade do produto é de 1 ano.



ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL

4.4.3 QAV (Querosene de Aviação)

4.4.3.1 - Custo Logístico Total

<i>Componentes do Custo Logístico Total</i>	<i>Período de Falta (dias)</i>					
	Custo Logístico do Componente (R\$)					
	01	05	10	15	20	30
<i>Volume de Estoque Estratégico (m³)</i>	10.999	54.995	109.991	164.986	219.981	329.972
<i>Construção</i>	481.160	2.040.617	3.888.724	5.768.451	7.596.915	11.374.690
<i>Transporte</i>	1.194.593	5.972.965	11.945.931	17.918.896	23.891.861	35.837.792
<i>Estoque</i>	577.934	2.889.668	5.779.336	8.669.004	11.558.673	17.338.009
<i>Armazenagem</i>	463.876	1.706.442	3.063.001	4.356.192	5.673.719	8.248.408
CUSTO LOGÍSTICO TOTAL	2.717.563	12.609.693	24.676.992	36.712.544	48.721.167	72.798.899

4.4.3.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta)

<i>Cidade</i>	<i>Estado</i>	<i>Volume Estoque Estratégico (m³)</i>
ARAUCÁRIA	PR	357
BARUERI	SP	2
BELÉM	PA	527
BETIM	MG	276
BIGUAÇU	SC	203
BRASÍLIA	DF	745
CANOAS	RS	143
CRUZEIRO DO SUL	AC	6
DUQUE DE CAXIAS	RJ	108
ESTEIO	RS	161
FORTALEZA	CE	292
GUARULHOS	SP	3.560
IPOJUCA	PE	43
MACEIO	AL	58
MANAUS	AM	344
NATAL	RN	114
PAULÍNIA	SP	1.095
PORTO VELHO	RO	62
RECIFE	PE	480
RIO DE JANEIRO	RJ	1.428
SANTAREM	PA	32
SÃO FRANCISCO DO CONDE	BA	740
SÃO JOSE DOS CAMPOS	SP	47
SAO LUIS	MA	119
VITORIA	ES	57
VOLUME TOTAL		10.999

4.4.3.3 - Premissas adotadas para o QAV

- Preço do produto, em dezembro de 2001, atualizado pelo IGP-M para julho de 2002 (R\$/m3): 437,87
- Não estão incluídos custos de cabotagem.
- Custos de Transporte
 - Rodoviário: Tabela 2x2 com 15% de desconto
 - Ferroviário: O trecho considerado foi Araucária – Biguaçu. Frete médio obtido de tabela fornecida pela ANP
 - Dutoviário: Valores Transpetro
 - Fluvial: Tabela de preços fornecida pela ANP
 - Cabotagem: não incluído
- Custos de Operação de base: dados retirados do gráfico, mostrado na Figura 4 deste relatório
- Custos de Construção : dados retirados do gráfico, mostrado na Figura 3 deste relatório
- O prazo de validade do produto é de 1 mês.

4.4.3.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de QAV





ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL

4.4.4 Gasolina

4.4.4.1 - Custo Logístico Total

<i>Componentes do Custo Logístico Total</i>	<i>Período de Falta (dias)</i>					
	Custo Logístico do Componente (R\$)					
	01	05	10	15	20	30
<i>Volume de Estoque Estratégico (m³)</i>	60.045	300.224	600.449	900.673	1.200.898	1.801.347
<i>Construção</i>	2.419.987	10.365.150	20.528.210	30.725.935	40.945.148	61.408.732
<i>Transporte</i>	2.544.364	12.721.821	25.443.642	38.165.462	50.887.283	76.330.925
<i>Estoque</i>	3.991.192	19.955.961	39.911.922	59.867.883	79.823.843	119.735.765
<i>Armazenagem</i>	2.232.798	8.023.406	14.865.131	21.782.598	28.994.337	43.260.357
<i>CUSTO LOGÍSTICO TOTAL</i>	11.188.341	51.066.337	100.748.904	150.541.878	200.650.612	300.735.779

4.4.4.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta)

<i>Cidade</i>	<i>Estado</i>	<i>Volume Estoque Estratégico (m³)</i>
ARAUCARIA	PR	4.336
BARUERI	SP	2.134
BELEM	PA	1.132
BETIM	MG	4.925
BIGUACU	SC	1.173
BRASILIA	DF	1.974
CABEDELO	PB	487
CANDEIAS	BA	1.029
CANOAS	RS	2.539
CUBATAO	SP	1.673
DUQUE DE CAXIAS	RJ	4.639
ESTEIO	RS	1.701
FORTALEZA	CE	1.510
GOIANIA	GO	1.340
GUARAMIRIM	SC	582
GUARULHOS	SP	966
IPOJUCA	PE	235
ITABUNA	BA	257
ITAJAI	SC	624
JEQUIE	BA	320
LARANJEIRAS	SE	486
MACEIO	AL	489
MANAUS	AM	1.208
NATAL	RN	502
PAULINIA	SP	5.893
RIBEIRAO PRETO	SP	1.458
RIO GRANDE	RS	986
SAO CAETANO DO SUL	SP	156
SAO FRANCISCO DO CONDE	BA	1.048
SAO JOSE DOS CAMPOS	SP	1.275
SAO LUIS	MA	1.135
SAO PAULO	SP	7.202
SENADOR CANEDO	GO	409

UBERLANDIA	MG	895
VILA VELHA	ES	472
VITORIA	ES	641
VOLTA REDONDA	RJ	915
RECIFE	PE	982
MACAPA	AP	317
VOLUME TOTAL		60.045

4.4.4.3 - Premissas adotadas para a Gasolina

- Preço do produto, em dezembro de 2001, atualizado pelo IGP-M para julho de 2002 (R\$/m³): 553,92
- Não estão incluídos custos de cabotagem.
- Custos de Transporte
 - Rodoviário: Tabela 2x2 com 15% de desconto
 - Ferroviário: não há trecho com o modal ferroviário
 - Dutoviário: Valores Transpetro
 - Fluvial: Tabela de preços fornecida pela ANP
- Custos de Operação de base: dados retirados do gráfico mostrado na Figura 4 deste relatório
- Custos de Construção : dados retirados do gráfico mostrado na Figura 3 deste relatório
- O prazo de validade do produto é de 1 mês.

4.4.4.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Gasolina





ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS RELATÓRIO FINAL

4.4.5 Diesel

4.4.5.1 - Custo Logístico Total

<i>Componentes do Custo Logístico Total</i>	<i>Período de Falta (dias)</i>					
	Custo Logístico do Componente (R\$)					
	01	05	10	15	20	30
<i>Volume de Estoque Estratégico (m³)</i>	100.272	501.359	1.002.717	1.504.076	2.005.435	3.008.152
<i>Construção</i>	3.799.081	17.173.036	34.216.438	51.291.957	68.376.221	102.557.811
<i>Transporte</i>	2.979.775	14.898.877	29.797.754	44.696.631	59.595.508	89.393.263
<i>Estoque</i>	6.749.934	33.749.672	67.499.344	101.249.016	134.998.688	202.498.032
<i>Armazenagem</i>	1.681.812	6.298.753	12.154.294	18.087.976	24.107.066	36.123.722
<i>CUSTO LOGÍSTICO TOTAL</i>	15.210.603	72.120.337	143.667.830	215.325.580	287.077.483	430.572.828

4.4.5.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta)

<i>Cidade</i>	<i>Estado</i>	<i>Estoque Estratégico (m³)</i>
ARAUCARIA	PR	8.721
BARUERI	SP	2.906
BELEM	PA	2.380
BETIM	MG	7.626
BIGUACU	SC	1.295
BRASILIA	DF	2.210
CABEDELO	PB	634
CANOAS	RS	4.849
CUBATAO	SP	1.528
DUQUE DE CAXIAS	RJ	5.155
ESTEIO	RS	1.895
FORTALEZA	CE	2.264
GOIANIA	GO	3.498
GUARAMIRIM	SC	1.013
GUARULHOS	SP	1.224
IPOJUCA	PE	555
ITABUNA	BA	474
ITAJAI	SC	1.769
JEQUIE	BA	1.236
JUAZEIRO	BA	690
LARANJEIRAS	SE	804
MACEIO	AL	932
MANAUS	AM	2.574
NATAL	RN	664
PAULINIA	SP	14.241
PINHAI	PR	2.402
RIBEIRAO PRETO	SP	3.214
RIO GRANDE	RS	976
SANTANA	AP	737
SAO CAETANO DO SUL	SP	59
SAO FRANCISCO DO CONDE	BA	1.904



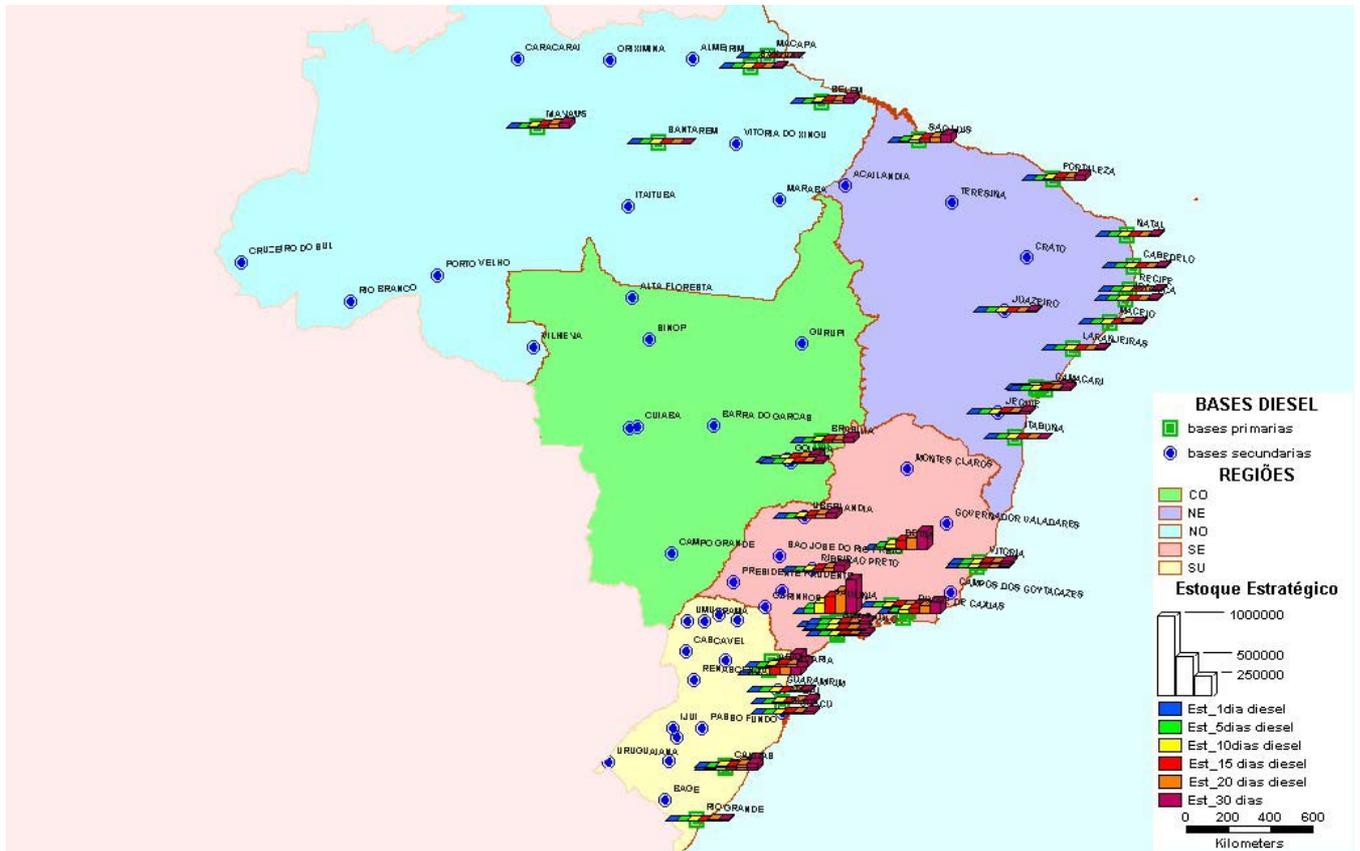
ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL

SAO JOSE DOS CAMPOS	SP	1.735
SAO LUIS	MA	3.306
SAO PAULO	SP	4.398
SENADOR CANEDO	GO	1.649
UBERLANDIA	MG	2.527
VILA VELHA	ES	568
VITORIA	ES	1.194
VOLTA REDONDA	RJ	1.675
SANTAREM	PA	171
RECIFE	PE	851
MACAPA	AP	293
CANDEIAS	BA	1.477
VOLUME TOTAL		100.272

4.4.5.3 - Premissas adotadas para a Diesel

- Preço do produto, em dezembro de 2001, atualizado pelo IGP-M para julho de 2002 (R\$/m³): 560,97
- Não estão incluídos custos de cabotagem.
- Custos de Transporte
 - Rodoviário: Tabela 2x2 com 15% de desconto
 - Ferroviário: Foram considerados 2 trechos: RELAN-Juazeiro e RELAN-Laranjeiras
 - Dutoviário: Valores Transpetro
 - Fluvial: Tabela de preços fornecida pela ANP
- Custos de Operação de base: dados retirados do gráfico mostrado na Figura 4 deste relatório
- Custos de Construção : dados retirados do gráfico mostrado na Figura 3 deste relatório
- O prazo de validade do produto é de 2 meses.

4.4.5.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Diesel





ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL

4.4.6 Óleo Combustível

4.4.6.1 - Custo Logístico Total

<i>Componentes do Custo Logístico Total</i>	<i>Período de Falta (dias)</i>					
	Custo Logístico do Componente (R\$)					
	01	05	10	15	20	30
<i>Volume de Estoque Estratégico (ton)</i>	25.514	125.404	250.808	376.212	510.285	765.427
<i>Construção</i>	1.088.565	4.535.011	8.817.007	13.211.094	17.819.677	26.666.946
<i>Transporte</i>	475.576	2.377.879	4.755.758	7.133.637	9.511.516	14.267.274
<i>Estoque</i>	1.135.445	5.580.790	11.161.579	16.742.369	22.708.907	34.063.361
<i>Armazenagem</i>	519.311	1.844.774	3.244.424	4.696.145	6.304.894	9.299.894
CUSTO LOGÍSTICO TOTAL	3.218.897	14.338.453	27.978.769	41.783.245	56.344.994	84.297.476

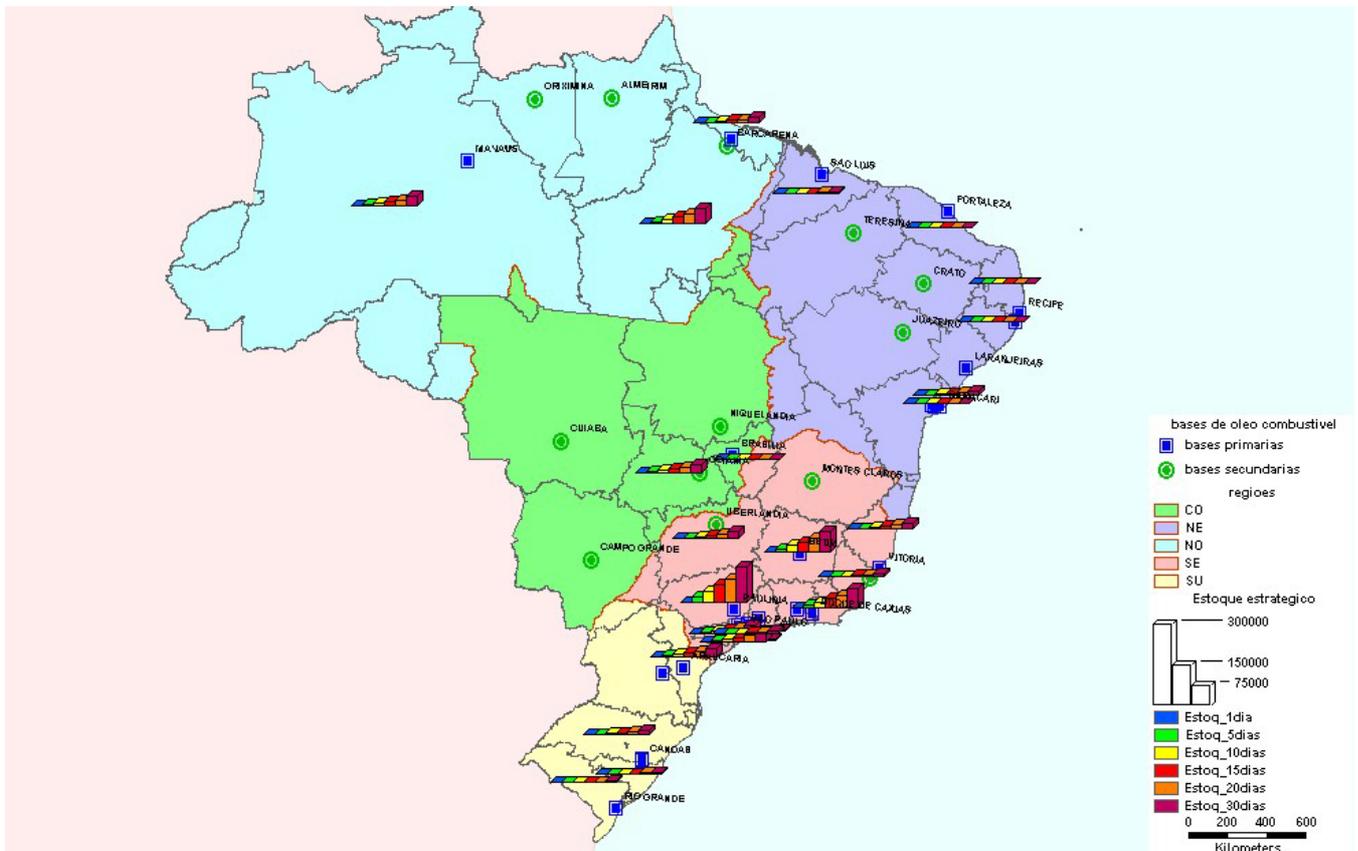
4.4.6.2 - Localização e Volume dos Estoques (1 dia de falta)

<i>Cidade</i>	<i>Estado</i>	<i>Estoque Estratégico (ton)</i>
ANCHIETA	ES	433
ARAUCARIA	PR	1.124
BARCARENA	PA	1.952
BARUERI	SP	1.081
BELEM	PA	759
BETIM	MG	2.678
BRASÍLIA	DF	44
CAMAÇARI	BA	539
CANOAS	RS	319
CUBATAO	SP	247
DUQUE DE CAXIAS	RJ	2.449
ESTEIO	RS	622
FORTALEZA	CE	115
GOIÂNIA	GO	1.088
IPOJUCA	PE	37
MANAUS	AM	1.226
MAUA	SP	273
PAULÍNIA	SP	4.462
RIO GRANDE	RS	265
SANTO ANDRE	SP	413
SÃO CAETANO DO SUL	SP	207
SÃO FRANCISCO DO CONDE	BA	123
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	SP	817
SÃO LUIS	MA	292
SÃO PAULO	SP	1.325
UBERLÂNDIA	MG	859
VITÓRIA	ES	822
CANDEIAS	BA	87
RECIFE	PE	116
SÃO MATEUS DO SUL	RS	524
VOLTA REDONDA	RJ	217
VOLUME TOTAL		25.514

4.4.6.3 - Premissas adotadas para o Óleo Combustível

- Preço do produto, em dezembro de 2001, atualizado pelo IGP-M para julho de 2002 (R\$/m³): 370,85
- Não estão incluídos custos de cabotagem.
- Custos de Transporte
 - Rodoviário: Tabela 2x2, para escuros, com 15% de desconto
 - Ferroviário: não há trecho com o modal ferroviário
 - Dutoviário: Valores Transpetro
 - Fluvial: não há trecho com este modal
 - Cabotagem: não incluído
- Custos de Operação de base: dados retirados do gráfico mostrado na Figura 4 deste relatório
- Custos de Construção : dados retirados do gráfico mostrado na Figura 3 deste relatório
- O prazo de validade do produto é de 2 meses.

4.4.6.4 Mapa de Localização dos Estoques Estratégicos de Óleo Combustível



4.5. Modelo Matemático

A seguir será apresentado o modelo matemático usado para calcular os custos logísticos totais de cada combustível. Os cálculos foram implementados usando planilha Excel.

4.5.1 Custo de Estoque

O custo médio anual de manter o estoque por "n" dias em uma base "a", seria dado por:

$$CE_a = \alpha \mu E_{Ra}$$

onde:

- E_{Ra} , para cada base primária, seria a soma de todos os estoques das bases secundárias abastecidas pela base primária "a" para atender à demanda durante o período de "n" dias, associado ao estoque estratégico, somado à demanda atendida pela própria base primária "a";
- α , é a taxa de custo financeiro por ano; e
- μ , o valor médio unitário do produto [\$/ton ; \$/m³].

Sendo Vol_{ab} , o total enviado da base primária "a" para a base secundária b, e Vol_a o volume total atendido diretamente pela base "a", o estoque de reserva será:

$$E_{Ra} = \sum_{b \in BS_a} Vol_{ab} + Vol_a$$

onde, $b \in BS_a$ significa, base secundária "b" pertencente ao conjunto de bases secundárias abastecidas pela base primária "a".

4.5.2 Custo de Transporte

Uma base primária pode ser atendida por várias refinarias ou terminais. Cada refinaria ou terminal pode realizar o abastecimento utilizando vários modos de transporte.

O custo anual de transporte para abastecer uma base primária "a" desde todas as refinarias ou terminais, denotados pela letra "o", seria dado por:

$$CT_a = \sum_o \sum_m f_a^o * p_{oa}^m * E_{Ra} * C^m(f_a^o * p_{oa}^m * E_{Ra}, d_{oa}^m) * freq$$

sendo:

- " d_{oa}^m " a distancia entre o ponto de fornecimento e a respectiva base, pelo modo de transporte "m";
- $C^m(f_a^o * p_{oa}^m * E_{Ra}, d_{oa}^m)$, o custo de transporte por tonelada, utilizando o modo de transporte "m";
- f_a^o , a fração de volume enviado para a base "a" desde a origem "o";

- p_{oa}^m , a fração do produto transportado pelo modo de transporte "m" entre "o" e "a"; e
- $freq$, a frequência anual de abastecimento do respectivo produto, que é dada por:

$freq = 12 / val$, onde "val" é a validade do produto, em meses.

4.5.3 Custo de Armazenagem

O custo de armazenagem é função de

- Custo médio unitário em função do volume movimentado.
- Frequência de renovação do estoque.

$$CARMa = C_{arm} (E_{Ra}) * E_{Ra} * freq$$

onde:

- C_{arm} , é o custo unitário de armazenagem em função do volume movimentado
- E_{Ra} e $freq$. Já forma definidos anteriormente.

4.5.4 Custo Logístico Total

O custo total de estoque, transporte e armazenagem, para todas as bases primárias é, então:

$$C_{total} = \sum_a CE_a + CT_a + CARMa$$

4.6 Procedimento para os Cálculos do Custo Logístico Total (CLT)

O Custo Logístico Total (CLT) é composto dos custos de estoque, armazenagem, construção e transportes já descritos anteriormente. Cada um destes custos foi calculado separadamente, a partir de variáveis próprias de cada tipo de custo possibilitando, em alguns casos, incorporar ganhos de escala com o aumento do volume.

Resumidamente, cada componente de custo foi calculado seguindo os procedimentos de cálculo abaixo:

Procedimento Geral

Passo 0

Determinar o volume total do estoque estratégico para cada base primária.

Volume total de estoque = volume alocado na base primária + volume alocado nas bases secundárias atendidas pela base primária

Determinar o giro anual do produto.

Giro do Produto = 12/validade (meses)



ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS RELATÓRIO FINAL

Custo de Construção

- Passo 1** Determinar o custo unitário de construção para cada base, considerando um ganho de escala segundo as regras:
Se **volume total do estoque** < 1000 m³ então tarifa = 279 R\$/m³;
senão
Se **volume total do estoque** < 2000 m³ então tarifa = 252 R\$/m³
senão
Se **volume total do estoque** < 5000 m³ então tarifa = 199,8 R\$/m³
senão tarifa = 192,60 R\$/m³
- Passo 2** Calcular o Custo Total de Construção como a soma dos custos de construção de cada base .

Custo Anual de Armazenagem

- Passo 1** Determinar o custo unitário de armazenagem, considerando ganho de escala, segundo as regras:
Se o **volume total do estoque** mensal < 50.000 m³, então
tarifa = 4,00 R\$/m³ movimentado
senão
Se **volume total do estoque** mensal < 100.000 m³ então
tarifa = 3,00 R\$/m³ movimentado
senão
Se **volume total do estoque** mensal < 200.000 m³, então
tarifa = 2,50 R\$/m³ movimentado
senão
tarifa = 2.00 R\$/m³ movimentado
- Passo 2** Determinar o custo anual de armazenagem de cada base, que será o **volume total do estoque x tarifa x giro do produto**.
- Passo 3** Calcular o custo total de armazenagem como a soma dos custos de armazenagem de cada base

Custo Anual de Transporte

- Passo 0** Desenhar a malha logística para cada base primária, ou seja, determinar o pólo supridor (refinaria ou terminal), e o respectivo modal de transporte utilizado para este suprimento
- Passo 1** Para cada par "origem-destino", determinar o percentual do volume atendido por cada modal de transporte.

- Passo 2** Para cada modal, determinar a tarifa de transporte, ou seja:
Se modal = rodoviário então
tarifa é a tabela 2 x 2, com 15% de desconto.
senão
Se modal = duto, então
tarifa = tarifa publicada pela Transpetro para o respectivo par "origem-destino"
senão
Se o modal é ferrovia ou hidrovia, então
utilizar tabela fornecida pela ANP, com os preços por par "origem-destino"
senão (modal = cabotagem)
não foi considerado o custo por falta de dados
- Passo 3** Determinar o custo anual de transporte para cada modal utilizado no suprimento da base primária, dado o giro do produto em um ano.
CUSTO = volume transportado x tarifa x giro do produto.
- Passo 4** Determinar o custo total de transporte
CUSTO TOTAL = soma dos custos por modal, para todas as bases

Para efeitos de comparação com o Custo da Falta de cada combustível, o Custo Logístico Total (CLT), foi anualizado, ou seja, foi expresso de forma que representasse o quanto custaria, anualmente, manter um certo volume de estoques estratégicos.

No caso do custo de estoque, este custo anualizado pode ser visto como o custo financeiro da aquisição do produto, a uma taxa de 12% ao ano, já que consideramos que o Governo irá captar recursos no mercado financeiro para compor o estoque e o mesmo será vendido no final do horizonte de planejamento, sendo, portanto, recuperado o principal.

Para o cálculo do custo anual de construção foi adotado o fator de recuperação de capital sobre o investimento total, onde se supôs que não há valor residual para as instalações ao final do horizonte de planejamento, que neste caso foi de 10 anos. Assim foram calculados os seguintes custos anualizados:

- Transporte e Armazenagem
 - Já foram calculados como despesas anuais.
- Custo de Aquisição:
 - Foi considerado, somente, o custo financeiro (custo do estoque). Aqui vale ressaltar a hipótese de comprometimento do Governo com a manutenção do estoque por 10 anos, período de duração do financiamento. A taxa empregada foi de 12% a.a. Matematicamente, esse custo financeiro (custo do estoque) representa:

$$Vol_estoque \times valor_do_produto \times taxa_financeira$$

- Custo de Construção:
 - Foi utilizado o fator de recuperação de capital para o período n de 10 anos , a uma taxa i de 12% a.a.. O valor do equipamento é representado por V_e e o fator de recuperação do capital é FRC .

$$V_e \times FRC(i, n)$$

$$FRC(i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

4.7 Georeferenciamento dos Dados

Objetivo: Construção de um banco de dados georeferenciado com informações da malha de distribuição de combustíveis no Brasil para suporte no estudo de estoques estratégicos. Como ferramenta de suporte, o sistema auxilia na visualização dos resultados do estudo e fornece os caminhos mínimos de transporte para cada modal.

Modelagem do Sistema

Na representação da malha de distribuição, utilizou-se o Modelo de Entidade - Relacionamento (MER)⁷ para a modelagem do sistema. No modelo, cada base de distribuição atende uma ou mais zonas de demanda e recebe o produto de uma ou várias refinarias, terminais ou bases. Quando analisamos uma única entidade da cadeia logística (base, refinaria ou terminal), a transferência entre bases e o recebimento de produto das refinarias / terminais é feita, em geral, através de um único modal de transporte.

Uma vez que as bases, refinarias e terminais estão localizados nos centros dos municípios, as análises serão realizadas sobre uma rede de distribuição, representada por um grafo, em que os "nós" representam as bases/terminais/refinarias e os "arcos" correspondem aos diversos modais de transporte que podem ser utilizados para o abastecimento/transferência de produtos.

Cada entidade do Modelo de Entidade – Relacionamento foi representada como uma camada geográfica de dados (layer), que dependendo da natureza dos dados, foi definida como camada de linha, pontos ou áreas. Para o caso específico da malha de combustíveis foram definidas as seguintes camadas:

- Bases: base geográfica de pontos, contendo a localização da base e informações sobre o tipo da base e, apenas para o GLP, a tancagem operacional;
- Refinarias: base geográfica de pontos, contendo a localização da refinaria e a capacidade de armazenamento de GLP e demais combustíveis.
- Terminais: base geográfica de pontos, contendo a localização do terminal e a tancagem operacional.
- Área de Influência, por produto: base geográfica de área, contendo a área de influência de cada base, com respectiva demanda e estoque estratégico.

⁷ Desenvolvido em 1976 por Peter Chen

- Modais de Transporte: base geográfica de linhas, contendo informações sobre o modal de transporte utilizado na transferência de produtos entre refinarias/ terminais e bases e entre bases. Existe uma base para cada modal (duto, ferrovia, hidrovia, cabotagem e rodovia).
- Malha de Distribuição: base geográfica de linhas contendo os fluxos origem – destino por produto.
- Municípios: base geográfica de área contendo todas as informações do IBGE relativas ao ano de 1999.

Com relação à origem das bases de dados, Refinarias, Terminais e Bases foram geradas a partir das informações disponibilizadas pela ANP e, então, trabalhadas para a inclusão no Sistema de Informação Geográfica através do georeferenciamento de coordenadas (busca de latitude e longitude). As bases de dados sobre os modais de transporte e os municípios do Brasil foram obtidas e incorporadas ao sistema a partir de dados levantados em estudos anteriores e disponibilizados pela PUC –Rio. Com relação à malha de distribuição, foi gerada uma base geográfica com os dados disponibilizados no Demonstrativo de Controle de Produtos da ANP.

Como limitação da base de dados, tem-se o fato de a mesma não incorporar detalhes da malha de transporte no caso de ligações entre instalações dentro do mesmo município, já que todas as instalações estão consideradas no centro geográfico do município. Dado o caráter agregado do estudo, tal limitação não tem influência importante nos resultados finais.

Dimensionamento da Rede de Distribuição

Para cada produto foi gerado um arquivo geográfico, com todas as bases geográficas associadas, incorporando as características particulares de cada combustível. Em alguns casos, existiram dados gerais que foram incorporados a cada malha, como a localização de terminais e refinarias. Uma idéia do volume de dados georeferenciados pode ser obtida a partir da seguinte informação:

- Refinarias: 14 registros georeferenciados pela latitude e longitude, que estão presentes no desenho da malha de todos os produtos.
- Terminais: 72 registros georeferenciados pela latitude e longitude, que, para efeitos de visualização, foram selecionados de acordo com o produto em estudo.
- Bases: Para o caso do GLP, a base geográfica contém 60 registros, divididos entre bases primárias e secundárias. Para os outros combustíveis, a base geográfica contém 115 registros, representando todas as bases de gasolina, diesel, querosene de aviação e óleo combustível. Ao se construir o arquivo geográfico para cada produto, a base geográfica foi trabalhada de maneira a mostrar somente as bases associadas a cada produto. Com estas seleções, foram considerados os seguintes registros: 88 registros para gasolina e diesel (agrupados como tipo "claros"), 67 registros para querosene de aviação e 42 registros para as bases de óleo combustível.
- Rodovias: a malha rodoviária disponível na PUC-Rio, composta de 1588 registros foi incorporada ao banco de dados e, para cada produto, foram adicionados campos para saber a qual rede de produtos o arco rodoviário pertence (estes campos foram assim definidos: ligação fonte – base primária e ligação base primária – base secundária para cada produto). Esta seleção foi feita para mostrar os fluxos origem – destino de movimentação de produtos e assim calcular as rotas mínimas de transporte pela rodovia. Assim, para cada produto foi mostrada somente a seleção de arcos da

sua rede; 357 registros para a rede de GLP, 703 registros para a rede de gasolina e diesel (tipo "claros"), 341 registros para óleo combustível e 337 registros para querosene de aviação.

- Ferrovias: seguindo a mesma metodologia das rodovias, foi incorporada ao banco de dados a malha ferroviária de 718 registros, com distinção de bitolas. Para cada produto foram criados e selecionados os seguintes registros: 201 registros para gasolina e diesel (claros), 92 registros para óleo combustível, 25 registros para querosene de aviação. Para o caso do GLP, não foi identificado nenhum trecho ferroviário.
- Dutos: a base geográfica de dutos contém 54 registros obtidos a partir das tarifas, por trecho, disponibilizadas pela Transpetro, na internet.
- Cabotagem e hidrovia: a malha de rios do Brasil composta de 165 registros também foi incorporada ao banco de dados a partir de dados disponíveis na PUC-Rio, seguindo a mesma metodologia da malha rodoviária descrita anteriormente. Foram selecionados 17 registros para GLP, 55 registros para claros, 33 registros para escuros e 35 registros para querosene de aviação.

Determinação das Áreas de Influência e Cálculo dos Caminhos Mínimos

O sistema de informação utilizado permitiu o cálculo das áreas de influência, com a alocação do município à base mais próxima. O procedimento incluiu a verificação da distância Euclidiana (linha reta) do município até as bases de combustíveis. Desta forma, o raio de atuação da base procurou minimizar os custos de transporte na movimentação do estoque estratégico.

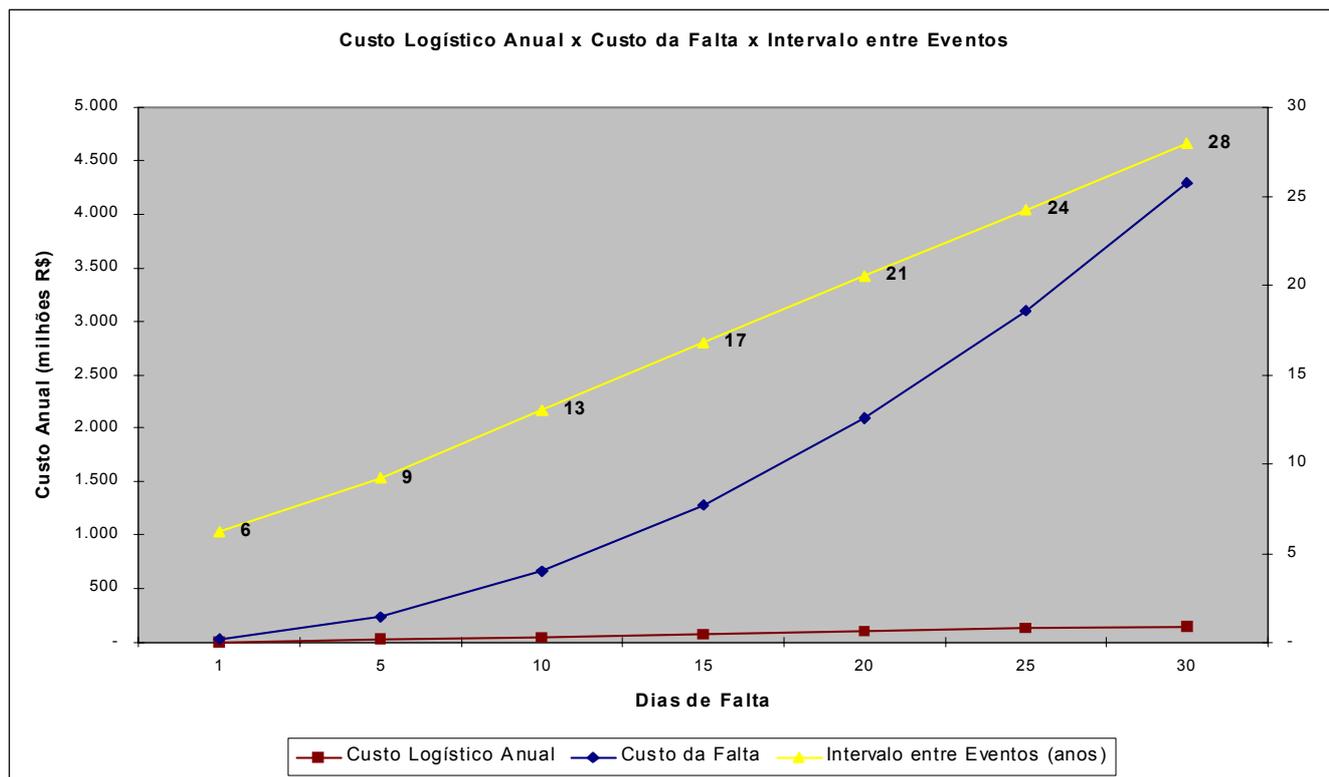
Para o cálculo das rotas mínimas de transporte utilizadas no custo de transporte para a formação e movimentação do estoque estratégico, foram criadas dentro do SIG (Sistema de Informação Geográfico) redes de transporte para as bases geográficas de Bases, Refinarias e Terminais, para os modais Rodovia e Ferrovia. O procedimento consistiu em conectar cada ponto da base geográfica até a rede de transporte. O SIG calculou o caminho mínimo através do algoritmo de Dijkstra.

5. Comparação dos Resultados de Custo de Estoque x Custo da Falta

Como apresentado no item 2 deste relatório, face à baixa criticidade das contingências internas e externas para a oferta potencial de combustíveis, optou-se por comparar o custo da restrição desta oferta (perda econômica), com o custo total de estoque dos mesmos. A relação entre estes custos indica a frequência de eventos que justificaria ou não a consecução de estoques. Exemplo: Investir anualmente R\$ 1 milhão na formação e manutenção de estoque de um combustível se justificaria se fosse identificada a possibilidade de falta deste a cada **10** anos e a perda econômica associada à falta fosse superior a R\$ **10** milhões.

Com base nas estimativas desenvolvidas nos itens 3 e 4, respectivamente, foi possível construir as figuras abaixo, que apresentam o custo de formação e manutenção dos estoques, a perda econômica associada à falta de cada combustível e relação entre estes, para períodos que durem de 1 a 30 dias.

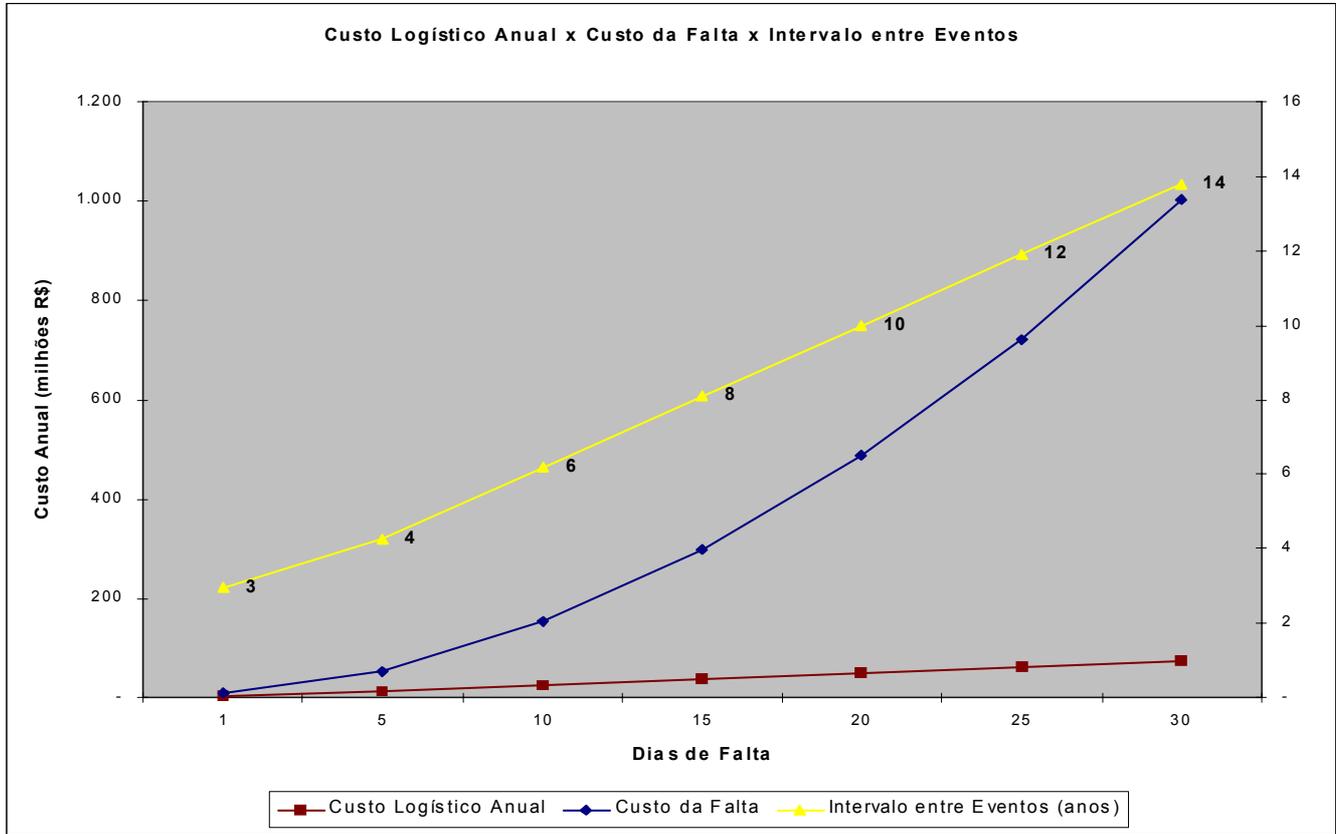
GLP



Dias de Falta	1	5	10	15	20	25	30
Custo Logístico Anual	5,12	25,48	50,96	76,45	101,93	128,07	153,68
Custo da Falta	31,58	234,92	662,39	1.282,41	2.094,99	3.100,12	4.297,80
Intervalo entre Eventos (anos)	6	9	13	17	21	24	28

Figura 06: Custo de formação de estoque x Perda econômica: GLP

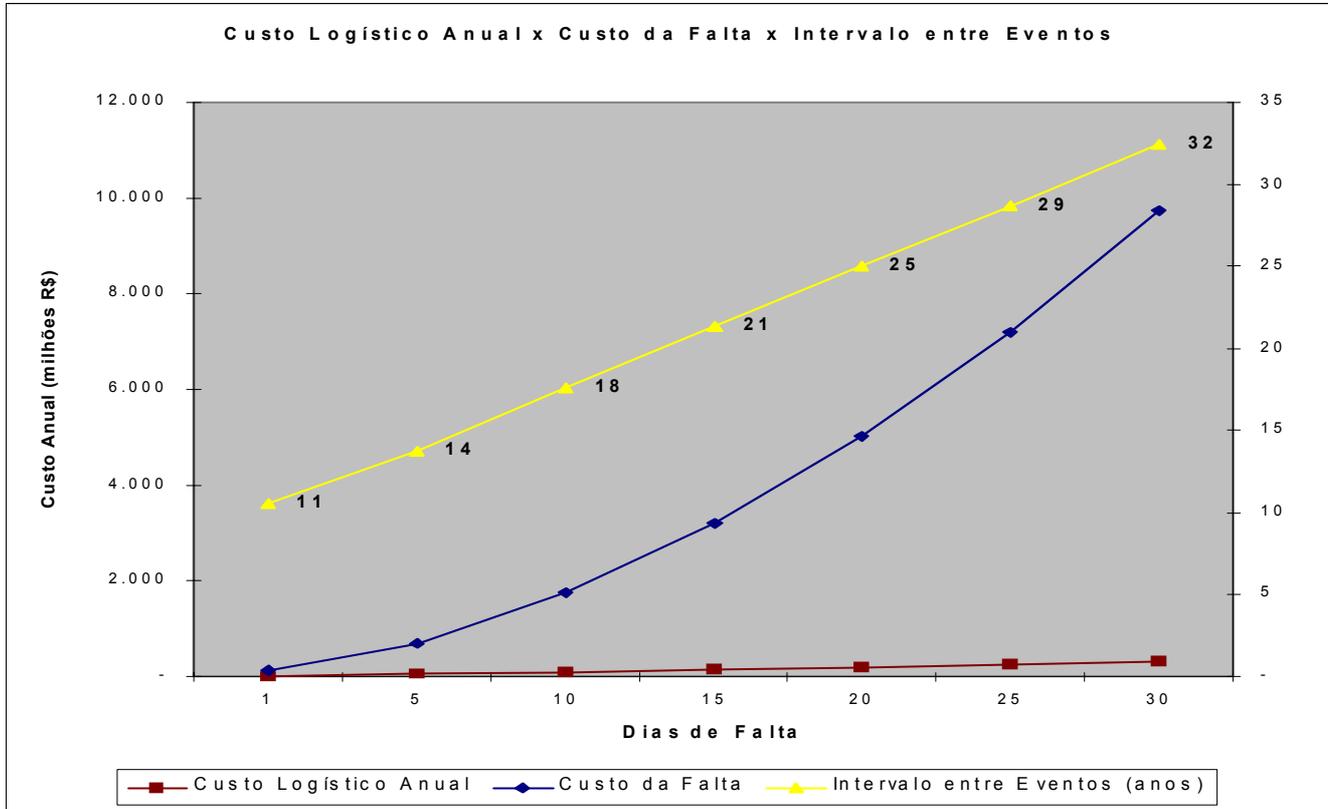
QAV



Dias de Falta	1	5	10	15	20	25	30
Custo Logístico Anual	2,72	12,61	24,68	36,71	48,72	60,75	72,80
Custo da Falta	8,00	53,61	152,65	297,11	487,01	722,34	1.003,10
Intervalo entre Eventos (anos)	3	4	6	8	10	12	14

Figura 07: Custo de formação de estoque x Perda econômica: QAV

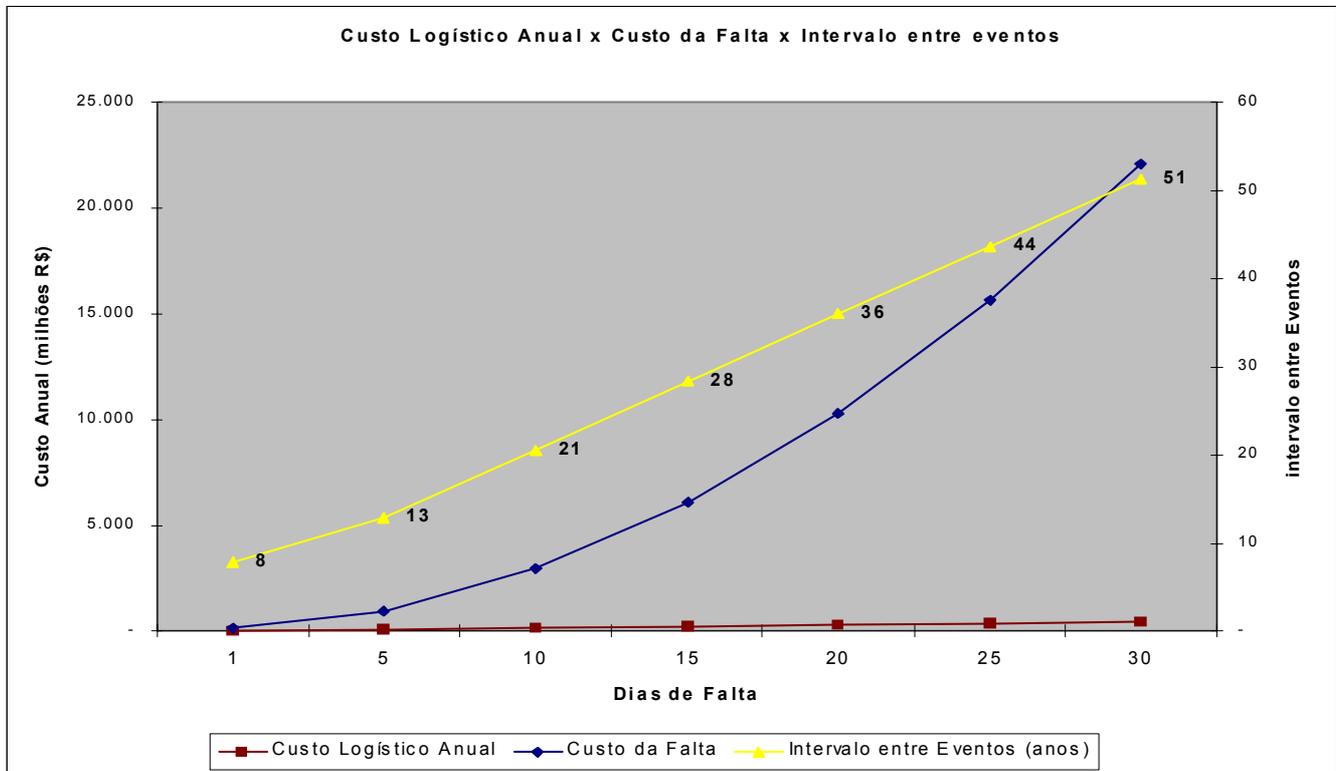
GASOLINA



Dias de Falta	1	5	10	15	20	25	30
Custo Logístico Anual	11,19	51,07	100,75	150,54	200,65	250,69	300,74
Custo da Falta	118,13	701,41	1.771,99	3.211,73	5.020,63	7.198,70	9.745,94
Intervalo entre Eventos (anos)	11	14	18	21	25	29	32

Figura 08: Custo de formação de estoque x Perda econômica: GASOLINA

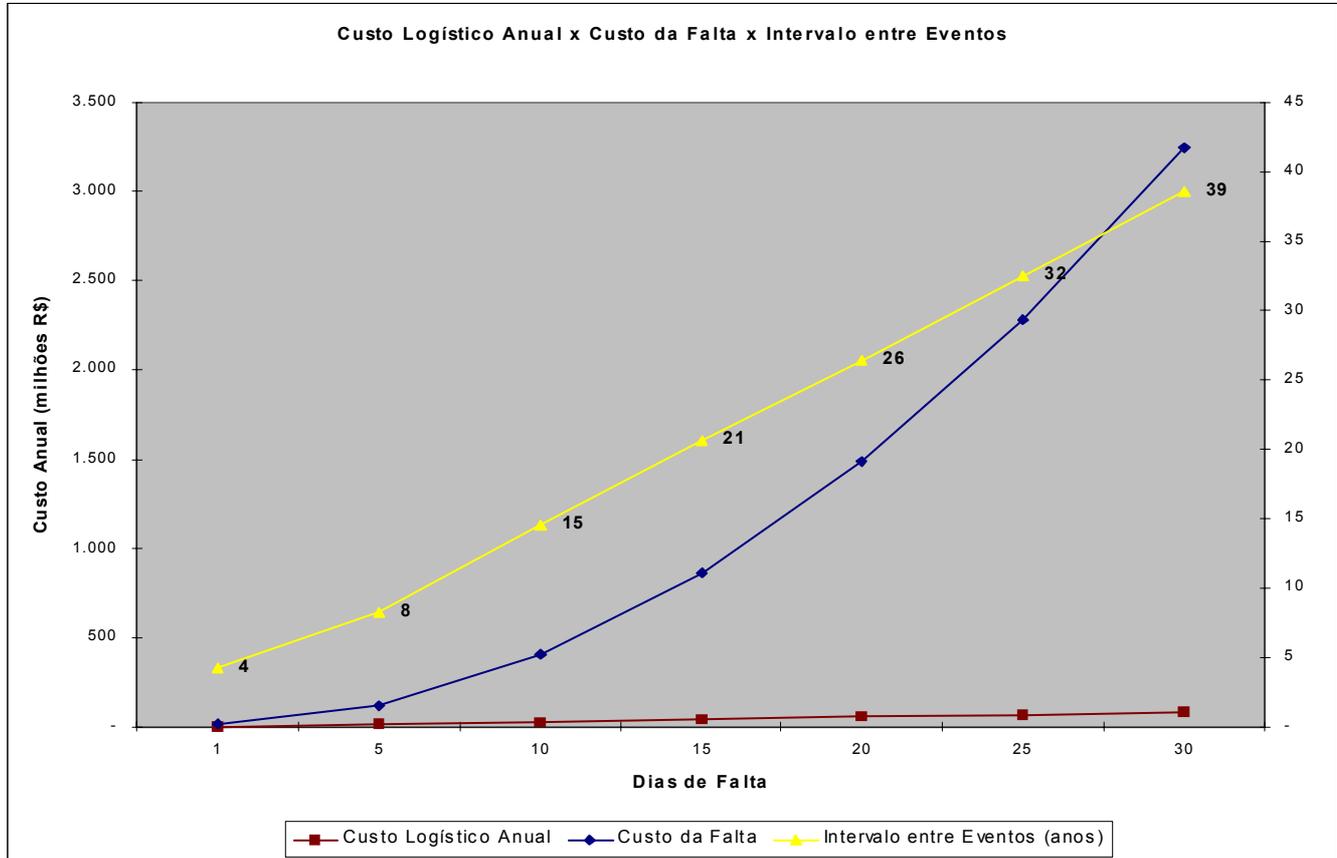
DIESEL



Dias de Falta	1	5	10	15	20	25	30
Custo Logístico Anual	15,21	72,12	143,67	215,33	287,08	358,82	430,57
Custo da Falta	119,23	926,76	2.955,48	6.086,17	10.318,83	15.653,46	22.090,06
Intervalo entre Eventos (anos)	8	13	21	28	36	44	51

Figura 09: Custo de formação de estoque x Perda econômica: DIESEL

ÓLEO COMBUSTÍVEL



Dias de Falta	1	5	10	15	20	25	30
Custo Logístico Anual	3,22	14,34	27,98	41,78	56,34	70,32	84,30
Custo da Falta	13,54	118,48	406,22	863,21	1.489,47	2.284,98	3.249,74
Intervalo entre eventos (anos)	4	8	15	21	26	32	39

Figura 10: Custo de formação de estoque x Perda econômica: ÓLEO COMBUSTÍVEL

6. Comentários Finais

Com base nas curvas apresentadas no item anterior, é possível identificar a frequência entre eventos que provoquem a falta de um combustível por um número específico de dias, de forma a justificar a consecução de um estoque estratégico deste combustível.

Como resultado da análise do levantamento dos eventos caóticos, ratificada em reunião do sub-grupo do CT4 de acompanhamento do projeto, verificou-se a impossibilidade de elencar eventos e quantificar suas probabilidades de ocorrências. Para a tomada de decisão quanto à formação dos estoques, foi então criado o fórum de especialistas, composto pelo mesmo sub-grupo que acompanha este projeto. De posse então dos dados aqui fornecidos, este fórum deve se pronunciar e recomendar, ou não, a formação dos estoques.

Para subsidiar a decisão do CT4, alguns dados são ressaltados a seguir. No quadro 05 vê-se a frequência de eventos que justificariam a formação de estoques para 3 cenários distintos:

- 1) Falta de combustível equivalente a 5 dias de consumo **agregado de todo o país**;
- 2) Falta de combustível equivalente a 10 dias de consumo agregado de todo o país e
- 3) Falta de combustível equivalente a 15 dias de consumo agregado.

Quadro 05: Frequência de eventos (em anos)

Combustível	Restrição de consumo equivalente a:		
	5 dias	10 dias	15 dias
GLP	9	13	17
QAV	4	6	8
GASOLINA	14	18	21
DIESEL	13	21	28
ÓLEO COMBUSTÍVEL	8	15	21

Pelo quadro acima, vê-se que, por exemplo, seria justificável fazer um estoque para 5 dias de consumo de QAV, caso acontecesse um evento a cada 4 anos que provocasse uma interrupção de consumo equivalente a 5 dias de consumo agregado **de todo o território brasileiro**. Para justificar a consecução de estoque para 10 dias, teria que acontecer um evento a cada 6 anos que provocasse uma interrupção equivalente a 10 dias de consumo agregado de QAV. Por fim, para justificar a formação de estoque para 15 dias de consumo, teria que acontecer um evento a cada 8 anos que restringisse a oferta equivalente a 15 dias de consumo agregado.

Algumas considerações principais merecem ser feitas:

- o foco de análise para cenários de restrição de oferta não superiores a 5, 10 e 15 dias é justificável na medida que, havendo capacidade de pagamento, com um prazo máximo de 15 dias pode-se suprir choques de oferta com importações;



**ESTUDO SOBRE ESTOQUES ESTRATÉGICOS DE COMBUSTÍVEIS
RELATÓRIO FINAL**

- não se verificou até os presentes dias a ocorrência de nenhum evento (interno ou externo) que restringisse a oferta de combustíveis nos montantes de consumo cearizados acima;
- a decisão de fazer o estoque, mesmo que o montante financeiro envolvido não seja muito elevado, envolve sempre o fator alocação de recursos, ou seja, recursos precisarão ser realocados dentre os diversos objetivos de gastos (públicos ou privados).

Finalmente, às 15:00 horas do dia 22/10/2002, no Plenário da ANP, foi apresentada a versão final deste trabalho. As ponderações e comentários dos presentes estão na Minuta da ATA DE REUNIÃO DO CT-04, 22/10/2002, em anexo.

A decisão do CT-04 foi pela recomendação ao CNPE pela não constituição dos estoques de combustíveis.

A equipe da PUC-Rio finaliza este trabalho recomendando:

- **Independente da decisão de se constituir o estoque estratégico, faz-se necessário estabelecer critérios de utilização dos estoques existentes em casos críticos.**
- **Um plano de contingências deve ser elaborado, estabelecendo prioridades e medidas a serem adotadas em emergências.**

LOCAL: ANP – 13º andar – Plenário	
DATA: 22/10/2002	HORA: 15:00 h
PARTICIPANTES:	
Carlos Valois Maciel Braga	Coordenador / ANP / SCP
Adriana Costa Soares	PUC-Rio
Alexandre Zanini	PUC-Rio
Antônio de Pádua Rodrigues	UNICA
Carlos Henrique Ferreira Bühring	IBP
Carlos Maligo	ANP
Cláudio Linassi Mastella	PETROBRAS
Fabiano Pompermeyer	PUC-Rio
Gisele Pereira	IBP
Gustavo A.L.M. Solon de Pontes	IBP
Ieda Fernandes	SECEX / DECEX
Ítalo de Azevedo	PUC-Rio
Prof. José Eugênio Leal	PUC-Rio
Líliá Quental de Moura	PETROBRAS
Luiz Emílio Freire	Sindicom
Luiz Sebastião Costa	ANP
Prof. Marina Figueira de Melo	PUC-Rio
Ney Maurício Carneiro da Cunha	ANP
Rafael Schechtman	CBIE
Prof. Reinaldo Castro Souza	PUC-Rio
Roberto Silveira	ABEGAS
Prof. Sérgio Leal Braga	PUC-Rio
ASSUNTO:	
1. Estudo sobre Estoques Estratégicos de Combustíveis - Apresentação do relatório final da Consultoria contratada à PUC-Rio sobre os Estoques Estratégicos de Combustíveis	

Desenvolvimento da reunião

O Sr. Carlos Valois, Coordenador do Comitê Técnico 4 (CT-4), abriu a reunião às 15:00 h. dando as boas vindas aos participantes. Em seguida, traçou breve histórico

sobre o andamento do estudo, a partir da última reunião plenária, em 27/06/2002, que aprovou o relatório parcial 1, e destacando a última reunião do subgrupo, em 18/09/2002, que aprovou o relatório parcial 2, e lembrou aos presentes que o objetivo da presente reunião era a apresentação e aprovação do relatório final e a definição de proposições ao CNPE a respeito do mesmo.

O Sr. Carlos Valois, Coordenador do CT-4, passou a palavra ao Prof. Sérgio Braga, coordenador geral da equipe da PUC-Rio, para a apresentação do relatório.

O Prof. Sérgio Braga fez a apresentação do relatório final do Estudo sobre Estoques Estratégicos de Combustíveis.

Após a apresentação do relatório final pela PUC-Rio, o Sr. Carlos Valois abriu a reunião para comentários dos presentes, colocando como elemento indutor para o grupo o exemplo da falta de 5 dias de óleo diesel: neste caso, segundo o estudo, a constituição de estoques se justificaria se a frequência de ocorrência de eventos que provoquem esta falta seja inferior a 13 anos. Comentou ainda que a equipe que elaborou o estudo e o subgrupo, em sua última reunião, não conseguiram imaginar uma situação que provocasse tal falta com tal frequência.

O Prof. Rafael Schechtman comentou que não imaginava nenhum evento capaz de gerar tal cenário. Comentou ainda que mesmo uma situação grave, como, por exemplo, uma parada da Refinaria de Paulínia - Replan, não geraria tal cenário e, certamente, tal evento não ocorreria a cada 13 anos.

O Sr. Cláudio Mastella, da Petrobras, concordou com a dificuldade de imaginar qualquer evento que venha a provocar cenários que justifiquem a constituição dos estoques, uma vez que tais cenários envolvem a falta de combustíveis em todo o país. Destacou ainda que o evento teria que ser de tal gravidade que provocasse, antes da falta propriamente dita, o término de todos os estoques operacionais de todos os agentes.

O Sr. Antonio de Pádua Rodrigues, da Única, indagou se não haveria conveniência de formar estoques reguladores de preços. O Sr. Carlos Valois, Coordenador do CT-4, comentou que o mercado está baseado em livre competição e que seria necessária uma orientação específica do CNPE para qualquer mudança nesta orientação. Citou como exemplo a intervenção recente no preço do produtor nacional de GLP, que é fato isolado.

O Sr. Antonio de Pádua Rodrigues, da Única, sugeriu que, caso venha a ser elaborado um plano de contingências, seja incluído o álcool combustível. Os presentes concordaram.

O Sr. Antonio de Pádua Rodrigues, da Única, indagou o que teria levado à criação da Lei nº 8.176, de 08/02/1991 (especificamente em seu art. 4º). Nenhum dos presentes tinha conhecimento dos motivos. O Sr. Carlos Valois, comentou que, independentemente dos motivos que teriam levado à criação do citado artigo, entendia

que o CT-4 estava, através deste estudo, possibilitando a análise do assunto em bases quantitativas, o que permitirá decisão bem embasada.

O Sr. Luiz Sebastião Costa, da ANP, comentou que países como a França, Espanha, Japão e alguns países da América do Sul possuem estoques que variam de 15 a 90 dias de consumo.

O Sr. Luiz Sebastião Costa, da ANP, ponderou que os custos apresentados para formação dos estoques estratégicos são muito pequenos em relação ao valor do faturamento dos combustíveis movimentados durante o ano podendo, portanto, ser conveniente a formação dos mesmos para proporcionar mais segurança e tranquilidade aos consumidores. Os presentes discutiram esta possibilidade, concluindo que o custo da formação dos estoques, mesmo pequeno, poderia ser direcionado para outras prioridades, face ao baixo risco constatado.

O Sr. Carlos Valois comentou que o recente incêndio, e conseqüente paralisação das operações no Terminal de Angra dos Reis, da Transpetro, apesar de afetar um dos maiores terminais aquaviários do país, vem provocando apenas mudanças na logística de suprimento de petróleo.

O Prof. Rafael Schechtman comentou que outro caso imprevisível foi o recente episódio das liminares na REDUC, que também obrigou a Petrobrás a efetuar mudanças na logística, sem que a comercialização dos combustíveis fosse afetada.

O Sr. Carlos Valois, considerando que o CT-4 não fez reparos ao relatório final do Estudo sobre Estoques Estratégicos, submeteu aos presentes a seguinte minuta de proposição ao CNPE:

De acordo com a reunião do Comitê Técnico 4 – Sistema Nacional de Estoques de Combustíveis (CT-4) realizada no Escritório Central da Agência Nacional do Petróleo – ANP, em 22 de outubro próximo passado, este Comitê recomenda que as seguintes proposições sejam levadas ao Plenário da próxima reunião do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE:

- 1- O CT-4, conforme aprovado em sua última reunião, considerando o relatório final do Estudo sobre Estoques Estratégicos, elaborado pela ANP através de contrato de consultoria com a PUC-Rio, concluiu que **não** é necessário para o país manter estoques estratégicos de petróleo, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolina, óleos combustíveis e querosene de aviação (QAV).*
- 2- O CT-4, considerando o exposto acima, propõe ao CNPE que este recomende a revogação do art. 4º da Lei nº 8.176, de 08 de fevereiro de 1991, além de adequar a redação do inciso V do art. 2º e*

Minuta da ATA DE REUNIÃO DO CT-04, 22/10/2002

do inciso XIII do art. 8º, ambos da Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997, os quais tratam do Sistema Nacional de Estoques de Combustíveis e do Plano Anual de Estoques Estratégicos de Combustíveis.

- 3- O CT-4, considerando o exposto acima, recomenda que este CNPE delibere à ANP elaborar, até o final do ano de 2003, um Plano de Contingências, no sentido de minimizar eventuais impactos no suprimento destes produtos que possam ser provocados por eventos tais como greves, acidentes ou conflitos externos.

Rio de Janeiro, 29 de outubro de 2002.

Carlos Valois Maciel Braga

Coordenador do CT-4

O sr. Carlos Henrique Bühring, do IBP, comentou que seria conveniente, no item 2 da proposição, citar o Decreto que regulamentou a Lei nº 8.176, de 08 de fevereiro de 1991. Os presentes concordaram.

O Sr. Carlos Valois, comentou que estará revisando a proposição e enviando nova minuta para aprovação dos presentes.

Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a reunião.