

## **7. Estudo de Caso – Transferências de Óleo Diesel para Base Secundária de Guarapuava**

Ballou (1995) afirma que a compensação de custos é fundamental para a administração da distribuição física, já que este conceito reconhece que os modelos de custos das várias atividades de uma empresa por vezes exibem características que colocam essas atividades em conflito econômico entre si. O autor sugere uma comparação dos custos das atividades de transportes, estoque e processamento de pedidos.

Neste estudo foi abordada a comparação dos custos com fretes rodoviários em substituição aos fretes ferroviários e os custos com a manutenção de estoques de segurança adicionais, acrescidos dos investimentos necessários em facilidades operacionais para a armazenagem e movimentação deste estoque adicional.

O estudo foi limitado à análise dos impactos gerados por um produto, o óleo diesel, distribuído a partir de uma Base Secundária, localizada em Guarapuava, no estado do Paraná, considerando que as análises e conclusões poderão ser estendidas para outros produtos e Bases Secundárias, utilizando-se a mesma metodologia.

A justificativa para a escolha do óleo diesel deve-se ao fato de que ele é o combustível de maior importância na matriz energética brasileira, conforme ilustrado na Figura 33, sendo fortemente utilizado no transporte empregado no agronegócio seja através do modal ferroviário como, principalmente, através do modal rodoviário, utilizados para o escoamento das safras agrícolas das regiões produtoras para os portos brasileiros.

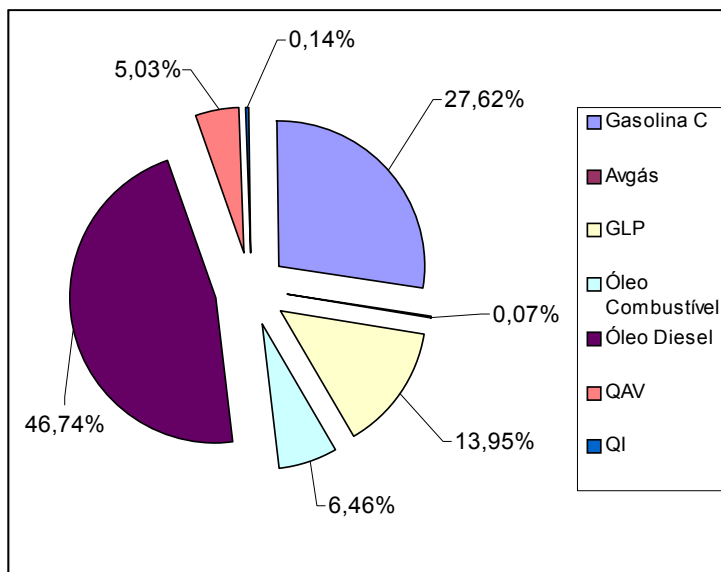


Figura 33 – Distribuição percentual em volume de venda de combustíveis no Brasil

Fonte: ANP, 2005

A escolha da Base Secundária de Guarapuava se justifica por estar localizada em uma região de importante produção agrícola e fortemente dependente do transporte para escoamento de suas safras agrícolas, principalmente para o porto de Paranaguá. Nas Figuras 34, 35 e 36 estão apresentados:

- ✓ o mapa do Estado do Paraná com a indicação dos Pólos de Produção Agrícola;
- ✓ a Malha Ferroviária Existente no Estado do Paraná; e
- ✓ a Malha Rodoviária existente no Estado do Paraná.

Conforme Martins e Caixeta (1998), os canais de comercialização de grãos e de farelo de soja convivem com a separação geográfica entre a produção e o consumo ou a exportação no Estado do Paraná. Nesse sentido, o aprimoramento da oferta dos serviços de transporte é um instrumento particularmente interessante na construção da competitividade das *commodities*, em cujos mercados prevalecem como padrão de concorrência o preço.

A ineficiência da ferrovia, verificada no transporte de derivados de petróleo, foi também observada no transporte da produção agrícola, como citado por Martins e Caixeta (1998), quando os autores sugerem que há “a necessidade de esforços dos órgãos de planejamento dos transportes para o aprimoramento de outros aspectos associados ao transporte ferroviário, tais como pontualidade, perdas e condições gerais de acondicionamento”.

Martins e Caixeta (1998) citam ainda que “o desenvolvimento da agricultura exige uma infra-estrutura adequada ao escoamento de suas safras”. Isto porque, embora os custos de transportes sejam relevantes em qualquer atividade econômica, estes se tornam mais significativos no caso dos produtos agrícolas. Estima-se que a participação dos custos de transporte, no preço final dos produtos agrícolas no atacado seja mais de duas vezes maior do que no caso dos produtos manufaturados.

No caso do Estado do Paraná, a problemática da relação entre a adequação da infra-estrutura de transporte e a agricultura é potencializada por algumas razões. Primeiramente, deve-se considerar a predominância agrícola e agroindustrial na economia local e a participação dos seus produtos nas exportações brasileiras.

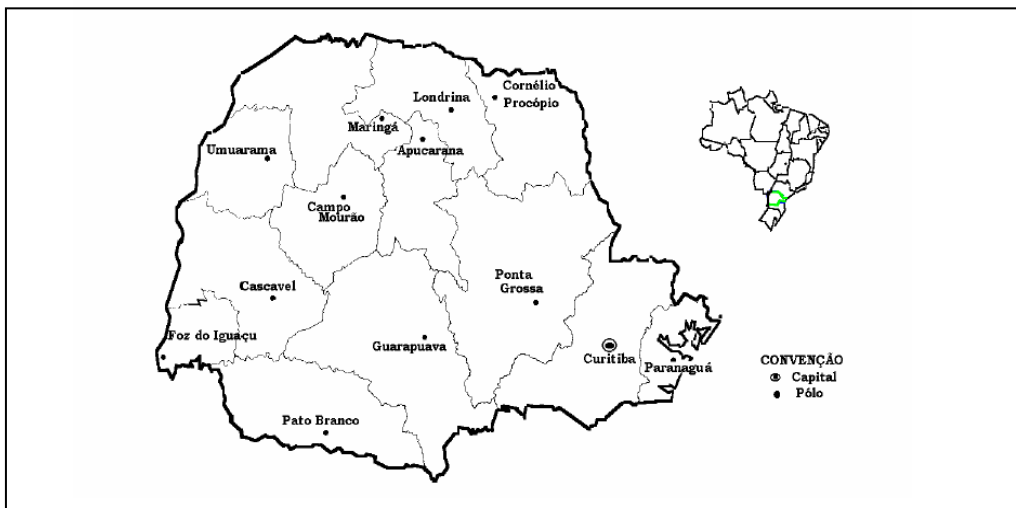


Figura 34 – Mapa do Estado do Paraná

Fonte: USP/ESALQ, 1998

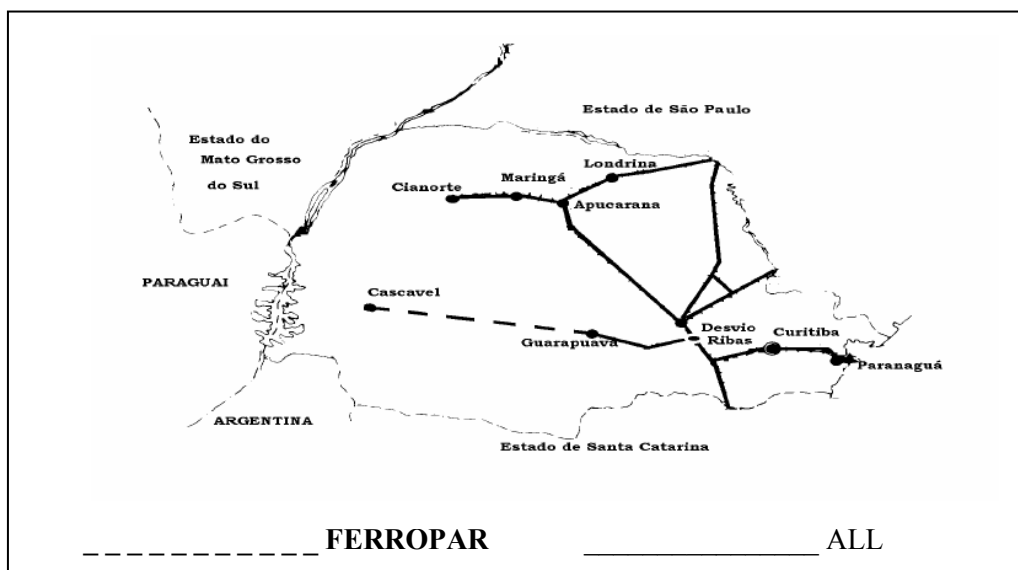


Figura 35 – Malha Ferroviária do Estado do Paraná

Fonte: USP/ESALQ, 1998

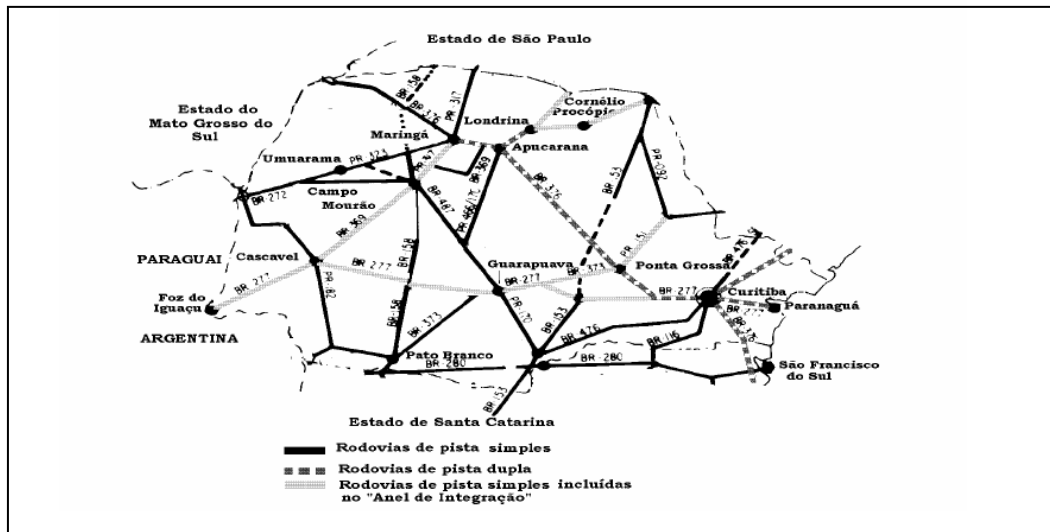


Figura 36 – Malha Rodoviária do Estado do Paraná Fonte: USP/ESALQ, 1998

Na Figura 37 ilustra-se a importância do óleo diesel como combustível utilizado:

- √ no transporte de combustíveis da Refinaria de Araucária para a área de influência da Base Secundária de Guarapuava;
- √ na entrega dos combustíveis aos clientes da Base;
- √ nas coletas da produção agrícola; e
- √ no fluxo reverso de transporte das safras agrícolas da área de influência da Base Secundária de Guarapuava até o Porto de Paranaguá.

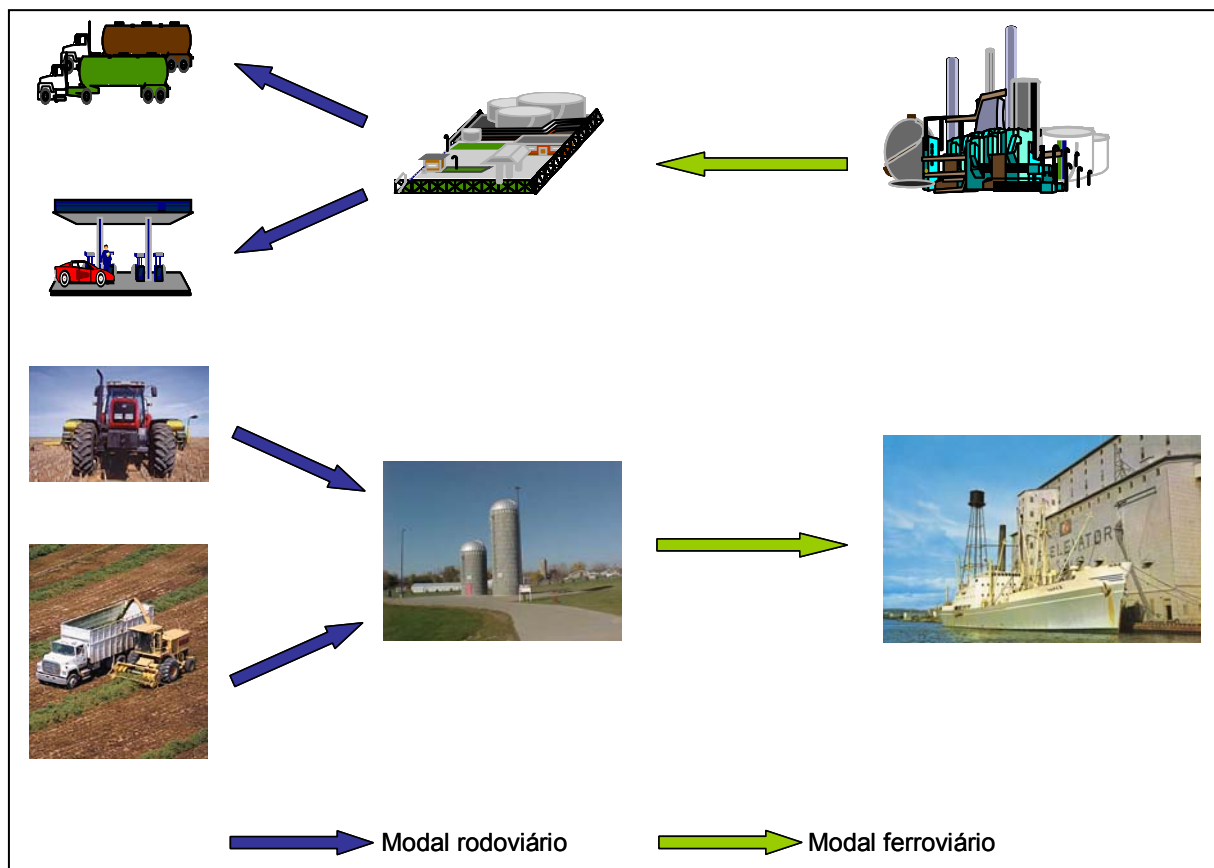


Figura 37 – Importância do Óleo Diesel na Movimentação de Produtos no Estado do PR.

De acordo com dados da ANP, o estado do Paraná é responsável por aproximadamente 9% do óleo diesel consumido no país, conforme mostrado na Tabela 8 do item 5.1 deste trabalho.

### 7.1. Descrição da Cadeia Logística Estudada

O óleo diesel comercializado pela empresa estudada, através de sua Base de Distribuição Secundária localizada no município de Guarapuava-PR, é produzido na Refinaria de Araucária. Da refinaria o óleo diesel é bombeado para a Base Primária de Araucária, que é uma instalação construída e operada em regime de Pool, onde o óleo diesel é armazenado. Parte do volume é comercializada na área de influência da Base Primária de Araucária e outra parte é transferida para as Bases Secundárias de Guarapuava, Maringá, Londrina, Ourinhos e Presidente Prudente. As transferências para a Base Secundária de Guarapuava são feitas, preferencialmente, pelo modal ferroviário só sendo utilizado o modal rodoviário nos casos de falhas da ferrovia. O óleo diesel transferido é armazenado na Base Secundária de Guarapuava onde são carregados os caminhões tanques para realização das entregas do produto para os clientes.

As falhas da ferrovia são ocasionadas por:

- √ Falta de Vagão-tanque
- √ Falta de Locomotivas
- √ Falhas na Programação
- √ Capacidade de Linha
- √ Necessidades de Manutenção
- √ Acidentes
- √ Prioridades para Outras Cargas

A distância ferroviária entre a Base Primária de Araucária e a Base Secundária de Guarapuava é de 276 km.

O Lead Time médio verificado neste trecho é de 2,6 dias e o Desvio Padrão do Lead Time é de 0,6 dias (Dumit, 2005).

## **7.2. Dados do Período Estudado**

O estudo foi realizado com base nos dados de volumes relativos ao período de janeiro de 2005 a junho de 2006.

Para a realização do estudo o volume movimentado pela empresa estudada foi considerado como sendo, aproximadamente, 15% do volume total transferido por todas as Distribuidoras que operam no Pool de Araucária, de forma a proteger as informações reais da empresa estudada. Os volumes das transferências ferroviárias e rodoviárias realizadas pelas Distribuidoras que operam no Pool de Araucária são mostrados na Figura 38.

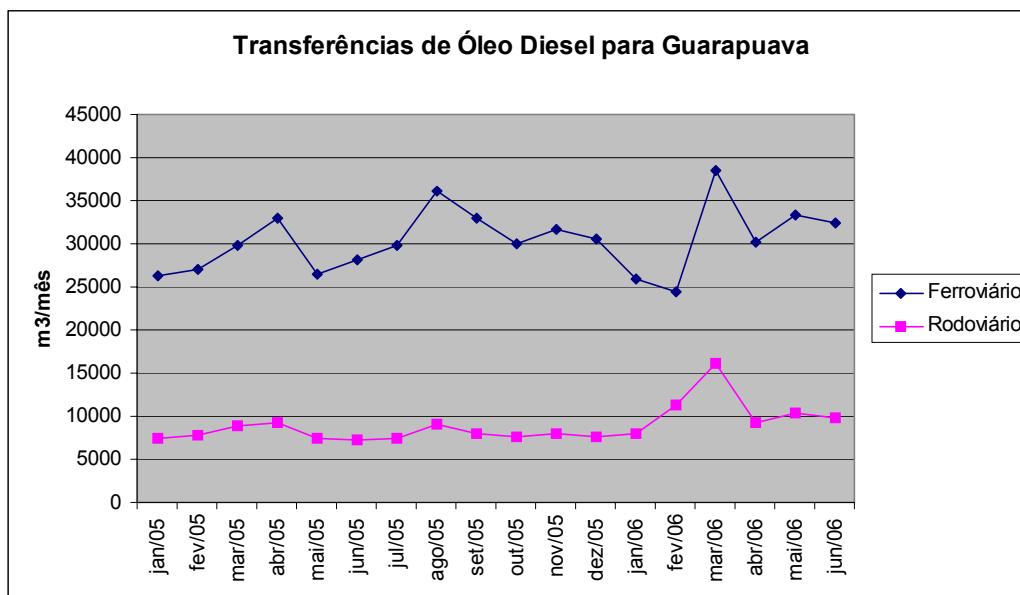


Figura 38 – Volumes transferidos de óleo diesel de Araucária para Guarapuava no período de janeiro de 2005 a junho de 2006.

Fonte: Coordenadoria de Abastecimento.

Os volumes médios diários transferidos no período de janeiro de 2005 a junho de 2006, de acordo com informações recebidas da Coordenadoria de Abastecimento de Araucária, as médias diárias e os desvios padrões são mostrados na Tabela 39.

Tabela 13 – Volumes médios transferidos para Guarapuava no período de jan/2005 a jun/2006

Mês	m <sup>3</sup> /dia
jan/05	1344
fev/05	1366
Mar/05	1488
abr/05	1619
Mai/05	1360
jun/05	1417
jul/05	1488
Ago/05	1677
set/05	1632
out/05	1502
Nov/05	1586
dez/05	1525
jan/06	1356
fev/06	1275
Mar/06	1723
abr/06	1435
Mai/06	1627
jun/06	1571
Total	26991
Mínimo	1275
Máximo	1723
Média	1499,50
Desvio Padrão	129,82

A. Volume total das distribuidoras que operam no Pool de Araucária

Mês	m <sup>3</sup> /dia
jan/05	202
fev/05	210
mar/05	232
abr/05	253
mai/05	204
jun/05	213
jul/05	223
ago/05	271
set/05	245
out/05	225
nov/05	238
dez/05	229
jan/06	203
fev/06	215
mar/06	328
abr/06	237
mai/06	262
jun/06	253
Total	4243
Mínimo	202
Máximo	328
Média	235,72
Desvio Padrão	30,96

B. Volume da Distribuidora analisada

### 7.3. Cálculo do Estoque de Segurança

Para determinação do Estoque de Segurança (ES) foi utilizada a metodologia apresentada no item 6.1.2. reescrita abaixo:

$$ES = \delta_c * k \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

ES: Estoque de Segurança (m<sup>3</sup>)

$\delta_c$ : Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time

$k$ : Fator de Nível de Serviço.



### 7.3.1. Cálculo do Estoque de Segurança para o Volume Total

A Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time, para o volume total das distribuidoras que operam no Pool de Araucária, foi calculada conforme expressão reescrita abaixo:

$$\delta_c = \sqrt{LT * \delta_D^2 + D^2 * \delta_{LT}^2} \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

LT: Lead Time (**2,6 dias**)

D: Demanda Diária (**1499,50 m<sup>3</sup>**)

$\delta_D$ : Desvio Padrão da Demanda (**129,82 m<sup>3</sup>**)

$\delta_{LT}$ : Desvio Padrão do Lead Time (**0,6 dias**)

$$\delta_c = \sqrt{2,6 * 129,82^2 + 1499,50^2 * 0,6^2}$$

$$\delta_c = \sqrt{853277,11}$$

$$\delta_c = 923,73$$

### 7.3.2. Cálculo do Estoque de Segurança para o Volume da Distribuidora Analisada

Aplicando-se novamente a Equação 4 aos dados representativos da Distribuidora avaliada, tem-se:

LT: Lead Time (**2,6 dias**)

D: Demanda Diária (**235,72 m<sup>3</sup>**)

$\delta_D$ : Desvio Padrão da Demanda (**30,96 m<sup>3</sup>**)

$\delta_{LT}$ : Desvio Padrão do Lead Time (**0,6 dias**)

$$\delta_c = \sqrt{2,6 * 30,96^2 + 235,72^2 * 0,6^2}$$

$$\delta_c = \sqrt{22.497,00}$$

$$\delta_c = 149,99$$

Com a Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time foram calculados os Estoques de Segurança para os Fatores de Nível de Serviço ( $k$ ) de 1, 1,64 e 2 conforme mostrado nas Tabela 14 e 15.

Tabela 14 – Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço – Volume Total

$K$	Intervalo (%)	Probabilidade de Falta (%)	$\delta_c$	ES (m <sup>3</sup> )
1,00	84,14	15,87	923,73	923,73
1,64	95,00	5,00	923,73	1514,92
2,00	97,73	2,27	923,73	1847,46

Tabela 15 – Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço – Volume Distribuidora Analisada

$K$	Intervalo (%)	Probabilidade de Falta (%)	$\delta_c$	ES (m <sup>3</sup> )
1,00	84,14	15,87	149,99	149,99
1,64	95,00	5,00	149,99	245,98
2,00	97,73	2,27	149,99	299,97

No estudo de caso foi considerada a garantia de atendimento de 97,73% da demanda, chegando-se a Estoques de Segurança (ES) de 1847,46 m<sup>3</sup>, considerando o volume de todas as Distribuidoras, e 299,97 m<sup>3</sup> para o volume da Distribuidora analisada.

#### 7.4. Determinação e Valoração da Tancagem Adicional Necessária para manutenção do Estoque de Segurança

Para a estocagem dos ES calculados, foram dimensionados tanques de acordo com os dados da Tabela 12. Assim sendo, para a estocagem de 1847,46 m<sup>3</sup> de óleo diesel, considerou-se o investimento em um tanque cilíndrico vertical com capacidade nominal de 2.055 m<sup>3</sup>, com diâmetro de 13,37 metros e altura do costado de 14,64 metros e para a estocagem de 299,97 m<sup>3</sup> de óleo diesel um tanque cilíndrico vertical com capacidade

nominal de 315 m<sup>3</sup>, com diâmetro de 12,20 metros e altura do costado de 5,73 metros, construídos com chapas de aço carbono com espessura de ¼”, de acordo com norma API 650 e NBR 7505.

Conforme Tabela 12 e Figuras 31 e 32, do item 6.3, os pesos dos tanques equipados com os acessórios necessários são de 55.887 Kg e 14.347 Kg e os investimentos necessários para as suas respectivas construções e montagens são apresentados na Tabela 16 abaixo:

Tabela 16 – Custos dos Tanques

Tanque (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)	Fund. Direta (R\$)	Fund. Estaqueada (R\$)
315	14.347	213.770,30	263.267,45
2.055	55.887	832.716,30	1.025.526,45

### 7.5. Determinação do Custo de Capital gerado pelo Aumento no Estoque

O aumento no estoque na Base Secundária de Guarapuava, gerado pela ineficiência do transportes de transferência ferroviária demandará investimento para a compra do produto (óleo diesel).

O impacto do investimento na compra do produto foi calculado levando-se em consideração o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC), conforme proposto por Dumit (2005).

Para Chopra (2003), apud Dumit (2005), o custo médio ponderado de capital deve ser entendido como o componente mais importante do custo de manutenção de estoques. Este custo leva em consideração o retorno exigido sobre o patrimônio da empresa e a quantia que a empresa deve pagar em sua dívida e o patrimônio que a empresa possui. A equação do WACC está representada abaixo:

$$WACC = (1 - T_c)(D/V) * r_D + (E/V) * r_E \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

D: Dívidas ou Capital de Terceiros

r<sub>D</sub>: Custo da Dívida ou do Capital de Terceiros

E: *Equity* ou Capital Próprio da Empresa

$r_E$ : Custo do Capital Próprio

V: Valor da Empresa (D + E)

$T_C$ : Alíquota do Imposto de Renda (IR)

Para o cálculo do WACC foram utilizados os seguintes parâmetros:

$r_D$ : Custo da Dívida ou do Capital de Terceiros – 12,27% ao ano.

E: *Equity* ou Capital Próprio da Empresa – 50%.

D: Dívidas ou Capital de Terceiros – 50%

$r_E$ : Custo do Capital Próprio – 15% ao ano.

$T_C$ : Alíquota do Imposto de Renda (IR) – 35%

Aplicando-se a Equação 5, tem-se:

$$WACC = (1 - 0,35)(0,50 * 0,1227) + (0,50 * 0,15)$$

$$WACC = (0,65 * 0,0614) + 0,0750$$

$$WACC = 11,49\%a.a.$$

O Custo de Capital com o estoque do produto é calculado conforme equação a seguir:

$$CM_{ES} = C * WACC * ES \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde:

$CM_{ES}$ : Custo de Capital com Estoque de Segurança (R\$/ano)

C: Custo de Aquisição do produto acrescido do frete de transferência (R\$/m<sup>3</sup>)

WACC = Weighted average cost of capital (% / ano)

ES: Estoque de Segurança (m<sup>3</sup>)

Aplicando-se a Equação 6, tem-se:

$$CM_{ES} = 1.900,00 * 0,1149 * 299,97$$

$$CM_{ES} = R\$65.474,30/ano$$

## **7.6. Levantamento dos Custos Adicionais com Transferências Rodoviárias**

Como indicado no item 7.2, ao longo do período analisado, foram verificadas diversas transferências rodoviárias motivadas por falhas na operação da ferrovia.

Os valores utilizados no estudo foram aproximados de forma a proteger as informações da empresa analisada. Contudo, a relação entre os valores do frete rodoviário e ferroviário é muito próxima dos valores reais o que nos permite a comparação com os custos da alternativa de manutenção de estoque adicional de segurança e do investimento na tancagem adicional.

Na Tabela 17 estão mostrados os volumes transferidos por rodovia no período de janeiro de 2005 a junho de 2006, os valores dos fretes ferroviários contratados para o trecho de Araucária até Guarapuava e os fretes rodoviários praticados.

Para fins de comparação com os custos da alternativa de manutenção de estoque de segurança, foi considerado o custo adicional com frete médio mensal do período e calculado o custo anual projetado chegando-se ao valor de R\$192.497,76/ano.

Tabela 17 – Transferências Rodoviárias Realizadas e Custos Adicionais com Fretes

Mês	Ferroviário	Rodoviário	Total	Fretes (R\$/m <sup>3</sup> )		Diferença	
				Ferroviário	Rodoviário	R\$/m <sup>3</sup>	R\$/mês
Jan/05	3937	1102	5040	24,00	36,00	12,00	13.228,99
Fev/05	4067	1179	5246	24,00	36,00	12,00	14.151,42
Mar/05	4464	1339	5804	24,00	36,00	12,00	16.071,48
Abr/05	4935	1382	6317	24,00	36,00	12,00	16.581,60
Mai/05	3986	1116	5101	24,00	36,00	12,00	13.391,28
Jun/05	4217	1096	5313	24,00	36,00	12,00	13.156,88
Jul/05	4464	1116	5580	24,00	36,00	12,00	13.392,90
Ago/05	5423	1356	6779	24,00	36,00	12,00	16.268,40
Set/05	4934	1184	6118	24,00	36,00	12,00	14.210,21
Out/05	4506	1126	5632	24,00	36,00	12,00	13.517,10
Nov/05	4758	1189	5947	24,00	36,00	12,00	14.273,55
Dez/05	4574	1144	5718	24,00	36,00	12,00	13.723,20
Jan/06	3882	1203	5085	24,00	36,00	12,00	14.441,04
Fev/06	3678	1692	5371	24,00	36,00	12,00	20.305,04
Mar/06	5770	2423	8193	24,00	36,00	12,00	29.078,78
Abr/06	4523	1402	5925	24,00	36,00	12,00	16.824,82
Mai/06	5001	1550	6551	24,00	36,00	12,00	18.603,16
Jun/06	4869	1461	6329	24,00	36,00	12,00	17.526,78
Total	81987	24062	106049				288.746,64
<b>Média</b>	<b>4555</b>	<b>1337</b>	<b>5892</b>				<b>16.041,48</b>

### 7.7. Análise Econômica das Alternativas - Aumento no Estoque e Investimento em Instalações ou Pagamento de Fretes Rodoviários

Para analisar as alternativas apresentadas para garantir o atendimento da demanda verificada na área de influência da Base Secundária considera-se o Custo de Capital gerado pela manutenção do Estoque Adicional de Segurança, o Investimento necessário para a construção de tanque e seus acessórios e a despesa adicional gerada pela diferença entre o frete ferroviário contratado e o frete rodoviário, que no Fluxo de Caixa é considerada como “Receita com Economia de Fretes”.

Considerando a capacidade calculada do tanque e, conseqüentemente, as suas pequenas dimensões, não foi considerada a necessidade de aquisição de terreno adicional para a sua instalação. Também, não foram considerados os possíveis custos operacionais adicionais gerados com o aumento da tancagem, tais como; perdas por evaporação, lastros e aumento de manobras de válvulas uma vez que, estes custos não são suficientes para alterar o resultado da Avaliação Econômica e, portanto a tomada de decisão.

As seguintes premissas foram consideradas para a Análise Econômica:

- √ Investimento para construção do tanque – R\$263.267,45
- √ Vida útil do tanque – 10 anos
- √ Valor residual do tanque (30%) – R\$78.980,24
- √ Receita com Economia de Fretes – R\$192.497,76/ano.
- √ Taxa de Imposto de Renda – 35%
- √ Custo Médio com Estoque de Segurança – R\$65.474,30/ano.

O Fluxo de Caixa apresentado no Anexo I indica um valor presente acumulado de R\$283.616,74 para o período de 10 anos e Taxa Interna de Retorno de 33%.

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir a partir deste estudo que, mesmo quando se agrega ao custo de manutenção de um Estoque de Segurança (ES), o custo com a construção de tanque, utilizando fundação estacada, para permitir a armazenagem deste volume adicional, a alternativa de construção de tancagem adicional e a manutenção de Estoque de Segurança é a que apresenta menor custo quando comparada com a alternativa de realização de transferências rodoviárias.

Em consequência, a partir dos dados considerados, relativos ao período jan/2005-jun/2006, recomenda-se investir em tancagem e estoque adicionais, de forma a se evitar as transferências rodoviárias emergenciais quando das falhas do sistema ferroviário.

Para facilitar tomadas de decisões em cenários diferentes dos apresentados neste estudo, efetuou-se uma análise de sensibilidade, variando-se o valor do investimento necessário para a construção do tanque e seus acessórios e o custo com o Estoque de Segurança adicional, para permitir avaliar os impactos das variações de cada elemento de custo sobre o resultado, ou seja, sobre a conclusão do estudo.

Os resultados obtidos estão apresentados no Anexo II, e indicam que as variáveis que mais fortemente impactam uma tomada de decisão sobre um investimento em tancagem adicional são o custo de aquisição do próprio combustível – Óleo Diesel – e o custo financeiro, os quais impactam o custo do Estoque de Segurança.

O “*Break Even Point*” (TIR = 0) relativo ao custo do Estoque de Segurança adicional ocorre com a elevação do custo em 166% (aumento do custo do produto, aumento do Custo Médio do Capital – WACC ou aumento do Estoque de Segurança – ES) e relativo ao Investimento na construção do tanque com a elevação do custo em 789% (aumento do custo de construção).