

## **Dimensionamento de tancagem de combustível em bases secundárias: decisões de investimento para superar ineficiências do sistema de transporte ferroviário**

Sérgio de Souza Araujo<sup>1</sup>

Valéria Campos Gomes de Souza Miccuci<sup>2</sup>

Nélio Domingues Pizzolato<sup>3</sup>

### **Resumo**

Neste artigo é abordada a cadeia de distribuição de derivados de petróleo no Brasil, com foco na avaliação econômica do investimento adicional necessário para construção ou ampliação de tanques para armazenagem de combustíveis líquidos em Bases Secundárias a fim de evitar rupturas na distribuição. A relevância do estudo realizado deve-se ao fato de que, no Modelo de Distribuição de Combustíveis Líquidos no Brasil, o sistema ferroviário tem apresentado ineficiências nas operações de transferências de combustíveis líquidos de Bases Primárias para Bases Secundárias. Concluiu-se que a realização dos investimentos em estoque de segurança e em tancagens adicionais nas Bases Secundárias seria a melhor alternativa sob o ponto de vista econômico, de modo a melhor se prevenir contra a incipiente confiabilidade do sistema ferroviário, especialmente nos períodos de safra agrícola. O estudo inclui, também, uma análise de sensibilidade da proposta com respeito a alterações nos dados do problema.

---

Recebimento: 18/12/2012 - Aceite: 20/07/2013

<sup>1</sup> Mestre em Logística, Alesat Combustíveis S.A., Av. das Américas, 3434 - Bloco 04 - Sala 222 - Barra da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - 22640-102. E-mail: sergio.araujo@ale.com.br.

<sup>2</sup> Professora Doutora do Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV. End: Rua da Ponte, Ed. 23 do AMRJ - Ilha das Cobras, Centro - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - 20091-000. E-mail: valeria.miccuci@casnav.mar.mil.br.

<sup>3</sup> Professor Doutor do Deptº de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio. End: Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - 22451-900. E-mail: ndp@puc-rio.br.

---

**Palavras-chave:** Transporte ferroviário; Logística; Estoque; Tancagem; Combustíveis

## **Sizing fuel's tankage in secondary bases: investment decisions to overcome inefficiencies of the railroad system**

### **Abstract**

This article examines the distribution chain of liquid petroleum fuels in Brazil, with focus on the economic evaluation of the investment costs required for the expansion or construction of additional tanks with corresponding operational facilities, and additional safety stocks to hold the product in the Secondary Basis. The relevance of the study is due to the Liquid Fuel Distribution Model used in Brazil, in which the railroad system plays a significant role, but presents inefficiencies in the transfer operations. The present study leads to the conclusion that, under an economic point of view, the alternative of investing in larger tankage capacity and to operate with more safety stocks is convenient to overcome the railroad failures and to reduce the eventual use of the road transportation system, especially during the harvesting period. The study has also included a sensitivity analysis of the proposals given some changes in the relevant problem data.

**Keywords:** Railroad Transport; Logistics; Inventory; Tankage; Fuel

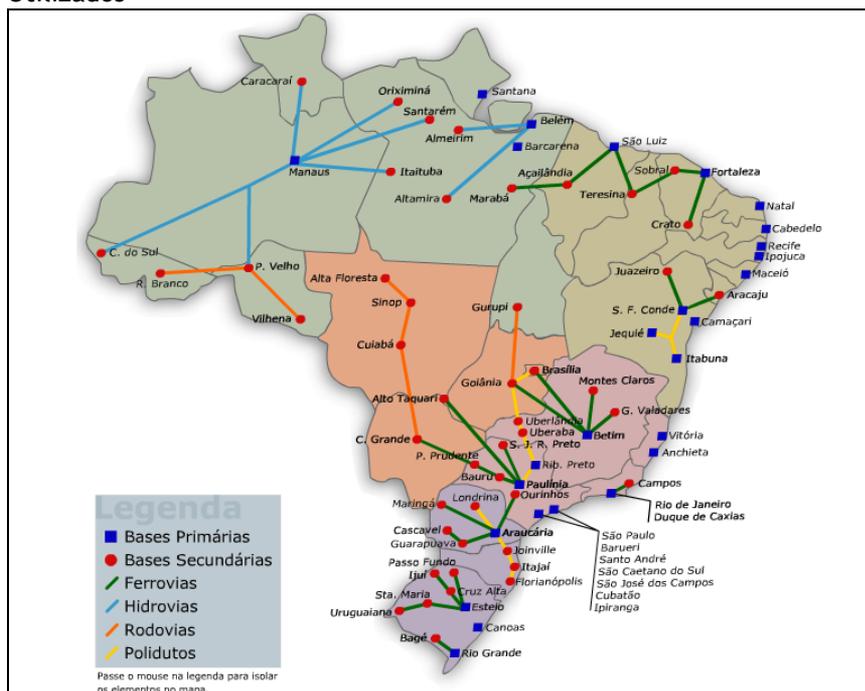
## Introdução

Os combustíveis derivados de petróleo são produzidos no Brasil em 13 refinarias de petróleo que se encontram localizadas próximas ao litoral, com grande concentração nas regiões sul e sudeste do país.

Para permitir a distribuição dos produtos derivados de petróleo produzidos pelas refinarias até os consumidores finais, foram construídas Bases Primárias, que recebem os produtos diretamente das refinarias através de dutos e polidutos ou pelo modal marítimo, por meio da navegação de cabotagem.

De forma a reduzir os custos com a movimentação dos combustíveis derivados de petróleo, bem como garantir um nível de serviço satisfatório, em termos de prazo de entrega aos clientes localizados em regiões distantes das refinarias, foi desenvolvida uma rede de Bases Secundárias. Na Figura 1 estão indicadas as localizações das Bases Primárias e das Secundárias instaladas no país, bem como os modais de transportes utilizados para a movimentação dos combustíveis líquidos.

**Figura 1:** Bases Primárias, Bases Secundárias e Modais de Transportes Utilizados



Fonte: (Sindicom, 2012)

Considerando-se os volumes movimentados e as distâncias envolvidas nas transferências de produtos das Bases Primárias para as Bases Secundárias, o modal de transportes mais adequado e, portanto, mais utilizado, é o ferroviário.

A motivação para a realização do estudo apresentado foi um fato frequentemente observado durante o período de safras agrícolas, que ampliam a demanda pelo transporte ferroviário e induzem as ferrovias a negligenciarem o transporte de combustível em favor dos produtos agrícolas. Desse modo, o sistema ferroviário não atende continuamente a demanda de transporte para transferências de produtos entre Bases, gerando a necessidade de utilização do modal rodoviário como alternativa. O fato acarreta aumento dos custos com fretes e introduz operações de carga e descarga de caminhões-tanque, aumento de custos nos processos de contratação de transportes na modalidade *spot*, bem como redução do nível de serviço devido ao atraso nas entregas de pedidos de clientes e/ou perdas de vendas por falta de produtos nas Bases Secundárias.

A alternativa avaliada para evitar os problemas relacionados no parágrafo anterior é a manutenção de um estoque adicional de produtos nas Bases Secundárias, mediante ampliação dos recursos de tancagem. Diante desse desafio, foi realizado um estudo de reavaliação do Modelo de Distribuição de combustíveis derivados de petróleo, dada a importância do sistema ferroviário nesse modelo e dos impactos das falhas deste sistema no nível de estoque e, conseqüentemente, nos custos relativos aos investimentos necessários em tanques e acessórios para a manutenção do estoque adicional. O estudo de caso foi limitado à análise dos dados referentes ao óleo diesel de uma empresa, distribuído a partir de uma determinada Base Secundária, mas, certamente, a metodologia proposta e os resultados desenvolvidos são de interesse para todas as demais Distribuidoras de combustíveis, assim como para outros produtos e para outras Bases Secundárias.

Este estudo compara os custos incrementais dos fretes rodoviários em lugar dos fretes ferroviários, com os custos de manutenção de estoques de segurança adicionais, acrescidos dos custos derivados dos investimentos em facilidades operacionais para a armazenagem e movimentação deste estoque adicional. O objetivo maior consiste em avaliar a ampliação da capacidade de armazenagem, de modo a evitar o uso dos fretes rodoviários nas épocas de safra agrícola ou de ineficiências ferroviárias.

A justificativa para a escolha do óleo diesel deve-se ao fato de que ele é um combustível de extrema importância na matriz energética brasileira, sendo fortemente utilizado no transporte empregado no agronegócio, seja no modal ferroviário como, principalmente, no modal

rodoviário, ambos utilizados para o escoamento das safras agrícolas das regiões produtoras para os portos brasileiros.

No desenvolvimento do estudo foram usados dados representativos dos custos de transportes e custos dos estoques envolvidos no fluxo do produto escolhido. Foram ainda considerados os investimentos estimados para a construção de tanques e acessórios para permitir as avaliações. No caso do levantamento dos volumes transferidos, foi consultado o banco de dados da Coordenadoria de Abastecimento de Araucária e para o dimensionamento da tancagem adicional e determinação do valor do investimento foi consultado o IBEC - Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos. Adicionalmente, foi feita uma análise de sensibilidade dos custos de estoque e tancagem, em relação às principais variáveis envolvidas no modelo de cálculo.

### **Transferências de óleo diesel para base secundária de Guarapuava**

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, onde, no caso do Estado do Paraná, predomina a exportação. Nesse sentido, o aprimoramento da oferta dos serviços de transporte é um instrumento particularmente interessante na construção da competitividade das *commodities*, em cujos mercados prevalece o preço como padrão de concorrência.

A ineficiência da ferrovia verificada no transporte de derivados de petróleo pode também ser observada no transporte da produção agrícola, como observado por Martins e Caixeta (1998), quando os autores sugerem que há “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”.

O óleo diesel comercializado pela empresa estudada, através de sua Base de Distribuição Secundária, 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 em casos de falhas da ferrovia. A partir da Base Secundária

de Guarapuava, o óleo diesel é transferido por meio de caminhões tanques para entregas diretas aos clientes.

As falhas da ferrovia observadas nas transferências da refinaria à Base Secundária, são ocasionadas por uma série de fatores, tais como: i) falta de vagão-tanque; ii) falta de locomotivas; iii) falhas na programação; iv) incapacidade de linha; v) necessidades de manutenção; vi) acidentes; e vii) 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.

O estudo foi realizado com base em dados de volumes representativos da Base Secundária em foco, de forma a proteger as informações reais da empresa estudada. Para a realização da pesquisa 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.

Os volumes médios totais diários transferidos no período estudado, envolvendo 18 meses, foram obtidos a partir de informações recebidas da Coordenadoria de Abastecimento de Araucária. As médias diárias e os desvios padrões estão mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1: Volumes médios transferidos para Guarapuava**

Total da Base	m3/dia
Total em 18 meses	26.991
Mínimo mensal	1.275
Máximo mensal	1.723
Média mensal	1.499,50
Desvio Padrão	129,82

Total da Empresa	m3/dia
Total	4.243
Mínimo mensal	202
Máximo mensal	328
Média mensal	235,72
Desvio Padrão	30,96

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

B. Volume da Distribuidora analisada

Fonte: (Coordenadoria de Abastecimento de Araucária)

### Cálculo do estoque de segurança

Para determinação do Estoque de Segurança (ES) foi utilizada a equação (1), conforme Ballou (1993):

$$ES = \delta_c * k \quad (1)$$

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

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

$k$ : Fator de Nível de Serviço.

A Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time oferece o estoque de segurança para o volume total das distribuidoras que operam no *pool* de Araucária e foi calculada conforme a expressão (2):

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

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

D: Demanda Diária (**1.499,50 m<sup>3</sup>**);

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

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

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

$$\delta_c = \sqrt{853277,11} \quad \rightarrow \quad \delta_c = 923,73$$

Aplicando-se novamente a expressão (2) 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>**); e

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

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

$$\delta_c = \sqrt{22.497,00} \quad \rightarrow \quad \delta_c = 149,99$$

Com a Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time foram calculados os Estoques de Segurança para três distintos fatores de nível de serviço  $k = 1$ ;  $k = 1,64$ ; e  $k = 2$ , os quais encontram-se mostrados nas Tabelas 2 e 3.

No estudo de caso foi considerada a garantia de atendimento de 97,73% da demanda, chegando-se a estoques de segurança (ES) de 1.847,46 m<sup>3</sup>, considerando o volume de todas as distribuidoras, e 299,97 m<sup>3</sup> para o volume da distribuidora analisada.

Para a estocagem dos ES calculados, foram dimensionados tanques de acordo com os dados fornecidos pelo IBEC (2006). Assim sendo, para a estocagem de 1.847,46 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.

**Tabela 2:** Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço - Volume Total

K	Intervalo (%)	Probabilidade de Falta (%)	$\bar{\delta}c$	ES (m3)
1,00	84,14	15,87	923,73	923,73
1,64	95,00	5,00	923,73	1.514,92
2,00	97,73	2,27	923,73	1.847,46

**Tabela 3:** Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço - Volume Distribuidora Analisada

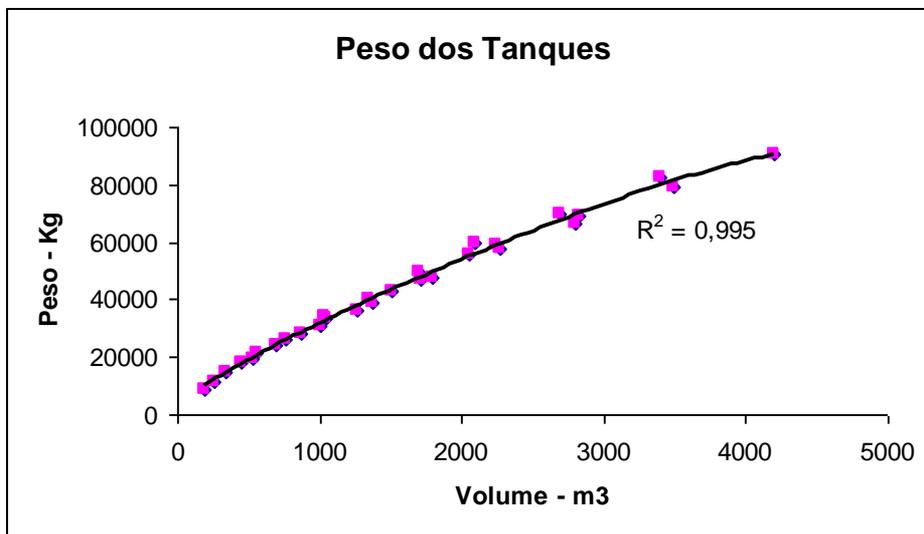
K	Intervalo (%)	Probabilidade de Falta (%)	$\bar{\delta}c$	ES (m3)
1,00	84,14	15,87	149,99	149,99
1,64	95,00	5,00	149,99	245,98
2,00	97,73	2,27	149,99	299,97

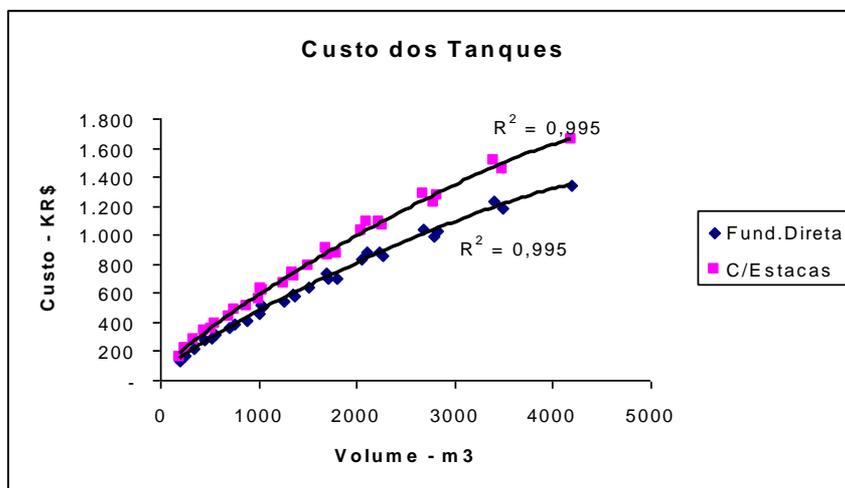
Conforme IBEC (2006), os pesos dos tanques equipados com os acessórios necessários são de 55.887 Kg e 14.347 Kg, sendo obtidos da Tabela 4 e das figuras 2 e 3 e os investimentos necessários para as suas respectivas construções e montagens são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 4:** Dimensões, volumes e pesos de tanques

	Altura (m)				
Diâmetro (m)	7,32	9,76	12,20	14,64	
5,73	189 8.829	252 11.588	315 14.347	378 16.519	Volume (m3) Peso (Kg)
7,64	336 14.763	447 18.295	559 21.317	671 24.586	Volume (m3) Peso (Kg)
9,55	524 19.390	699 24.021	874 27.857	1.049 33.690	Volume (m3) Peso (Kg)
11,46	755 26.130	1.007 30.559	1.258 36.102	1.510 43.027	Volume (m3) Peso (Kg)
13,37	1.028 32.494	1.370 38.894	1.713 46.662	2.055 55.887	Volume (m3) Peso (Kg)
15,28	1.342 40.129	1.790 47.426	2.237 59.044	2.685 69.533	Volume (m3) Peso (Kg)
17,19	1.699 49.609	2.265 57.803	2.831 69.306	3.398 82.610	Volume (m3) Peso (Kg)
19,10	2.097 59.427	2.796 66.321	3.495 79.089	4.195 90.382	Volume (m3) Peso (Kg)

Fonte: (IBEC, 2006)

**Figura 2:** Peso dos Tanques em função do volume

**Figura 3:** Custo dos Tanques em função do volume**Tabela 5:** 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

Elemento complementar neste estudo vem a ser os custos adicionais com transferências rodoviárias. Como indicado acima, ao longo do período analisado foram verificadas diversas transferências rodoviárias motivadas por falhas na operação da ferrovia, cujos valores encontram-se descritos a seguir.

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

Na Tabela 6 estão expostos os totais de volumes transferidos por rodovia no período estudado, incluindo os valores dos fretes ferroviários contratados para o trecho de Araucária até Guarapuava e os fretes rodoviários praticados.

**Tabela 6:** Transferências Rodoviárias Realizadas e Custos Adicionais com Fretes

Mês	Ferroviário	Rodoviário	Total	Frete (R\$/m3)		Diferença	
				Ferroviário	Rodoviário	R\$/m3	R\$/mês
Total	81.987	24.062	106.049	24,00	36,00	12,00	288.746,64
Média	4.555	1.337	5.892	24,00	36,00	12,00	16.041,48

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.

#### Determinação do custo de capital e análise econômica das alternativas

O aumento no estoque na Base Secundária de Guarapuava, gerado pela ineficiência do transporte de transferência ferroviária, demandará investimento para a compra e manutenção 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 - Weighted Average Cost Capital*). Para Gitman e Hastings (2010) ou Jordan et al(2008) o custo médio ponderado de capital deve ser entendido como o componente mais importante do custo de manutenção de estoques. A equação do WACC está representada na expressão (3), onde

D: Dívidas ou Capital de Terceiros;

E: *Equity* ou Capital Próprio da Empresa;

$r_D$ : Custo da Dívida ou do Capital de Terceiros;

$r_E$ : Custo do Capital Próprio;

V: Valor da Empresa (D + E); e

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

$$WACC = (1 - T_C)(D/V) * r_D + (E/V) * r_E \quad (3)$$

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; e

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

Aplicando-se a expressão (3), tem-se:

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

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

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

O Custo de Capital com o estoque do produto é calculado conforme expressão (4), 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); e

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

$$CM_{ES} = C * WACC * ES \quad (4)$$

Aplicando-se a expressão (4), tem-se:

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

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

Para analisar as alternativas econômicas apresentadas, de modo a 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 (cf. Anexo I) 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%; e,
- Custo Médio com Estoque de Segurança - R\$ 65.474,30/ano.

O Fluxo de Caixa levantado, conforme Anexo I, indicou um valor presente acumulado de R\$ 283.616,74 para um período de 10 anos com Taxa Interna de Retorno de 33% a.a.

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que, mesmo quando se agrega ao custo de manutenção de um Estoque de Segurança (ES), o custo com a construção de tanque, utilizando fundação estaqueada 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.

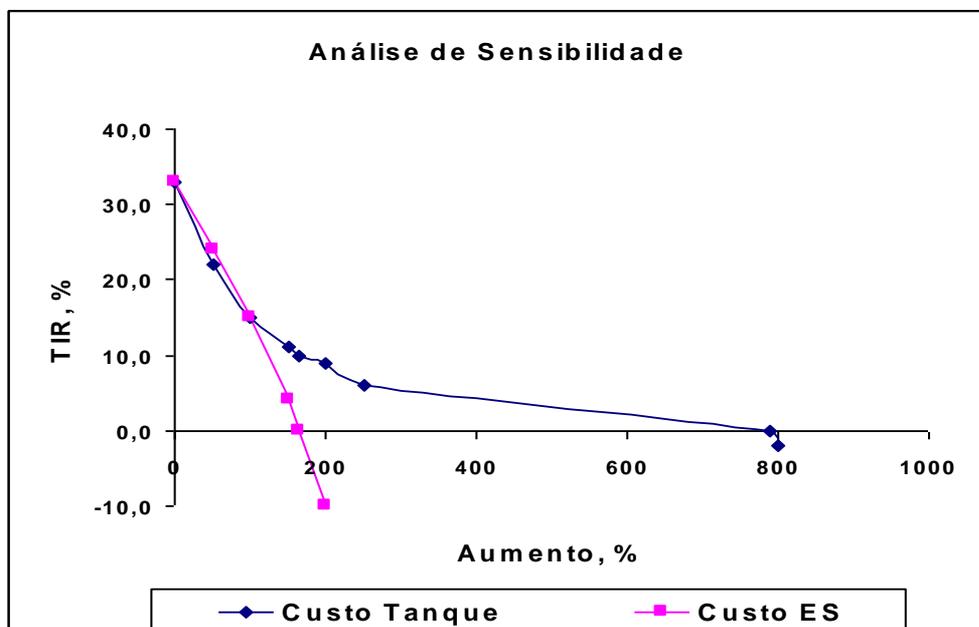
Em consequência, a partir dos dados considerados, recomenda-se investir em tancagem e estoque adicionais, de forma a se evitar as transferências rodoviárias emergenciais quando das falhas do sistema ferroviário.

Para facilitar a tomada 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.

A partir do caso base, efetuou-se um estudo da influência das principais variáveis envolvidas no estudo sobre as conclusões, com o objetivo de determinar que elementos seriam os mais críticos e em que situações estes levariam a uma mudança do resultado do estudo, ou seja, mudança na decisão de investimento. As variáveis estudadas foram: custo do tanque e custo do Estoque de Segurança (Volume do Estoque de Segurança, WACC e Óleo Diesel).

Os resultados obtidos estão resumidos na Figura 4, e indicam que as variáveis que mais fortemente impactam a 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).

**Figura 4:** Análise de Sensibilidade com respeito ao custo do tanque e do estoque de segurança



### Considerações Finais

O estudo restringiu-se à análise das alternativas de manutenção de estoques de segurança ampliados em Bases de Distribuição Secundárias de Combustíveis, tendo como estudo de caso a Base de Guarapuava-PR. Foram considerados diversos custos, a saber: o custo com a imobilização do capital com o estoque do óleo diesel; o custo com o investimento em tancagem; e os custos adicionais com a realização de transferências rodoviárias *vis-a-vis* os custos com transferências ferroviárias.

A conclusão foi que a melhor alternativa para garantir o abastecimento dos clientes da Distribuidora analisada é o aumento do espaço para armazenagem e a manutenção de um Estoque de Segurança que suporte as frequentes falhas da ferrovia. Esta alternativa representa um valor presente positivo de **R\$ 283.616,74** no período de 10 anos, quando comparada com a alternativa de realização de transferências rodoviárias. Esse benefício poderá ainda ser maior, se for considerado que a vida útil observada de tanques de armazenagem de combustíveis líquidos superam os 20 anos.

Com a visão de um embarcador, os autores recomendam a utilização do modal ferroviário para a realização das transferências de óleo diesel, por considerar que, além da vantagem econômica, este modal é o que apresenta menor risco de acidentes, menor risco de perdas e roubos de carga e menor risco de derrames e consequentes contaminações ambientais.

Com o objetivo de reduzir os custos com estoques e o risco de falta de produto na Base de Distribuição Secundária os autores recomendam investimentos em locomotivas, via permanente e vagões-tanques, de forma a permitir melhoria na eficiência da ferrovia.

### **Referências Bibliográficas**

ANP, Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - <http://www.anp.gov.br>

Ballou, R. H., Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física, Editora Atlas, 1993.

Gitman, L.J. e Hastings, A.V., Administração Financeira e Orçamentária, 12ª Edição, Addison-Wesley, 2010.

IBEC - Instituto Brasileiro de Engenharia de Custo - <http://www.ibec.org.br>

Jordan, B.D., Ross, S.A. e Westerfield, R.W., Administração Financeira e Orçamentária, 8ª Edição, McGraw Hill - Artmed, 2008.

Martins, R. S. e Caixeta Filho, J. V., Subsídios à tomada de decisão da escolha da modalidade e ao planejamento dos transportes do Estado do Paraná, PR, 1998

Sindicom - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes - <http://www.sindicom.com.br>

## Anexo I - Fluxo de caixa

Item	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
<b>1- Despesa</b>											
Custo Anual com Estoque		(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)	(65.474,30)
Investimento	(263.267,45)										
<b>Total das despesas</b>	<b>-263.267,45</b>	<b>-65.474,30</b>									
<b>2- Receita</b>											
Economia com Fretes		192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76	192.497,76
Venda de Ativo											78.980,24
<b>Total das receitas</b>	<b>0,00</b>	<b>192.497,76</b>	<b>271.478,00</b>								
<b>3- Resultado Operacional</b>											
	(263.267,45)	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	127.023,46	206.003,70
<b>4- Imposto de Renda (35%)</b>											
Deduções Lucro Tributável		26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75	26.326,75
Imposto de Renda		100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	100.696,72	179.676,95
		35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	35.243,85	62.886,93
<b>5- Saldo Após o Imposto de Renda</b>											
	(263.267,45)	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	91.779,61	143.116,76
<b>6- Valor Presente</b>											
	263.267,45)	82.320,93	73.837,06	66.227,52	59.402,20	53.280,30	47.789,30	42.864,21	38.446,68	34.484,42	48.231,56
<b>7- Valor Presente Acumulado</b>											
	(263.267,45)	(180.946,52)	(107.109,46)	(40.881,94)	18.520,26	71.800,55	119.589,86	162.454,07	200.900,75	235.385,17	283.616,74