



Sérgio de Souza Araújo

**Dimensionamento de Tancagem de Combustível em
Bases Secundárias
Decisões de Investimento para Superar Ineficiências do Sistema de
Transporte Ferroviário**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Logística.

Orientador: Prof. Nélio Domingues Pizzolato

Rio de Janeiro
Dezembro de 2006



Sérgio de Souza Araújo

**Dimensionamento de Tancagem de Combustível em
Bases Secundárias
Decisões de Investimento para Superar Ineficiências do Sistema de
Transporte Ferroviário**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Nélio Domingues Pizzolato

Orientador

Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro

Prof. Paulo Henrique Soto Costa

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Luiz Felipe Roris R. Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de dezembro de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Graduou-se em Engenharia Química pela UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1976, em Engenharia de Segurança pela UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 1977, em Engenharia Econômica pela PUC-RJ em 1979. Possui 30 anos de experiência profissional sendo 10 anos como engenheiro de processos e 20 anos em atividades relacionadas a logística tais como; produção, transportes, suprimentos e operações de terminais e armazéns. Atualmente é gerente de operações e logística de uma empresa de petróleo com atividade em refino, distribuição e comercialização, sendo responsável pelas áreas de produção, importação, suprimentos, transportes, distribuição, armazenagem, faturamento e controle de qualidade.

Ficha Catalográfica

Araújo, Sérgio de Souza

Dimensionamento de tancagem de combustível em bases secundárias: decisões de investimento para superar ineficiências do sistema de transporte ferroviário / Sérgio de Souza Araújo ; orientador: Nélio Domingues Pizzolato. – 2006.

98 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado em Engenharia)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Transporte ferroviário. 3. Logística. 4. Estoque. 5. Tancagem. 6. Combustíveis. I. Pizzolato, Nélio Domingues. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

À minha mulher Adelina e aos meus filhos Felipe, Fernanda e Fabiana.

Agradecimentos

A Deus.

Ao professor Nélio Pizzolato, pela orientação, apoio e incentivo.

A PUC-RJ por ter oferecido um curso de mestrado profissionalizante que me deu a oportunidade para, depois de muitos anos de carreira, realizar uma dissertação de mestrado que se constitui em uma experiência extremamente gratificante e motivadora.

A minha família pela paciência e compreensão das necessidades de minhas ausências.

Agradeço aos meus colegas e mestres Carlos Maligo e Claudia Dumit pelo incentivo.

A todos os colegas e professores do Curso de Mestrado Profissionalizante em Logística.

Aos professores membros da banca e ao professor Madiagne Diallo pelos comentários e sugestões.

Resumo

Araújo, Sérgio de Souza; Pizzolato, Nélio Domingues. **Dimensionamento de Tancagem de Combustível em Bases Secundárias – Decisões de Investimento para Superar Ineficiências do Sistema de Transporte Ferroviário.** Rio de Janeiro, 2006. 98p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nesta dissertação é abordada a cadeia de suprimento e distribuição de derivados de petróleo no Brasil, com foco na avaliação econômica do investimento adicional necessário para construção de tanques para armazenagem de combustíveis líquidos em Bases Secundárias, cuja necessidade decorre das falhas do sistema ferroviário nas operações de transferências de combustíveis líquidos de Bases Primárias para Bases Secundárias. O estudo de caso apresentado limitou-se à avaliação do abastecimento de óleo diesel da Base Secundária localizada em Guarapuava-PR. A relevância do estudo realizado deve-se ao fato de que, no Modelo de Distribuição de Combustíveis Líquidos no Brasil, o sistema ferroviário tem uma importante participação nas operações de transferências de produtos entre Bases. No entanto, o Sistema Ferroviário instalado no Brasil carece de investimentos para suportar a demanda existente com níveis de serviços desejados pelos usuários. O estudo foi realizado com base numa das sugestões indicadas na Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio, por Claudia Dumit, 2005. Considerando os dados levantados de custos de fretes ferroviários e rodoviários e os custos calculados com o investimento em estoque de segurança e em tancagem adicionais, concluiu-se que a realização dos investimentos é a melhor alternativa sob o ponto de vista econômico.

Palavras-chave:

Transporte Ferroviário; Logística; Estoque; Tancagem; Combustíveis

Abstract

Araújo, Sérgio de Souza; Pizzolato, Nélio Domingues (Advisor). **Dimensioning Fuel Tankage In Secondary Distribution Bases –Investment Decisions Overcome Inefficiencies in the Railway Transportation System.** Rio Janeiro, 2006. 98p. – M. Sc. Dissertation - Department of Industrial Engineering, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In this dissertation two problems are examined: the supply chain and the distribution system of liquid petroleum fuels in Brazil, with focus on the economic evaluation of the investment costs required for the construction of additional liquid fuel tanks with the corresponding operational facilities and additional safety stocks in secondary bases. Such investments are required to compensate for the railroad transportation failures that occur in the transfer operations of liquid fuels from primary bases to secondary bases. The present study was restricted to the evaluation of the diesel oil supply to a secondary base located in city of Guarapuava in the state of Paraná. The relevance of this study is due to the Liquid Fuel Distribution Model used in Brazil, in which the railroad system has an important participation in the transfer operations. However, it happens that the railroad system installed in Brazil requires investments to support the increasing demand to attain the service level expected by costumers. The present study was developed following one of the suggestions indicated by Claudia Dumit, in 2005, in her master thesis of the Industrial Engineering Program of PUC-Rio. Considering the available data for railroad and road transportation freight and additional costs with more tankage and safety stocks, the present study leads to the conclusion that, under an economic point of view, the alternative of investing in large tankage capacity and to operate with more safety stocks is convenient to compensate the railroad failures and to reduce the eventual use of the road transportation system.

Keywords:

Railroad Transportation; Logistics; Inventory; Tankage; Fuel

Sumário

1 . Introdução	15
1.1. Justificativa	15
1.2. Objetivo	18
1.3. Estrutura	19
1.4. Metodologia	19
2 . A Logística e a Indústria do Petróleo	21
2.1. Conceituação da Logística	21
2.2. Evolução da Logística	22
2.3. Supply Chain Management	25
2.4. A Aplicação do Supply Chain Management na Indústria do Petróleo	26
3 . A Cadeia de Suprimentos na Indústria do Petróleo no Brasil	29
3.1. Exploração e Produção	30
3.2. Refino	32
3.3. Distribuição	34
4 . A Infra-Estrutura logística da Indústria de Petróleo no Brasil	36
4.1. Instalações Portuárias para Recebimentos de Óleos Crus	36
4.2. Parque de Refino	38
4.3. Bases de Distribuição de Combustíveis	43
4.4. Os modais de transporte utilizados na movimentação dos derivados de petróleo	44
5 . A Atividade de Distribuição no Brasil	48
5.1. Perfil da Demanda	48
5.2. A Cadeia Logística dos Combustíveis	49
5.3. Bases de Distribuição	54
5.4. Oportunidades e desafios na atividade no Brasil	56
5.5. A Privatização dos Transportes Ferroviários	58

6 . Estrutura de Custos Logísticos	65
6.1. Custo com Estoque	65
6.1.1. Estoque Médio	66
6.1.2. Estoque de Segurança	67
6.1.3. Variabilidade Combinada da Demanda e do Lead Time	67
6.1.4. Fator de Nível de Serviço	67
6.1.5. Estoque Cíclico	68
6.1.6. Lastro do Sistema	70
6.2. Custo com Transportes para Transferências	70
6.3. Custo com Investimento – facilidades para estocagem	71
7 . Estudo de Caso – Transferências de Óleo Diesel para Base Secundária de Guarapuava	75
7.1. Descrição da Cadeia Logística Estudada	79
7.2. Dados do Período Estudado	80
7.3. Cálculo do Estoque de Segurança	82
7.3.1. Cálculo do Estoque de Segurança para o Volume Total	83
7.3.2. Cálculo do Estoque de Segurança para o Volume da Distribuidora Analisada	83
7.4. Determinação e Valoração da Tancagem Adicional Necessária para manutenção do Estoque de Segurança	84
7.5. Determinação do Custo de Capital gerado pelo Aumento no Estoque	85
7.6. Levantamento dos Custos Adicionais com Transferências Rodoviárias	87
7.7. Análise Econômica das Alternativas - Aumento no Estoque e Investimento em Instalações ou Pagamento de Fretes Rodoviários	88
8 . Considerações Finais e Sugestões	90
9 . Revisão Bibliográfica	92

10 . Glossário	95
11 . Anexos	96
11.1. Anexo I – Fluxo de caixa	97
11.2. Anexo II	98
11.2.1. Estrutura de custos logísticos	98
11.2.2. Análise de sensibilidade	98

Lista de Figuras

Figura 1: Localização das Refinarias Brasileiras	16
Figura 2: Bases Primárias, Bases Secundárias e Modais de Transportes Utilizados	17
Figura 3 – Evolução do preço do petróleo	22
Figura 4 – Etapas da conceituação da logística	24
Figura 5 – As funções da logística	25
Figura 6 – Cadeia de Suprimentos da Indústria de Petróleo	26
Figura 7 - Reservas provadas de petróleo (mMb) – 2004	27
Figura 8 - Consumo de petróleo per capita – 2004	27
Figura 9 – Rede logística esquemática de distribuição da indústria de petróleo	35
Figura 10 – Produção Nacional de Derivados de Petróleo	39
Figura 11 – Consumo Nacional de Derivados de Petróleo	39
Figura 12 – Balanço de Produção versus Consumo Nacional de Derivados de Petróleo	40
Figura 13 – Participação do Diesel no consumo de derivados	41
Figura 14 – Distribuição da utilização do diesel	41
Figura 15 – Localização das Bases Primárias e Secundárias	43
Figura 16 – Fluxos de Transferências de Combustíveis Líquidos com utilização do Modal Fluvial.	45
Figura 17 - Fluxos de Transferências de Combustíveis Líquidos com utilização do Modal Rodoviário.	46
Figura 18 - Fluxos de Transferências de Combustíveis Líquidos com utilização do Modal Dutoviário.	46
Figura 19 – Distribuição percentual do uso do óleo diesel no Brasil	49
Figura 20 – Localização das Bases de Distribuição Primárias	55
Figura 21 – Localização das Bases de Distribuição Secundárias	55
Figura 22: Trechos de ferrovias utilizados para as transferências dos derivados de petróleo.	56
Figura 23 – Malha Ferroviária no RS, SC, PR e SP	61
Figura 24 – Evolução do Tráfego de Locomotivas na Malha da ALL	62
Figura 25 – Tráfego de Vagões na Malha da ALL	63
Figura 26 – Evolução da Velocidade Média de Percurso Frota da ALL	63
Figura 27 – Perfil do Estoque	66
Figura 28 – Estoques Cíclicos – Diferentes decisões de compras.	69

Figura 29 – Ciclo de Pedido.	70
Figura 30 – Tanques Cilíndricos Verticais para Armazenagem de Combustíveis Líquidos.	72
Figura 31 – Peso dos Tanques em função do volume.	73
Figura 32 – Custo dos Tanques em função do volume.	74
Figura 33 – Distribuição percentual em volume de venda de combustíveis no Brasil	76
Figura 34 – Mapa do Estado do Paraná	77
Figura 35 – Malha Ferroviária do Estado do Paraná	77
Figura 36 – Malha Rodoviária do Estado do Paraná	78
Figura 37 – Importância do Óleo Diesel na Movimentação de Produtos no Estado do PR.	79
Figura 38 – Volumes transferidos de óleo diesel de Araucária para Guarapuava no período de janeiro de 2005 a junho de 2006.	81

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Evolução da produção de petróleo no Brasil de 1995 a 2004	29
Tabela 2 – Evolução das capacidades de refino por refinaria	33
Tabela 3 – Evolução das Importações de Petróleo no período de 1995 a 2004	37
Tabela 4 – Evolução das Exportações de Petróleo no período de 1995 a 2004	37
Tabela 5 – Terminais Aquaviários Autorizado para Armazenagem de Petróleo	38
Tabela 6 - Produção de derivados de petróleo energéticos e não-energéticos, por tipo de unidade produtora – 2004	42
Tabela 7 – Vendas anuais de derivados de petróleo	48
Tabela 8 – Demanda de Óleo Diesel por UF	49
Tabela 9 – Concessionárias das Malhas Regionais.	60
Tabela 10 – Distribuição da Malha Ferroviária Brasileira	60
Tabela 11 – Fatores de Nível de Serviço e probabilidades de faltas.	68
Tabela 12 – Dimensões, volumes e pesos de tanques	73
Tabela 13 – Volumes médios transferidos para Guarapuava no período de jan/2005 a jun/2006	82
Tabela 14 – Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço – Volume Total	84
Tabela 15 – Estoques de Segurança para os Diversos Níveis de Serviço – Volume Distribuidora Analisada	84
Tabela 16 – Custos dos Tanques	85
Tabela 17 – Transferências Rodoviárias Realizadas e Custos Adicionais com Fretes	88

Lista de Quadros

Quadro 1 – Refinarias com capacidade nominais	40
Quadro 2 - Marcos regulatórios do processo de privatização no Brasil	59
Quadro 3 – Distribuição dos Volumes Transportados pela ALL em 2003 e 2004	64
Quadro 4 – Características dos Modais de Transportes	71