



João Roberto Nunes Dias

**Análise de operações de importação: um estudo de caso
baseado no problema de transporte não capacitado**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Sílvio Hamacher

Rio de Janeiro
Abril de 2009



João Roberto Nunes Dias

**Análise de operações de importação: um estudo de caso
baseado no problema de transporte não capacitado**

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

Prof. Sílvio Hamacher

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Ricardo Vítor Jacomino da Cunha Vasconcellos

PETROBRAS

Prof. José Eugênio Leal

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de abril de 2009

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

João Roberto Nunes Dias

Graduou-se em Administração de Empresas na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 1997. Cursou Gerência de Transporte e Logística na Fundação Getúlio Vargas no Rio de Janeiro em 2002. É gerente de transportes da gerência de Logística da Unidade Organizacional denominada Materiais da empresa Petrobras.

Dias, João Roberto Nunes

Análise de operações de importação: um estudo de caso baseado no problema de transporte não capacitado / João Roberto Nunes Dias ; orientador: Sílvio Hamacher. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2009.

86 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui referências bibliográficas

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Importação. 3. Transporte. 4. Problema de transporte não capacitado. I. Hamacher, Sílvio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Aos meus pais, Ana e Dionísio, em memória.

Às minhas amadas Rosi e Diana.

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Sílvio Hamacher, pelos ensinamentos, pela objetividade durante as orientações e pelas importantes contribuições durante a realização deste trabalho.

Aos meus dois amores, minha esposa e filha, pelo apoio e paciência durante a realização do mestrado e da dissertação.

Aos demais professores do Mestrado e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção e da Coordenação Central de Extensão da PUC do Rio de Janeiro pelos ensinamentos e pelo apoio administrativo.

Aos professores que participaram da Banca Examinadora, pelas suas relevantes observações.

À Petrobras pela oportunidade de realização deste mestrado.

Ao colega de trabalho, Robson Mourão, pela valiosa contribuição durante a realização desta dissertação.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Dias, João Roberto Nunes; Hamacher, Sílvio (Orientador). **Análise de operações de importação: um estudo de caso baseado no problema de transporte não capacitado**. Rio de Janeiro, 2009. 86p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As operações de importação de uma empresa com abrangência nacional apresentam custos de transporte muito significativos na composição do custo total de sua cadeia de suprimento. Esta dissertação de mestrado contribui para a criação de uma ferramenta de análise que irá favorecer o planejamento das operações de importação da empresa. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é otimizar os fluxos de transportes internacionais realizados pela empresa no período de 2003 e 2004 englobando os custos, os modais e os prazos de transporte associados aos contratos logísticos existentes. A modelagem da rede e dos fluxos de transporte se baseou num problema de transporte não capacitado no qual foram testadas oito soluções para cada um dos 5857 embarques realizados. Alguns resultados se mostraram diferentes da solução original adotada pela empresa uma vez que os nós de passagem situados no estado de São Paulo se apresentam com maior oferta e menor custo associado aos serviços de transporte marítimo e aéreo quando comparados aos demais nós de passagem.

Palavras Chave

Importação; Transporte; Problema de Transporte não capacitado.

Abstract

Dias, João Roberto Nunes; Hamacher, Silvio (advisor). **Analysis of import operations: a case study based on the non-capacitated transportation problem.** Rio de Janeiro, 2009. 86p. M. Sc. Dissertation (professional option) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The import operations of a company with national coverage present very significant transportation costs in its total cost composition supply chain. The present Master Dissertation contributes for the creation of an analysis tool that will favour the planning of the company import operations. Therefore, the present study aims at optimizing the company's international transportation flow in the period of 2003 and 2004 taking in consideration the costs, transportation modals and transportation deadlines associated with the existent logistical contracts. The network modeling and the transportation flows were based on a non-capacitated transportation problem, in which eight solutions were tested for each of the 5857 boarding performed. Some results obtained are different from the original solution adopted by the company, once the gateway nodes at the state of São Paulo have lower costs and greater service offer associated to the maritime and aerial transport system, when compared to the other gateway nodes.

Keywords

Importation; Transportation; Non-capacitated transportation problem

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Objetivo	14
1.2. Relevância da Dissertação	14
1.3. Estrutura da Dissertação	15
2. Revisão Bibliográfica	16
2.1. Logística	16
2.2. Transporte	19
2.2.1. Transporte Internacional	20
2.2.2. Contrato de Transporte	21
2.2.3. Aspectos da Economia e da Formação de Preços de Transporte	22
2.3. Modalidades de Transporte	24
2.3.1. Modal Rodoviário	26
2.3.1.1. Dos Tipos de Serviços no Transporte Rodoviário	27
2.3.1.2. Da Composição da Tarifa do Frete Rodoviário	28
2.3.2. Modal Aquaviário	29
2.3.2.1. Da Classificação dos Navios	31
2.3.2.2. Do Frete Marítimo	32
2.3.2.3. Das Condições do Frete Marítimo	33
2.3.2.4. Do Conhecimento de Embarque	35
2.3.3. Modal Aéreo	35
2.3.3.1. Da Tarifa do Frete Aéreo	37
2.3.3.2. Da Classificação das Aeronaves	38
2.3.3.3. Do Conhecimento de Transporte Aéreo	38
2.4. Contrato de Compra e Venda Internacional	39

2.5. Embalagem e Unitização	40
2.6. Estoque	44
2.6.1. Custos de Estoque	45
2.7. Aplicações de Otimização Relacionadas ao Transporte	46
3. Descrição do Problema	49
3.1. Da Operação	49
3.2. Diagnóstico do Problema	57
4. Proposta de Solução	59
4.1. Fonte de Dados	59
4.2. Tratamento das Informações	61
4.2.1. Cálculo do Custo do Transporte Internacional	61
4.2.2. Cálculo do Custo do Transporte Nacional	63
4.2.3. Cálculo do Custo do Estoque em Trânsito no Transporte Internacional e Nacional	64
4.3. Modelo Matemático	65
5. Apresentação de Resultados	68
5.1. Análise dos Modais e dos nós de passagem	68
5.2. Análise de Sensibilidade	72
6. Conclusões e Recomendações para Trabalhos Futuros	75
6.1. Conclusões	75
6.2. Recomendações para Trabalhos Futuros	76
Referências Bibliográficas	77
Apêndice I – Tabela que apresenta os Termos de Comércio Internacional (Incoterms) e os responsáveis pelos principais serviços presentes numa operação de comércio exterior.	80

Apêndice II – Tabela com os principais tipos de paletes de madeira utilizados no transporte de materiais e equipamentos relacionados à dissertação. 81

Apêndice III – Tabela com os principais tipos e dimensões de contêineres utilizados no transporte marítimo de materiais e equipamentos relacionados à dissertação. 83

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo Conceitual de Logística integrada	17
Figura 2 – A integração logística	18
Figura 3 – Relações entre as atividades logísticas primárias e de apoio	19
Figura 4 – Escopo da Logística empresarial	20
Figura 5 – Relação usual entre distância e custo de transporte	22
Figura 6 – Relação entre peso e custo de transporte, por kg	23
Figura 7 – Relação usual entre densidade e custo de transporte, por kg	23
Figura 8 – Cadeia de suprimento da empresa	50
Figura 9 – Portos considerados no modelo e regiões de abrangência	54
Figura 10 – Aeroportos considerados no modelo e regiões de abrangência	54
Figura 11 – Rotação dos Portos entre o Golfo do México e a Costa Leste da América do Sul	55
Figura 12 – Necessidades diárias de transporte rodoviário da empresa	56
Figura 13 – Necessidades diárias de transporte multimodal da empresa	57
Figura 14 – Representatividade dos Modais de Transporte	68
Figura 15 – Percentual da Quantidade de Embarques por faixa de peso	69
Figura 16 – Representatividade dos Modais de Transporte.	73

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Fator de densidade dos modais de transporte	24
Tabela 2 – Estrutura de custos para cada modal	25
Tabela 3 – Comparação dos modais em termos das dimensões de serviço	25
Tabela 4 – Condições Comerciais do Frete Marítimo	34
Tabela 5 – Relação das cidades e respectivas quantidades de embarques realizados	51
Tabela 6 – Quantidade de Unidades de Produção e embarques realizados por Estado do Brasil	51
Tabela 7 – Prazos máximos para a realização dos serviços pelo PSL	52
Tabela 8 – Tarifas em R\$ (reais) para a prestação de serviços logísticos e transporte aéreo internacional proveniente de Miami e destino ao aeroporto de Campinas (SP)	62
Tabela 9 – Utilização do Modal Marítimo em Função dos Portos de Destino.	69
Tabela 10 – Utilização do Modal Aéreo em Função dos Aeroportos de Destino.	70
Tabela 11 – Movimento Acumulado de Cargas Internacionais nos Aeroportos	71
Tabela 12 – Utilização dos Modais Aéreo e Marítimo em Função dos Estados	71
Tabela 13 – Taxas e fatores considerados nos cenários para a análise de sensibilidade.	72
Tabela 14 – Valores em Reais dos custos totais e Respektivas Variações Percentuais	73