

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



André Augusto Soares Vieira

**Dimensionamento da frota de navios de
derivados claros para cabotagem: proposta de
modelo de otimização**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Silvio Hamacher

Rio de Janeiro
Setembro de 2014



André Augusto Soares Vieira

**Dimensionamento da frota de navios de derivados claros
para cabotagem: proposta de modelo de otimização**

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. Silvio Hamacher

Orientador e Presidente

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Fabricio Carlos Pinheiro Oliveira

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 09 de setembro de 2014.

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

André Augusto Soares Vieira

Graduou-se em Engenharia de Produção – Materiais pela Universidade Federal de São Carlos em 2002. Trabalhou na empresa Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil (ELEB) na área de vendas de trens de pouso. É funcionário da Petrobras desde março de 2004, onde atua na área de Logística, sob a diretoria do Abastecimento. Já atuou na programação dos navios de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e desde 2006 faz parte da equipe de programação dos navios de derivados claros.

Ficha Catalográfica

Vieira, André Augusto Soares

Dimensionamento da frota de navios de derivados claros para cabotagem: proposta de modelo de otimização / André Augusto Soares Vieira; orientador: Silvio Hamacher. – 2014. 59 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2014.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Logística do petróleo. 3. Transporte marítimo. 4. Dimensionamento de frota. I. Hamacher, Silvio. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pela graça de alcançar mais esta conquista.

A minha esposa Luciana e minhas filhas Maria Júlia e Laura, companheiras inseparáveis em todos os momentos.

A meus pais Benedito e Elizabeth, por toda dedicação e carinho que tiveram em minha formação pessoal e profissional.

Aos gerentes Ilmar de Lima Lopes, Claudio Rogério Linassi Mastella e Tania Mara Coelho de Oliveira Santos, pelo incentivo e interesse no desenvolvimento deste trabalho.

Ao consultor Suzushi Fukugawa, que através de sua vasta experiência técnica contribuiu de maneira valiosa para minha formação profissional.

A PETROBRAS pela oportunidade oferecida de poder realizar este curso.

Ao orientador Silvio Hamacher, por todo apoio e atenção que dedicou no desenvolvimento desta dissertação.

Resumo

Vieira, André Augusto Soares; Hamacher, Silvio (Orientador). **Dimensionamento da frota de navios de derivados claros para cabotagem: proposta de modelo de otimização.** Rio de Janeiro, 2014. 59p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O custo de transporte marítimo representa o elemento mais importante em termos de custos logísticos para a PETROBRAS. O atendimento pleno de seu mercado de derivados de petróleo somente é possível através da manutenção de uma frota de navios próprios e contratados, que navegam e operam por toda a costa marítima brasileira, além de buscarem produtos em outros países. Neste sentido, esta dissertação propõe um modelo de programação linear inteiro misto cujo objetivo é dimensionar o tamanho da frota e o porte dos navios para o transporte de derivados claros restritos à navegação de cabotagem. O modelo proposto baseia-se em um modelo existente na literatura, e seu resultado auxiliou os programadores a definir quantos navios são realmente necessários para atender os compromissos assumidos dentro de um horizonte de planejamento pré-estabelecido. Comparando este resultado com o número de navios já contratados e disponíveis para programar, pode-se, eventualmente, liberar navios para realizar viagens de longo curso, evitando assim a contratação de navios em *Voyage Charter Party* para este fim, além de reduzir a sobreestadia nos períodos de baixa movimentação, quando a frota contratada torna-se superdimensionada.

Palavras-chave

Logística do petróleo; transporte marítimo; dimensionamento de frota.

Abstract

Vieira, André Augusto Soares; Hamacher, Silvio (Advisor). **Fleet sizing of coastal shipping clear oil products vessels: optimization model proposal.** Rio de Janeiro, 2014. 59p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The shipping cost is the most important element in terms of logistic costs to PETROBRAS. The full attendance of its oil products market is possible only by maintaining a fleet of own and hired ships that sails and operate throughout the Brazilian coastline besides loading products in other countries. In this sense, this dissertation proposes a model of mixed integer linear program whose objective is to determine the coastal navigation fleet size and the type of vessels to transport clean petroleum products. The model propose is based on a previous model from the literature, and its outcome helped programmers define how many ships are actually required to meet the commitments undertaken within a pre-established planning horizon. Comparing the model's result with the actual number of vessels available for programming, one can eventually release ships to make other journeys, thus avoiding the hiring of ships in Voyage Charter Party for this last purpose. It is also possible to reduce the demurrage in periods of low movement, when the fleet contracted becomes oversized.

Keywords

Petroleum logistics; maritime transportation; maritime fleet size

Sumário

1. Introdução	8
2. Revisão da literatura	11
2.1. Transporte marítimo	11
2.2. Problemas em programação de navios	13
2.3. Dimensionamento da frota e dos tipos de navios	15
3. Planejamento, dimensionamento de frota e programação de navios	
– Situação Petrobras	19
3.1. Planejamento do abastecimento	21
3.2. Dimensionamento de frota	22
3.3. Programação de cabotagem de derivados	23
3.4. Método de programação	24
4. Descrição do modelo matemático proposto	27
4.1. Descrição do modelo original	27
4.2. Simplificações realizadas no modelo	28
4.3. Nomenclatura utilizada e descrição do modelo proposto	29
5. Estudo de caso	33
5.1. Dados de entrada	33
5.2. Descrição e interpretação dos resultados	40
5.3. Análise de sensibilidade	48
5.3.1. Análise da variabilidade da demanda	48
5.3.2. Análise da variabilidade da produção	49
5.4. Considerações finais	51
6. Conclusão	52
6.1. Oportunidades de pesquisas futuras	53
7. Referências Bibliográficas	55