



Carlos Pelizaro

**Dimensionamento de frota em uma
empresa de petróleo integrada**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Logística do Departamento de Engenharia Industrial da PUC – Rio.

Orientador: Prof. Jose Eugênio Leal

Rio de Janeiro
Junho de 2008

Carlos Pelizaro

**Dimensionamento de frota em uma
empresa de petróleo integrada**

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

Prof. José Eugênio Leal

Presidente e orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Profª. Maria Cristina Foglitti de Sinay

IME

Prof. Silvio Hamacher

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico / PUC-Rio

Rio de Janeiro, 18 de junho de 2008.

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

Carlos Pelizaro

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos em 2001, trabalhou em empresas de grande porte como Votorantim Celulose e Papel (VCP), Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e Petrobras S/A. Inicialmente atuando no setor de Energia Elétrica, passou a exercer atividades na área de Logística a partir de maio de 2003, quando foi incorporado ao quadro de pessoal da Petrobras S/A. Desde então, trabalhou diretamente com transporte marítimo de petróleo, voltado à Programação de Navios de Longo Curso e Cabotagem. Atualmente responsável pelo suprimento de petróleo às refinarias do Estado de São Paulo, exerce atividades com enfoque em Programação de Dutos, Terminais e Refinarias na Gerência de Suprimento de Petróleo do Abastecimento. Participou da IV Missão Técnica Internacional de Logística do Petróleo, promovida pela Universidade de Nevada em parceria com o Centro de Estudos Logísticos da COPPEAD/UFRJ em junho de 2007.

Ficha Catalográfica

Pelizaro, Carlos

Dimensionamento de frota em uma empresa de petróleo integrada: uma abordagem operacional / Carlos Pelizaro ; orientador: José Eugênio Leal. – 2008.

99 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Frota. 3. Logística. 4. Petróleo. 5. Procedimento de Clarke e Wright. 6. Transporte marítimo. I. Leal, José Eugênio. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 387.5448

Dedico esta conquista à minha esposa e minha família.

Agradecimentos

Agradeço a minha esposa Larissa, que sempre me apoiou, principalmente nos momentos mais difíceis... Obrigado pelo carinho, paciência e dedicação! Você foi fundamental para a realização deste sonho.

À minha família, pela compreensão nos momentos mais difíceis. Muito Obrigado!

Agradeço aos meus amigos da Petrobras, em especial da Gerência de Suprimento de Petróleo, pelo incentivo. Vocês participaram desta conquista!!! Ao Mário do Planejamento de Transporte Marítimo, um muito obrigado por suas contribuições e esclarecimentos.

E finalmente, agradeço àqueles que criaram condições para a concretização deste trabalho: Maria Cristina Sinay, Giselle Prata Guedes Coelho e José Eugênio Leal. Um muito obrigado pela confiança e consideração!!!

Resumo

Pelizaro, Carlos; Leal, Jose Eugênio (Orientador) **Dimensionamento de frota em uma empresa de petróleo integrada: uma Abordagem Operacional**. Rio de Janeiro, 2008. 99p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A logística do petróleo no Brasil encontra-se atualmente em franca expansão e desenvolvimento. Impulsionada por novas descobertas, além da entrada de novos *players*, os desafios têm se revelado cada vez mais complexos. Desta forma, uma previsibilidade da demanda por transporte adequada e aderente, principalmente, implica na redução nos custos de transporte advinda de uma melhor estratégia de contratação. Este trabalho busca mensurar o tamanho de frota necessário para o transporte de petróleo em seu estado cru, fornecendo subsídios para o processo de tomada de decisão em uma empresa de petróleo integrada. Para tal, são utilizadas modelagens matemáticas considerando-se as diversas viagens e destinos a serem atendidos pelos navios petroleiros. Simulações envolvendo tamanhos de lotes e roteamento de veículos também são utilizadas com o intuito de auferir ganhos mediante o aumento da eficiência no transporte. Ao final deste documento, pretende-se esclarecer aspectos importantes que impactam na atividade de programação de navios em âmbito operacional. São analisados dois tipos de serviços com finalidades distintas: transporte de petróleo em cabotagem e longo curso. Por fim, é calculado o tamanho de frota, de acordo com o porte de navio ideal, conforme os vários cenários abordados.

Palavras-chave

Frota; Logística; Petróleo; Procedimento de Clarke e Wright; Programação de navios.

Abstract

Pelizaro, Carlos; Leal, Jose Eugênio (Advisor). **The matter of fleet's size in integrated oil companies**. Rio de Janeiro, 2008. 99p. MSc Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Crude Oil's logistics in Brasil currently raises faster than last ten years. Driven by new discoveries, in addition to the entry of new players, the problems have been increased in complexity. Thus, an adequate forecast could be interesting to reduce transport's costs by an application of a better strategy for hiring. This paper seeks measure the size of fleet needed for the transport of petroleum in its raw state, providing subsidies to the decision process in oil companies. Therefore are used mathematical modelings considering the various destinations and the commercials contracts. Simulations involving cargo quantities and vehicles routing also had been employed in point of obtaining gains through increasing fleet's efficiency. The purpose of this work is to intend the impacts of some operational problems in scheduling. Two types of services are going to be analysed considering their finalities: the navigation along the Brazilian coast and the navigation between several countries. Finally, fleet will be calculated according to the size of vessel and attempting some different scenarios.

Keywords

Fleet; Logistics; Crude Oil; Clarke and Wright Heuristics; Ship Scheduling.

Sumário

1	Introdução	15
1.1.	A Origem do Trabalho	16
1.2.	O Problema	17
1.3.	O Objetivo	20
1.4.	A Justificativa	20
1.5.	O Escopo	21
2	Logística do Petróleo	22
3	Transporte Marítimo	34
3.1.	Modalidades contratuais	36
3.1.1.	Principais Cláusulas Contratuais	37
3.2.	Elementos do Transporte Marítimo	39
3.2.1.	Navio	39
3.2.2.	Plataformas de Produção de Petróleo	43
3.2.3.	Terminais Aquaviários	44
4	Dimensionamento de Frota	46
4.1.	Frequência e Tempo de Ciclo	47
4.2.	Procedimento de Clarke e Wright	50
5	Estudo de Caso	54
5.1.	Variáveis Estruturais	55
5.2.	Variáveis Operacionais	59
5.3.	Dimensionamento de Frota	60
5.3.1.	Longo Curso	61
5.3.2.	Cabotagem	71
5.3.2.1.	Lote Máximo	72
5.3.2.2.	Lote Mínimo	74
5.3.2.3.	Lote Médio	78
5.3.3.	Frota Total	81
6	Conclusões	83
7	Referências	87
8	Anexos	92

Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura de uma Cadeia de Suprimentos	23
Ilustração 1. Conceito de Ganho de Clarke e Wright.	51
Ilustração 2. O Modelo PLANAB	56

Lista de quadros

Quadro 1. Principais países produtores de petróleo no mundo	26
Quadro 2. Principais países exportadores líquidos de petróleo no mundo	27
Quadro 3. Gráfico dos países com as principais reservas provadas do mundo	28
Quadro 4. Principais países consumidores de petróleo no mundo	30
Quadro 5. Principais países importadores de petróleo no mundo	31
Quadro 6. Classificação de navio tanque quanto a sua capacidade	41
Quadro 7. Demanda de petróleo nos terminais	57
Quadro 8. Tempo médio de parada nos terminais	58
Quadro 9. Capacidade de armazenamento e produção das plataformas de petróleo	59
Quadro 10. Lote de carregamento por porte de navio	60
Quadro 11. Volume a ser transportado em viagens de longo curso	64
Quadro 12. Distribuição das Cargas de Exportação por Destino	64
Quadro 13. Distribuição das Cargas de Importação por Origem	64
Quadro 14. Frota VCP para atender demanda de transporte em longo curso	65
Quadro 15. Tempo de ciclo nas rotas de Longo Curso	66
Quadro 16. Demanda em dias de navios para exportação	67
Quadro 17. Demanda em dias de navios para importação	67
Quadro 18. Frota com retorno dos navios vazios	67
Quadro 19. Ganho Clarke e Wright nas rotas de Suezmax	69
Quadro 20. Ganho Clarke e Wright nas rotas de VLCC	69
Quadro 21. Ganho Clarke e Wright no longo curso	70
Quadro 22. Solução Clarke e Wright	70
Quadro 23. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote máximo	73
Quadro 24. Frota Plena Carga	74
Quadro 25. Lote mínimo de carregamento por plataforma	75
Quadro 26. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote mínimo	76
Quadro 27. Solução inicial com carga de lote mínimo	76

Quadro 28. Lista de Ganhos na cabotagem segundo procedimento de Clarke e Wright	77
Quadro 29. Frota com carregamento de lote mínimo	78
Quadro 30. Lote médio de carregamento por plataforma	79
Quadro 31. Tipo de navio empregado nas plataformas com carga de lote médio	80
Quadro 32. Frota com carregamento de lote médio	80
Quadro 33. Frota de longo curso e cabotagem	81

Lista de tabelas

Tabela 1 - Evolução da Movimentação de Cargas no Brasil, por Natureza e Total 18

Glossário

Blends: (inglês) mistura de produtos; petróleo; grãos sólidos.

Broker: (inglês) Empresas e bancos de investimento que negociam ações; contratos e títulos; corretor.]

Charter Out: (inglês) ato de sublocar navio para terceiros durante a vigência de contrato de afretamento.

COA (Contract of Affreightment): (inglês) modalidade de contrato de afretamento; contrato de transporte por quantidade de produto transportada; seja em massa ou volume.

Commodity: (inglês) mercadoria em estado bruto ou produto básico de importância comercial, como café, cereais, petróleo, algodão etc., cujo preço é controlado por bolsas internacionais.

Hedge: (inglês) cobertura; salvaguarda. Termo comercial empregado para expressar a idéia de proteção; como por exemplo; à exposição cambial.

Modus operandi: (latim) modo de operar; maneira de executar determinada atividade.

NOR (Notice Of Readness): (sigla, inglês) aviso de prontidão, certificado de pronto a operar emitido pelo navio comunicando ao terminal sobre sua disponibilidade para atracação.

Offloading: (inglês) nome dado à atividade de transferência física do petróleo da plataforma para o navio coletor.

Panamax: porte de navio com dimensões compatíveis com as restrições de navegação no Canal do Panamá.

PLANAB: (sigla) modelo de programação linear utilizado pela Petrobras

S.A. na elaboração do Plano do Anual do Abastecimento.

Player(s): (inglês) jogador; participante; no jargão empresarial player é a denominação utilizada em referência às empresas concorrentes.

Pool: (inglês) cesta de produtos; montante global.

Setup: (inglês) preparativos iniciais; diz-se que tempo de setup é o tempo gasto com o condicionamento de máquinas e equipamentos antes do início efetivo da operação.

Shifiting: (inglês) trabalho de atracação do navio no porto; navegação dentro dos limites do porto.

Sine qua non: (latim) expressa uma relação de condição necessária; sem a qual não.

Spread: (inglês) margem de lucro; diferencial de preços entre dois produtos.

Suezmax: porte de navio com dimensões compatíveis com as restrições de navegação no Canal de Suez.

Superávit: excedente; balanço positivo.

TCP (Time Charter Party): (inglês) modalidade de contrato de afretamento; locação de embarcação por tempo determinado.

Trade-off: (inglês) ponderar; escolher; contrabalançar vantagens e desvantagens entre várias alternativas.

VCP (Voyage Charter Party): (inglês) modalidade de contrato de afretamento; locação de embarcação por viagem isolada.

VLCC (Very Larger Crude Carrier): (sigla) navio tanque de grande porte utilizado no carregamento de petróleo em seu estado cru.