

**Pontifícia Universidade Católica**  
do Rio de Janeiro



**Celio Wakamatsu**

**Análise dos fatores que influenciam o frete no transporte  
marítimo de petroleiros no mercado *spot***

**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: Fernando Antonio Lucena Aiube

Rio de Janeiro  
Abril de 2008



**Celio Wakamatsu**

**Análise dos fatores que influenciam o frete no transporte  
marítimo de petroleiros no mercado *spot***

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. Fernando Antônio Lucena Aiube**

Presidente e orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. José Eugênio Leal**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Nélio Domingues Pizzolato**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. José Eugênio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico / PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de abril de 2008.

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

## Celio Wakamatsu

Graduou-se em engenharia Civil pela USP (Universidade de São Paulo – Escola Politécnica) em 1997. Trabalhou por 05 anos na Zarvos Engenharia como engenheiro de obras. Atuou no ramo de Telefonia em empresas como Telefônica e Tim. Atualmente é Analista de Suprimento e Logística da Petrobras, acumulando experiência de 06 anos na área de afretamento de navios, tendo experiência em contratação de navios de petróleo, derivados claros e escuros, químicos, de GLP e *bunker*.

### Ficha Catalográfica

Wakamatsu, Celio

Análise dos fatores que influenciam o frete no transporte marítimo de petroleiros no mercado spot / Célio Wakamatsu ; orientador: Fernando Antonio Lucena Aiube. – 2007.

118 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Frete. 3. Afretamento. 4. Transporte marítimo. 5. Logística. I. Aiube, Fernando Antonio Lucena. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

A Deus e à minha família

## Agradecimentos

Aos meus queridos pais, que sempre investiram numa sólida formação acadêmica, me passando os valores da importância da educação, sem os quais seguramente não estaria aqui apresentando esse trabalho.

À minha esposa Carla, amor da minha vida, sempre companheira, que me incentivou e apoiou nesse trabalho, suportando as fases difíceis sempre ao meu lado.

Aos meus amados filhos Caio e Daniel, que mesmo sem saber me dão uma grande força para o desenvolvimento desse trabalho (mesmo rasgando, rabiscando e até engolindo algumas anotações importantes!).

À minha irmã Emmy, que eu adoro, sempre muito amiga.

Aos meus chefes Pereira e Ângela, por terem me incentivado a desenvolver esse trabalho e pela flexibilidade no horário profissional para eu poder me dedicar mais no aspecto acadêmico.

Ao meu colega de trabalho e “campanha” Alam Clarkson, pelo costumeiro apoio.

Ao meu orientador Aiube, sempre disponível, objetivo e ágil.

À Petrobras, pela oportunidade a mim concedida.

## Resumo

Wakamatsu, Celio; Aiube, Fernando Antônio Lucena (Orientador). **Análise dos fatores que influenciam o frete no transporte marítimo de petroleiros no mercado spot.** Rio de Janeiro, 2008. 118p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O presente trabalho apresenta uma análise dos fatores que influenciam o valor de frete no transporte marítimo de petróleo e seus derivados, no mercado spot de curto prazo. A análise levará em conta fatores específicos da indústria, como por exemplo estoques de petróleo nos Estados Unidos, preço de compra de navio, bem como fatores mais genéricos, como temperatura, PIB, taxas de câmbio, entre outros. Embora a parcela de frete seja relativamente pequena em relação ao preço do produto transportado (varia usualmente entre 3% e 10%), ele é fator decisivo na composição da margem de lucro. Muitas vezes seu preço faz a diferença entre um negócio ser lucrativo ou não, pelo fato das margens de negociação de petróleo e seus derivados serem bastante restritas devido à forte competição. Entender como se comporta esse mercado é de grande utilidade para as empresas participantes desse mercado. A atividade de afretamento é responsável por grande parte dos custos logísticos das empresas da indústria, logo uma melhor performance nessa atividade certamente trará resultados sensivelmente positivos ao resultado global dessas empresas.

## Palavras-chave

Frete, Afretamento, Transporte Marítimo, Logística, Séries Temporais

## Abstract

Wakamatsu, Celio; Aiube, Fernando Antônio Lucena (Advisor). **Analysis of the factors that influences the liquid bulk maritime transportation's freight rate in the spot market.** Rio de Janeiro, 2008. 118p. MSc Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial. Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation presents an analysis of the variables that influence the freight rate of the maritime transportation industry of liquid bulk cargoes, on the spot market in the short term. This analysis will consider both the specific variables of the industry, such as crude oil inventories in United States, price of a vessel, as well as generic variables, such as temperatures, GDP, exchange rates, among others. Although the freight rates usually have small participation comparing with the product's price (often between 3% and 10%), it is very important when considering profits. Frequently the freight rate will make the whole difference, and will tell if the business was profitable or not, because margins in the crude oil and derivatives trade are very tight, due to the strong competition. Understanding how this industry works is of great value for the players of this market. Chartering is responsible for a big share of the logistical costs of oil companies, thus a better performance of this activity will surely bring better global results for them.

## Keywords

Freight Rate, Chartering, Maritime, Transportation, Logistics, Time Series

## Sumário

1. O transporte marítimo	13
1.1. Introdução	13
1.2. Tipos de navio	14
1.2.1. Militares	14
1.2.2. Comércio	14
1.2.3. Indústria	15
1.2.4. Auxiliares	15
1.3. A evolução dos navios	15
1.4. A segurança no transporte	16
1.4.1. Casos de acidentes marítimos	17
1.5. Tipos de navio Petroleiro	18
1.6. Os principais movimentos marítimos de petróleo e seus derivados	19
1.7. O conceito de Worldscale	20
1.7.1. Exemplo prático	21
1.7.2. O conceito de “Earnings per day” ou ”Time Charter Equivalent” (TCE)	22
2. O afretamento de navios	25
2.1. Generalidades	25
2.1.1. Afretadores	25
2.1.2. Fretadores	26
2.1.3. “Shipbrokers”	26
2.2. Tipos de Contrato de Afretamento	26
2.2.1. Liners	27
2.2.2. Tramp	27
2.2.3. Contratos VCP – “Voyage Charter Party”	27
2.2.4. Contratos COA – “Contract of Afreightment”	27
2.2.5. Contratos TCP – “Time Charter Party”	27
2.2.6. Contratos BCP – “Bareboat Charter Party”	28
2.3. O “vetting” de navios	28
2.4. Contratos Padrão	29
2.5. Histórico dos Fretes	29
2.5.1. Ciclos de Frete	29
2.5.2. Análise dos valores históricos	31
2.5.3. Fatores que influenciam ou são influenciados pelo frete marítimo	34
2.6. Previsão de Fretes	37
2.6.1. Previsão de fretes de longo prazo	37
2.6.2. Previsão de fretes de médio prazo	38
2.6.3. Previsão de fretes de curto prazo	38
3. Modelos causais	40
3.1. Econometria	40
3.2. Processos Estocásticos	41
3.2.1. Processos Estacionários	41
3.2.2. Processos Não-Estacionários	42
3.2.3. Testes de Estacionariedade	42
3.2.4. Transformando séries não-estacionárias	45



3.2.5. O Vetor Autoregressivo (VAR)	46
3.3. Modelo de Regressão Linear	47
3.3.1. Método dos Mínimos Quadrados	50
3.3.2. Propriedades amostrais dos estimadores de Mínimos Quadrados	51
3.3.3. Derivação dos Mínimos Quadrados	52
3.3.4. O modelo de Regressão Múltipla	55
4. Modelagem e análise de dados	58
4.1. Obtenção dos dados	58
4.2. Seleção de dados	59
4.3. Análise dos dados	62
4.3.1. Análise de autocorrelação	63
4.3.2. Análise de Regressão Múltipla	67
4.3.3. Análise VAR – Vetor Autoregressivo	72
4.3.4. Comparação das 3 metodologias empregadas	74
5. Conclusões e recomendações	76
5.1. Conclusões	76
5.2. Recomendações	77
6. Referências Bibliográficas	79
7. Glossário de termos específicos da indústria	82
8. Apêndices	90
8.1. Apêndice I - Base de dados do gráfico x	90
8.2. Apêndice II - Base de dados do gráfico x	91
8.3. Apêndice III - Base de dados para a análise de autocorrelação	91
8.4. Apêndice IV – Resumo do resultado da estimativa de equação pelo método dos mínimos quadrados, na análise de autocorrelação.	92
8.5. Apêndice IV – Resumo do resultado da estimativa de equação pelo método ARCH/GARCH, na análise de autocorrelação.	93
8.6. Apêndice VI – Tabela de valores críticos de Durbin Watson.	94
8.7. Apêndice VII – Previsão segundo equação da autocorrelação	94
8.8. Apêndice VIII - Base de dados para a análise de regressão múltipla	95
8.9. Apêndice IX – Resumo do resultado da estimativa de equação pelo método dos mínimos quadrados, na análise de regressão múltipla	99
8.10. Apêndice X – Previsão segundo equação da regressão múltipla	100
8.11. Apêndice XI – Resumo do resultado da estimativa de equação pelo método VAR	100
8.12. Apêndice XII – Previsão segundo equação do VAR	101
8.13. Apêndice XIII – Cálculo do MAPE (Mean Absolute Percent Error)	101
8.14. Apêndice XIV – Teste de heterocedasticidade ARCH-LM no modelo de regressão múltipla	102
8.15. Apêndice XV – Previsão segundo modelo de regressão múltipla	102
8.16. Apêndice XVI – Resumo do resultado da estimativa de equação pelo método VAR	103
8.17. Apêndice XVII – Previsão segundo equação do VAR	104
8.18. Apêndice XVIII – Cálculo do MAPE ( <i>Mean Absolute Percent Error</i> )	105
8.19. Apêndice XIX – Cálculo do MAE ( <i>Mean Absolute Error</i> )	106
8.20. Apêndice XX – Cálculo do RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> )	107

8.21. Apêndice XXI – Testes DF e ADF	108
8.22. Apêndice XXII – Teste de normalidade de Jarque-Bera (JB)	111
8.23. Apêndice XXIII – Modelos ARCH	113

## Lista de Figuras

Figura 1 : Evolução do tamanho da frota ao longo do tempo	16
Figura 2 : Movimentação Mundial de Petróleo em 2006	19
Figura 3 : Histórico de fretes marítimos de VLCC	33
Figura 4 : Gráfico comparativo de valores de mercado TCP X VCP	34
Figura 5 : Gráfico de frete VCP x Número de navios entregues	35
Figura 6 : Gráfico de frete VCP x Número de navios sucateados	36
Figura 7 : Gráfico da evolução de fretes ao longo do tempo	63
Figura 8 : Histograma da análise de autocorrelação	64
Figura 9 : Gráfico de resíduos x WS – autocorrelação	65
Figura 10 : Gráfico do WS real x previsão segundo autocorrelação	67
Figura 11 : Gráfico dos 143 pontos WS da regressão múltipla	68
Figura 12 : Histograma da análise de regressão múltipla	68
Figura 13 : Gráfico dos resíduos WS x WS – regressão múltipla	70
Figura 14 : Gráfico do WS real x previsão segundo regressão múltipla	72
Figura 15 : Gráfico do WS real x previsão segundo VAR	74
Figura 16 : Gráfico comparativo dos resultados dos 3 métodos	75

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 : Classificação de navios petroleiros	18
Tabela 2 : Tipos de produtos	18
Tabela 3 : Variáveis analisadas nesse trabalho	59
Tabela 4 : Análise Preliminar das variáveis selecionadas	60
Tabela 5 : Tabela resumo da comparação entre os 3 métodos	75