



FACULDADE DE ECONOMIA E FINANÇAS IBMEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONALIZANTE EM ECONOMIA

**AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE
CONTRATUAL DA INDÚSTRIA DO
TRANSPORTE MARÍTIMO UTILIZANDO
OPÇÕES REAIS.**

PEDRO JOSÉ CAITETE DE SOUZA MARTINS

ORIENTADOR: FERNANDO NASCIMENTO

Rio de Janeiro, 30 de março de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

“AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE CONTRATUAL DA INDÚSTRIA DO
TRANSPORTE MARÍTIMO UTILIZANDO OPÇÕES REAIS”

PEDRO JOSÉ CAITETE DE SOUZA MARTINS

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissionalizante em Economia
como requisito parcial para obtenção do
Grau de Mestre em Economia.
Área de Concentração: Finanças e
Controladoria.

ORIENTADOR: FERNANDO NASCIMENTO.

Rio de Janeiro, 30 de Março de 2009.

**“AVALIAÇÃO DA FLEXIBILIDADE CONTRATUAL DA INDÚSTRIA DO
TRANSPORTE MARÍTIMO UTILIZANDO OPÇÕES REAIS”**

PEDRO JOSÉ CAITETE DE SOUZA MARTINS

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Profissionalizante em Economia
como requisito parcial para obtenção do
Grau de Mestre em Economia.
Área de Concentração: Finanças e
Controladoria

Avaliação:

BANCA EXAMINADORA:

Professor FERNANDO NASCIMENTO (Orientador)
Instituição: IBMEC-RJ e Banco Central do Brasil

Professor JOSÉ VALENTIM VICENTE
Instituição: IBMEC-RJ e Banco Central do Brasil

Professor LUIZ BRANDÃO
Instituição: PUC-RIO

Rio de Janeiro, 30 de Março de 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA

Entrar em contato com a biblioteca no térreo,
ou através do e-mail: biblioteca.rj@ibmecrj.br

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação às minhas queridas mãe e avó, cujo apoio e presença foram fundamentais na minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e avó por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu tio Celso Caitete pelo apoio irrestrito aos meus estudos.

À minha família carioca, especialmente à minha tia Amazônia, por todo o apoio e carinho durante este meu tempo no Rio de Janeiro.

À Tainá por compartilhar comigo os momentos mais difíceis e os mais alegres desta jornada.

À minha irmã, pela companhia e apoio no meu primeiro ano no Rio de Janeiro.

À minha família e amigos pelo apoio neste meu tempo fora de casa.

À amiga Renata Pereira pelas infindáveis discussões sobre opções reais e pelas revisões dos meus textos.

Ao amigo Pedro Paulo Saraceni por dividir comigo um pouco de seu conhecimento sobre a indústria do transporte marítimo.

Às empresas McQuilling Shipping e Compass Maritime, representadas por Dave Saginaw e Basil Karatzas, pelos dados e informações disponibilizados.

Ao professor Fernando Nascimento pela disposição nas orientações e pelas revisões das diversas versões desta dissertação.

Aos professores do IBMEC-RJ pelo conhecimento compartilhado durante as matérias que cursei na instituição.

RESUMO

Projetos de investimento na indústria de transporte marítimo envolvem grandes montantes de capital, estão sujeitos a elevados níveis de incerteza, principalmente vindo dos fretes e dos preços dos combustíveis, além de apresentar indícios de flexibilidades inerentes. Neste contexto, a análise por fluxo de caixa descontado tende a subestimar o valor do projeto, por não avaliar adequadamente as flexibilidades gerenciais, e a análise por opções reais surge como a forma mais adequada de avaliação por precificar corretamente as flexibilidades presentes. Este trabalho tem como objetivo avaliar uma das flexibilidades inerentes aos projetos de investimento na indústria de transporte marítimo: a capacidade que o armador tem em alternar entre dois tipos de contrato de afretamento, o afretamento por tempo e o afretamento por viagem, que possuem diferentes níveis de exposição às incertezas. Como estudo de caso, é utilizado o investimento em um navio tanque para transporte de petróleo da classe Suezmax, utilizando dados do mercado internacional. Para avaliar a flexibilidade gerencial é empregado o modelo de Trigeorgis (1996) de troca entre modos de operação, utilizando a simulação dos fluxos de caixa de forma a chegar ao valor presente expandido. As incertezas consideradas foram os fretes, por viagem e por tempo, bem como os preços dos combustíveis, sendo modelados como movimentos de reversão à média. O estudo encontra um valor para a opção real que representa um acréscimo de aproximadamente 12,9% em relação ao maior valor presente considerado.

Palavras Chave: Análise por Opções Reais, Avaliação de Investimento, Transporte Marítimo, Navio Tanque, Movimento de Reversão à Média, Simulação de Monte Carlo.

ABSTRACT

Maritime investment projects involve large amounts of capital, are subject to high uncertainty levels, mainly from the freight rates and bunker prices, and have several inherent flexibilities. In this context, the discounted cash flow analysis tends to underestimate the project's value, and the real options analysis represents the most adequate valuation technique, since it correctly evaluate the managerial flexibilities. The present work has the objective to evaluate one of the maritime investment projects' inherent flexibilities, the shipowner ability to switch between two kinds of charter parties, the voyage charter and the time charter, which have different levels of exposure to the uncertainties. The case study analyzed is the investment in a Suezmax tanker, using data from the international market. The Trigeorgis (1996) model of switching between operational modes was used to evaluate the flexibility, utilizing cash flow simulations to calculate the expanded present value. The time charter and the voyage charter freight rate, and the bunker prices were the uncertainties considered in this study, being modeled as a mean reverting process. The study shows that the real option adds approximately 12.9% to the value of the project without flexibility.

Key Words: Real Option Analysis, Investment Valuation, Maritime Transportation, Tanker, Mean Reverting Process, Monte Carlo Simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do Valor Presente Líquido.....	9
Figura 2 – Estrutura de Custos e Despesas nos Contratos de Afretamento.....	25
Figura 3 – Número Médio de Tripulantes por Tipo de Embarcação.....	27
Figura 4 – Principais Componentes dos Custos com Suprimentos.....	27
Figura 5 – Divisão Geográfica da Demanda e da Produção Mundial de Petróleo, 2007.....	31
Figura 6 – Principais Importadores de Petróleo, 2007.....	32
Figura 7 – Trajeto da Viagem Entre Bonny e Philadelphia.....	37
Figura 8 – Frete por Viagem TD5, 27/01/1998 a 27/08/2008, em USD/toneladas – Em Termos Reais de Agosto de 2008.....	40
Figura 9 – Frete por Tempo Navio Suezmax 150.000 TPB, 02/2000 a 06/2008, em USD/dia – Em Termos Reais de Agosto de 2008.....	41
Figura 10 – Preço do IFO 380 nos Principais Portos do Mundo, Agosto 2008.....	43
Figura 11 – Preço do IFO 380 no Porto da Philadelphia, 05/01/1990 até 22/08/2008, em USD/tonelada.....	44
Figura 12 – Histogramas de Valor Presente do Projeto sem Flexibilidade.....	67
Figura 13 – Comparação Entre os Histogramas de Valor Presente do Modo Flexível e do Projeto Utilizando Afretamento por Viagem.....	68
Figura 14 – Relação Entre Volatilidade dos Processos Estocásticos e o Valor da Opção.....	70
Figura 15 – Relação Entre Correlação Entre os Processos Estocásticos e o Valor da Opção.....	71
Figura 16 – Relação Entre Taxa Livre de Risco e o Valor da Opção.....	71
Figura 17 – Matriz de Copeland e Antikarov para Avaliar a Flexibilidade Gerencial.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos Principais Tipos de Navios.	15
Tabela 2 – Classificação de Navios para Transporte de Petróleo.....	17
Tabela 3 – Principais Fluxos Inter-Regionais de Petróleo, 2007.	32
Tabela 4 – Principais Rotas Cobertas pelo Índice Baltic de Fretes.....	33
Tabela 5 – Cálculo da Duração da Viagem de Ida e Volta.	38
Tabela 6 – Consumo de Combustível.....	38
Tabela 7 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Fretes por Viagem, em USD/t.	40
Tabela 8 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Fretes por Tempo, em USD/dia.....	42
Tabela 9 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Combustíveis Marítimos, em USD/t.	43
Tabela 10 – Custos Operacionais do Navio, em USD/dia e USD/ano.....	44
Tabela 11 – Custos Portuários em USD por Viagem.....	45
Tabela 12 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.	52
Tabela 13 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.....	52
Tabela 14 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.	52
Tabela 15 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.....	53
Tabela 16 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.	53
Tabela 17 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.....	53
Tabela 18 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.	55
Tabela 19 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.	55
Tabela 20 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.	55
Tabela 21 – Matriz de Correlação das Séries Estudadas.....	56
Tabela 22 – Cálculo do Custo de Capital do Projeto.....	60
Tabela 23 – Fluxo de Caixa Livre do Projeto Utilizando Afretamento por Viagem.....	62
Tabela 24 – Fluxo de Caixa Livre do Projeto Utilizando Afretamento por Tempo.....	63
Tabela 25 – Resultados do Cálculo da Análise de Opções Reais, em USD.....	66
Tabela 26 – Valor da Flexibilidade.	68
Tabela 27 – Resultados da Sensibilidade Utilizando MGB, em USD.....	72
Tabela 28 – Resumo da Classificação das Opções Reais.....	82
Tabela 29 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Fretes por Viagem.	83

Tabela 30 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Fretes por Tempo.....	84
Tabela 31 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Preços dos Combustíveis.	84
Tabela 32 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média do Fretes por Viagem.	85
Tabela 33 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média do Fretes por Tempo.....	86
Tabela 34 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média dos Preços dos Combustíveis.	86
Tabela 35 – Empresas Utilizadas no Cálculo do β do Projeto.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS

AFRA	<i>Average Freight Rate Assessment</i>
bpd	Barris por Dia.
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCLA	Fluxo de Caixa Livre aos Acionistas
FCLP	Fluxo de Caixa Livre do Projeto
FFA	<i>Freight Foward Agreement</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNL	Gás Natural Liquefeito
H&M	<i>Hull and Machinery</i>
IFO	<i>Intermediate Fuel Oil</i>
LDT	<i>Light Displacement Ton</i>
MGB	Movimento Geométrico Browniano
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
MRM	Movimento de Reversão à Média
Mtoe	Milhões de toneladas de óleo (petróleo) equivalente
P&I	<i>Protection and Indemnity</i>

PPI	<i>Producer Price Index</i>
SMC	Simulação de Monte Carlo
TPB	Tonelada de Porte Bruto
ULCC	<i>Ultra Large Crude Carrier</i>
USD	<i>United States Dollar</i>
VLCC	<i>Very Large Crude Carrier</i>
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido
VPLE	Valor Presente Líquido Expandido
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
WS	Worldscale

LISTA DE SÍMBOLOS

$E(F)$	Valor Esperado do Projeto Flexível
$VP(A)$	Valor Presente do Projeto A
$FC_t(F)$	Fluxo de Caixa em t do Projeto F
$F(A \rightarrow B)$	Valor da Flexibilidade de Troca do Modo de Operação A para o B
GT_t	Gasto Total
DF_t	Despesas Financeiras
CV_t	Custos de Viagem
CO_t	Custos Operacionais
$Trip_t$	Custos da Tripulação
Sup_t	Custo dos Suprimentos
RM_t	Custos com Reparos e Manutenção do navio
Seg_t	Custos com Seguros
Adm_t	Custos com a Administração da Empresa de Navegação.
$Comb_t$	Custos com os Combustíveis
$Port_t$	Despesas Portuárias
Can_t	Taxas de Travessia de Canal
F	Consumo Real de Combustível
F^*	Consumo Médio de Projeto do Navio;
S	Velocidade Real Média do Navio.

S^*	Velocidade Média de Projeto do Navio.
ε_t	Componente Aleatório do Processo Estocástico
P	Preço do Ativo
α	Drift do Processo Estocástico
σ	Volatilidade do Ativo
η	Parâmetro de Reversão à Média
\bar{P}	Média de Longo Prazo do Preço do Ativo
x	Logaritmo Natural do Preço do Ativo
$\hat{\sigma}_e$	Erro Padrão da Regressão Linear.
a	Intercepto da Regressão Linear
b	Coefficiente Angular da Regressão Linear
k_{ct}	Custo de Capital de Terceiros
k_{cp}	Custo de Capital Próprio
IR	Taxa Marginal de Impostos
w	Ponderação de Acordo com a Estrutura de Capital da Empresa
β_{des}	Beta Desalavancado da Empresa
β_{alav}	Beta Alavancado da Empresa
CT	Capital de Terceiros
CP	Capital Próprio
k	Custo do Capital Próprio
k_m	Retorno Esperado da Carteira de Mercado
r	Retorno Esperado de um Ativo Livre de Risco
θ	Taxa de Inflação
ρ	Correlação
Σ	Matriz de Correlação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1	Opção de Troca e Modelo de Trigeorgis (1996)	10
2.2	Opções Aplicadas ao Transporte Marítimo	13
3	A INDÚSTRIA DO TRANSPORTE MARÍTIMO	15
3.1	Classificação da Frota Mundial de Carga	15
3.1.1	Navios-Tanque	16
3.2	Contratos de Afretamento	18
3.2.1	Contrato de Afretamento por Viagem	19
3.2.2	Contrato de Afretamento por Tempo	21
3.2.3	Contrato de Afretamento a Casco Nu	21
3.2.4	Comparação e Relação entre os Contratos de Afretamento por Tempo e por Viagem	22
3.3	Estrutura de Custos e Despesas dos Navios	24
3.3.1	Custos Operacionais	26
3.3.2	Custos de Viagem	29
3.4	O Transporte Marítimo de Petróleo	30
4	ESTUDO DE CASO	34
4.1	Descrição do Projeto	34
4.1.1	Descrição dos Dados de Viagem	37
4.2	Descrição das Variáveis do Projeto	38
4.2.1	Frete por Viagem	39
4.2.2	Frete por Tempo	41
4.2.3	Combustível Marítimo	42
4.2.4	Custos Operacionais	44
4.2.5	Custos de Viagem	45
4.2.6	Gastos de Capital	45
4.2.7	Valor Terminal	46
4.3	Modelagem das Variáveis Estocásticas do Projeto	46
4.3.1	Movimento Geométrico Browniano	47
4.3.2	Movimento de Reversão à Média	48
4.3.3	Modelagem das Séries de Fretes	50
4.3.4	Modelagem da Série de Preços de Combustível Marítimo	53
4.3.5	Correlação Entre as Séries	55
4.4	Análise por Opções Reais	56
4.4.1	Cálculo do Custo de Capital do Projeto	57
4.4.2	Descrição dos Fluxos de Caixa do Projeto	60
4.4.3	Simulação dos Processos Estocásticos	63
4.4.4	Resultados da Análise de Opções Reais	66
4.4.5	Análise de Sensibilidade	69

5 CONCLUSÃO.....	73
APÊNDICE A.....	80
APÊNDICE B.....	83
APÊNDICE C.....	85
APÊNDICE D.....	87
APÊNDICE E.....	88

1 INTRODUÇÃO

A principal função econômica do transporte marítimo é atuar como um facilitador para o comércio mundial. Sua importância para o desenvolvimento do mesmo é inegável, uma vez que a combinação de baixo custo relativo e ganho de escala transformaram este modal¹ no dominante no transporte internacional de *commodities* e de carga geral. Atualmente representam mais de 50% do volume em dólares americanos e 99% do peso total das cargas do comércio internacional (BALLOU, 2006).

Dessa forma, por seu papel no desenvolvimento do comércio mundial, o transporte marítimo também traz importantes contribuições à economia mundial, principalmente, no que diz respeito à possibilidade de maior integração das economias por meio do comércio de bens. Outra contribuição à economia diz respeito à redução da participação dos custos logísticos no preço final dos bens, principalmente *commodities*, nos últimos trinta anos, devido ao ganho de escala permitido e pelas inovações logísticas apresentadas pela indústria de transporte marítimo (STOPFORD, 1997).

Esta indústria possui características peculiares, sendo que a primeira é a necessidade de pesados investimentos de capital, que pelo menos em parte irreversíveis. Por exemplo, a construção de um navio para transporte de petróleo pode custar mais de 100 milhões de

¹ Modo de transporte.

dólares, e seu valor de revenda pode chegar a menos de 10% deste valor². Outra característica da indústria é a sua grande sensibilidade aos ciclos econômicos, devido ao seu papel no comércio mundial. Esta sensibilidade aos fatores econômicos é refletida nos mercados de suas principais variáveis, os fretes e o preço dos combustíveis, caracterizados por altas volatilidades.

Apesar da característica dinâmica da indústria, a principal regra de decisão adotada quanto ao investimento é o fluxo de caixa descontado³. As características citadas acima, irreversibilidade do investimento e alta volatilidade em variáveis-chave, somadas a indícios da presença de flexibilidades no investimento levam a crer que o investimento nesta indústria seja passível de ser avaliado pela abordagem de opções reais, como mostram as pesquisas de vários autores, dentre eles Bendall e Stent (2005), Dixit e Pyndick (1994) e Sødal et al. (2008).

Uma das flexibilidades inerentes a determinados projetos no transporte marítimo é a possibilidade do armador optar entre diferentes tipos de contratos, quando fretando seus navios para terceiros. Em um período regular, o armador, normalmente, pode escolher entre fretar seu navio no mercado de afretamentos por viagem⁴, ou fretá-lo no mercado de afretamento por tempo. Estes contratos implicam em diferentes estruturas de custo e de receita, bem como em diferentes níveis de exposição às incertezas. A flexibilidade descrita, somada às características citadas no parágrafo anterior, dão indícios da existência de uma opção real intrínseca à estrutura contratual da indústria.

² Quando vendido para a demolição.

³ Ver Stopford, 1997.

⁴ Também chamado de mercado *spot*.

Assim, esta dissertação tem como objetivo avaliar a flexibilidade contratual na indústria do transporte marítimo, utilizando a análise de opções reais para verificar se a gestão ativa do navio, ou seja, a opção de alternar entre os dois principais tipos de afretamento, adiciona ou não valor ao projeto de investimento. Para atingir este objetivo é realizado um estudo de caso de um investimento teórico em um navio-tanque para transporte de petróleo, utilizando dados do mercado internacional.

Esta análise se mostra importante em duas perspectivas. Primeiramente, do ponto de vista da estratégia de operação do armador⁵, pois é possível verificar uma estimativa de valor para a gestão ativa do navio por meio da análise de opções reais. De posse desta informação, conjuntamente com os custos de monitoramento do mercado e de troca entre os tipos de contrato, o armador poderá decidir se a troca de contratos durante a vida útil do navio é a melhor estratégia, ou se permanecer utilizando apenas um contrato é a melhor opção.

A outra perspectiva é a da metodologia de avaliação econômica do ativo, pois caso esta opção de fato tenha algum valor econômico, ignorá-la implicaria na subavaliação do ativo, ou seja, a avaliação não estaria fornecendo uma estimativa correta do valor do ativo.

Para a avaliação desta opção real é utilizada a metodologia sugerida por Trigeorgis (1996) fazendo analogia à opção de troca entre modos de operação na ausência de custos de conversão. Neste método, é considerado que o armador é detentor de uma opção de máximo entre os fluxos de caixa anuais de cada modo contratual.

Para o cálculo do valor da opção é utilizado o método de avaliação por meio da Simulação de Monte Carlo dos fluxos de caixa, utilizando como as variáveis geradoras de incerteza o frete

⁵ Proprietário do navio.

por viagem, o frete por tempo, além do preço do combustível, modeladas por meio de processos estocásticos.

A análise feita nesta dissertação encontra um valor relevante para a opção estudada, equivalente a aproximadamente 12,85% do valor presente sem flexibilidade⁶. Isto mostra que a flexibilidade gerada pela possibilidade de troca entre contratos agrega de fato valor ao projeto de investimento.

O resultado encontrado é comparável a outras opções de trocas estudadas. Kulatilaka (1993) mostra que o valor de uma caldeira bicomustível tem a flexibilidade equivalente a aproximadamente 39% do valor de compra da caldeira. Por sua vez Kogut e Kulatilaka (1994) mostram que a possibilidade de troca de produção entre duas unidades em diferentes países acrescenta aproximadamente 11% ao valor original do projeto. Já na indústria do transporte marítimo, a opção de troca estudada por Sødal et al. (2008) representa aproximadamente 10% do valor do investimento.

Os resultados desta dissertação indicam que é possível que o armador adicione valor ao projeto e conseqüentemente a empresa, alternando entre diferentes contratos de afretamento. Mostram também que o valor da opção é afetado principalmente pela volatilidade nas variáveis e pelo nível da taxa livre de risco, e em menor grau pela correlação entre as variáveis-chave. Além disso, os resultados indicam que a modelagem mais adequada para as variáveis é através do movimento de reversão à média em detrimento ao movimento geométrico browniano.

⁶ Valor Presente da análise utilizando contrato de afretamento por viagem.

O restante desta dissertação está dividido da seguinte forma: o segundo capítulo revisa a literatura relevante sobre opções reais, o terceiro capítulo analisa a indústria do transporte marítimo, com foco no transporte de petróleo, o quarto capítulo apresenta o estudo de caso da avaliação do navio para transporte de petróleo e o quinto conclui.

2 REVISÃO DA LITERATURA.

A teoria de finanças afirma que o objetivo de qualquer investidor é maximizar a sua riqueza, eventualmente expressada na forma da sua capacidade de consumir. Nas empresas, este objetivo pode ser representado na forma da maximização do seu valor, em consequência, da riqueza dos seus acionistas. Para alcançar este objetivo a empresa deve manter uma política de investimentos que lhe capacite a escolher os projetos que lhe tragam benefícios líquidos positivos, ou seja, projetos que agreguem valor à mesma.

Dentre todas as formas de avaliação de investimentos, conforme afirma Trigeorgis (1996), na ausência de flexibilidade gerencial, o valor presente líquido (VPL) é a única medida realmente consistente com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza dos seus acionistas.

O VPL, como mencionado acima, é a principal medida na avaliação tradicional de investimentos. Esta medida leva em conta dois princípios de finanças para calcular o valor justo de um determinado projeto de investimento: o valor do dinheiro no tempo e o risco associado a tal projeto. Desta forma, os fluxos de caixa esperados são descontados a uma taxa ajustada ao risco do projeto, sendo trazidos ao mesmo período de tempo para a comparação, e estimativa do valor que tal projeto agregaria à empresa.

A estimativa do VPL é feita por meio da metodologia de fluxo de caixa descontado (FCD), onde os fluxos de caixa esperados serão calculados e posteriormente descontados de acordo com a taxa ajustada ao risco do projeto.

Apesar da grande aceitabilidade do VPL como ferramenta de decisão nas políticas de investimento das empresas (segundo pesquisa feita por Graham e Harvey (2001) com diretores financeiros nos EUA, aproximadamente 74,9% utilizam o VPL como ferramenta de decisão de investimentos) o método vem recebendo diversas críticas sobre suas falhas conceituais na avaliação de projetos de investimento.

As críticas, no entanto, não são novas, sendo apontadas desde o início da década de 1950. Schwatz e Trigeorgis (1994) indicam que vários autores⁷ apontaram que o fluxo de caixa descontado não avalia corretamente oportunidades de investimento, levando à perda no posicionamento competitivo, por ignorar ou não levar em conta corretamente importantes considerações estratégicas.

Trigeorgis (1993) afirma que o VPL é falho na avaliação ao passo que não é capaz de capturar a flexibilidade gerencial em se adaptar e revisar mais tarde as decisões iniciais, em resposta a desenvolvimentos no mercado. O VPL simplifica a análise, utilizando um cenário esperado e implicitamente assumindo que o compromisso da empresa com a estratégia gerencial.

Por fim, Dixit e Pindyck (1995) apontam que o VPL é baseado em hipóteses falhas, assumindo que o investimento ou é reversível, ou que se o investimento é irreversível, é uma questão de “agora ou nunca”, não podendo ser adiado.

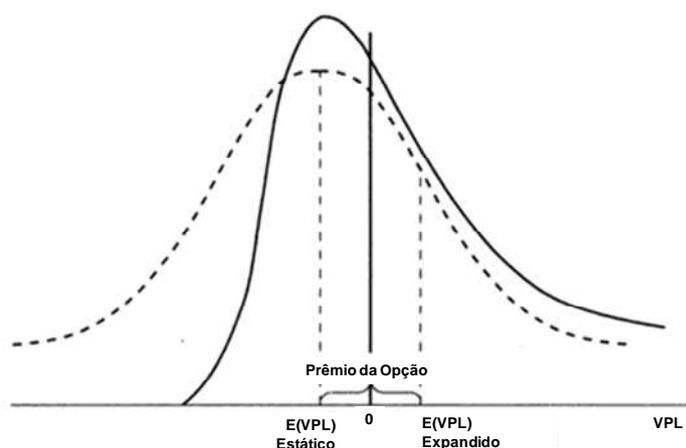
⁷ Dean (1951), Hayes e Abernathy (1980) e Hayes e Garvin (1982).

O reconhecimento da incapacidade do FCD e VPL em avaliar projetos de investimento na presença de flexibilidade gerencial criou a necessidade do desenvolvimento de uma nova forma de avaliação de investimentos. A visão de que tanto a oportunidade de investir quanto a flexibilidade gerencial seriam direitos e não obrigações levou à criação da análise por opções reais.

Esta teoria, como afirma Kester (2001), utiliza-se de uma analogia entre a teoria de apreçamento de opções sobre títulos financeiros e a flexibilidade gerencial inerente aos projetos de investimentos. Desta forma, as ferramentas de precificação desenvolvidas para a avaliação de opções financeiras são utilizadas para avaliar a flexibilidade gerencial presente no projeto.

Trigeorgis (1996) afirma que a capacidade da empresa em utilizar a flexibilidade gerencial tende a permitir que a mesma aumente sua possibilidade de ganhos e reduza seu potencial de perdas, pois ao passo que novas informações chegam, a incerteza é gradualmente resolvida e a estratégia operacional original pode ser revisada.

Esta capacidade, conforme afirma o autor, introduz uma assimetria na distribuição de probabilidade do VPL, que na ausência de flexibilidade gerencial deveria ser razoavelmente simétrica. Assimetria esta que modifica o valor esperado da distribuição do VPL, aumentando-o, conforme mostra a figura abaixo.



Fonte: TRIGEORGIS, 1996

Figura 1 – Distribuição do Valor Presente Líquido.

Trigeorgis (1996) chama o novo valor esperado da distribuição de valor presente expandido (VPLE), e a diferença entre o VPL estático, sem flexibilidade gerencial, e o VPLE, seria equivalente ao valor da opção real. Assim, o valor presente expandido é dado pela seguinte equação:

$$VPLE = VPL + Valor da Opção \quad (01)$$

Uma questão a se responder quando se propõe a utilização da metodologia de avaliação por opções reais em uma organização é quais os projetos devem ser avaliados por meio desta, e quais devem utilizar a metodologia de FCD.

Amram e Kulatilaka (1999) afirmam que projetos com poucas incertezas associadas ao seu fluxo de caixa são bem avaliados utilizando as ferramentas tradicionais. Os mesmos autores elencam as seguintes situações nas quais a analogia com opções é indicada: quando há uma decisão de investimento contingente; quando há incertezas associadas suficientemente relevantes, que façam valer esperar por mais informações, evitando assim arrependimentos

por investimentos irreversíveis; quando o valor for capturado pelas possibilidades de futuras opções de crescimento e não pelo fluxo de caixa projetado; quando o nível de incerteza é suficientemente alto para fazer a flexibilidade relevante e quando houver correções e alterações na estratégia do projeto durante sua vida útil.

2.1 OPÇÃO DE TROCA E MODELO DE TRIGEORGIS (1996).

Conforme apontado por Smit e Trigeorgis (2004), quando há incerteza em preços ou nas quantidades de insumos e de produtos finais é possível que a capacidade de trocar entre modos distintos de operação agregue valor ao projeto. A flexibilidade de troca entre modos de operação pode incluir a possibilidade utilização de diferentes insumos, a modificação do produto final ou mesmo a alteração de sistemas inteiros de produção.

No primeiro caso, o projeto é desenhado de tal forma que possa funcionar com insumos diferentes, e dependendo na relação entre o preço dos dois insumos a gerência tem a flexibilidade de escolher o que trará o melhor resultado. No caso da flexibilidade de produtos finais a empresa tem a possibilidade de acessar diferentes mercados de produtos ou de modificar o *output* do projeto. Generalizando este conceito, é possível pensar na flexibilidade de troca entre tecnologias distintas ou entre formas diferentes de operação.

A opção de troca vem sendo amplamente estudada, por exemplo, Kulatilaka (1993) utiliza este tipo de opção para avaliar a viabilidade econômica da implantação de uma caldeira industrial que funcione utilizando dois combustíveis, gás natural ou óleo combustível. No caso estudado, a flexibilidade estudada representa aproximadamente 39% do valor de aquisição da máquina. Kemna *apud* Smit e Trigeorgis (2004) utiliza a opção em situação

similar, na avaliação de um projeto de geração de energia elétrica utilizando tanto carvão mineral quanto gás natural.

Em outro exemplo clássico no estudo de opções de conversão, Kogut e Kulatilaka (1994) propõem um modelo para avaliar a flexibilidade de uma empresa multinacional em trocar a produção entre dois países distintos, quando a taxa de câmbio real é incerta. No caso base de seu exemplo numérico, os autores mostram que a opção acrescenta aproximadamente 11% ao valor do projeto.

Trigeorgis (2005) afirma que a flexibilidade de alternar entre tipos distintos de produtos finais é especialmente valiosa em indústrias como a automobilística, eletroeletrônica, de brinquedos e a farmacêutica, onde o produto final apresenta um alto grau de diferenciação, com grande linha de produtos e com a demanda final volátil. Nestes casos a capacidade de modificar o *mix* de produtos tende a agregar valor ao projeto.

Trigeorgis (1996) propõe um modelo geral para a avaliação de opções de troca de modos de operação, onde a cada período, a gerência tem a flexibilidade de escolher entre modos alternativos de operação (escolhendo insumos, produtos finais, tecnologias, etc.).

Supondo que exista um processo que possa utilizar duas tecnologias (A e B) e que não haja custos de troca, o valor da flexibilidade será igual à soma de t opções européias sobre os fluxos de caixa gerados, onde t é o número de períodos onde é possível haver troca de modos de operação.

Além disso, quando não houver custos de conversão, o valor do projeto flexível, onde é possível utilizar as duas tecnologias, será maior ou igual aos projetos com tecnologias rígidas, como enuncia a equação abaixo.

$$E(F) \geq \max (VP(A); VP(B)) \quad (02)$$

Onde $E(F)$ é o valor esperado do projeto flexível e $VP(A)$ e $VP(B)$ são os valores presentes dos projetos sem flexibilidade.

Isso é verdade porque a cada período pode-se escolher qual das duas tecnologias possui maior fluxo de caixa esperado, como demonstra a equação abaixo.

$$FC_t(F) = \max (FC_t(A); FC_t(B)) \quad (03)$$

Onde $FC_t(F)$ é o fluxo de caixa no período t do projeto flexível e $FC_t(A)$ e $FC_t(B)$ são os fluxos de caixa no período t dos projetos sem flexibilidade.

Assim, o valor do projeto com tecnologias flexíveis, isto é, com a opção de troca entre as tecnologias A e B quando não há custos de mudança, será dado pelo valor presente do maior fluxo de caixa gerado a cada período pelas tecnologias rígidas A e B.

Desta forma, o valor da opção de troca deve respeitar a identidade demonstrada na equação (04) abaixo.

$$VP(A) + F(A \rightarrow B) = VP(F) = VP(B) + F(B \rightarrow A) \quad (04)$$

Onde $VP(A)$, $VP(B)$ e $VP(F)$ representam respectivamente, o valor presente do modo de operação “A”, “B” e do modo de operação flexível e $F(A \rightarrow B)$ e $F(B \rightarrow A)$ representam o valor da flexibilidade em modificar o modo de operação.

Há ainda a possibilidade de utilizar custos de troca entre os modos de operação (similar a um custo de *set-up*, em um processo fabril) no cálculo deste tipo de opção. A presença deste custo cria uma interação entre as decisões, não mais as deixando independentes, uma vez que a decisão de se utilizar a tecnologia em determinado período, agora depende da tecnologia que estava sendo utilizada no período anterior. Desta forma, o problema não mais é um conjunto de opções europeias sobre os fluxos de caixa, como o exemplo anterior. Necessitando assim, determinar simultaneamente o valor do projeto e o modo ótimo de operação, por meio de técnicas de programação dinâmica.

Trigeorgis (1996) mostra ainda que este modelo pode ser estendido para a valoração de outros tipos de opções, onde os “modos de operação” podem ser amplamente definidos como estados alternativos decorrentes das decisões gerenciais. O autor mostra adaptações do modelo para avaliar opções de adiamento, expansão/contração, parada temporária e abandono.

2.2 OPÇÕES APLICADAS AO TRANSPORTE MARÍTIMO.

O transporte marítimo, devido às suas características, como a presença de altos investimentos de capital, alta volatilidade, tanto em componentes de custo quanto de receita, e a presença de algumas flexibilidades operacionais e estratégicas vem sendo objeto de estudo para várias aplicações de opções reais.

Dixit e Pindyck (1994)⁸ apresentam um exemplo das opções de investir, parar temporariamente a operação e abandonar um navio de 85.000 TPB para transporte de petróleo, determinando os gatilhos (*thresholds*) para cada opção, onde sua receita segue um movimento geométrico browniano.

Tvedt (2000) avalia a opção de parada temporária de um navio, utilizando a premissa de reversão à média dos fretes, além de levar em conta a dinâmica de oferta da indústria, considerando assim a decisão de outros agentes do mercado. O autor afirma que a opção de parada é mais valiosa em menores níveis de elasticidade da oferta, e menos valiosa quanto mais eficiente operacionalmente for o navio.

Bendall e Stent (2005) estudam a opção de troca entre estratégias de operação de navios porta-contêiner. Neste artigo os autores consideram a opção de servir dois portos diferentes, com um ou dois navios, o que totaliza três diferentes estratégias, onde tanto a demanda em cada porto quanto os fretes são aleatórios (representados por distribuições triangulares). É encontrado um valor significativo para a opção avaliada, acrescentado aproximadamente 22% ao valor da estratégia sem flexibilidade.

Sødal et al. (2008) avaliam um navio combinado para o transporte de petróleo e minério de ferro, onde o navio, devido às suas características operacionais, pode alternar entre o mercado de transporte de minério de ferro e o de transporte de petróleo. Os autores mostram que a opção real tem valor, representando aproximadamente 10% do valor do investimento. A opção calculada é principalmente afetada pelo diferencial de longo prazo dos fretes, sua correlação e volatilidade, em menor escala pelos custos de conversão entre os modos de operação do navio.

⁸ Pg. 237

3 A INDÚSTRIA DO TRANSPORTE MARÍTIMO⁹.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA FROTA MUNDIAL DE CARGA.

Saraceni (2006) classifica a frota mundial de navios cargueiros em quatro categorias, tendo como referência a carga transportada conforme sumarizado na tabela abaixo.

Tipo de Navio	Descrição
Navios de transporte de cargas embaladas e/ou unitizadas	Navios especializados em transportar carga consolidada em contêineres, <i>pallets</i> e para transporte de carga rolante ¹⁰ , como carros e outros veículos.
Navios de transporte de granéis sólidos	Navios especializados no transporte de carga a granel, como minérios, produtos florestais, grãos e outros produtos agrícolas.
Navios-tanque (transporte de granéis líquidos)	Navios utilizados no transporte de carga líquida.
Navios combinados	Navios que podem transportar tanto granéis sólidos quanto granéis líquidos .

Tabela 1 – Descrição dos Principais Tipos de Navios.

Além da classificação dos navios de acordo com a carga transportada, outras classificações também são comumente utilizadas na indústria de transporte marítimo. Por exemplo, pode-se classificar os navios de acordo com a disponibilidade (se atua em linhas regulares ou não), de acordo com o tipo de navegação realizado (cabotagem ou longo curso), o tipo de equipamento a bordo, etc.

⁹ Para maiores detalhes sobre os fundamentos econômicos da indústria do transporte marítimo, consultar Stopford (1997) e Cullinane (2005).

¹⁰ Navios Ro-Ro

3.1.1 Navios-Tanque.

Navios-tanque são os navios utilizados no transporte de carga líquida, quando em granel. Os tipos mais comuns de graneis líquidos transportados são o petróleo bruto, seus derivados, gases liquefeitos e produtos químicos.

Os navios gaseiros são os navios-tanque especializados no transporte de gases liquefeitos, por meio de refrigeração, da pressurização ou da combinação de ambas. Os tipos mais comuns de produtos transportados são o GLP – gás liquefeito de petróleo – e o GNL – gás natural liquefeito.

Os navios para o transporte de produtos químicos são navios compostos de diversos tanques internos independentes, possibilitando o transporte de vários tipos de produtos em uma mesma viagem.

O principal tipo de navio tanque é o utilizado para transporte de petróleo e derivados. A frota de petroleiro comumente é subdividida em seis categorias principais, de acordo com sua capacidade medida em TPB¹¹ (Tonelada de Porte Bruto). A tabela abaixo sumariza as classes de navios de transporte de petróleo bruto, com suas principais medidas.

¹¹ Medida da Capacidade de Carga de um Navio.

	Porte Bruto (TPB)	Capacidade Média (Barris)	Comprimento Médio (m)	Largura Média (m)	Calado Médio (m)
ULCC	> 320.000	> 2.000.000	380	68	24
VLCC	200.000 - 319.999	2.000.000	333	60	22
Suezmax	120.000 - 199.999	1.000.000	274	48	17
Aframax	80.000 - 119.999	700.000	245	42	14
Panamax	60.000 - 79.999	entre 300.000 e 500.000	228	32	13
Handymax	< 59.999	275.000	182	32	11

Fonte: Adaptado de McQuilling Services (2005).

Tabela 2 – Classificação de Navios para Transporte de Petróleo.

A menor categoria é a de navios chamados Handymaxes, que compreendem os navios até 59.999 TPB, algumas classificações denominam esta classe de navios, como navios MR (*medium range*, ou médio alcance), pois são navios utilizados em rotas de distância relativamente curta, geralmente cabotagem e normalmente para o transporte de derivados de petróleo.

A classe seguinte é a de navios Panamax, que levam este nome por serem os maiores navios que podem, atualmente, atravessar o Canal do Panamá, devido ao tamanho de suas comportas, com comprimento máximo de 275 m, largura máxima de 32 m (LLOYDS REGISTER, 2004), o que representa a faixa de 60.000 até 79.999 TPB. Dentro desta classe, existem ainda aqueles de largura maior que 32 m, chamados de Post-Panamax, por não serem capazes de entrar no Canal do Panamá e ainda se encontrarem nesta categoria de tonelagem.

Os Aframax são os navios entre 80.000 e 119.999 TPB e representam os maiores navios acompanhados pelo sistema AFRA de acompanhamento de fretes (*Average Freight Rate Assessment*).

A classe seguinte, Suezmax, inclui os navios entre 120.000 e 199.000 TPB, com calado¹² máximo de 58 pés¹³, que é o máximo possível para atravessar o Canal de Suez no Egito, importante rota de transporte de petróleo.

As duas classes seguintes, os VLCCs (*Very Large Crude Carriers*) e ULCC (*Ultra Large Crude Carriers*) constituem os maiores navios de transporte de granéis líquidos, podendo transportar até 430 mil barris de petróleo em somente uma viagem. Estes navios são utilizados em rotas bastante específicas, de longa distância, e são carregados e descarregados em terminais especificamente construídos para este propósito, devido às suas grandes dimensões.

Os navios de derivados de petróleo constituem uma subcategoria específica dentro da categoria dos navios de transporte de petróleo, sendo similares a estes, diferindo no menor tamanho médio, devido à menor escala necessária no transporte destes produtos e em alguns aspectos específicos como o aquecimento e revestimento dos tanques.

3.2 CONTRATOS DE AFRETAMENTO.

As relações econômicas no transporte marítimo de cargas, já há alguns séculos, baseiam-se em dois tipos de documentos, ou contratos. O primeiro diz respeito à carga e é conhecido como conhecimento de embarque (*bill of lading* ou B/L em inglês) e tem a função de servir como recibo de recebimento da carga pelo transportador, título de propriedade da carga transportada e por fim, como evidência da condição de transporte da mesma.

O outro tipo de contrato, conhecido como contrato de afretamento (*charter party* em inglês) se refere à contratação do navio em si. Este tipo de contrato é firmado entre o afretador, a

¹² Distância máxima entre a linha d'água e a parte mais baixa do navio.

¹³ Aproximadamente 17,68 metros.

parte que irá utilizar os serviços do navio e o fretador, que irá fornecer o navio. O contrato de afretamento, como um contrato privado, permite que as partes aloquem livremente os riscos e custos da operação, por meio de provisões contratuais ou alocando os deveres e responsabilidades sobre a viagem, a carga e o navio (SCHOENBAUM, 2001).

Assim, a escolha do contrato de afretamento determina a estrutura de custos e de receita do fretador do navio¹⁴, desta forma, determinando o grau de exposição aos riscos que o armador enfrentará no decorrer da vida útil do projeto.

Dentre os diversos tipos de contrato de afretamento, três formas são as principais: O afretamento por viagem, o afretamento por tempo e o afretamento a casco nu.

3.2.1 Contrato de Afretamento por Viagem.

Nesta forma de contrato, uma das partes, o fretador, se compromete em transportar uma carga de um porto a outro (o equivalente a uma viagem) em troca de uma compensação, chamada frete. Dentro desta modalidade de afretamento há ainda a possibilidade de contratação de mais de uma viagem por contrato.

Neste tipo de contrato o frete é dado em unidades monetárias, geralmente dólares, por tonelada transportada. No mercado de fretes de navios de transporte de petróleo, a referência para afretamentos de navios por viagens é dada por um índice chamado de *Worldscale*¹⁵ (WS), uma tabela criada durante a segunda guerra com objetivo de padronizar os fretes praticados em diferentes rotas, considerando os diferentes custos de combustível, despesas portuárias e de canal de cada uma.

¹⁴ Como detalhado na seção seguinte.

¹⁵ *Worldscale Tanker Nominal Freight Scale*.

O índice é publicado anualmente pela Worldscale Association, com as referências fretes das principais rotas de transporte de petróleo. A cada ano, para cada rota, é publicado um valor em USD/t. que será utilizado como valor de referência para as negociações de fretes por viagem naquele ano. O valor de referência publicado é chamado de WS100 (Worldscale 100), pois equivale 100% da taxa em USD/t. estabelecida como referência naquele ano.

Todas as taxas de frete são então negociadas como um percentual desta taxa de referência. Por exemplo, se um frete é negociado a uma taxa WS60, quer dizer que o valor contratado para a rota em questão será de 60% do valor publicado de referência publicado. Assim para a conversão dos valores cotados em Worldscale para USD/t. é necessário aplicar a equação abaixo.

$$\text{Frete por Viagem} = WS100 \frac{\text{Fechamento Diário}}{100} \quad (05)$$

Onde *WS100* representa o valor de referência publicado no ano em questão em USD/t e *Fechamento Diário* representa o valor de fechamento daquele dia do índice Worldscale.

Nesta modalidade de contratação, os custos referentes à viagem e à operação do navio, além dos tributos incorridos sobre o navio, serão de responsabilidade do fretador do navio. As despesas e tributos sobre a carga são de responsabilidade do afretado.

O contrato por viagem tem como suas principais características, o alto nível de incerteza tanto na receita, quanto nos custos do armador, causado pela alta volatilidade no frete por viagem e no preço dos combustíveis, e o fato de serem contratos de curto prazo, pois normalmente representam a duração de uma viagem.

3.2.2 Contrato de Afretamento por Tempo.

O afretamento por tempo é um contrato onde o fretador deixa o navio tripulado à disposição do afretador por um período determinado, que pode variar desde o tempo necessário para completar somente uma viagem até longos períodos como uma década.

Comumente, o frete deste tipo de contrato é dado em unidades monetárias por dia.

Nesta modalidade de afretamento os custos relacionados à operação do navio são de responsabilidade do fretador. Já os custos de viagem, como combustível, taxas portuárias e de canal são de responsabilidade do afretador do navio.

3.2.3 Contrato de Afretamento a Casco Nu.

O afretamento a casco nu é basicamente um arrendamento do navio (SCHOENBAUM, 2001), sendo normalmente um contrato de longo prazo entre as partes. O afretador do navio tem o total controle operacional e a posse do navio, apesar do fretador ainda continuar sendo o proprietário legal da embarcação. No entanto, o afretador é considerado um proprietário temporário, comumente chamado de proprietário *pro hac vice* ou armador disponente.

O afretador, nesta modalidade de afretamento, assume toda a responsabilidade sobre a operação do navio, incluindo os custos de operação e os de viagem. O fretador é unicamente responsável pelas despesas financeiras do navio.

Devido às características do afretamento a casco nu, que é normalmente feito em longos prazos, sem apresentar um mercado razoavelmente líquido, este contrato não será considerado na análise desta dissertação.

3.2.4 Comparação e Relação entre os Contratos de Afretamento por Tempo e por Viagem.

Como enunciado nas subseções anteriores existem algumas diferenças fundamentais entre os contratos de afretamento por tempo e por viagem. A primeira diz respeito à duração dos mesmos, uma vez que, o contrato por viagem é fixado por períodos curtos, referentes ao transporte de uma carga de um porto ao outro e o contrato por tempo é fixado por períodos de tempo mais longos, geralmente indo de seis meses a dez anos, sendo que o contrato mais comum tem duração de um ano. Outra diferença importante é a forma de receita: Enquanto o contrato de afretamento por viagem é fixado em USD/t., o contrato por tempo é fixado em USD/dia no mercado internacional. Por fim, a estrutura de custos do armador também é diferente entre os dois, sendo que nos contratos de afretamento por viagem o armador é responsável pelos custos de viagem, dos quais os combustíveis são os mais relevantes.

Como reflexo destas diferenças, o nível de exposição aos riscos por parte do armador também muda de acordo com o contrato escolhido. Kavussanos e Alizadeh-M (2002) listam os quatro principais riscos que os armadores estão sujeitos quando operando seus navios no mercado de afretamentos por viagem em detrimento do mercado de afretamento por tempo. Primeiramente, o mercado de afretamento por viagem apresenta fretes mais voláteis; segundo, no mercado de afretamentos por viagem há o risco de não conseguir fechar contratos quando a demanda está deprimida; a possibilidade do armador não conseguir acordar contratos para o porto onde o navio se encontra, tendo a necessidade de movimentar o navio para outros portos, incorrendo em custos adicionais; por fim, no mercado de afretamentos por viagem o armador enfrenta a exposição a variações nos custos de viagem, principalmente o preço dos combustíveis.

Como ambos os contratos são acordos para a utilização de um mesmo ativo é natural admitir uma relação econômica forte entre eles. Alguns autores indicam a existência de uma estrutura a termo de fretes, onde o frete por tempo indicaria as expectativas de rentabilidade do mercado de afretamentos por viagem em períodos mais longos, equivalentes à duração deste, pois a rentabilidade do contrato de afretamento por tempo é estabelecida a priori. Veenstra apud Glen e Martin (2005), baseado na hipótese de mercados eficientes, elucida a relação entre os dois tipos de frete, como é mostrado na citação abaixo.

“The model and approach is as follows: If market efficiency rules, the shipowner should be indifferent between the choice of a series of spot charter fixtures which generate the same profit as a time charter hire of an equivalent duration, plus a (positive or negative) liquidity premium. (GLEN e MARTIN, 2005)”

No entanto, Kavussanos e Alizadeh-M (2002), em um estudo utilizando testes econométricos no mercado de afretamentos de navios de graneis sólidos, não encontram indícios de que a hipótese da existência de uma estrutura a termo relacionando os fretes dos contratos de afretamentos por tempo com os fretes dos contratos de afretamento por viagem se sustenta empiricamente. Os autores argumentam que esta hipótese não se sustenta devido à presença de um prêmio de risco que varia de acordo com o tempo¹⁶.

Kavussanos e Alizadeh-M (2002) também afirmam que uma das implicações dos seus resultados é que os fretes dos contratos por tempo podem desviar consideravelmente dos seus valores teóricos (dados pela expectativa de lucratividade do mercado de afretamento por viagem no mesmo período), indicando que os armadores podem escolher acessar o mercado de afretamento por tempo quando este está subavaliado, como mostra a citação abaixo.

“Thus, risk-neutral shipowners may choose to operate in the spot market when actual time charter rates are below their theoretical values, and switch

¹⁶ *Time-varying risk premium.*

to the time charter market when actual time charter rates are greater than their theoretical values.” (Kavussanos e Alizadeh-M, 2002)

Isto indica que os armadores realmente possuem a opção de troca entre os dois mercados de contratos de afretamento, podendo utilizar informações de mercado para fazer trocas eficientes.

A respeito da possibilidade do armador obter informações pertinentes para subsidiar suas trocas, Kavussanos e Alizadeh-M (2002) afirmam que a informação contida no mercado de afretamento por tempo e a sua dinâmica em relação ao mercado de afretamento por viagem, podem ser utilizadas para a previsão dos fretes do contrato por viagem. Kavussanos e Nomikos *apud* Geman (2005), afirmam que o mercado de derivativos de fretes, neste caso os de contratos FFA (*Freight Forward Agreement*) também contém informações sobre os fretes a serem cotados no futuro, também podendo ser utilizando em modelos para a previsão dos fretes dos contratos por viagem. Desta forma, acompanhando ambos os mercados, de contratos de afretamento por tempo e de FFA o armador tem a possibilidade de fazer trocas eficazes entre os mercados de afretamento por tempo e de afretamento por viagem.

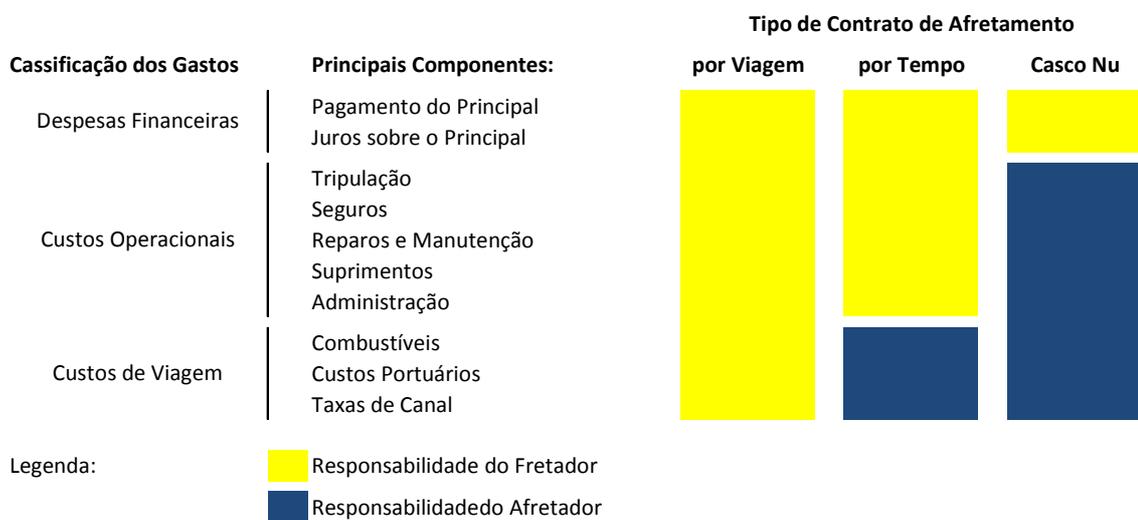
3.3 ESTRUTURA DE CUSTOS E DESPESAS DOS NAVIOS.

Segundo a consultoria especializada Drewry Consultants (2007) os gastos dos navios de transporte marítimo são classificados em três grupos distintos: as despesas financeiras, custos de viagem e os custos operacionais. Sendo assim, o gasto total anual de um navio pode ser descrito pela equação abaixo.

$$GT_t = CC_t + CV_t + CO_t \quad (06)$$

Onde GT_t é o gasto total anual da embarcação, DF_t são as despesas financeiras no ano em questão, CV_t é o somatório dos custos das viagens realizadas no período e CO_t representa o somatório dos custos operacionais da embarcação.

Como foi mostrado na seção anterior, cada tipo de contrato de afretamento preestabelece uma estrutura diferente de responsabilização pelos custos, descritas na figura abaixo.



Fonte: Adaptado de Drewry Consultants (2007).

Figura 2 – Estrutura de Custos e Despesas nos Contratos de Afretamento.

Assim, o no contrato de afretamento por viagem todos os grupos de custos são de responsabilidade do fretador. Por sua vez no contrato de afretamento os custos de viagem são de responsabilidade do dono da carga, e o armador arca com os custos operacionais e as despesas financeiras da embarcação. Por fim, no contrato de afretamento a casco nu, o armador tem responsabilidade somente pelas despesas financeiras.

3.3.1 Custos Operacionais.

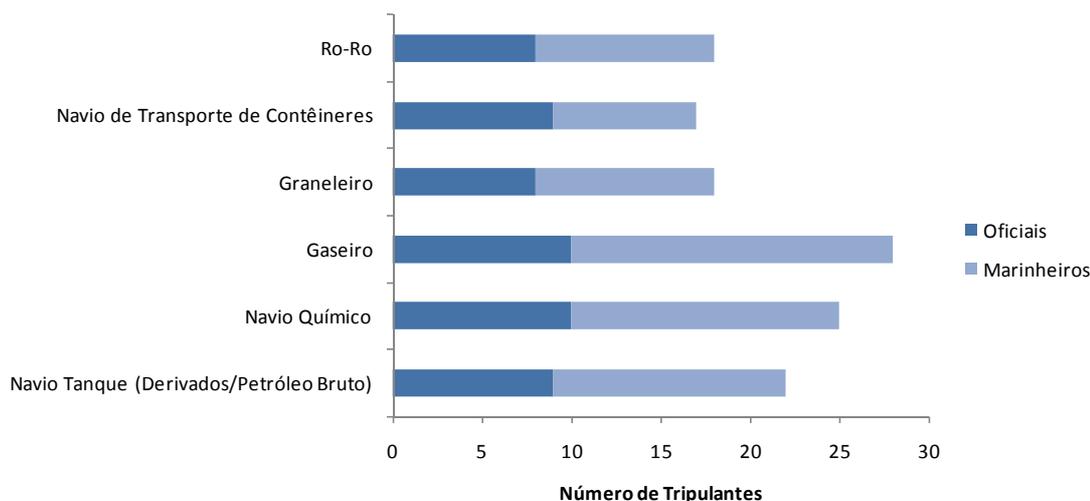
Os custos operacionais incluem todos aqueles custos referentes à operação direta do navio e que independem da viagem escolhida. Os custos operacionais anuais de uma embarcação podem ser descritos pela seguinte equação:

$$CO_t = Trip_t + Sup_t + RM_t + Seg_t + Adm_t \quad (07)$$

Onde $Trip_t$ são os custos totais com a tripulação do navio, Sup_t são os custos com os suprimentos para a tripulação e o navio, RM_t são os custos com reparos e manutenção, Seg_t são os custos com seguros e Adm_t são os custos com a administração da empresa de navegação.

Os custos com a tripulação incluem os salários, benefícios, impostos e contribuições sociais e sindicais, treinamento, seguro contra acidentes com a tripulação e os custos com a repatriação de oficiais estrangeiros. Segundo Stopford (1997), o nível dos custos com tripulação é determinado por dois fatores, o tamanho necessário da tripulação e as políticas de emprego adotadas tanto pela empresa quanto pelo país da bandeira do navio¹⁷. Na figura abaixo é mostrado o tamanho médio da tripulação necessária de acordo com o tipo de navio.

¹⁷ País onde o navio foi registrado.



Fonte: Adaptado de Drewry Consultants (2007).

Figura 3 – Número Médio de Tripulantes por Tipo de Embarcação.

Os custos com suprimentos incluem o material que será consumido (excluindo combustíveis) na operação rotineira do navio. A Drewry Consultants (2007) subdivide este grupo em três classes: os suprimentos marítimos, suprimentos para a sala de máquinas e os suprimentos para a tripulação. Na figura abaixo é mostrada uma divisão detalhada destes subgrupos.



Fonte: Adaptado de Drewry Consultants (2007).

Figura 4 – Principais Componentes dos Custos com Suprimentos.

Destes custos elencados na figura acima, o custo mais relevante, normalmente representando mais de 50% do total da categoria, é o custo com óleo lubrificante.

Os custos com reparos e manutenção do navio podem ser divididos em dois grupos, baseados na frequência e necessidade dos mesmos. A divisão mais comum é entre a manutenção e reparos agendados e não agendados. Os previamente agendados, que são aqueles previstos nos ciclos de manutenção do navio, incluem os reparos de rotina feitos a bordo, e aqueles feitos durante docagens. Estes reparos, além de ter como objetivo manter as condições de operação do navio, visam as vistorias periódicas das entidades classificadoras do navio.

O outro grupo de reparos inclui os reparos não programados, que geralmente são necessários devido à imprevistos ocorridos no mar. Podem ser reparos feitos a bordo, ou em casos mais graves, estes reparos exigem a docagem do navio. O custo reparos e manutenção é um dos custos mais afetados pelo envelhecimento do navio, sendo que durante sua vida útil estes custos podem chegar até a duplicar (STOPFORD, 1997).

O grupo de custos referente aos seguros da embarcação se divide em dois tipos, de acordo com a finalidade do mesmo. O primeiro tipo é o chamado P&I, do inglês *Protection and Indemnity*, que significa proteção e indenização. Este tipo de seguro tem a finalidade de proteger o armador da embarcação contra prejuízos gerados por danos causados a terceiros, como danos causados por colisões, morte de terceiros, danos causados à carga transportada e até prejuízos decorrentes de derramamento de petróleo.

O outro tipo de seguro é chamado de H&M, do inglês *Hull and Machinery*, que significa casco e maquinário. Este tipo de seguro protege o armador contra danos causados ao ativo, no

caso a própria embarcação. Os seguros têm participação relevante no custo operacional total de um navio, podendo chegar até a mais 40% deste, nos casos de navios mais antigos.

O custo com a administração da empresa de navegação é o único custo indireto presente nesta classificação de custos operacionais do navio, incluindo todos os gastos relativos à administração da empresa, desde o departamento financeiro e comercial, até os gastos com pessoal ligado à área técnica, como engenharia e manutenção.

3.3.2 Custos de Viagem.

Os custos de viagem são os custos variáveis incorridos por assumir determinada viagem. Os principais grupos de custos são três: combustíveis, despesas portuárias e taxas de canal. Assim os custos de viagem incorridos durante um ano de operação do navio podem ser descritos pela equação abaixo.

$$CV_t = Comb_t + Port_t + Can_t \quad (08)$$

Onde $Comb_t$ são os custos com os combustíveis para os motores principais da embarcação, $Port_t$ são as despesas portuárias, incluindo os gastos com praticagem e Can_t representa as taxas de travessia dos canais necessários para concluir a viagem.

O primeiro e mais relevante grupo de custos de viagem é o custo com os combustíveis do navio. O combustível de embarcações de transporte marítimo envolve dois tipos de derivados de petróleo, o óleo combustível e o diesel marítimo. O consumo de combustível em uma embarcação é influenciado basicamente por dois fatores, pela quantidade de carga que o navio está carregando e pela relação entre velocidade real da embarcação e velocidade média de projeto, que é dada pela equação abaixo.

$$F = F^* \left(\frac{S}{S^*} \right) \quad (09)$$

Onde: F representa o consumo real de combustível do navio dado em t./milha náutica, F^* é o consumo médio de projeto do navio, S representa a velocidade real média do navio e S^* representa a velocidade média de projeto do navio.

Além do peso e velocidade, outros fatores como a condição dos motores e do casco influirão diretamente no consumo do navio.

O segundo grupo de custos inclui todas as taxas cobradas do navio por utilizar os serviços e a infra-estrutura portuária, tanto na carga quanto na descarga do navio. Segundo Stopford (1997), o nível total dos custos portuários depende de quatro fatores: a política de preços da autoridade portuária, o tamanho da embarcação, o tempo gasto no porto e por fim, o tipo de carga carregada ou descarregada.

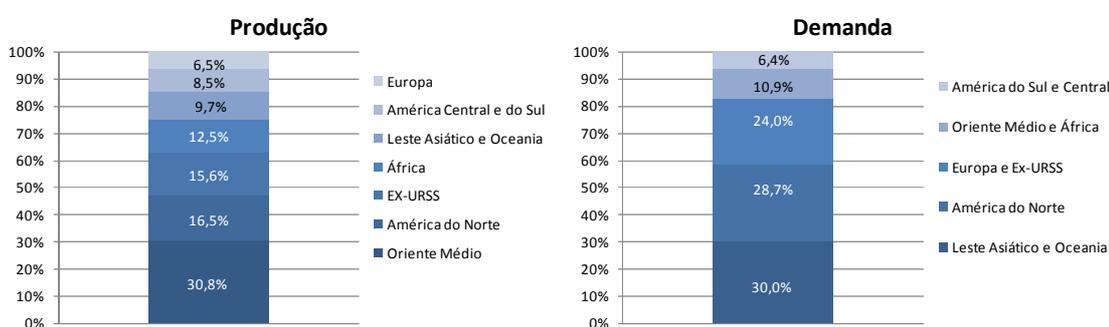
Este grupo também inclui o custo com a praticagem nos portos, uma vez que na grande maioria dos portos é necessário que um especialista guie o navio do momento do fundeio até a atracação final.

O último grupo de custo de viagem e compreende as taxas mandatórias cobradas em caso de tráfego em canais. Os principais canais utilizados em rotas de transporte marítimo são dois: o de Suez e do Panamá.

3.4 O TRANSPORTE MARÍTIMO DE PETRÓLEO.

Uma importante característica do mercado mundial de petróleo é o descasamento entre as principais regiões produtoras e consumidoras. Os principais consumidores de petróleo são os

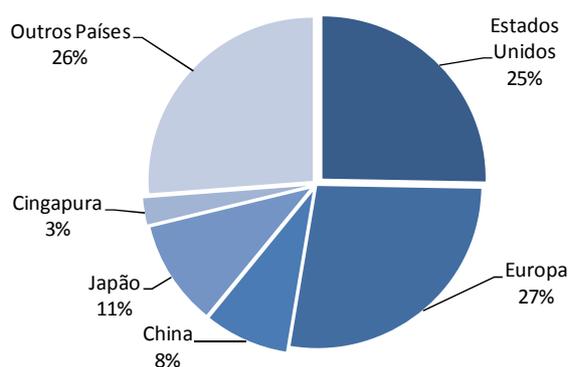
países de economias desenvolvidas, grande parte deles componentes da OECD. Em 2007, estes países representavam 56,9% do consumo mundial, o equivalente a 48,93 mil barris de petróleo por dia (bpd). A produção por sua vez, é concentrada em países em desenvolvimento, principalmente no Oriente Médio, responsável por aproximadamente 30,8% da produção mundial em 2007, o equivalente a 25,18 mil bpd. As figuras abaixo mostram os principais países consumidores e produtores de petróleo no ano de 2007.



Fonte: BP Statistical Review 2008.

Figura 5 – Divisão Geográfica da Demanda e da Produção Mundial de Petróleo, 2007.

Esta distribuição desigual entre as principais regiões e países produtores torna a indústria do petróleo altamente dependente do comércio internacional para sua sobrevivência. No ano de 2007, a participação das importações no consumo mundial foi equivalente a 64,3% do total. Os principais países importadores, a exemplo dos principais consumidores, são os países desenvolvidos. O grupo de países composto pelos EUA, países europeus, Cingapura e Japão, representam mais de 65% do total das importações, o equivalente a 26,11 mil bpd.



Fonte: BP Statistical Review 2008.

Figura 6 – Principais Importadores de Petróleo, 2007.

As principais regiões exportadoras de petróleo são o Oriente Médio (17,3 mil bpd), África (9,7 mil bpd), e os países que faziam parte da ex-URSS (6,4 mil bpd), o equivalente a 83,7% das exportações mundiais em 2007. As principais rotas do comércio internacional de petróleo são as que interligam estas regiões aos principais países importadores. A tabela abaixo sumariza as principais rotas inter-regionais no transporte de petróleo, com a quantidade transportada durante 2007 em milhões de toneladas de petróleo equivalente (mtoe).

Origem	Destino	
Oriente Médio	Países do Pacífico *	378,61
Ex-URSS	Europa	332,09
Oriente Médio	Japão	199,86
Oriente Médio	Europa	146,61
América do Sul e Central	EUA	127,42
Canadá	EUA	119,69
Oriente Médio	EUA	110,37
Costa Oeste da África	EUA	96,14
Norte da África	Europa	95,19
Oriente Médio	China	78,79
México	EUA	76,11

* Fora China e Japão

Fonte: BP Statistical Review 2008.

Tabela 3 – Principais Fluxos Inter-Regionais de Petróleo, 2007.

As rotas mais importantes, com maior movimentação de carga e maior quantidade de contratos de fretes fechados são acompanhadas pelo índice Baltic de fretes de petroleiros, o chamado *Baltic Tanker Dirty Index*, da Baltic Exchange¹⁸. As rotas de transporte de petróleo bruto acompanhadas pelo índice são vinte e duas. A tabela abaixo mostra as principais rotas cobertas pelo índice, com a origem e destino da carga, navio empregado e a quantidade transportada.

Rota	Código	Origem	Destino	Navio Empregado	Carga Transportada (mt)
Golfo Pérsico / Golfo do México	TD01	Ras Tanura (Arábia Saudita)	Louisiana (EUA)	VLCC	280.000
Golfo Pérsico / Extremo Oriente	TD03	Ras Tanura (Arábia Saudita)	Ulsan (Coréia do Sul)	VLCC	265.000
Costa Oeste da África / Costa Leste Norte-Americana	TD05	Bonny (Nigéria)	Philadelphia (EUA)	Suezmax	130.000
Mar Báltico / Mar Mediterrâneo	TD06	Novorossisk (Rússia)	Augusta (Itália)	Suezmax	135.000
Caribe / Golfo do México	TD09	Puerto La Cruz (Venezuela)	Corpus Christi (EUA)	Aframax	70.000

Fonte: Baltic Exchange (2008) e McQuilling Services (2005).

Tabela 4 – Principais Rotas Cobertas pelo Índice Baltic de Fretes.

A rota utilizada no estudo de caso é a TD5, representando o transporte utilizando um Suezmax, entre o terminal de Bonny na Nigéria e o Porto da Philadelphia nos EUA.

Atualmente, o petróleo é o bem com maior participação no transporte marítimo, contando com aproximadamente 27% do volume total transportado em 2006. Devido a esta expressiva participação, os navios-tanque utilizados no transporte de petróleo e derivados também representam a maior categoria da frota mundial, com mais de 383 milhões de TPB, o equivalente a aproximadamente 36,7% da frota mundial, em 2007 (UNCTAD, 2007).

¹⁸ A Baltic Exchange é uma organização britânica que fornece índices e cotações de fretes e custos de navios, além de servir de mercado para a negociação de derivativos sobre contratos de fretes.

4 ESTUDO DE CASO.

Neste capítulo, como estudo de caso sobre a análise de opções reais aplicada ao transporte marítimo, será demonstrada a avaliação de investimento em um navio-tanque para o transporte de petróleo. Esta análise, feita do ponto de vista de um armador que coloca seu navio a disposição do mercado para afretamentos, utilizará a metodologia de análise por opções reais, como forma de verificar se flexibilidade de troca entre as formas contratuais¹⁹ acrescenta ou não valor ao projeto.

O capítulo está dividido em quatro partes. A primeira parte traz uma descrição do projeto, incluindo as hipóteses utilizadas para a análise, justificativa para o uso das metodologias, bem como a descrição da viagem utilizada como referência. A parte seguinte trata da descrição e modelagem das principais variáveis do projeto. A terceira parte mostra a modelagem das variáveis estocásticas presentes no caso. A quarta parte mostra a análise do projeto com a metodologia de opções reais, analisando a opção de troca entre os tipos de contratos de afretamento.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO.

O projeto analisado é o investimento teórico, utilizando dados publicados em relatórios especializados, em um navio novo para transporte de petróleo, da classe Suezmax com casco

¹⁹ Contratos de afretamento por viagem e por tempo.

duplo e porte bruto de 150.000 TPB. Este navio, em sua capacidade máxima poderia transportar aproximadamente 1.000.000 de barris de petróleo por viagem, o equivalente a aproximadamente 133.000 toneladas.

São duas as principais hipóteses feitas na avaliação deste investimento. A primeira hipótese considera que o investimento é feito por uma empresa de navegação (armador), com objetivo utilizar o navio em afretamentos no mercado. Outra hipótese feita é que o armador terá a opção de acessar tanto o mercado de afretamentos por viagem, quanto o de afretamentos por tempo, uma vez que ambos os mercados são líquidos e normalmente acessados pelos armadores desta categoria de embarcação.

As premissas gerais que serão adotadas durante o estudo estão listadas nos parágrafos seguintes.

O projeto terá vida útil de 25 anos, pois é a média entre 30 anos, que é indicado pelo UNCTAD (2007) como a idade média de demolição destes navios, e 20 anos, que é a idade limite dos navios utilizados nos cálculos do “equivalente de frete por tempo²⁰” pela Baltic Exchange (2008). Após os 25 anos, o navio será vendido para demolição em um estaleiro especializado. Esta é uma premissa simplificadora, uma vez que o armador tem a livre escolha de vender seu navio para a demolição em qualquer período da operação do navio, não havendo período mínimo ou máximo para tanto.

²⁰ Medida calculada diminuindo as receitas com o afretamento por viagem, menos os custos de viagem, depois dividindo pelos dias de operação, de forma a ter uma medida de USD por dia, de forma a comparar as rentabilidades do afretamento por viagem com a rentabilidade do afretamento por tempo.

Como o investimento será feito em um navio para pronta entrega²¹, o desembolso com o investimento será feito somente em um ano.

Apesar da indústria do transporte marítimo operar com altos níveis de alavancagem financeira, a estrutura de capital do projeto será considerada como 100% de capital próprio, para simplificar a análise do investimento.

Uma vez que todas as variáveis estão cotadas originalmente em dólar norte-americano (USD) e que as principais empresas do setor estão listadas em bolsas norte-americanas, optou-se por fazer toda a análise em USD, sem levar os efeitos do câmbio caso a empresa fosse domiciliada em outro país que não os Estados Unidos.

Para a avaliação sob o contrato por tempo será utilizada a premissa que o armador utilizará somente um tipo de contrato, com duração de um ano, cujos termos serão acordados no início de cada ano.

Para a avaliação do projeto sob o contrato por viagem, serão utilizados como referência os valores do índice WS convertidos para USD/t. para a rota entre o terminal de Bonny na Nigéria e o Porto da Philadelphia nos EUA, que possui relativamente boa liquidez e cujos fretes são monitorados pela Baltic Exchange. Estes dados deverão fornecer uma boa *proxy* para a lucratividade do navio no mercado de afretamentos por viagem, uma vez que o princípio básico de cálculo dos fretes pela Worldscale Association é que o armador terá a

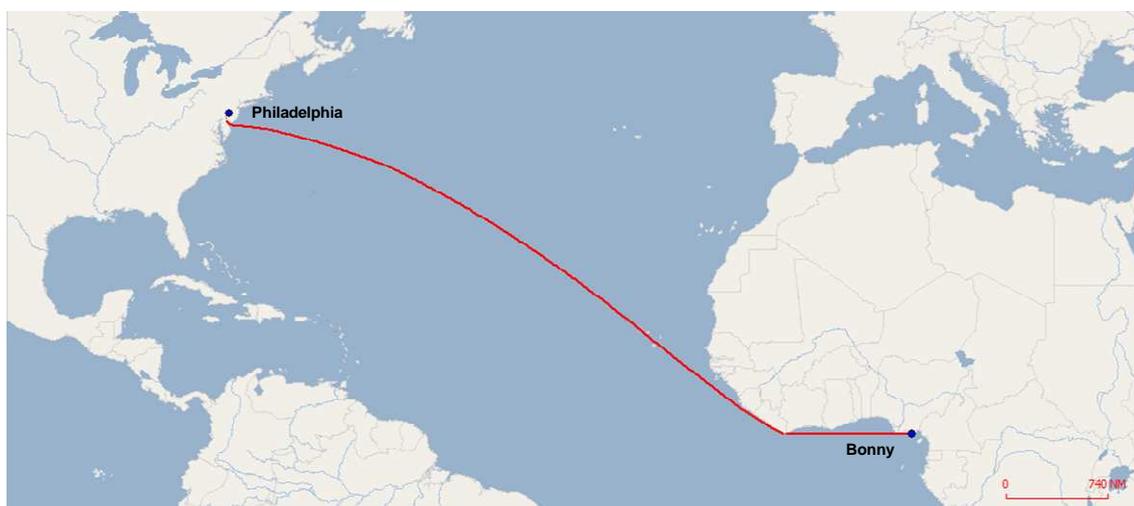
²¹ Outra forma de adquirir um navio novo seria uma encomenda de um estaleiro, com o tempo de construção de aproximadamente dois anos e seu preço sofre um desconto em relação ao preço do navio de pronta entrega devido ao prazo de entrega maior.

mesma lucratividade independentemente da rota escolhida por este²². Além disto, será considerado que, a cada viagem, o navio carregará 130.000 toneladas de petróleo.

Por fim, o projeto de investimento será analisado em termos reais de agosto 2008.

4.1.1 Descrição dos Dados de Viagem.

Nesta seção, os dados da rota escolhida como referência para a análise do projeto sob o afretamento por viagem serão detalhados. A viagem utilizada como referência é a TD5, com carregamento de 130.000 toneladas de petróleo bruto no Terminal de Bonny na Nigéria e posterior descarga no Porto da Philadelphia nos EUA. A rota em questão é ilustrada na figura abaixo.



Fonte: Netpas Maritime.

Figura 7 – Trajeto da Viagem Entre Bonny e Philadelphia.

A distância entre os dois portos é de aproximadamente 5.182 milhas náuticas. Considerando uma velocidade de projeto de 15 nós, com um desconto de 5% devido a intempéries

²² “The "guiding principle" applied to determine freight rates listed in the Worldscale publication is that regardless of the voyage performed, the tanker owner will earn the same daily amount or daily hire after voyage costs are deducted from voyage revenue.” (MCQUILLING SERVICES, 2005)

climáticas e outros imprevistos, chegamos à velocidade média de 14,25 nós. Assim, o tempo no mar durante uma viagem de ida ou de volta durará aproximadamente 15,2 dias. A tabela abaixo mostra o cálculo da duração, em dias, de uma viagem de ida e volta.

	Dias
Tempo no Mar (Carregado)	15,2
Tempo no Mar (Descarregado)	15,2
Tempo de Carga	2,0
Tempo de Descarga	3,0
Total	35,3

Tabela 5 – Cálculo da Duração da Viagem de Ida e Volta.

Considerando os dados acima o navio fará aproximadamente 10,34 viagens por ano.

O consumo de combustível é discriminado na tabela abaixo.

	toneladas/ dia
Em Viagem (Carregado)	60,0
Em Viagem (Lastro)	50,0
Em Porto (Carga e Descarga)	2,0
Descarga	100,0

Tabela 6 – Consumo de Combustível.

Considerando a relação entre a velocidade de projeto e a velocidade média, dada pela equação (09), a duração de cada parte da operação, bem como cada consumo específico, chegamos ao total de 1.687,89 toneladas de combustível por viagem ou 17.450,65 toneladas por ano.

4.2 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROJETO.

Nesta seção, as principais variáveis operacionais, de custo, de receita e de investimento serão descritas. As variáveis julgadas como mais importantes serão modeladas posteriormente por

meio de processos estocásticos, com objetivo de simular sua evolução ao longo da vida útil do projeto. Outras variáveis²³, ou por não serem cotadas em mercados líquidos, ou por terem menor relevância para o projeto, terão seus valores assumidos como constantes na análise.

Uma vez que a análise do projeto será feita em termos reais, é necessário corrigir os preços para a mesma base, neste caso agosto de 2008. Para esta correção, foi escolhido o índice de preços ao produtor dos EUA (PPI²⁴) como referência de taxa de inflação para o USD.

Como mencionado anteriormente, as principais fontes de risco de mercado na gestão naval são os fretes praticados e o preço do combustível marítimo²⁵. Além da importância relativa na operação do navio, estes itens sofrem variações relevantes, obtendo volatilidades anuais de até 65%, e são cotados em mercados razoavelmente líquidos, tornando possível a coleta de dados históricos em intervalos regulares. Por este motivo, as duas variáveis de fretes, referentes ao contrato de afretamento por viagem e ao contrato de afretamento por tempo, e o preço do combustível marítimo para a rota escolhida serão modelados por meio de processos estocásticos.

4.2.1 Frete por Viagem.

O frete por viagem para as principais rotas do comércio de petróleo é diariamente monitorado pela Baltic Exchange. A rota, acompanhada pela organização, utilizada como referência na análise é a TD5, que compreende as viagens entre a costa oeste africana e a costa leste Norte-Americana²⁶, com carregamentos de 130.000 t. de petróleo, utilizando navios da classe Suezmax.

²³ Como os custos operacionais do navio.

²⁴ *Producer Price Index*.

²⁵ Principal item de custo de um navio.

²⁶ Tendo como referência o terminal de Bonny na Nigéria (carga) e o porto da Philadelphia nos EUA (descarga).

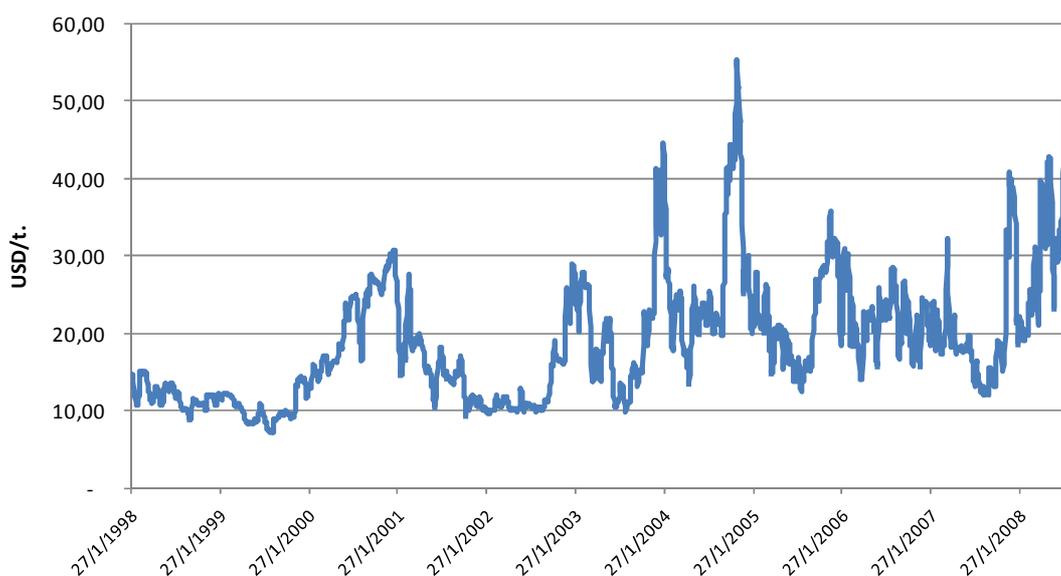
A série é originalmente cotada em taxa Worldscale. Para transformá-la em base monetária (USD/tonelada) é necessário multiplicar pelo índice Worldscale 100 para a rota específica estabelecida para o ano em questão, utilizando a equação (05).

A amostra utilizada vai de 27 de janeiro de 1998 até 27 de outubro de 2008, compreendendo 2.653 observações. A tabela abaixo sumariza as estatísticas descritivas para o período observado.

Estatísticas Descritivas	Valor
Média	18,83
Mediana	17,51
Variância	63,99
Desvio Padrão	8,00
Máximo	55,40
Mínimo	7,18
Amplitude	48,22
Observações	2.653

Tabela 7 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Fretes por Viagem, em USD/t.

O gráfico a seguir mostra a evolução dos fretes por viagem durante o período de análise.



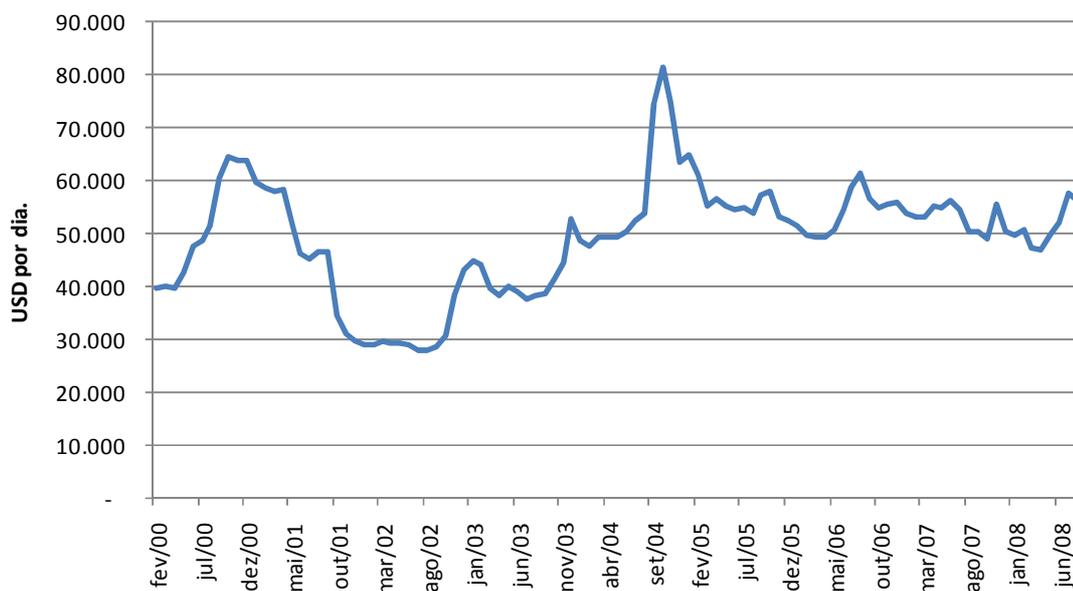
Fonte: Baltic Exchange e Worldscale Association.

Figura 8 – Frete por Viagem TD5, 27/01/1998 a 27/08/2008, em USD/toneladas – Em Termos Reais de Agosto de 2008.

4.2.2 Frete por Tempo.

O frete por tempo, cotado em USD/dia, é normalmente acompanhado por consultorias especializadas, que publicam semanalmente ou mensalmente os fretes médios dos principais tipos de contratos negociados no mercado.

A série estudada foi coletada originalmente pela consultoria Compass Maritime e engloba o período entre fevereiro de 2000 e junho de 2008, com periodicidade mensal. O navio em questão é um Suezmax com porte bruto de 150.000 TPB e casco duplo, exatamente o navio estudado na avaliação. A figura abaixo mostra o comportamento da série, em termos reais de agosto de 2008.



Fonte: Compass Maritime.

Figura 9 – Frete por Tempo Navio Suezmax 150.000 TPB, 02/2000 a 06/2008, em USD/dia – Em Termos Reais de Agosto de 2008.

A tabela abaixo sumariza as estatísticas descritivas para o período observado.

Estatísticas Descritivas	Valor
Média	49.212,04
Mediana	50.446,03
Variância	114.361.214,22
Desvio Padrão	10.693,98
Máximo	81.372,62
Mínimo	28.022,44
Amplitude	53.350,18
Observações	103

Tabela 8 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Fretes por Tempo, em USD/dia.

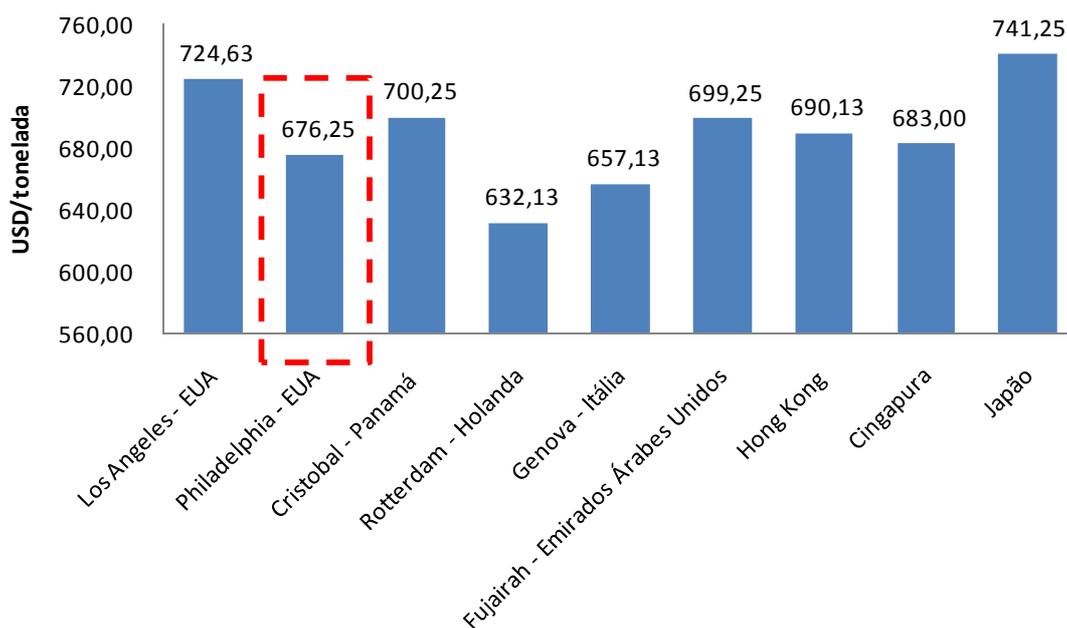
4.2.3 Combustível Marítimo.

O combustível marítimo utilizado nos navios do tipo Suezmax de transporte de petróleo é o IFO²⁷ 380, ou óleo combustível intermediário de 380 cSt²⁸ de viscosidade. Este combustível é um derivado do petróleo, sendo um subproduto do seu processo de refino, cujo preço é uma função do preço do petróleo bruto. No entanto, o IFO 380 também é afetado por outros fatores, como os custos de transporte, de refino, bem como os custos de armazenagem no porto e na refinaria.

Como estes custos são diferentes em diferentes lugares do mundo, o preço do IFO 380 varia de acordo com o porto de abastecimento, como mostra a figura abaixo.

²⁷ *Intermediate Fuel Oil (Óleo Combustível Intermediário).*

²⁸ *CentiStokes.*



Fonte: Compass Maritime.

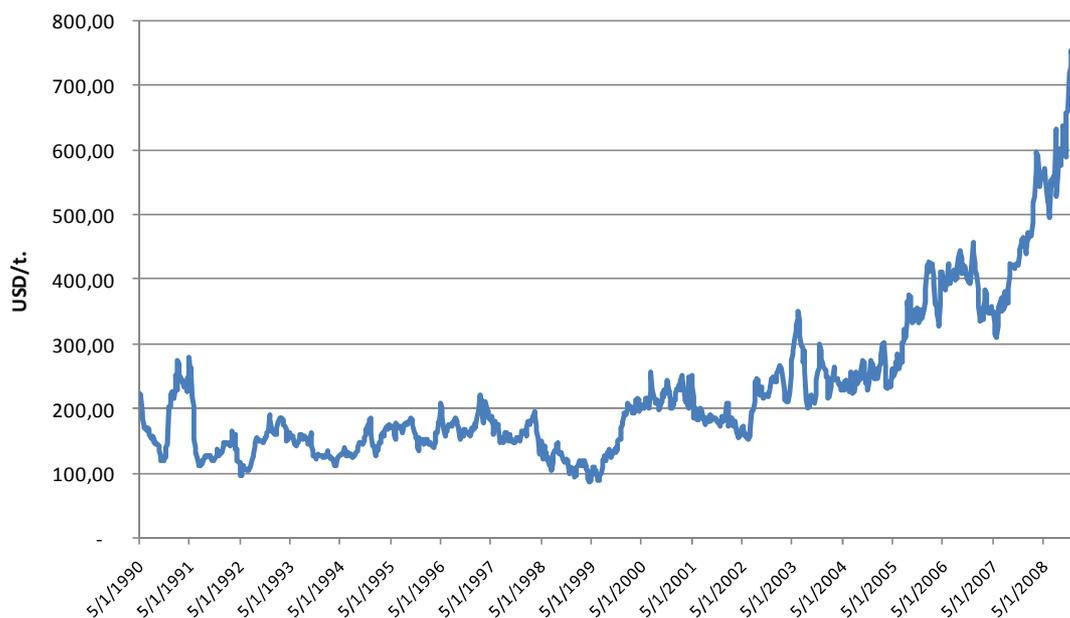
Figura 10 – Preço do IFO 380 nos Principais Portos do Mundo, Agosto 2008.

A série utilizada na avaliação mostra o preço do combustível marítimo no porto da Philadelphia, referência para cálculo de contratos para a rota TD5. A série estudada é cotada em uma base semanal, indo de 05/01/1990 até 22/08/2008, totalizando 973 observações. Na tabela abaixo estão sumarizadas as principais estatísticas descritivas da série em questão.

Estatísticas Descritivas	Valor
Média	229,41
Mediana	186,49
Variância	14.264,40
Desvio Padrão	119,43
Máximo	756,18
Mínimo	88,24
Amplitude	667,94
Observações	973

Tabela 9 – Estatísticas Descritivas da Amostra de Combustíveis Marítimos, em USD/t.

A figura abaixo mostra o comportamento da série, em termos reais de agosto de 2008.



Fonte: Compass Maritime.

Figura 11 – Preço do IFO 380 no Porto da Philadelphia, 05/01/1990 até 22/08/2008, em USD/tonelada.

4.2.4 Custos Operacionais.

As variáveis que compõe os custos operacionais são dadas em USD/dia e representam projeções dos custos médios de embarcações do tipo Suezmax, independente da rota de operação. Os valores utilizados foram compilados pela Drewry Consultants (2007).

A tabela abaixo mostra os custos diários, bem como os custos anuais, considerando um ano de 365 dias.

Grupo de Custos	USD por Dia	USD por Ano
Tripulação	3.145,00	1.147.925,00
Seguro (H&M)	720,00	262.800,00
Seguro (P&I)	460,00	167.900,00
Reparos e Manutenção	1.775,00	647.875,00
Suprimentos	1.330,00	485.450,00
Administração	880,00	321.200,00
TOTAL	8.310,00	3.033.150,00

Fonte: Drewry Consultants (2007).

Tabela 10 – Custos Operacionais do Navio, em USD/dia e USD/ano.

Para efeito desta análise, os custos operacionais serão considerados constantes durante a vida útil da embarcação.

4.2.5 Custos de Viagem.

Além dos custos com o combustível marítimo, o grupo de custos de viagem é composto por taxas de canal e custos portuários. Para a rota TD5, utilizada como referência, o primeiro item não é aplicável, uma vez que o navio não passará por nenhum canal. Já o segundo item, será dado pelas despesas de portuárias, no Terminal de Bonny na Nigéria e o Porto da Philadelphia nos EUA.

Porto	USD/Viagem
Porto da Philadelphia	67.500,00
Terminal de Bonny	20.000,00

Fonte: McQuilling Services.

Tabela 11 – Custos Portuários em USD por Viagem.

4.2.6 Gastos de Capital.

Os gastos de capital no projeto de investimento equivalem ao desembolso, correspondente à encomenda e compra do navio propriamente dito. Para simplificar a avaliação, é suposto que o desembolso será feito somente uma vez, no ano “zero” do projeto de investimento. Além disto, não será considerado nenhum gasto de capital no decorrer da vida útil do projeto.

Como referência para a análise de investimentos, o valor do investimento será igual ao valor de um navio para pronta entrega em agosto de 2008, o equivalente a USD 116.000.000,00²⁹.

²⁹ Conforme dados da Compass Maritime.

4.2.7 Valor Terminal.

Como valor terminal do ativo, será considerado o valor de revenda do navio para o mercado de demolição, onde este será desmontado e seu metal reaproveitado. Como simplificação na análise do investimento não será considerada possibilidade de revenda do navio para o mercado de navios usados durante a vida útil do projeto.

Como referência para a avaliação do investimento será considerado que o navio possui 20.000 LDT (*Light Displacement Tons*)³⁰, o equivalente ao total de aço aproveitável presente no navio. O preço por tonelada será considerado como a média dos contratos de demolição no mês de agosto no Subcontinente Indiano. O preço por tonelada em agosto teve a média de USD 767,50 por LDT, o equivalente ao preço de revenda de 15.350.000,00 USD para o navio.

4.3 MODELAGEM DAS VARIÁVEIS ESTOCÁSTICAS DO PROJETO.

Para simular a incerteza de mercado nas variáveis mais importantes do projeto foram utilizados processos estocásticos, que segundo Dixit e Pindyck (1994) são variáveis que evoluem ao longo do tempo que ao menos em parte são aleatórias.

Dentre os vários processos estocásticos utilizados para descrever o comportamento de preços, os mais comuns na literatura de opções reais são dois: o movimento geométrico browniano (MGB) e o movimento de reversão à média (MRM).

³⁰ Peso do navio sem equipamentos, carga, combustível. Referência para a quantidade de metal retirada na demolição.

4.3.1 Movimento Geométrico Browniano.

O MGB é o processo estocástico mais utilizado nas aplicações de opções financeiras, sendo utilizado, por exemplo, no modelo de Black-Scholes-Merton. Este processo também é muito utilizado em modelos de opções reais, como nos modelos de McDonald e Siegel (1986) e Dixit e Pindyck (1994)³¹. Segundo Campbell et al. (1997), o MGB é um caso especial de um processo de Itô, que é descrito pela equação seguinte:

$$dP = a(P, t)dt + b(P, t)dz \quad (09)$$

Onde dz é um incremento de Weiner, ou seja $dz = \varepsilon_t \sqrt{dt}$, e $a(P, t)$ e $b(P, t)$ são funções conhecidas, dependendo do preço e do tempo. No caso do MGB, $a(P, t) = \alpha P dt$ e $b(P, t) = \sigma P$. Assim, a equação do MGB tem a seguinte forma:

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz \quad (10)$$

Onde P é o preço do ativo em questão, α é um *drift* da função e σ é a volatilidade do ativo em questão.

Uma propriedade importante do MGB é que seus retornos, ou seja, sua variação relativa, terão uma distribuição normal, enquanto as suas variações absolutas terão uma distribuição lognormal. Aplicando o Lema de Itô em $d \log(P)$ é possível provar que este segue um movimento aritmético browniano, dado pela equação abaixo.

$$d \log(P) = (\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2) dt + \sigma dz \quad (11)$$

³¹ Pg. 237

Assim, seus retornos, dados pela variação no $\log(P)$, são normalmente distribuídos com média $(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)t$ e com variância σ^2t .

Para a estimativa dos parâmetros do MGB, Campbell et al. (1997) e Dias (1995) sugerem o cálculo dos retornos históricos contínuos da variável, dados por $\log(P_t) - \log(P_{t-1})$. Assim, o parâmetro $(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)$ será estimado como a média destes retornos e a volatilidade σ será dada pelo desvio padrão destes retornos.

4.3.2 Movimento de Reversão à Média.

Apesar de ser muito utilizado para modelar variáveis econômicas, o MGB tem algumas limitações, sendo uma delas o crescimento exponencial de seu valor esperado, que depende do *drift* α , fazendo com que seus valores, conforme o tempo evolui, sejam bastante diferentes do valor inicial.

Esta premissa pode ser excessivamente forte para a modelagem de algumas variáveis, como taxas de juros e preços de *commodities*, uma vez que estas tendem a retornar à um nível de equilíbrio de longo prazo. No caso das *commodities*, como o petróleo e derivados, este nível de equilíbrio de longo prazo seria o custo marginal de produção (DIXIT e PINDYCK, 1994).

Para simular esta propriedade econômica de retorno a um nível de equilíbrio de longo prazo, é comum utilizar o Movimento de Reversão à Média (MRM). Sendo que o modelo de MRM mais simples é a sua versão aritmética, também chamada de *Ornstein-Uhlenbeck*, dado pela equação abaixo.

$$dP = \eta(\bar{P} - P)dt + \sigma dz \tag{12}$$

Onde η é o chamado parâmetro de reversão à média e \bar{P} representa a média de longo prazo para qual o valor de P tende a retornar. Assim, quando o valor de P estiver longe da média de longo prazo, devido aos choques aleatórios, o termo $\eta(\bar{P} - P)dt$ fará com que os valores tendam a retornar à média de longo prazo.

Uma limitação do MRM na sua versão aritmética é que, por seguir uma distribuição normal, existe a possibilidade de a variável assumir valores negativos. Para lidar com esta limitação, Dias (2005) propõe criar uma relação entre a variável e seu logaritmo natural, evitando assim que o processo assumira valores abaixo de zero. A equação sugerida por Dias (2005) é escrita abaixo.

$$dx = \eta(\bar{x} - x)dt + \sigma dz \quad (13)$$

Onde $x = \log(P)$.

Para a estimativa dos parâmetros Dias (1995) sugere uma regressão linear utilizando os logaritmos do preço, abaixo.

$$x_t - x_{t-1} = a + b x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

De posse das estimativas de a e b é possível calcular os parâmetros utilizando as seguintes equações:

$$\bar{x} = -\frac{a}{b} \quad (15)$$

$$\eta = -\log(1 + b) \quad (16)$$

$$\sigma = \hat{\sigma}_\varepsilon \sqrt{\frac{2\log(1+b)}{(1+b)^2 - 1}} \quad (17)$$

Onde $\hat{\sigma}_\varepsilon$ é o erro padrão da regressão linear.

Dias (1995) argumenta que a relação simples pelo exponencial entre x_t e P_t não é possível, pois a exponencial de uma distribuição normal acrescenta metade da variância à distribuição lognormal. Por este motivo é necessária uma correção, conforme mostrado pela equação abaixo.

$$P_t = e^{(x_t - 1/2\text{Var}[x_t])} \quad (18)$$

4.3.3 Modelagem das Séries de Fretes.

Na literatura sobre modelagem de fretes marítimos e sobre as aplicações de opções reais no transporte marítimo, os fretes normalmente são descritos por meio de dois processos citados na seção anterior (MGB e MRM). Por exemplo, no modelo de Dixit e Pyndick (1994)³² é utilizado o MGB como forma de modelar a receita advinda da operação do navio. Por sua vez estudos como os de Bjerksund e Ekern (1995), Tvedt (2000) e Sødal et al. (2008), consideram a possibilidade de reversão à média nos fretes, utilizando o MRM para modelá-los.

Assim como para os preços de outras *commodities*, existem argumentos econômicos para a utilização do MRM na modelagem do frete. A hipótese de reversão à média nos preços das *commodities* vem da teoria microeconômica, que indica que em mercados competitivos o preço médio de longo prazo deve convergir ao custo marginal de produção do produto em questão. No caso do transporte marítimo, o frete deve convergir para o custo marginal de transporte da carga (KOEKEBAKKER ET AL. 2006).

A questão, então, recai sobre qual seria o processo mais adequado para modelar os fretes, tanto por viagem, quanto por tempo. Dixit e Pindyck (1994) sugerem a execução de um teste

³² Pg. 237

de raiz unitária, como forma de testar a hipótese do processo da variável ser ou não estacionária. A presença da raiz unitária seria um indício de que este processo seguiria um MGB.

Koekebakker et al. (2006) afirma que as séries de frete normalmente apresentam grande persistência, causada, segundo o autor, pela incapacidade da oferta por capacidade de carga reagir na velocidade e magnitude necessárias aos choques presentes na demanda. Esta persistência pode ser um indicativo da presença de raiz unitária nas séries.

Na modelagem do frete por viagem, conforme o apontado pela teoria econômica, que indica que os fretes devem reverter a uma média de longo prazo, será utilizado um processo de reversão à média.

Para confirmar a presença de reversão à média foi feito um teste para a presença de raiz unitária³³, onde foi rejeitada a hipótese nula de que a série tem raiz unitária, descartando assim a possibilidade da modelagem da variável via MGB.

Por meio de uma regressão linear por MQO³⁴ e utilizando a equação (14), chega-se às estimativas mostradas na tabela abaixo.

³³ Conforme mostrado no apêndice B.

³⁴ Mínimos Quadrados Ordinários.

	Estimativas	Erro Padrão
α	0,0152977	0,005771
β	0,9946865	0,002003

Tabela 12 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.

Substituindo os valores encontrados na regressão linear anterior nas equações (15), (16) e (17) são encontradas as seguintes estimativas para os parâmetros do MRM que descreve a série de fretes por viagem.

	Estimativas
\bar{x}	2,879023941
\bar{P}	17,7968939
η	0,005327679
σ	0,041577951

Tabela 13 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.

Uma vez que estas estimativas representam os valores diários do processo estocástico e a avaliação será feita na base anual, é necessário anualizar estas estimativas, multiplicando o parâmetro de velocidade de reversão à média por 252 e a volatilidade por $\sqrt{252}$, uma vez que 252 é o número médio de dias úteis nos anos da amostra. A tabela abaixo mostra o resultado para as estimativas anualizadas.

	Estimativas
η	1,342575
σ	0,660030

Tabela 14 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Viagem.

Para o frete por tempo, da mesma forma que no caso do frete por viagem, foi feito um teste de raiz unitária³⁵, para verificar a hipótese da variável seguir um MGB. Neste caso, não é possível rejeitar a hipótese nula de raiz unitária com um p-valor de 0,0961.

³⁵ Conforme mostrado no apêndice B.

Apesar dos indícios de presença de raiz unitária na série, a série será modelada pelo movimento de reversão à média, devido aos argumentos teóricos que apontam para reversão à média nos valores de fretes, como argumentado por Koekebakker et al. (2006).

Os resultados da regressão para a estimativa dos parâmetros do MRM são mostradas na tabela abaixo.

	Estimativas	Erro Padrão
α	0,5786001	0,342934
β	0,9465504	0,031822

Tabela 15 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.

As estimativas calculadas com as equações (15), (16) e (17) são descritas na tabela a seguir.

	Estimativas
\bar{x}	10,8251
\bar{P}	50.269,045
η	0,054931
σ	0,076931

Tabela 16 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.

Para transformar os valores em uma base anual é necessário, multiplicar o parâmetro de reversão à média por 12 e a volatilidade por $\sqrt{12}$, uma vez que a série apresenta dados mensais. Assim, a tabela abaixo mostra os valores para as estimativas já anualizadas.

	Estimativas
η	0,6591732
σ	0,2664991

Tabela 17 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Fretes por Tempo.

4.3.4 Modelagem da Série de Preços de Combustível Marítimo.

Há pouca literatura detalhando a modelagem de preços de derivados de petróleo utilizando processos estocásticos. Um dos poucos textos onde é utilizada a modelagem de derivados pesados de petróleo é em Kulatilaka (1993), que mostra um exemplo de opção de troca, onde

o preço do óleo combustível residual é modelado por meio de um movimento de reversão à média.

Utilizando como referência estudos sobre a modelagem dos preços do petróleo bruto, há uma gama de maior de exemplos e também de modelos comumente utilizados. Os dois modelos mais utilizados também são o movimento geométrico browniano, utilizado no modelo de Paddock, Siegel e Smith (1988), e o movimento de reversão à média, sugerido por Schwartz (1997).

Como feito para as variáveis anteriores, é testada a estacionariedade da série de preços dos combustíveis marítimos³⁶. Diferentemente das duas outras variáveis, o teste mostra fortes indícios da presença de raiz unitária. Este resultado pode ser fruto do comportamento da série nos últimos dois anos, onde esta apresenta um crescimento quase exponencial, bem diferente do comportamento observado nos outros anos da amostra.

Assim, apesar do resultado do teste de raiz unitária, será utilizada para a modelagem desta variável, o movimento de reversão à média, devido aos fundamentos econômicos, já mencionados que indicam a presença de reversão à média no preço das *commodities*, como o petróleo e seus derivados.

Como feito para as duas variáveis de fretes, utiliza-se a equação (14) para estimar os parâmetros de reversão à média, por meio de uma regressão linear. Os resultados encontrados estão sumarizados na tabela abaixo.

³⁶ Conforme mostrado no apêndice B.

	Estimativas	Erro Padrão
α	0,0204683	0,020485
β	0,9963624	0,003832

Tabela 18 – Resultado da Regressão para Estimativa dos Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.

Substituindo os valores encontrados na regressão linear anterior são encontradas as seguintes estimativas para os parâmetros do MRM, descrevendo a série de preços de combustível marítimo.

	Estimativas
\bar{x}	5,62695
\bar{P}	277,8147
η	0,00364
σ	0,05242

Tabela 19 – Estimativas para os Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.

Uma vez que a série original é dada com observações semanais é necessário anualizar as estimativas encontradas. Para tanto, multiplica-se o parâmetro de reversão à média por 52 e a volatilidade por $\sqrt{52}$, uma vez que a quantidade de semanas em um ano é 52.

	Estimativa
η	0,189498
σ	0,378038

Tabela 20 – Estimativas Anualizadas para os Parâmetros do MRM da Série de Preços de Combustíveis Marítimos.

4.3.5 Correlação Entre as Séries.

Para o cálculo da correlação entre as séries houve a necessidade de conversão das séries para a mesma base, no caso mensal, uma vez que estas são dadas em diferentes periodicidades. Os valores mensais das variáveis representam a média aritmética para cada mês da amostra.

Calculando a correlação, com todas as variáveis de interesse na base mensal, chegamos à matriz de correlação descrita na tabela a seguir.

	Frete por Tempo	Frete por Viagem	Combustível
--	------------------------	-------------------------	--------------------

			Marítimo
Frete por Tempo	1	0,6675	0,2954
Frete por Viagem	0,6675	1	0,5238
Combustível Marítimo	0,2954	0,5238	1

Tabela 21 – Matriz de Correlação das Séries Estudadas.

4.4 ANÁLISE POR OPÇÕES REAIS.

Nesta seção do trabalho, o projeto será avaliado utilizando o método de opções reais, de forma a verificar se a flexibilidade gerada pela capacidade de alternar entre os diferentes tipos de contratos possui ou não valor. É esperado que a flexibilidade agregue valor ao projeto, ao passo que as variáveis subjacentes possuem altas volatilidades e os contratos possuem diferentes graus de exposição às incertezas.

Como premissa simplificadora para a análise de opções reais, será considerado que o armador somente poderá trocar de contrato no início de cada ano.

Desta forma, é feita a analogia entre a capacidade do armador em trocar de contratos com uma opção de troca/conversão entre modos operacionais. Será utilizado o modelo sugerido por Trigeorgis (1996) para opções de conversão sem custos de troca, uma vez que se supõe que ao início de cada ano, o armador tem a possibilidade de escolher o tipo de contrato sem custos adicionais.

Uma vez que não há custos de conversão, conforme afirma Trigeorgis (1996), o problema de valoração da opção real é reduzido à valoração de um conjunto de opções européias sobre o fluxo de caixa esperado gerado pelo navio a cada período.

Tratando-se de um conjunto de opções europeias, o modo mais simples de resolução deste problema é por meio da Simulação de Monte Carlo (SMC) das variáveis subjacentes. Este recurso permite simular, para ambos os contratos, os diferentes fluxos de caixa a cada período e verificar a cada iteração da simulação, conforme equação (03), qual é o maior fluxo de caixa entre aqueles gerados pelos dois contratos. Afinal, obtém-se o fluxo de caixa do modo flexível de operação.

Esta seção está organizada da seguinte forma: a primeira parte trata do cálculo do custo de capital do projeto, que será utilizado na simulação livre de risco dos processos estocásticos. A segunda parte descreve os fluxos de caixa do projeto. A terceira parte mostra a simulação dos processos estocásticos, utilizados para modelar as variáveis de risco. A quarta parte mostra os resultados da análise, com o valor calculado do projeto, com e sem flexibilidade. Por fim, a quinta parte mostra as análises de sensibilidade realizadas a partir do caso base.

4.4.1 Cálculo do Custo de Capital do Projeto.

Para o cálculo do custo de capital do projeto de investimento é utilizado o custo médio ponderado de capital (CMPC), ou *WACC* na sua abreviação em inglês. Uma vez que se optou por fazer a avaliação do projeto sem alavancagem financeira, o *WACC* será igual ao custo do capital próprio, já que a ponderação do capital de terceiros será zerada, como é mostrado nas equações abaixo.

$$WACC = k_{ct}(1-IR)w_{ct} + k_{cp}w_{cp} \quad (19)$$

Onde *IR* representa a taxa marginal de impostos, *k_{ct}* representa o custo de capital de terceiros, *k_{cp}* representa o custo de capital próprio e *w_{ct}* e *w_{cp}* representam as ponderações de acordo com a estrutura de capital da empresa.

Sendo $w_{ct} = 0$ e $w_{cp} = 1$, então:

$$WACC = k_{cp} \quad (20)$$

O custo de capital próprio será estimado pelo método sugerido por Damodaran (2002), que utiliza a média do custo de capital próprio das empresas do mesmo setor negociadas em bolsas como *proxy* para o custo de capital próprio de um projeto.

Este método é utilizado dado que não é possível calcular o custo de capital da empresa diretamente, uma vez que o projeto de investimento é hipotético, não pertencendo a nenhuma empresa em específico.

O método de estimação, utilizando a média do setor em que a empresa opera, segrega em dois os riscos de uma empresa: o risco do negócio, comum a várias empresas, e o risco financeiro, gerado pela alavancagem financeira.

Desta forma, utilizando o CAPM³⁷, descrito na equação (21), é feita uma média do β desalavancado, ou seja, corrigindo para os efeitos causados pelo risco financeiro específico à empresa. De acordo com o sugerido por Damodaran (2002), após encontrado o β desalavancado médio do setor, o β alavancado específico da empresa é calculado utilizando a razão entre o capital próprio e de terceiros da própria empresa.

O CAPM é representado por meio da equação seguinte:

$$k = r + \beta(k_m - r) \quad (21)$$

³⁷ *Capital Asset Pricing Model.*

Onde k representa o custo do capital próprio, k_m representa o retorno esperado da carteira de mercado e r representa o retorno esperado do ativo livre de risco.

Para encontrar o β desalavancado é utilizada a fórmula ou equação de Hamada, representada pela seguinte equação:

$$\beta_{des} = \frac{\beta_{alav}}{[1 + (1 - IR) \frac{CT}{CP}]} \quad (22)$$

Onde β_{des} representa o β desalavancado, β_{alav} representa o β alavancado da empresa, CT representa o capital de terceiros e CP representa o capital próprio da empresa.

Para o cálculo do β médio do setor foi utilizada uma amostra de nove empresas com a atividade fim relacionada à operação de navios-tanque no transporte de petróleo bruto. Todas as nove empresas, independentemente da origem de seu capital, são negociadas em bolsas norte-americanas (NYSE ou NASDAQ)³⁸.

O β desalavancado médio calculado para o setor de transporte de petróleo foi de 0,8344. Uma vez que a análise de investimento considera 100% de capital próprio, o β desalavancado calculado será utilizado como o β do projeto de investimento.

Para o cálculo final do custo de capital da empresa é necessário aplicar o beta calculado conjuntamente a dados de mercado na equação do CAPM.

³⁸ Vide Apêndice D.

A taxa livre de risco será considerada como a média aritmética entre 1967 e 2007 dos retornos do Treasury Bond³⁹. Para o retorno de mercado será utilizado a média aritmética dos retornos entre 1967 e 2007 do índice S&P500. A tabela abaixo sumariza os dados do cálculo do custo de capital.

Retorno Médio de Mercado	11,9838%
Taxa Livre de Risco	7,6564%
Prêmio de Risco do Mercado	4,3275%
Custo de Capital da Empresa	11,2670%

Fonte: Damodaran (2008)

Tabela 22 – Cálculo do Custo de Capital do Projeto.

O valor para o custo de capital de 11,2670% é referente a uma taxa de desconto nominal. No entanto, como a avaliação será feita em termos reais é necessário descontar a inflação histórica média do USD. De acordo com Securato (2005), a equação para desconto da inflação da taxa nominal, chamada fórmula de Fisher, é a seguinte:

$$(I+k_{(nominal)}) = (I+\theta)(I+k_{(real)}) \quad (23)$$

Onde θ é a taxa de inflação.

Assim, considerando a média histórica do PPI de 2,19% ao ano⁴⁰ chega-se ao valor de 8,8829% ao ano.

4.4.2 Descrição dos Fluxos de Caixa do Projeto.

Nesta subseção serão descritos os fluxos de caixa do projeto, considerando a utilização do contrato por tempo bem como o contrato por viagem. Como premissa, os valores utilizados

³⁹ Título do Tesouro Americano.

⁴⁰ Entre janeiro de 1990 e dezembro de 2008

como referência para o preço do combustível marítimo e para os fretes foram as médias de longo prazo destes, conforme calculadas nas seções 4.3.3 e 4.3.4.

A depreciação considerada no estudo, em ambos os casos, foi linear em 20 anos, o que totaliza 5.800.000,00 USD por ano. A taxa marginal de impostos utilizada no estudo foi de 36,67% ao ano, que segundo dados publicados pela Reuters Finance (2008) é a taxa marginal de impostos média da indústria de transporte marítimo.

Uma vez que o projeto em questão não possui capital de terceiros, o fluxo de caixa livre do projeto (FCLP) será igual ao fluxo de caixa livre ao acionista (FCLA). Uma vez que os custos são considerados constantes, serão mostrados nas tabelas abaixo, os fluxos de caixa do ano de investimento, do primeiro ano vida de ativo, do ano sem a depreciação (ano 21) e o ano final do fluxo, onde é computado o valor terminal do projeto.

	0	1	21	26
Receita	-	23.919.679,82	23.919.679,82	15.350.000,00
Afretamento	-	23.919.679,82	23.919.679,82	-
Revenda do Navio	-	-	-	15.350.000,00
Custos de Viagem	-	(5.752.687,74)	(5.752.687,74)	-
Despesas Portuárias	-	(904.640,14)	(904.640,14)	-
Combustível	-	(4.848.047,61)	(4.848.047,61)	-
Custos Operacionais	-	(3.033.150,00)	(3.033.150,00)	-
Tripulação	-	(1.147.925,00)	(1.147.925,00)	-
Seguro (H&M)	-	(262.800,00)	(262.800,00)	-
Seguro (P&I)	-	(167.900,00)	(167.900,00)	-
Reparos e Manutenção	-	(647.875,00)	(647.875,00)	-
Suprimentos	-	(485.450,00)	(485.450,00)	-
Administração	-	(321.200,00)	(321.200,00)	-
LAJIDA (EBITDA)	-	15.133.842,07	15.133.842,07	15.350.000,00
Depreciação	-	(5.800.000,00)	-	-
LAJIR (EBIT)	-	9.333.842,07	15.133.842,07	15.350.000,00
Taxa Marginal de Impostos	-	(3.422.719,89)	(5.549.579,89)	(5.628.845,00)
Lucro Líquido	-	5.911.122,19	9.584.262,19	9.721.155,00
Gastos de Capital	(116.000.000,00)			
Retorno da Depreciação	-	5.800.000,00	-	-
Fluxo de Caixa do Projeto	(116.000.000,00)	11.711.122,19	9.584.262,19	9.721.155,00

Tabela 23 – Fluxo de Caixa Livre do Projeto Utilizando Afretamento por Viagem.

	0	1	21	26
Receita	-	17.845.511,19	17.845.511,19	15.350.000,00
Afretamento	-	17.845.511,19	17.845.511,19	-
Revenda do Navio	-	-	-	15.350.000,00
Custos Operacionais	-	(3.033.150,00)	(3.033.150,00)	-
Tripulação	-	(1.147.925,00)	(1.147.925,00)	-
Seguro (H&M)	-	(262.800,00)	(262.800,00)	-
Seguro (P&I)	-	(167.900,00)	(167.900,00)	-
Reparos e Manutenção	-	(647.875,00)	(647.875,00)	-
Suprimentos	-	(485.450,00)	(485.450,00)	-
Administração	-	(321.200,00)	(321.200,00)	-
LAJIDA (EBITDA)	-	14.812.361,19	14.812.361,19	15.350.000,00
Depreciação	-	(5.800.000,00)	-	-
LAJIR (EBIT)	-	9.012.361,19	14.812.361,19	15.350.000,00
Taxa Marginal de Impostos	-	(3.304.832,85)	(5.431.692,85)	(5.628.845,00)
Lucro Líquido	-	5.707.528,34	9.380.668,34	9.721.155,00
Gastos de Capital	(116.000.000,00)			
Retorno da Depreciação	-	5.800.000,00	-	-
Fluxo de Caixa do Projeto	(116.000.000,00)	11.507.528,34	9.380.668,34	9.721.155,00

Tabela 24 – Fluxo de Caixa Livre do Projeto Utilizando Afretamento por Tempo.

4.4.3 Simulação dos Processos Estocásticos.

De forma a modelar as incertezas e simular os fluxos de caixa das duas formas de afretamento, foram realizados Simulações de Monte Carlo (SMC) dos processos estocásticos descritos nas seções anteriores.

O princípio que rege a simulação de Monte Carlo é que o comportamento de uma variável pode ser estimado por meio do processo empírico de realizar diversos sorteios aleatórios e observar o comportamento ou distribuição destes resultados. (MOONEY, 1997).

Segundo Mooney (1997), o processo da SMC consiste, resumidamente, em cinco passos: identificar as variáveis a serem estudadas bem como suas distribuições de probabilidade, explicitar as operações matemáticas que identificam a relação entre essas variáveis, guardar o

resultado em um vetor, repetir este processo n vezes e por fim, analisar a distribuição das estimativas geradas.

Em finanças, a Simulação de Monte Carlo tem diversas aplicações, dentre elas a avaliação de ativos e de projetos. A utilização da SMC na avaliação de projetos foi primeiramente sugerida por Hertz (1964). A simulação também é largamente utilizada na avaliação de opções, sendo que foi proposta pela primeira vez por Boyle (1977) para a solução de uma opção européia.

Na análise de opções reais, dois tipos de simulação de processos estocásticos são comumente utilizados: a simulação “real”, onde são utilizados os parâmetros estimados das séries históricas, e a simulação neutra a risco, onde o processo estocástico é corrigido por um fator neutro a risco. A simulação real é normalmente utilizada para a estimativa da volatilidade agregada do projeto. Já a simulação neutra a risco é utilizada quando se tem o objetivo de calcular o valor da opção por meio de simulação, onde é necessário que a avaliação seja feita com parâmetros neutros ao risco.

Para a simulação da variável que segue um movimento de reversão à média, é necessário fazer a correção sugerida por Dias (1995) utilizando a equação (18), o que resulta na equação abaixo.

$$P_t = P_{t-1} e^{\left([10\% (P_{t-1}) e^{-\eta \Delta t}] + [10\% (P) (1 - e^{-\eta \Delta t})] - \left[(1 - e^{-2\eta \Delta t}) \frac{\sigma^2}{4\eta} \right] + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\eta \Delta t}}{2\eta}} \varepsilon_t \right)} \quad (24)$$

Para simular o MRM neutro a risco, Dias (1995) sugere que a correção da equação (24) utilizando o fator $(k - r) / \eta$, onde k representa a taxa ajustada ao risco do projeto. Segundo o

autor, este termo representa o prêmio de risco normalizado. Assim, a equação para a simulação do Movimento de Reversão à Média neutro ao risco será a seguinte:

$$P_t = P_{t-1} e^{\left([\log(P_{t-1}) - \frac{(k-r)}{\eta}] (1 - e^{-\eta \Delta t}) - \left[(1 - e^{-2\eta t}) \frac{\sigma^2}{4\eta} \right] + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\eta \Delta t}}{2\eta}} \varepsilon_t \right)} \quad (25)$$

Quando as incertezas seguem um MGB, a Simulação de Monte Carlo é feita através da equação (26) abaixo.

$$P_t = P_0 e^{\left((\alpha - 1/2 \sigma^2) \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t} \right)} \quad (26)$$

No caso da simulação neutra a risco, o *drift* α é substituído pela taxa livre de risco r , conforme a equação (27) a seguir.

$$P_t = P_0 e^{\left((r - 1/2 \sigma^2) \Delta t + \sigma \varepsilon_t \sqrt{\Delta t} \right)} \quad (27)$$

Muitas vezes, em problemas de opções reais, existe mais de uma incerteza afetando o valor do projeto de investimento, e, comumente, estas incertezas não são completamente independentes, havendo uma correlação significativa entre as mesmas.

A simulação dos processos estocásticos deve obrigatoriamente refletir a relação de dependência entre as incertezas e para que isso ocorra, é preciso que as correlações sejam levadas em consideração. Glasserman (2003) mostra que estas correlações podem ser levadas em conta na simulação utilizando a fatoração de Cholesky, que basicamente consiste em encontrar uma matriz triangular A , que multiplicada pela sua transposta seja igual à matriz de correlação, conforme mostra a equação abaixo.

$$AA^T = \Sigma \tag{28}$$

Onde Σ é a matriz de correlação dos processos estocásticos.

Após descoberta a matriz A , esta é multiplicada pelo vetor de choques aleatórios, de forma a permitir a simulação⁴¹.

4.4.4 Resultados da Análise de Opções Reais.

Utilizando as Simulações de Monte Carlo dos processos estocásticos realizadas na seção anterior, os fluxos de caixa foram simulados e os valores do projeto sem flexibilidade, utilizando ambos os contratos, com flexibilidade, e, conseqüentemente, a estimativa do valor da opção de troca⁴² foram calculados.

Foi calculado, a cada período, o valor do fluxo de caixa do projeto flexível, como sendo o máximo entre o fluxo de caixa do projeto com contratos de afretamento por viagem e do projeto com contratos de afretamento por tempo a cada iteração posteriormente, este foi descontado à taxa livre de risco de forma a obter os valores descritos na tabela abaixo.

Valor Presente (A. Tempo)	136.010.400,00
Valor Presente (A. Viagem)	149.930.600,00
Valor Presente (Flexível)	169.197.500,00

Tabela 25 – Resultados do Cálculo da Análise de Opções Reais, em USD.

Os dois primeiros valores representam os valores esperados do projeto sem flexibilidade. A figura abaixo mostra os histogramas das distribuições destes valores.

⁴¹ O apêndice E mostra as derivações feitas para a fatoração de Cholesky.

⁴² As simulações foram feitas em planilhas Microsoft Excel, conjuntamente com o programa @Risk. Cada simulação utilizada contém 10.000 iterações.

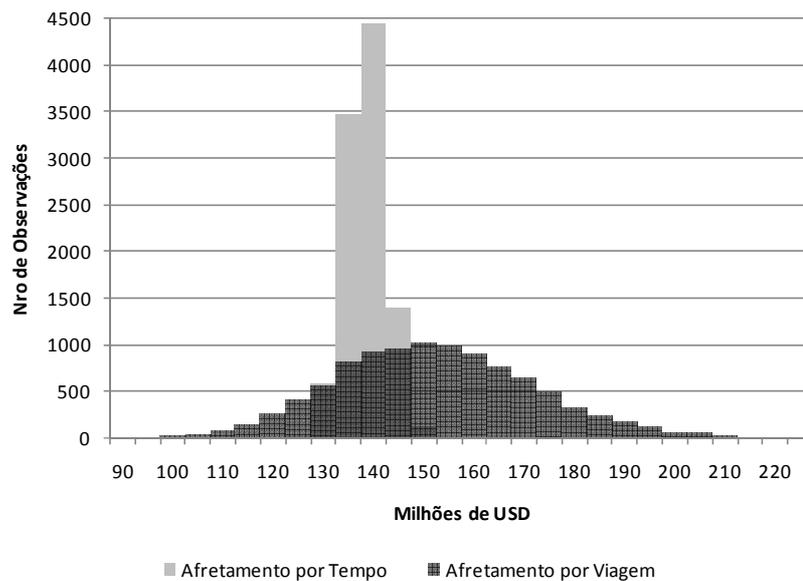


Figura 12 – Histogramas de Valor Presente do Projeto sem Flexibilidade.

É possível verificar que o projeto utilizando o contrato de afretamento por viagem apresenta uma dispersão acentuada e o projeto utilizando o contrato de afretamento por tempo possui seus valores bastante concentrados ao redor da média.

O fato do projeto utilizando o contrato de afretamento por viagem possuir maior VP e uma distribuição de valores com maior dispersão do que o projeto com contrato de afretamento por tempo é um resultado condizente com a teoria financeira. Uma vez que o projeto utilizando o contrato de afretamento por viagem é mais arriscado que aquele utilizando o contrato de afretamento por tempo, espera-se que este possua um valor presente maior, como forma de remunerar o risco adicional.

A figura abaixo mostra a comparação entre os histogramas de valor presente do projeto sem flexibilidade⁴³ e do projeto no modo flexível.

⁴³ Utilizando o contrato de afretamento por viagem.

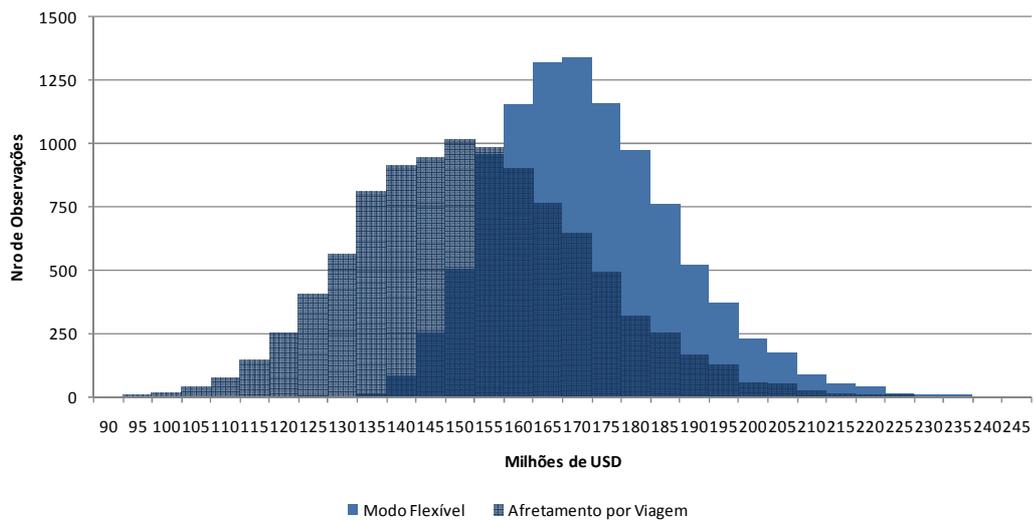


Figura 13 – Comparação Entre os Histogramas de Valor Presente do Modo Flexível e do Projeto Utilizando Afretamento por Viagem.

É possível notar que o projeto flexível tem uma leve assimetria, bem como um maior valor presente esperado, o que é condizente com o explanado por Trigeorgis (1996) e ilustrado na figura 1 da dissertação. Esta assimetria e a mudança do valor presente esperado ocorrem devido à presença da opção real.

O valor da opção de troca é mostrado na tabela 26 a seguir, respeitando a identidade proposta por Trigeorgis (1996) e demonstrada na equação (04) da dissertação.

	Valor da Flexibilidade, em USD	% do Valor do Projeto Flexível
$F(A. Tempo \rightarrow A. Viagem)$	33.187.100	24,40%
$F(A. Viagem \rightarrow A. Tempo)$	19.266.900	12,85%

Tabela 26 – Valor da Flexibilidade.

Como é possível verificar na tabela acima, a flexibilidade possui um valor relevante, indicando que a possibilidade do armador em trocar de contratos durante a vida do projeto agrega valor ao mesmo.

O valor da opção real estudada, que aumenta o valor do projeto em aproximadamente 12,85%, tendo como referência o maior valor presente calculado, nos permite traçar dois tipos de consideração acerca deste estudo.

A primeira diz respeito à avaliação econômica dos ativos desta indústria. Possuindo a opção de troca entre contratos um valor relevante, não considerar a mesma implicaria na subavaliação econômica do projeto. Também indica que devido às características da indústria do transporte marítimo, que possui altos níveis de investimento em capital e de incertezas, a ferramenta de análise por opções reais pode trazer contribuições relevantes aos estudos desta indústria.

A outra possível consideração é acerca do significado do valor desta opção para o armador. O valor relevante da opção de troca entre contratos mostra que o armador pode obter ganhos pela administração ativa eficiente dos seus contratos de afretamento. Monitorando e analisando corretamente o mercado de fretes e de combustíveis, o armador pode fazer trocas eficientes, utilizando o mercado de afretamentos por viagem quando a economia se mostra mais aquecida e o mercado de afretamentos por tempo quando há indícios de que os custos com combustíveis se mostram inflacionados ou de menor demanda.

4.4.5 Análise de Sensibilidade.

De modo a analisar a robustez do projeto, foi verificado o comportamento do valor da flexibilidade⁴⁴ diante de mudanças nos parâmetros das principais variáveis presentes no projeto. Os parâmetros escolhidos para teste foram as volatilidades dos processos estocásticos

⁴⁴ Neste caso, a flexibilidade de troca do afretamento por tempo para o afretamento por viagem, ou seja, $F(A. Tempo \rightarrow A. Viagem)$

e as correlações entre estes processos, bem como a taxa livre de risco⁴⁵. Por fim, o valor da opção real foi calculado utilizando o MGB para modelar as variáveis estocásticas, ao invés do MRM usado inicialmente, com o objetivo de verificar a diferença no cálculo da opção modificando o processo estocástico utilizado.

Variando a volatilidade dos processos estocásticos é possível verificar a relação direta entre a mesma e o valor da opção real. Isto é coerente com a teoria de opções financeiras, que indica que quanto maior o valor da volatilidade, maior tende a ser o valor da opção.

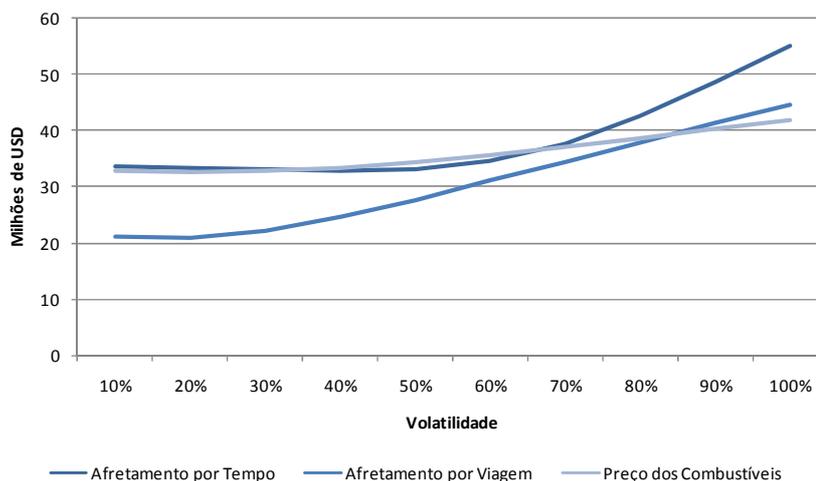


Figura 14 – Relação Entre Volatilidade dos Processos Estocásticos e o Valor da Opção.

Testando para mudanças na correlação, vemos que esta afeta em menor proporção o valor da flexibilidade, com exceção da relação entre o preço dos combustíveis e o frete por viagem, que se mostra bastante relevante para a precificação da opção.

⁴⁵ Foram utilizadas séries de simulações com 1.000 iterações cada, por meio do programa @Risk.

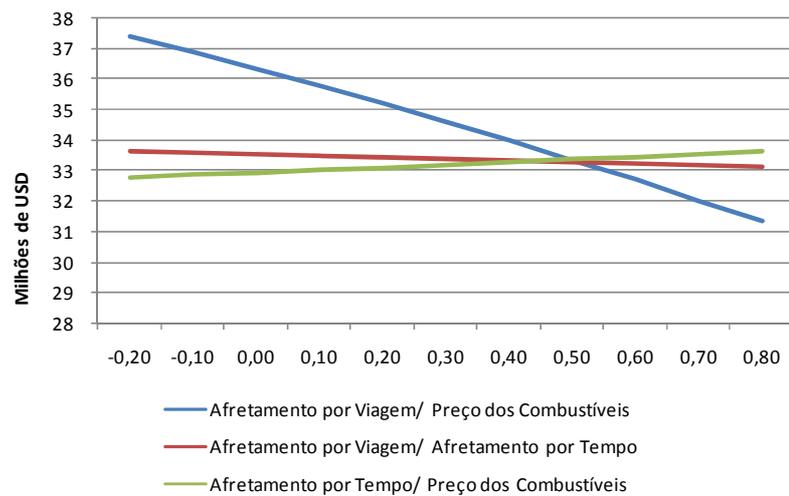


Figura 15 – Relação Entre Correlação Entre os Processos Estocásticos e o Valor da Opção.

Verificando a sensibilidade do valor da opção para mudanças na taxa livre de risco, é possível notar a existência de uma relação negativa entre ambos.

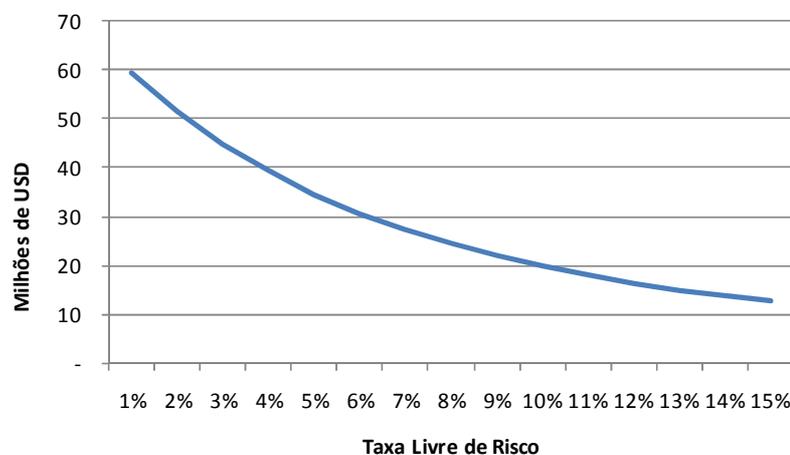


Figura 16 – Relação Entre Taxa Livre de Risco e o Valor da Opção.

Por fim, uma última sensibilidade foi feita, desta vez utilizando como premissa que os fretes o preço dos combustíveis seguem um movimento geométrico browniano⁴⁶ e não um movimento de reversão à média. Os resultados desta análise são mostrados na tabela abaixo.

⁴⁶ Não foi considerada a presença de taxas de conveniência (*convenience yield*) nos preços das *commodities* estudadas.

Valor Presente (A. Tempo)	285.975.000,00
Valor Presente (A. Viagem)	240.911.700,00
Valor Presente (Flexível)	563.836.700,00

Tabela 27 – Resultados da Sensibilidade Utilizando MGB, em USD.

Como é possível verificar na tabela anterior, os números aparentemente não fazem sentido econômico, pois representam números muito acima do investimento considerado. Isto provavelmente é devido ao comportamento exponencial do MGB, que tende a superestimar os valores dos projetos. Os valores encontrados na análise de sensibilidade indicam que o processo de reversão à média é uma representação adequada da dinâmica do frete e do preço dos combustíveis neste tipo de análise.

5 CONCLUSÃO.

Esta dissertação utiliza a abordagem de opções reais para avaliar flexibilidade contratual presente na indústria de transporte marítimo. É apresentado como estudo de caso um investimento teórico, utilizando dados de mercado, em um navio para transporte de petróleo da classe Suezmax.

Para avaliar a opção presente nos contratos assume-se que, no início de cada ano, o armador tem o direito de escolher entre operar com contratos de afretamento por viagem ou operar sob um contrato de afretamento por tempo, recebendo os fluxos de caixa esperados de acordo com o contrato escolhido.

As incertezas modeladas neste estudo de caso foram três: o frete por viagem, o preço do combustível marítimo, ambos presentes no fluxo de caixa do contrato de afretamento por viagem, e o frete por tempo, presente no fluxo de caixa do contrato de afretamento por tempo. Para a modelagem destas incertezas, foi considerado que as mesmas possuem a propriedade de reversão à média, como é apontado por textos na literatura especializada, portanto, foi utilizado o movimento de reversão à média para tal modelagem.

O cálculo da opção seguiu a abordagem proposta por Trigeorgis (1996), que considera a opção de troca entre modos operacionais sem custos de conversão como um conjunto de

opções europeias de escolha entre o maior fluxo de caixa gerado a cada período de tempo. Assim, é possível chegar ao valor presente expandido, que é equivalente a soma do valor presente sem flexibilidade e a opção real.

Os valores presentes, com flexibilidade e sem flexibilidade, foram calculados por meio da simulação dos fluxos de caixa, obtidos, por sua vez, por meio da Simulação de Monte Carlo dos processos estocásticos que representam as incertezas presentes nos fluxos de caixa.

Assim, é provado que a flexibilidade presente na indústria do transporte marítimo acrescenta valor ao projeto de investimento, aumentando em aproximadamente 12,85% o maior valor presente considerado. Este resultado indica que a avaliação utilizando somente o fluxo de caixa descontado subestima o valor dos projetos de investimento na indústria do transporte marítimo, quando o armador tem a possibilidade de acessar ambos mercados.

É intuitivo haver valor na flexibilidade de alternar entre contratos, uma vez que o mercado apresenta altas volatilidades em ambos os fretes considerados, bem como nos preços dos combustíveis marítimos. Apesar das variáveis apresentarem altas correlações, a opção ainda se mostra com um valor relevante, indicando que os mercados de afretamento por tempo e por viagem não são perfeitamente integrados.

Esta conjunção de fatores pode se mostrar vantajosa do ponto de vista do armador, pois administrando ativamente os contratos de acordo com a situação do mercado de fretes, é possível que este adicione valor ao projeto de investimento, como indica o valor relevante da opção real. Ou seja, a escolha correta dos contratos pelo armador pode trazer benefícios, agregando valor à empresa.

As análises de sensibilidade mostram que o valor da opção real é fortemente influenciado pela volatilidade das variáveis estocásticas. Já a correlação entre as variáveis, com exceção da correlação entre os preços dos combustíveis e o frete por viagem, mostra um resultado pouco intuitivo, pois tem pouca influência sobre o valor da opção real. Por fim, a análise utilizando o MGB como processo estocástico que descreve as variáveis não mostra resultados satisfatórios, claramente superestimando o valor da opção real.

Para estudos posteriores, sugere-se a incorporação de outras opções já estudadas na literatura ao modelo de opção de troca entre contratos. Desta forma, será possível estimar o valor da opção de troca na presença de outras opções, como a de parada temporária, adiamento e abandono. Além disto, é possível utilizar processos estocásticos mais realistas, como o processo de reversão à média com saltos, considerando que a média de longo prazo é incerta, ou mesmo utilizar modelos com volatilidade estocástica, de forma a melhorar os resultados encontrados nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMRAM, Marta; KULATILAKA, Nalin. **Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World**. Harvard Business School Press. Boston, EUA. 1999.

BALLOU, Ronald. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5 ed. Bookman Editora. Porto Alegre. 1996.

BALTIC EXCHANGE. **Successful Trial of Baltic Exchange Time-Charter Equivalent Assessment**. Disponível em:

<<http://www.balticexchange.com/default.asp?action=article&ID=4115>> Acessado em 20 de Dezembro de 2008.

BENDALL, Helen; STENT, Alan. “Ship Investment under Uncertainty: Valuing a Real Option on the Maximum of Several Strategies” In: **Maritime Economics & Logistics**, n. 7, p. 19-35. 2005.

BJERKSUND, Petter; EKERN, Steinar. “Contingent Claims Evaluation of Mean-Reverting Cash Flows.” In: TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options in Capital Investment: Models, Strategies and Applications**. Praeger. Westport, EUA. 1995.

BOYLE, Phelim. “Options: A Monte Carlo Approach.” In: **Journal of Financial Economics**, v. 4, n. 3, p. 323-338. 1977.

BP. **BP Statistical Review of World Energy 2008**. Disponível em: <www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622> Acessado em 1 de Dezembro de 2008

CAMPBELL, John; LO, Andrew; MACKINLAY, A. Craig; LO, Andrew. **The Econometrics of Financial Markets**. Princeton University Press. Princeton, EUA. 1997.

COPELAND, Tom; ANTIKAROV, Vladimir. **Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos**. Editora Campus. Rio de Janeiro. 2001.

CULLINANE, Kevin. **Shipping Economics**. Elsevier. Oxford, Reino Unido, 2005.

DAMODARAN, Aswath. **Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset**. 2 ed. John Wiley & Sons, New York, EUA. 2002.

DAMODARAN, Aswath. **Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills - United States**. Disponível em:

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html>. Acessado em 10 de Maio de 2008.

DIAS, Marco. **Real Options in Petroleum**. 1995. Disponível em: <www.pucio.br/marco.ind/> Acessado em 21 de Setembro de 2008.

DIAS, Marco. **Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica. Rio de Janeiro, Brasil. 2005.

DIXIT, Avinash; PYNDICK, Robert. **Investment Under Uncertainty**. Princeton University Press. Princeton, EUA. 1994.

DIXIT, Avinash; PYNDICK, Robert. “The Options Approach to Capital Investment” In: **Harvard Business Review** Maio-Junho p. 105-115. 1995.

DREWRY CONSULTANTS. **Ship Operating Costs Annual Review and Forecast – 2007/2008**. Drewry Publications. Londres, Reino Unido. 2007.

GERMAN, Héliette. **Commodities and Commodities Derivatives: Modeling and Pricing for Agriculturals, Metals and Energy**. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, Reino Unido, 2005.

GLASSERMAN, Paul. **Monte Carlo Methods in Financial Engineering**. Springer Science. New York, EUA. 2003.

GLEN, D.R.; MARTIN, B.T. “A Survey of the Modelling of the Dry Bulk and Tanker Markets.” In: CULLINANE, Kevin. **Shipping Economics**. Elsevier. Oxford, Reino Unido, 2005.

GRAHAM, John; HARVEY, Campbell. “The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field” In: **Journal of Financial Economics** n. 61. 2001.

HERTZ, David. Risk Analysis in Capital Investment. In **Harvard Business Review**, Janeiro-Feveiro. 1964.

KAVUSSANOS, Manolis; ALIZADEH-M, Amir. “The Expectations Hypothesis of the Term Structure and Risk Premiums in Dry Bulk Shipping Freight Markets”. In: **Journal of Transport Economics and Policy**, Volume 36, Part 2. pp. 267-304. 2002.

KOEKEBAKKER, Steen; ADLAND, Roar; SØDAL, Sigbjørn. “Are Spot Freight Rates Stationary?” In: **Journal of Transport Economics and Policy**, v. 40, n. 3, p 449-472. 2006.

KOGUT, Bruce; KULATILAKA, Nalin. “Operating Flexibility, Global Manufacturing, and the Option Value of a Multinational Network.” In: **Management Science**, v. 40, n. 1, p. 123-149. 1994.

KULATILAKA, Nalin. “The Value of Flexibility: The Case of a Dual-Fuel Industrial Steam Boiler” In: **Financial Management**, outono. 1993.

LLOYDS REGISTER. **Infosheet No. 30: Modern Ship Sizes and Definitions**. Disponível em: < www.lr.org/Publications/Info+30+Ship+sizes.htm > Acessado em: 5 de Agosto de 2008.

MCDONALD, Robert; SIEGEL, Daniel. “The Value of Waiting to Invest.” In **Quarterly Journal of Economics**, v. 101, n. 4, p. 707-727. 1986.

MCQUILLING SERVICES. **Commercial Aspects of Marine Transport Logistics for Oil**. Apostila. 2005.

MOONEY, Christopher. **Monte Carlo Simulation**. Sage Publications. Thousand Oaks, EUA. 1997.

OPEC. **World Oil Outlook 2008**. Disponível em: <<http://www.opec.org/library/world%20oil%20outlook/WorldOilOutlook08.htm>> Acessado em: 01 de Dezembro de 2008.

PADDOCK, James; SIEGEL, Daniel; SMITH, James. Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases. In: **Quarterly Journal of Economics**, v. 103, n. 3, p. 479-508. 1988.

REUTERS FINANCE. **Benchmarks: Marine Transportation**. Disponível em: <<http://www.reuters.com/finance/industries/benchmarks?industryCode=52431>> Acessado em: 15 de Novembro de 2008.

SARACENI, Pedro. **Transporte Marítimo de Petróleo e Derivados**. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 2006.

SCHOENBAUM, Thomas. **Admiralty and Maritime Law**. 3 ed. West Publishing Company. EUA. 2001.

SCHWARTZ, Eduardo. “The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging.” In: **The Journal of Finance**, v. 52, n. 3. 1997.

SCHWARTZ, Eduardo; TRIGEORGIS, Lenos. “Real Options and Investment Under Uncertainty: An Overview” In: SCHWARTZ, Eduardo; TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options and Investment under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions**. MIT Press. Cambridge, EUA. 2004.

SECURATO, José Roberto. **Cálculo Financeiro das Tesourarias**. 3 ed. Saint Paul. São Paulo. 2005.

SMIT, Han; TRIGEORGIS, Lenos. **Strategic Investment: Real Options and Games**. Princeton University Press. Princeton, EUA. 2004.

SØDAL, Sigbjørn; KOEKEBAKKER; Steen; ÅDLAND, Roar. “Market Switching in Shipping – a Real Option Model Applied to the Valuation of Combination Carriers” In: **Review of Financial Economics**, v. 17, n. 3, p. 183-203. 2008.

STOPFORD, Martin. **Maritime Economics**. 2 ed. Routhledge. Londres, Reino Unido. 1997.

TRIGEORGIS, Lenos. “Making Use of Real Options Simple: An Overview of Applications in Flexible/Modular Decision Making.” In: **The Engineering Economist**, v. 50, p. 25-53. 2005.

TRIGEORGIS, Lenos. “Real options and Interactions with Financial Flexibility” In: **Financial Management**, v. 22, n. 3, p. 202-224. 1993

TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. MIT Press, Cambridge EUA. 1996.

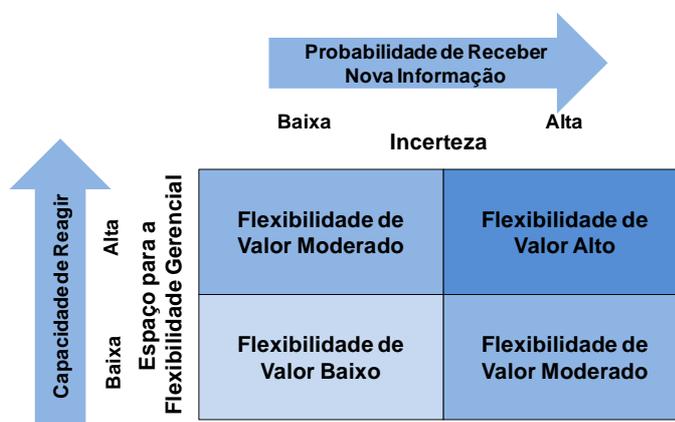
TVEDT, Jostein. "The Ship Lay-Up Option and Equilibrium Freight Rates." In: BRENNAN, Michael; TRIGEORGIS, Lenos. **Project Flexibility, Agency and Competition: New Developments in Theory and Application of Real Options**. Oxford University Press. New York, EUA. 2004.

UNCTAD. **Review of Maritime Transport 2007**. Nações Unidas, Nova York e Genebra. 2007.

APÊNDICE A

Neste primeiro apêndice serão descritos os principais tipos de opções reais, bem como a matriz de Copeland e Antikarov (2001) para mensurar o valor da flexibilidade.

Copeland e Antikarov (2001) sugerem uma matriz para mensurar quando a flexibilidade gerencial tem valor, conseqüentemente quando a aplicação da análise por opções reais é indicada. A figura abaixo descreve esta matriz.



Fonte: Adaptado de Copeland e Antikarov, 2001

Figura 17 – Matriz de Copeland e Antikarov para Avaliar a Flexibilidade Gerencial.

A matriz de Copeland e Antikarov (2001) utiliza-se de combinação entre dois dos principais fatores que geram o valor das opções reais, que é a flexibilidade gerencial inerente ao projeto e a incerteza associada ao mesmo. Desta forma os autores afirmam que a flexibilidade

gerencial e conseqüentemente as opções reais tem mais valor no quadrante superior direito da figura 17, onde há grande incerteza, ou seja, uma grande probabilidade de obter novas informações ao longo do tempo e muito espaço para a flexibilidade gerencial, o que permite a gerência agir adequadamente às novas informações que porventura surjam.

Um ponto comum a praticamente todos os esquemas presentes na literatura para a aplicação correta da análise por opções reais é a necessidade da presença de um nível relevante de incertezas, de modo que novas informações sejam importantes para o processo decisório. Além disso, é necessário que haja a capacidade da gerência em reagir e tomar decisões contingentes à medida que a informação é revelada.

Para fazer a analogia correta entre a flexibilidade gerencial presente no projeto de investimento e a opção financeira adequada (se esta é uma *put*, *call*, composta, de troca, etc.) é necessário classificar corretamente estas opções reais.

Smit e Trigeorgis (2004) e Trigeorgis (1996) expandem a classificação das opções reais, dividindo-as em seis categorias diferentes, conforme estas são apresentadas na literatura especializada. Na tabela abaixo, os principais tipos de opções reais são listados, juntamente com uma breve descrição de cada e as principais indústrias onde estas opções são normalmente encontradas.

Tipo da Opção	Descrição da Opção	Principais Indústrias de Aplicação
Opção de Adiar	A empresa tem a possibilidade de adiar a exploração comercial até que os preços justifiquem o investimento necessário.	Indústrias de extração de recursos naturais, Desenvolvimento de terrenos urbanos e agricultura.

Opção Composta (Opção de Crescimento)	Quando ocorre um investimento inicial, ou estratégico, que é pré-requisito, ou um primeiro passo, de uma cadeia de projetos inter-relacionados, que propiciam oportunidades de crescimento futuro.	Todas indústrias que envolvem investimentos sequenciados (Farmacêutica, Eletroeletrônica, Produtos Químicos, etc.)
Opção de Alterar Escala do Investimento (Expandir e Contrair)	Dependendo das condições de mercado, pode-se aumentar ou reduzir o tamanho do investimento (capacidade de produção ou utilização de recursos).	Planejamento e construção de unidades em indústria cíclicas.
Opção de Abandono	Caso as condições de mercado se relevem negativas e possível abandonar as operações atuais.	Indústrias intensivas de capital, como companhias aéreas e de navegação.
Opção de Parada Temporária	Em condições de mercado piores que o planejado, a empresa pode parar temporariamente o projeto e reiniciá-lo futuramente.	Indústrias de extração de recursos naturais.
Opção de Troca (Insumos e Produtos Finais)	A organização tem a capacidade de o <i>mix</i> de produtos finais (flexibilidade de produtos). Alternativamente, pode modificar os insumos utilizados no processo produtivo.	Insumos: Indústria em que é possível trocar insumos (biodiesel, geração de eletricidade, etc.). Produto Finais: Bens de consumo sujeitos a volatilidade na demanda. (brinquedos, automóveis e eletrônicos)

Fonte: Adaptado de TRIGEORGIS, 1996 e SMIT e TRIGEORGIS, 2004.

Tabela 28 – Resumo da Classificação das Opções Reais.

Além destes seis tipos de opções reais, Smit e Trigeorgis (2004) citam duas outras, relacionadas à flexibilidade financeira da empresa. A primeira é a Opção de *Default*, onde os acionistas têm a opção de declarar a falência da empresa, evitando futuros prejuízos e entregando o valor residual aos credores. A outra é a Opção de Financiamento em Estágios, onde os *venture capitalists* podem abandonar o projeto caso a empresa não tenha o desempenho desejado.

APÊNDICE B

Neste apêndice encontram-se os testes para a presença de raiz unitária realizados, utilizando o programa E-views 5.1.

Frete por Viagem.

Null Hypothesis: VC has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=27)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.874387	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961505	
5% level	-3.411502	
10% level	-3.127611	

Tabela 29 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Fretes por Viagem.

Frete por Tempo.

Null Hypothesis: TC has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.601514	0.0961
Test critical values: 1% level	-3.497727	
5% level	-2.890926	
10% level	-2.582514	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Tabela 30 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Fretes por Tempo.

Combustível Marítimo.

Null Hypothesis: IFO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=21)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.913874	0.6464
Test critical values: 1% level	-3.967518	
5% level	-3.414444	
10% level	-3.129355	

Tabela 31 – Teste Dickey-Fuller Aumentado para a Presença de Raiz Unitária nos Preços dos Combustíveis.

APÊNDICE C

Neste apêndice encontram-se os resultados das regressões feitas para a estimativa dos parâmetros dos processos estocásticos, utilizando o programa E-views 5.1.

Frete por Viagem.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.015298	0.005771	2.650700	0.0081
LNVC(-1)	0.994686	0.002003	496.6179	0.0000
R-squared	0.989369	Mean dependent var		2.853346
Adjusted R-squared	0.989365	S.D. dependent var		0.402111
S.E. of regression	0.041467	Akaike info criterion		-3.527063
Sum squared resid	4.556804	Schwarz criterion		-3.522626
Log likelihood	4678.885	F-statistic		246629.4
Durbin-Watson stat	1.129574	Prob(F-statistic)		0.000000

Tabela 32 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média do Fretes por Viagem.

Frete por Tempo.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.578600	0.342934	1.687204	0.0947
LNTC(-1)	0.946550	0.031822	29.74482	0.0000
R-squared	0.900280	Mean dependent var		10.77669
Adjusted R-squared	0.899263	S.D. dependent var		0.235880
S.E. of regression	0.074866	Akaike info criterion		-2.326429
Sum squared resid	0.549286	Schwarz criterion		-2.274326
Log likelihood	118.3215	F-statistic		884.7546
Durbin-Watson stat	1.315689	Prob(F-statistic)		0.000000

Tabela 33 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média do Fretes por Tempo.

Combustível Marítimo.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.020468	0.020485	0.999171	0.3180
LNIFO(-1)	0.996362	0.003832	260.0272	0.0000
R-squared	0.985857	Mean dependent var		5.329298
Adjusted R-squared	0.985842	S.D. dependent var		0.439789
S.E. of regression	0.052329	Akaike info criterion		-3.060476
Sum squared resid	2.656175	Schwarz criterion		-3.050437
Log likelihood	1489.392	F-statistic		67614.12
Durbin-Watson stat	1.836074	Prob(F-statistic)		0.000000

Tabela 34 – Regressões para a Estimativa dos Parâmetros do Movimento de Reversão à Média dos Preços dos Combustíveis.

APÊNDICE D

Neste apêndice são mostradas as empresas utilizadas no cálculo do β do projeto.

Empresa	Bolsa	Ticker	β	Razão entre Dívida e PL	Taxa Marginal de Impostos	β Desalavancado
Arlington Tankers	NYSE	ATB	0,82	67,03%	36,67%	0,58
Double Hull Tankers	NYSE	DHT	0,93	60,75%	36,67%	0,67
Frontline Corp.	NYSE	FRO	0,86	90,29%	36,67%	0,55
General Maritime Corp.	NYSE	GMR	1,08	6,37%	36,67%	1,04
Knightsbridge	NASDAQ	VLCCF	1,3	25,22%	36,67%	1,12
Nordic American Tankers Shipping	NYSE	NAT	0,88	18,84%	36,67%	0,79
Overseas Shipholding Group	NYSE	OSG	1,37	54,20%	36,67%	1,02
Teekay Corporation Ltd.	NYSE	TK	1,44	92,02%	36,67%	0,91
Tsakos Energy Navigation	NYSE	TNP	1,27	80,90%	36,67%	0,84
				55,07%		0,8344

β Médio do Setor de Transporte de Petróleo	0,8344
--	--------

Tabela 35 – Empresas Utilizadas no Cálculo do β do Projeto.

APÊNDICE E

Neste apêndice é mostrada a fatoração de Cholesky da matriz de correlação utilizada na simulação, conforme Glasserman (2003).

$$AA^T = \Sigma \quad (28)$$

$$\begin{bmatrix} A_{11} & & \\ A_{21} & A_{22} & \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ & A_{22} & A_{32} \\ & & A_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \rho_{1,3} \\ \rho_{1,2} & 1 & \rho_{2,3} \\ \rho_{1,3} & \rho_{2,3} & 1 \end{bmatrix} \quad (29)$$

$$\begin{bmatrix} A_{11}^2 & A_{21}A_{11} & A_{31}A_{11} \\ A_{21}A_{11} & A_{21}^2 + A_{22}^2 & A_{31}A_{21} + A_{22}A_{32} \\ A_{31}A_{11} & A_{31}A_{21} + A_{22}A_{32} & A_{31}^2 + A_{32}^2 + A_{33}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \rho_{1,3} \\ \rho_{1,2} & 1 & \rho_{2,3} \\ \rho_{1,3} & \rho_{2,3} & 1 \end{bmatrix} \quad (30)$$

Assim:

$$\begin{bmatrix} A_{11} & & \\ A_{21} & A_{22} & \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & & \\ \rho_{1,2} & \sqrt{(1 - \rho_{1,2}^2)} & \\ \rho_{1,3} & \frac{\rho_{2,3} - \rho_{1,3}\rho_{1,2}}{\sqrt{(1 - \rho_{1,2}^2)}} & \sqrt{1 - \rho_{1,3}^2 - \left(\frac{\rho_{2,3} - \rho_{1,3}\rho_{1,2}}{\sqrt{(1 - \rho_{1,2}^2)}}\right)^2} \end{bmatrix} \quad (31)$$

Por fim, multiplicando o vetor de erros pela matriz acima se obtém a correção necessária para utilizar a correlação nas simulações dos processos estocásticos.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)