

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DO RISCO FINANCEIRO EM PROJETOS DA
INDÚSTRIA NAVAL A PARTIR DE MODELOS BASEADOS
EM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

AGUINALDO JÚNIO FLOR

Orientador: Adiel Teixeira de Almeida Filho, Doutor

RECIFE, FEVEREIRO / 2012

Catálogo na fonte
Bibliotecário Marcos Aurélio Soares da Silva, CRB-4 / 1175

F632a Flor, Aguinaldo Júnio.

Análise do risco financeiro em projetos da Indústria Naval a partir de modelos baseados em simulação de Monte Carlo / Aguinaldo Júnio Flor. - Recife: O Autor, 2011.
xi, 106 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof^o Dr^o. Adiel Teixeira de Almeida Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2011.

Inclui Referências, Apêndice e Anexos.

1. Engenharia de Produção. 2. Indústria Naval. 3. Risco Financeiro. 4. Simulação de Monte Carlo. I. Almeida Filho, Adiel Teixeira (Orientador). II. Título.

658.5 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2012-099



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONAL DE

AGUINALDO JÚNIO FLOR

*“ANÁLISE DO RISCO FINANCEIRO EM PROJETOS DA INDÚSTRIA
NAVAL A PARTIR DE MODELOS BASEADOS EM SIMULAÇÃO DE
MONTE CARLO”*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato AGUINALDO JÚNIO FLOR **APROVADO**.

Recife, 29 de fevereiro de 2012.

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA FILHO, Doutor (UFPE)

Profa. LUCIANA HAZIN ALENCAR, Doutor (UFPE)

Prof. ANDRÉ LEITE WANDERLEY, Doutor (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Inicialmente registro os agradecimentos ao meu orientador, o Professor Adiel Filho pelo tempo disponível, atenção, pela sua experiência e, principalmente, pela paciência ao entender as mudanças que ocorreram em minha trajetória profissional durante o período de orientação.

Aos professores do programa que transformaram a sala de aula em uma valiosa fonte de conhecimento, que com seus conhecimentos acadêmicos e experiências profissionais, contribuíram de forma imensurável para minha carreira acadêmica e profissional.

Aos alunos do Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção, a cada aula, as diferentes experiências enriqueciam as explanações feitas pelos professores.

A Lara Calado pelo apoio, a doação de materiais sobre a Indústria Naval, a troca de ideias e ao seu modo revolucionário de agir, sempre será uma referência como pessoa e profissional para mim. Sua ajuda foi essencial tanto na monografia de graduação, quanto nesta dissertação de mestrado e, certamente contarei com seu apoio durante o meu doutorado que hoje é um projeto ao qual pretendo realizá-lo.

Ao amigo Alessandro Castro que desde 2007 vem me dando força e apoio para que o projeto “mestrado” se tornasse um fato real em minha vida. Ao desistir do meu primeiro mestrado, por força maior, me fez acreditar que não era o fim e, não foi, aqui concluo e realizo esse sonho.

Agradeço em especial ao amigo Diogo Chalegre que com muita paciência, hospitalidade e apoio, tornou o primeiro ano de aula em dias menos cansativos e, conseqüentemente, mais produtivos. O sucesso que obtive durante o curso é de sua responsabilidade, nos dias em que estava cansado, tive a sua força para me apoiar e a sua alegria para me incentivar. Não menos importante, a referência que você sempre foi para mim... uma pessoa tão nova e com grande dedicação à vida acadêmica, mesmo com todos os problemas da área e da vida, tudo seu é feito com maestria. Enquanto eu estava no início do mestrado você já estava no meio do doutorado, sou teu fã.

A principal razão de minha vida, minha família: Ildete Flor, Aguinaldo Flor e Anderson Flor, sem vocês, nada disto faria sentido. Amo vocês!

E por fim, não menos importante, a Deus e ao meu Anjo da Guarda, pois é com muita fé que estou concluindo mais esta etapa de minha vida e planejando os próximos passos.

RESUMO

A Indústria Naval no Brasil adormeceu por um período de vinte anos, com a descoberta do Pré-Sal e a necessidade de desenvolvimento do setor de Óleo e Gás no país, a atividade tem crescido vertiginosamente. Devido à escassez de dados históricos sobre a construção naval, este trabalho se propõe a apresentar um modelo para análise de risco financeiro através de um projeto de construção de um navio petroleiro do tipo Suezmax. O modelo tem natureza probabilística, utilizando a metodologia de Simulação de Monte Carlo, pois leva em consideração a incerteza e complexidade do ambiente observando diferentes graus de risco através de variáveis de saída: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). As variáveis de saída são geradas a partir de dados que compõe o projeto da embarcação e, em especial, variáveis aleatórias que representam impacto significativo no resultado final da análise de risco. Para aplicar a Simulação de Monte Carlo, foi necessária a utilização dos softwares Microsoft Excel[®] e Crystal Ball[®]. Os resultados do VPL e TIR mostram valores bastante próximos, confirmando uma forte correlação entre os dados estatísticos analisados. Em todas as distribuições probabilísticas realizadas, não geraram VPL negativo, porém, em um dos cenários, houve probabilidade de haver TIR negativa. A utilização de Simulação de Monte Carlo em análise de risco financeiro de projetos da Indústria Naval pode ser uma ferramenta útil para gerar valor agregado nas projeções nos projetos de investimento do setor, dando maior conforto e segurança ao decisor.

Palavras-Chave: Simulação de Monte Carlo, Risco, Indústria Naval

ABSTRACT

The Shipbuilding Industry in Brazil fell asleep for a period of twenty years with the discovery of the Pré-Sal and the need for development of oil and gas industry in the country, the activity has grown dramatically. Due to the scarcity of historical data on shipbuilding, this paper proposes to present a model for the analysis of financial risk through a construction project of a Suezmax tanker. The model has a probabilistic nature, using the methodology of Monte Carlo Simulation, since it takes into account the uncertainty and complexity of the environment by observing different degrees of risk through the output variables: Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR). The output variables are generated from data that composes the design of the vessel and, in particular random variables that represent a significant impact on the outcome of risk analysis. It was built with projections estimated a flow of raw materials, manpower, costs and expenses of a purchase / sale. The premises of compensation values and discount rates were obtained from public sources. We created three models taking into account the random variable as the price of steel, the cost of manpower and delay in delivery of the product. To apply the Monte Carlo simulation, it was necessary to use the software Microsoft ExcelTM and Crystal BallTM. The results of the NPV and IRR values show very similar, confirming a strong correlation between the statistical data analysis. In all probability distributions held, did not generate negative NPV, but in one scenario, there was likely to be negative IRR. The use of Monte Carlo simulation in risk analysis of project financial Shipbuilding can be a useful tool to generate added value in the projections in investment projects in the sector, giving greater comfort and safety to the decision maker.

Keywords: Monte Carlo simulation, Risk, Shipbuilding

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1.	PROBLEMÁTICA	13
1.2.	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	14
1.3.	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo Geral	15
1.3.2	Objetivos Específicos.....	15
1.4.	METODOLOGIA.....	15
1.5.	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	Valor Presente Líquido – VPL.....	22
2.2	Taxa Interna de Retorno – TIR.....	23
2.3	Análise de Risco através de Modelagem em Decisões Financeiras	24
2.4	Simulação de Monte Carlo	26
2.5	<i>Value at Risk</i> - VAR	29
3	INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA.....	31
3.1	Construção naval brasileira.....	33
4	PROPOSTA DE MODELO	37
4.1	Aplicação de Curva ABC nos insumos de construção do Suezmax.....	38
4.2	Aço Naval	41
4.2.1	Preço do Aço no Brasil.....	42
4.2.2	Preço do Aço na América do Norte	45
4.2.3	Preço do Aço na China.....	47
4.2.4	Preço do Aço no Leste Asiático	49
4.2.5	Preço do Aço – Média Brasil / Am. Norte / China / Leste Asiático	51

4.2.6	Matriz de Correlação	53
4.3	Desenvolvimento do Modelo	55
4.3.1	Resumo estatístico dos indicadores financeiros / macroeconômicos	57
4.3.2	Dados e ferramentas utilizados na simulação	59
4.3.3	Utilização do <i>Crystal Ball</i> [®]	62
5	RESULTADOS	65
5.1	Resultados com impacto representado no preço do aço	66
5.2	Resultados com impacto representado na mão-de-obra	71
5.3	Resultados com impacto de atraso do projeto	76
5.4	Comparação dos modelos	80
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	83
6.1	Conclusões	83
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	85
	REFERÊNCIAS	87
	APÊNDICE 1	91
	ANEXO 1	101
	ANEXO 2	102
	ANEXO 3	104
	ANEXO 4	105
	ANEXO 5	106

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 - Seis Passos para Construção de um Modelo</i>	17
Figura 1.1- A Estrutura Preliminar do Trabalho	19
Figura 3.2 - Tipos de Risco	21
Figura 3.1 - Geração de Empregos na Indústria Naval (milhões).....	34
Figura 3.2 – Desembolsos do Fundo da Marinha Mercante (R\$ milhões)	35
Figura 4.1 – Curva ABC de Suprimentos	39
Figura 4.2 – Preço do Aço - Chapa Grossa (USD)	41
Figura 4.3 – Distribuição da frequência (Preço do aço no Brasil – US\$).....	43
<i>Figura 4.4 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço no Brasil)</i>	43
Figura 4.5– Distribuição da frequência (Preço do aço na Am. do Norte – US\$).....	45
<i>Figura 4.6 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço na Am. do Norte)</i> ..	45
Figura 4.7 – Distribuição da frequência (Preço do aço na China – US\$)	47
Figura 4.8 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço na Am. do Norte) ..	47
Figura 4.9 – Distribuição da frequência (Preço do aço no Leste Asiático – US\$)	49
Figura 4.10 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço no Leste Asiático)	50
Figura 4.11– Distribuição da frequência (Preço médio do aço – US\$)	51
Figura 4.12 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço médio do aço)	52
Figura 4.13 – Distribuição de funding do projeto	56
Figura 4.14 – Janela da Distribuição Lognormal	64
Figura 4.15 – Janela da Variável de Saída	64
Figura 5.1- Histograma VPL (Preço Aço)	66
Figura 5.2 – Histograma VPL Caso Base (Preço Aço).....	67
Figura 5.3 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Preço Aço).....	68
Figura 5.4 – Histograma TIR Preço Aço	68
Figura 6.5 – Histograma TIR Caso Base (Preço Aço).....	69
Figura 5.6 – Histograma TIR Negativa (Preço Aço)	69
Figura 5.7 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Preço Aço).....	70
Figura 5.8 – Histograma VPL Mão-de-obra	71
Figura 5.9 – Histograma VPL Caso Base (Mão-de-obra).....	72
Figura 5.10 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Mão-de-obra).....	73
Figura 5.11 – Histograma TIR Mão-de-obra	73

Figura 5.12 – Histograma TIR Caso Base (Mão-de-obra).....	74
Figura 5.13 – Histograma TIR Negativa (Mão-de-obra).....	74
Figura 5.14 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Mão-de-obra).....	75
Figura 5.15 – Histograma VPL Prazo.....	76
Figura 5.16 – Histograma VPL Caso Base (Prazo).....	77
Figura 5.17 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Prazo).....	78
Figura 5.18 – Histograma TIR Prazo.....	78
Figura 5.19 – Histograma TIR Caso Base (Prazo).....	79
Figura 5.20 – Histograma TIR Negativa (Prazo).....	79
Figura 5.21 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Prazo).....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1- Aprovação CDFMM (Publicação no D.O.U. em 22/06/11).....	35
Tabela 4.1 – Distribuição de grupos para construção do navio	37
Tabela 4.2 – Grupos de Insumos.....	39
Tabela 4.3- Grupos de similaridade dos insumos	40
Tabela 4.4 – Dados estatísticos (Preço do aço no Brasil – US\$).....	44
Tabela 4.5 – Teste de aderência (Best fit).....	44
Tabela 4.6 – Dados estatísticos (Preço do aço na América do Norte – US\$).....	46
Tabela 4.7 – Teste de aderência (Best fit).....	46
Tabela 4.8 – Dados estatísticos (Preço do aço na China – US\$).....	48
Tabela 4.9 – Teste de aderência (Best fit).....	48
Tabela 4.10 – Dados estatísticos (Preço do aço no Leste Asiático – US\$).....	50
Tabela 4.11 – Teste de aderência (Best fit).....	51
Tabela 4.12 – Dados estatísticos (Preço médio do aço – US\$).....	52
Tabela 4.13 – Teste de aderência (Best fit).....	53
Tabela 4.14 - Matriz de Correlação (Cenário 1)	54
Tabela 4.15 – Matriz de Correlação (Cenário 2).....	54
Tabela 4.16 – Matriz de Correlação (Cenário 3).....	55
Tabela 4.17 – Resumo estatístico dos indicadores financeiros / macroeconômicos.....	59
Tabela 4.18 - Modelo base do fluxo financeiro do projeto	61
Tabela 4.19 – Distribuição probabilística utilizada.....	63
Tabela 5.1- Estatística Preço Aço	66
Tabela 5.2 – Estatística TIR Preço Aço	70
Tabela 5.3 – Estatística VPL Mão-de-obra	72
Tabela 5.4 – Probabilidade TIR (Mão-de-obra).....	75
Tabela 5.5 – Estatística VPL Prazo.....	76
Tabela 5.6 - Probabilidade TIR (Prazo)	80
Tabela 5.7 – Comparação entre os modelos (VPL)	81
Tabela 5.8 – Comparação entre os modelos (TIR)	81

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AHTS	<i>Anchor Handling Tug Supply Vessel</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CDFMM	Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante
DI	Depósito Interfinanceiro (CDI)
D.O.U.	Diário Oficial da União
EBN	Empresa Brasileira de Navegação
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FMM	Fundo da Marinha Mercante
FPSO	<i>Floating, Production Storage and Offloading</i>
INCC	Índice Nacional de Custo da Construção
IPA	Índice de Preço ao Produtor Amplo
Libor	<i>London Interbank Offered Rate</i>
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
Navipeças	Peças utilizadas na indústria naval
Promef	Programa de Modernização e Expansão da Frota
PSV	<i>Platform Supply Vessel</i>
QUF	Quadro de Usos e Fontes
Selic	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
Sinaval	Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e <i>Offshore</i>
SMC	Simulação de Monte Carlo
TIR	Taxa Interna de Retorno
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
TPB	Toneladas de Porte Bruto
VAR	<i>Value at Risk</i>
VPL	Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO

Conforme relatório do Sinaval (2010a), até o fim dos anos 70 o Brasil ocupava o segundo lugar em produção de navios no mundo, porém, com a crise financeira a partir dos anos 80, o setor entrou em declínio e não houve mais entregas de navios a Petrobrás.

Com a descoberta das reservas de petróleo no Pré-Sal, o Sinaval (2010c) explica que a exigência de conteúdo nacional nos bens de capital e o crescimento vigoroso da economia nacional, o setor da indústria naval brasileira tem delineado um ciclo virtuoso para este nicho.

Através de Brasil (1958) o Fundo da Marinha Mercante – FMM foi constituído em 24/04/1958 a partir da Lei 3.381/1958, tem como objetivo prover recursos para renovação, ampliação e recuperação da frota mercante do Brasil e, conseqüentemente, a indústria de construção naval do País. Com o objetivo de tornar possível o ressurgimento da indústria no Brasil, o Fundo da Marinha Mercante – FMM traçou novas estratégias para financiar as empresas do setor e a criação de novos empreendimentos. Aguilar (2010) informa que, dependendo do empreendimento, os prazos de financiamento têm até 20 anos, com taxas de juros que podem variar de 2% a 7% ao ano, acrescidos da Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP).

Devido à necessidade de novos petroleiros, navios-sonda de perfuração e plataformas de *offshore*, para suprir as necessidades de exploração do Pré-Sal, foi criado o Programa de Modernização e Expansão da Frota (Promef), contemplando inicialmente 49 navios do tipo petroleiro com capacidade de 1,05 milhão de barris e 157 mil toneladas de porte bruto (TPB) e do tipo gaseiros com porte de 4 mil TPB e navios de derivados claros.

Segundo Goldberg (2010) e Dermachi (2010), o Promef tem como principal objetivo a construção dos navios no Brasil com participação de 65% no índice de nacionalização e 70% em sua segunda fase com interesse nato de transformar/construir estaleiros modernos e capazes de competir internacionalmente. Em 2010 foram lançadas três embarcações, das quais, uma foi construída em Pernambuco e as outras duas no Rio de Janeiro batizados de João Cândido, Celso Furtado e Sérgio Buarque. No dia 30 de junho de 2011, foi lançado o quarto navio batizado de Rômulo Almeida, no estado do Rio de Janeiro. Os navios lançados iniciaram a fase de renovação de frota do transporte marítimo do Brasil. A Transpetro informa que o Programa de Navios é responsável pela geração de 56,2 mil empregos diretos, a maior parte em Pernambuco, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul e 160 mil indiretos.

Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma avaliação de risco financeiro em um projeto de construção naval aplicando o método de Simulação de Monte Carlo. Portanto, neste

trabalho será considerado para estudo de caso de um navio petroleiro presente na carteira de um estaleiro nacional. Na construção do modelo na avaliação de risco financeiro serão considerados dados econômico-financeiros, além de dados disponíveis a cerca do setor naval.

Dos 49 navios que compõem o Promef I e II, Goldberg (2011) explica que 41 foram contratados até o final de 2010, neste mesmo período, foi aberta a licitação para a contratação dos oito restantes, ao encerrar o referido processo, se dará o término do programa com as duas primeiras fases com o objetivo de renovação da frota de transporte marítimo da Transpetro. Na área do transporte fluvial, há o Promef Hidrovias para a construção de 20 comboios, 20 empurradores e 80 barcaças.

As próximas sessões buscam contextualizar o trabalho apresentando o setor desde seu surgimento no Brasil, em seguida a problemática, justificativa, objetivos e, por fim, a organização do trabalho de forma mais detalhada, abrindo-o por partes para que auxilie no entendimento sobre a pesquisa para o leitor.

1.1. PROBLEMÁTICA

Rocha (2011) explica que a Indústria Naval esteve adormecida por cerca de vinte anos, durante este período os estaleiros no Sul e Sudeste do país sobreviveram à crise através de prestação de serviços em reparos navais, produção de barcos de pesca e transporte fluvial. Durante todo esse período de latência do setor, os dados históricos foram diluídos com o tempo, perdendo-se a referência para os novos projetos.

A Companhia que é objeto do estudo de caso está inserida no setor da Construção Naval, possui uma carteira bilionária com projetos a serem realizados até 2015 e todo o investimento necessário para a produção é proveniente de recursos do Fundo da Marinha Mercante – FMM. Apesar de todo esse cenário positivo, não significa lucro garantido, pois em todas as situações, é necessária uma avaliação de riscos inerentes ao setor no qual está inserido.

Crises financeiras, situações macroeconômicas e financeiras do país e no mundo tem provocado ambientes cada vez com mais incerteza e dificuldades para previsão de rentabilidade e lucros. Conforme podemos verificar através da Lei 3.381/1958 – FMM, a indústria naval é bastante alavancada, por ter os projetos financiados com base na referida legislação. Os insumos utilizados na construção são de grande parte importados, este fato aliado ao alto grau de alavancagem se faz necessário maior cautela no momento de uma

modelagem. Diante do exposto, pergunta-se, que **nível de risco financeiro estaria sendo estimado para um contrato e qual a propensão de perda máxima que um empreendimento do setor naval poderia estar exposto?**

Esse problema é proveniente da complexidade do setor da indústria naval em relação à necessidade de fazer projeções de preços de insumos para participar de processos licitatórios em projetos com desenvolvimento em largo espaço de tempo no qual o empreendimento ficará vulnerável a variações macroeconômicas, planejamento político e imaturidade do setor.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Segundo Neto (2009), vivemos em um mundo globalizado que torna-se cada vez mais difícil viabilizar economicamente seus investimentos, uma vez que o mercado exige cada vez mais preços competitivos. A análise feita a partir do aumento de preços e de participação de mercado através de histórico tem se tornado um fato complicador. Não poderia ser diferente no ramo de construção naval, uma vez que, o maior cliente deste nicho de mercado no Brasil é a Petrobrás e, a carteira do construtor é incrementada através de participação em leilões com oferecimento de menor preço. Este tipo de participação licitatória pode ser identificado como o maior risco financeiro, na formação do preço de um navio.

Gray e Larson (2009) defendem que um risco é definido pelo evento que poderá acontecer trazendo uma consequência positiva ou negativa nos objetivos que são propostos por um projeto. Associado ao pensamento de Neto (2009) que uma empresa é considerada como criadora de valor a partir de sua capacidade de superar as expectativas dos acionistas, verifica-se a necessidade de avaliar quais os riscos estarão associados ao projeto e desenvolver métodos para a redução da probabilidade de um acontecimento impactar negativamente nos objetivos organizacionais.

Os fatos expostos na problemática tornam a pesquisa um desafio a ser vivido de forma intensa, uma vez que o preço dado por cada projeto em um momento 0 e a construção da embarcação percorre por cerca de trinta e sete meses, em se tratando do navio relatado no estudo de caso desta pesquisa.

O setor da indústria naval brasileira adormeceu por vinte anos que, conseqüentemente, oferece uma escassez de históricos operacionais e financeiros, segundo o Sinaval (2010a), atualmente estão em implantação treze estaleiros em diversas regiões do país. Além do Fundo da Marinha Mercante, os governos estaduais e municipais estão apoiando os

empreendimentos através de desenvolvimento e formação de mão-de-obra. O ressurgimento acelerado do setor justifica a existência desta pesquisa a fim disponibilizar reflexões sobre os riscos financeiros que as projeções de cenários futuros poderão causar não apenas aos investidores, mas a todos os *stakeholders* envolvidos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver modelo para análise de risco financeiro com um projeto de construção de um navio petroleiro do tipo Suezmax.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma Revisão Literária no estado da arte;
- Construir um modelo probabilístico com o método de Simulação de Monte Carlo – SMC em um projeto de construção de navios Suezmax;
- Utilizar variáveis do setor como *input* do modelo construído;
- Realizar simulações no modelo e fazer análise dos resultados obtidos através das variáveis de risco Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Apresentar a utilidade do modelo na utilização em análises de viabilidade econômico-financeiro;
- Apresentar reflexões sobre a análise dos riscos financeiros inerentes ao setor.

1.4. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem a finalidade de contribuir com um modelo de análise de risco financeiro através de uma modelagem probabilística de simulação aplicado em um projeto de construção naval com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão no momento do planejamento financeiro de um navio petroleiro Suezmax.

Por se tratar de um estudo em busca de conhecimento específico através de uma avaliação quantitativa, concentrado e com nível de detalhamento relevante, foi escolhida a metodologia de Estudo de Caso que, segundo Lopes (2006), este tipo de pesquisa pode ser utilizado quando o pesquisador quer aprofundar seus conhecimentos enfatizando um único

estudo. Para Yin (2005), um estudo de caso pode contribuir com conhecimentos organizacionais de forma exploratória ou descritiva através de investigação empírica. Além dos conceitos explicitados, a pesquisa foi motivada ainda, por esta metodologia também por oferecer a oportunidade de descrever analisar os resultados que serão encontrados provenientes das técnicas de Pesquisa Operacional.

Diversos autores como, Ackoff e Sasieni (1968), Goldberg e Luna (2005) e Silva *et al.* (2009) explicam que as tomadas de decisões podem ser suportadas através do método científico utilizando a Pesquisa Operacional, no qual consiste em um sistema organizado através de experimentações com modelos em busca da melhor maneira de operar um sistema. Para Andrade (2009), a economia de recursos e a experiência adquirida com as experimentações justificam a utilização da Pesquisa Operacional como instrumento de gerência dentro de ambientes mais complexos e abrangentes como é o ambiente de negócios.

Este trabalho utiliza a técnica de simulação em seu experimento uma vez que, Silva *et al.* (2009) defendem que é uma das técnicas mais gerais utilizadas em Pesquisa Operacional. Devido à complexidade analisada, o modelo irá descartar técnicas de programação linear e não linear, utilizando modelos dinâmicos para que capte as mudanças ocorridas no tempo, através da incorporação de elementos aleatórios, modelos desta natureza são chamados de Simulação Estocástica ou de Monte Carlo.

Devido à utilização de modelo matemático, esta pesquisa utiliza o método dedutivo em busca de resultados através da Simulação de Monte Carlo, utilizando também, outras técnicas conforme abaixo explicitado:

- i. O método de pesquisa a ser aplicado no trabalho será de Pesquisa Operacional;
- ii. Os objetivos foram delimitados através da técnica descritiva, devido à origem da pesquisa;
- iii. Os dados necessários para a construção do modelo serão feitos através de pesquisa de documentos, em sistema gerencial e revisão bibliográfica;
- iv. A modalidade da pesquisa é quantitativa, conforme Andrade (2009) expõe, por se tratar de um modelo de simulação estocástica, e;
- v. A análise dos resultados será dada de forma exploratória por oferecer, segundo Yin (2005), uma contribuição através da análise dos resultados.

A pesquisa será estruturada de acordo com a explicação de Lopes (2006) e Silva *et al.* (2009), seguindo os seis passos descritos na *Figura 1.1* a seguir:

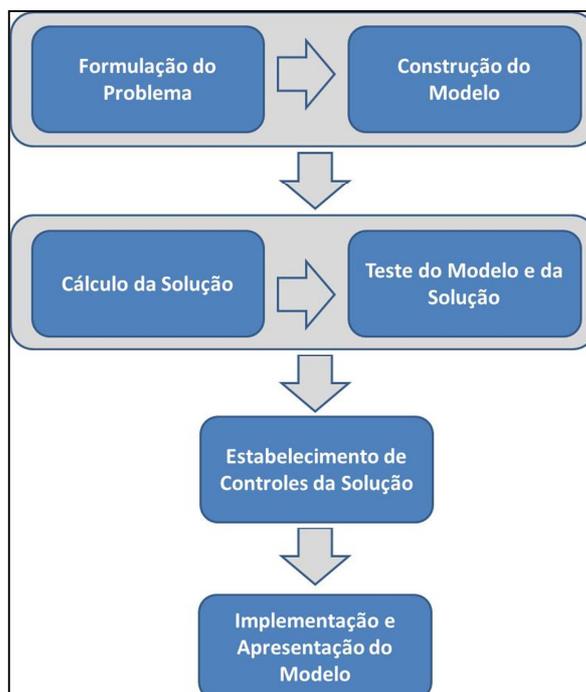


Figura 1.1 - Seis Passos para Construção de um Modelo
Fonte: baseado em Lopes (2006)

Para que fosse possível a construção do modelo, foram utilizadas ferramentas estatísticas que auxiliam tanto na descrição estatística das séries históricas, nos testes de correlação e na simulação dos cenários. Os softwares utilizados para todos os testes estatísticos da pesquisa foram através do *Crystal Ball*[®] e o *E-Views*[®]. A simulação foi projetada a partir do fluxo de custos na formação do preço a partir do *software* em formato de planilhas chamado Microsoft Excel[®].

O “Passo 6”, Implementação e Apresentação do Modelo, farão parte dos projetos futuros, uma vez que o desejo do autor é de continuar pesquisando sobre este assunto e implementando as técnicas utilizadas nesta pesquisa, em outras áreas de conhecimento.

1.5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Com o objetivo de analisar o risco através da Simulação de Monte Carlo, a pesquisa estará dividida por partes, conforme pode ser verificado na *Figura 1.2*.

Na **primeira parte**, discorrerá a introdução com as justificativas que definiram a pesquisa, os objetivos que delimitam o estudo e por fim a metodologia que será utilizada como base para obtenção dos resultados esperados.

Na **segunda parte**, estará a base conceitual no qual trará informações básicas e necessárias (Fundamentação Teórica) para o entendimento da pesquisa na área financeira e econométrica. Em seguida, será discorrida a revisão de literatura com estudos anteriores que trarão embasamento para o sucesso do trabalho.

A **terceira parte** será composta pelo modelo construído neste estudo no qual buscará mensurar o risco que a construção de um navio do tipo Suezmax oferece a empresa através do insumo mais utilizado e que oferece maior probabilidade de impactar negativamente na criação de valor do projeto.

A **quarta parte** contemplará a análise dos resultados obtidos após o estudo do modelo proposto na pesquisa, assim como, o índice de correlação dos referidos resultados com a literatura apresentada atualmente.

Por fim, na **quinta parte**, será exposta uma reflexão sobre a pesquisa através da conclusão, terminando com propostas de continuidade da pesquisa e a visão para rumos futuros que se pretende seguir em busca da análise e mitigação de risco financeiro em projetos navais e no setor de óleo e gás.

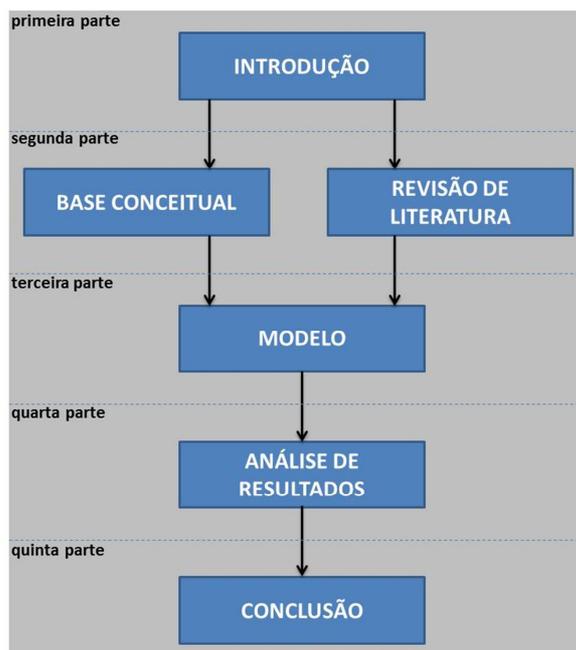


Figura 1.2- A Estrutura Preliminar do Trabalho

Fonte: Esta pesquisa

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma vez que esta pesquisa trata da construção de um modelo para avaliação de risco financeiro na produção de um navio Suezmax, o foco será em Risco Operacional através de Avaliação Errada e Modelo Matemático Inadequado. A mensuração do risco e retorno esperado poderá variar de acordo com a metodologia utilizada na avaliação do investimento.

Para esta pesquisa, foram adotadas as metodologias mais tradicionais de avaliação utilizadas em Finanças Corporativas, uma vez que sevem como referência pelos *stakeholders* no setor naval brasileiro: Valor Presente Líquido – VPL e Taxa Interna de Retorno – TIR.

Visando um crescimento sustentável, esta pesquisa propõe, a luz da análise de viabilidade econômico-financeiro de projetos, a construção de um modelo utilizando o método de Simulação de Monte Carlo para análise de risco financeiro em projetos navais, através de variáveis de análise de risco como: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Além de analisar a saúde financeira do beneficiário, o Fundo da Marinha Mercante (FMM) também utiliza os referidos indicadores como forma de avaliar e conceder recursos para a realização dos financiamentos solicitados para a indústria naval.

Para melhor entendimento da metodologia e estrutura do modelo construído, o presente estudo apresenta informações básicas para o conhecimento das técnicas utilizadas na pesquisa.

Damodaran (2009) explica que o valor obtido a partir de um modelo de avaliação, pode ser afetado tanto por informações da empresa, quanto do mercado. À medida que as informações sejam atualizadas, o valor será modificado, portanto, com o alto fluxo de informações no mercado, o autor chega a conclusão de que uma avaliação envelhece rapidamente e necessita ser atualizado para que possa continuar concorrente. Este tipo de atitude deve ser proativo, uma vez que, no caso de alterações apenas na empresa, o valor poderá ser mudado individualmente, em detrimento de mudanças de informações externas, como por exemplo, taxas de juros que irão afetar todas as avaliações.

Damodaran (2009) defende ainda que, modelos muito complexos não levam a melhores avaliações, pois, ao tempo que a complexidade do modelo estatístico aumenta, a necessidade de números aumenta proporcionalmente, o que propicia uma considerável possibilidade de erros. Uma avaliação que se mostra falha, não poderá impor a culpa ao modelo devido ao seu alto grau de complexidade. O valor da empresa pode estar relacionado às decisões financeiras que são tomadas em relação a como os financia, avalia e a determinação da política de dividendos.

Segundo Neto (2009), dentro do ambiente empresarial qualquer que seja a natureza operacional de uma companhia é avaliada como tomadora de três decisões financeiras: a de investimento (aplicação de recursos), a de financiamento (captação de recursos) e por fim, a de dividendos (geralmente envolvida na área de financiamento por ser considerada uma alternativa de financiamento). As decisões de investimento centram suas avaliações ao retorno esperado e as decisões de financiamento retornam as taxas de retorno exigidas pelos acionistas, portanto as duas devem estar integradas entre si com o intuito de mitigar o risco inerente à Companhia. Desta forma, para que o negócio seja atrativo, a taxa de retorno esperada irá superar o custo de financiamento.

A Figura 2.1 mostra os principais riscos que uma organização pode enfrentar.

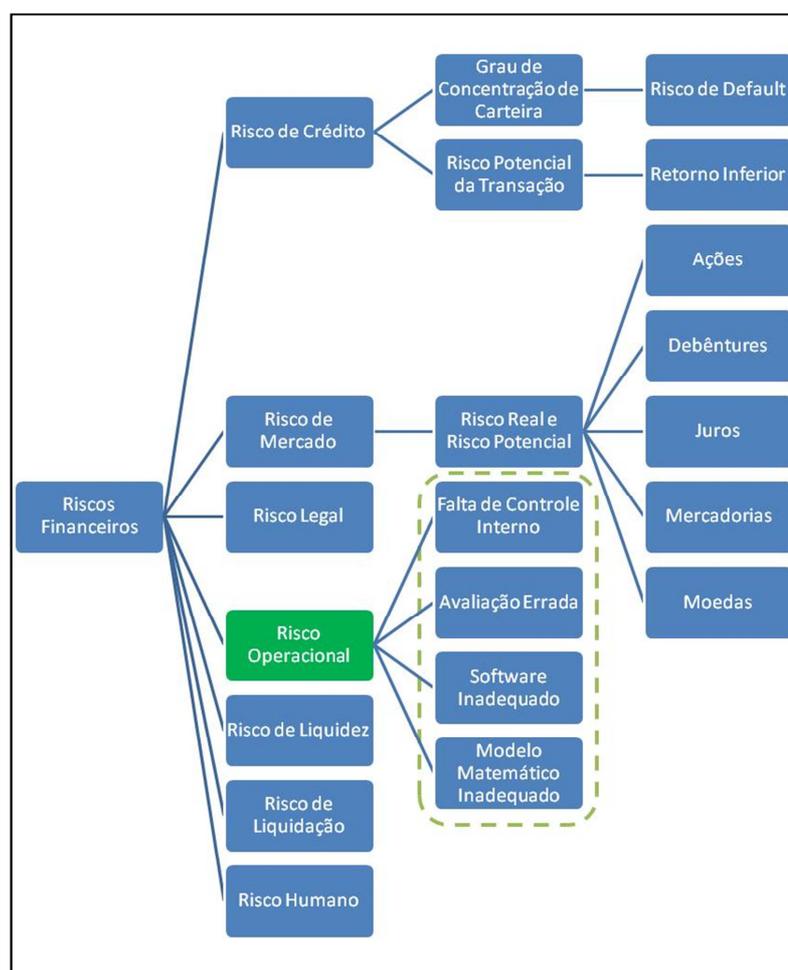


Figura 2.1 - Tipos de Risco
Fonte: Adaptado de Tostes, 2007, p. 70

Para Damodaran (2009), ao avaliarmos um ativo, precisamos empregar taxas de desconto que reflitam o grau de risco que envolverá o fluxo de caixa. Em finanças, o risco está atrelado à probabilidade de um retorno ser diferente do esperado, portanto, o risco inclui

os maus e bons resultados obtidos a partir de um investimento, o autor define como “risco negativo” e “risco positivo”. A mensuração do risco e retorno esperado poderá variar de acordo com a metodologia utilizada na avaliação do investimento.

Tostes (2007) informa que em 1925 Smith escreveu um livro comparando os retornos de ações e *bonds* entre 1836 e 1926, no qual as ações rederam mais que os *bonds* no período. A conclusão do estudo foi que o preço passado das ações não refletiu o potencial de valorização no futuro. A partir deste momento os estudos passaram a analisar não apenas os lucros passados, mas também, a estimativa futura.

A seguir, será apresentado definições e forma de cálculo das variáveis que estão sendo analisadas nesta pesquisa e a metodologia aplicada para chegar aos resultados.

2.1 Valor Presente Líquido – VPL

Neto (2009) informa em suas pesquisas que um projeto é economicamente atraente ao apresentar um Valor Presente Líquido positivo, ou no mínimo, igual a zero. O VPL leva em conta fluxos de caixa descontados para a tomada de decisão para aceitar ou rejeitar um projeto.

Brealey *et al.* (2008) adotam como princípio financeiro de que “o dinheiro disponível hoje vale mais do que o dinheiro disponível amanhã”, isto devido a sua disponibilidade atual para investimentos e, conseqüentemente, algum possível ganho de capital, denominando este fato como o “valor temporal do dinheiro”. O autor explica que o cálculo do valor presente é feito a partir do desconto de ganhos futuros esperados no qual são corrigidos por uma taxa de retorno, taxa esta que deverá ser comparada com alternativas oferecidas em outros investimentos. A taxa de retorno r também pode ser denominada por taxa de desconto, taxa mínima de retorno ou custo de oportunidade do capital.

O Valor Presente Líquido é encontrado conforme Fórmula (2.1):

$$VPL = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} \quad (2.1)$$

Onde,

C_0 – corresponde o investimento inicial (momento 0), no qual terá valor negativo por representar uma saída de caixa.

C_n – corresponde ao montante no tempo n , por exemplo, ano 1, ano 2, ano 3, etc.

r – corresponde a taxa de desconto.

Resumindo a Fórmula (2.1), temos a seguinte Fórmula (2.2):

$$VPL = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2.2)$$

Segundo Brealey *et al.* (2008), cerca de 75% das companhias utilizam a metodologia do VPL para analisar seus projetos, porém, apesar de ser um método utilizado com frequência devido a facilidade de entendimento, ele não é a única medida de auxílio na tomada de decisão. Aproximadamente de três a cada quatro empresas utilizam a Taxa Interna de Retorno (TIR) para analisar a atratividade de projeto, precisamente, o mesmo número das que utilizam o VPL. O autor defende que a TIR é um parente próximo do VPL e se bem analisado trás a mesma resposta.

2.2 Taxa Interna de Retorno – TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é muito utilizada em finanças por ser um instrumento prático, mas que pode levar ao erro. Segundo Brealey *at al.* (2008), a TIR é definida como a taxa de desconto que tornará o $VPL = 0$, ou seja, para encontrar a referida taxa, se faz necessário utilizar a relação com o cálculo do VPL através da Fórmula (2.3):

$$TIR = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (2.3)$$

A empresa só irá realizar projetos se o valor do projeto for maior do que seus custos e esta relação poderá ser obtida através das metodologias do VPL e da TIR, portanto, Brealey *et al.* (2008) definem o critério para a decisão de investimento em um projeto com base na taxa interna de retorno no qual o custo de oportunidade do capital deverá ser menor do que a taxa interna de retorno. Para que esta metodologia não leve o decisor ao erro, se faz necessário conhecimento aprofundado do custo de capital da companhia e os fluxos de caixa líquidos incrementais gerados pela decisão.

Para que o dispêndio de capital aplicado ao projeto possa ser calculado e a recuperação dos montantes aplicados seja possível de ser mensurada, Neto (2009) apresenta como

alternativa de avaliação de um projeto, a metodologia *Payback*. Esta técnica não foi utilizada na pesquisa devido à natureza do fluxo de caixa analisado que é de curto prazo.

As técnicas apresentadas até o momento, servirão de análise do risco nos projetos através da construção de técnicas de modelagem financeira, no qual, os conceitos serão explorados a seguir.

2.3 Análise de Risco através de Modelagem em Decisões Financeiras

Bernstein (1997), em sua obra clássica na história do risco, diz que sem vantagens e probabilidades, o único meio de lidar com o risco é apelando aos deuses e ao destino. Filósofa, ainda, ao dizer que o que separa o passado e o presente é o domínio do risco, portanto, sem números, o risco seria uma questão de pura coragem.

Vose (1996) explica que a análise de risco se preocupa com a avaliação das incertezas que ameaçam um projeto que, normalmente, divide-se em duas partes: programação e risco do custo. Os riscos e oportunidades em um projeto podem vir a aumentar ou diminuir os custos, podendo ser mensurados através de estimativas de probabilidade de uma ocorrência.

Fatores intangíveis podem ter relevância em um projeto, chegando ao ponto de inviabilizar sua continuidade. Neves (1981) informa que tais fatores em análise de projetos de investimento devem ser considerados na análise de risco. Uma vez que, seu principal objetivo é calcular as chances de um projeto se tornar inviável, fornecendo elementos para que o decisor possa observar diferentes graus de risco.

A tomada de decisão por um executivo deve ser embasada em dados e informações que possam propiciar uma solução adequada e de alta qualidade. Segundo Andrade (2009), para que a escolha atinja seu objetivo, chegando mais próximo do que se deseja, deve ser visualizado as possíveis consequências de cada alternativa. Esse processo torna-se mais simples e intuitivo quanto mais simples for à decisão.

Para Mun (2010), risco é a incerteza que afeta o sistema de forma desconhecida trazendo grande flutuação no valor e nos resultados. A incerteza e o risco estarão sempre presentes no horizonte do tempo afetando os cenários que estão sendo mensurados podendo alterar seus resultados. Estudos sobre este campo renderam ao Harry Markowitz a congratulação do prêmio Nobel com a *Teoria da Fronteira Eficiente*, no qual revolucionou o mundo das finanças, observando a natureza e retorno do risco. Markovitz não enxergou o

risco como um inimigo, mas sim como uma forma de balancear o risco através de uma melhoria do retorno através do seu modelo voltado para a área de finanças.

Os modelos assumem uma posição importante na decisão, uma vez que promovem mais facilidade as pessoas envolvidas com o problema, segundo Andrade (2009), uma visualização da estrutura do sistema real em análise, a inter-relação entre as informações, cria uma sistemática de análise e avaliação das alternativas e ajuda como um instrumento de comunicação e discussão com outras pessoas.

Silva *et al.* (2009) informam que os modelos de simulação são dinâmicos com variáveis que incorporam mudanças ocorridas no tempo que permitem avaliar o efeito de um conjunto de decisões sucessivas. As quantidades de trabalho e materiais necessários para se produzir uma unidade de cada produto, custos por unidade de trabalho e matérias-primas, o preço de venda de cada produto, quantidades máximas que se pode produzir são exemplos de fatores que devem ser levados em conta para a solução de um problema. Os referidos fatores aliados aos indicadores econômico-financeiros com fim de subsidiar a decisão de investimento trazem um maior conforto no momento da tomada de uma decisão financeira dentro da companhia.

Jafarizadeh (2010) desenvolveu um estudo no qual discute os méritos de abordagem analítica de decisão para avaliação de risco com objetivo de modelar problemas de investimentos de forma consistente. O autor teve como base em seus estudos, a pesquisa de Hess *et al.* (1963) que utilizou técnicas de Simulação de Monte Carlo para construção de distribuição de VPL. Além de Hetz (1964) que concluiu a existência de correlação entre fluxos de caixa e a ratificação desta ideia que chegou através de Bussey *et al.* (1972) com os seus estudos que relataram a existência de correlação entre os fluxos de tesouraria.

Andrade (2009) informa que é possível identificar diferentes tipos de modelos: *modelos conceituais* relacionam de maneira sequencial e lógica as informações e as fases do processo de decisão através de um modelo que se tem em mente. *Modelos matemáticos* no qual se baseiam em que todas as informações e variáveis do problema podem ser quantificadas e representadas através de funções matemáticas. E, por fim, *modelos heurísticos* que são construídos para problemas de grande complexidade, a partir do momento que um modelo matemático torna-se impraticável para chegar a uma solução viável.

Para resolução de problemas financeiros, geralmente são utilizados os *modelos matemáticos* com técnicas de Pesquisa Operacional. Andrade (2009) explica que os modelos matemáticos podem ser de dois tipos: *modelos de otimização*, no qual não permite flexibilidade na escolha das alternativas devido a sua estrutura para selecionar uma única

alternativa, a que será considerada “ótima”. E os *modelos de simulação*, que procuram fazer uma representação do mundo real gerando várias análises de alternativas antes da implementação da melhor solução. Esta pesquisa baseia-se na metodologia de Simulação de Monte Carlo, que será explicada a seguir.

2.4 Simulação de Monte Carlo

A primeira vez que surgiu o termo “simulação” no âmbito da Pesquisa Operacional, segundo Corrar e Theópilo (1993), foi em um trabalho do húngaro-americano Von Neumann e Ulam em 1940, através da expressão “Análise de Monte Carlo” realizada através de técnica matemática para resolução de problemas probabilísticos relacionados com a difusão aleatória de partículas de nêutrons quando as mesmas eram submetidas a um processo de fissão nuclear para blindagem de reatores, esta pesquisa foi denominada Projeto Manhattan que se tratava de uma bomba atômica.

Segundo Mun (2010), o nome Simulação de Monte Carlo é devido a capital dos jogos de azar, Mônaco. Este tipo de simulação abre as portas para resolução de problemas complexos com facilidade. O autor continua em suas explicações, dizendo que a Simulação de Monte Carlo cria um futuro artificial através de milhares de cenários analisando suas características predominantes.

Jäckel (2002) informa que na década de 40 o método de Simulação de Monte Carlo envolveu vários problemas relacionando a matemática com diferentes problemas que estavam sendo investigados por cientistas. Na área de finanças, sua utilização é necessária quando busca-se uma solução para cálculos de valor esperado.

Metropolis (1987) apresenta em seus estudos um relato sobre o desenvolvimento do método desde o surgimento com Von Neumann até as especulações sobre a utilização futura desta metodologia e sua evolução com o poder de cálculo dos novos computadores. Hertz (1979) utilizou a Simulação de Monte Carlo em finanças abordando a decisão que os administradores de empresas enfrentam ou terão que enfrentar em ambientes de incerteza. Seu artigo conclui que através de simulações é possível tomar decisões com mais consciência dos riscos que estão envolvidos.

Andrade (2009) informa que a simulação possibilita a realização de interações internas de um dado sistema de uma companhia, no qual torna viável a tomada de decisão com uma redução considerável de custos, no caso de se observar individualmente cada variável. Ao

definir os objetivos da simulação, amplitude e profundidade que se deseja analisar os resultados, pode iniciar a construção, a coleta de dados e o processo de construção do modelo. Esta ideia está consoante com os estudos de Corrar e Theophilo (2004) quando informam que as técnicas de simulação, com sua facilidade de automatização através de planilhas eletrônicas, permitem a análise da distribuição dos resultados de forma mais consistente sobre um comportamento futuro de decisões de determinadas variáveis decisórias.

Devido à grande massa de dados processados, o modelo de simulação só torna viável esta prática através de sistemas computacionais que, segundo Silva *at al* (2009) o modelo pode ser chamado de Simulação Estocástica ou Monte Carlo, uma vez que sua dinâmica envolve múltiplos períodos e descarta qualquer outra técnica de programação linear ou não-linear. A Simulação de Monte Carlo gera randomicamente milhares de valores para determinadas variáveis que são consideradas incertas no ambiente no qual a modelagem está inserida, gerando combinações que levarão a resultados para uma análise que se deseja estudar. Law e Kelton (2000) defendem que a técnica resolve certos problemas estocásticos ou determinísticos em que a passagem do tempo não possui um papel relevante.

Evans e Olson (1998) explicam que a Simulação de Monte Carlo é um experimento amostral com objetivo de estimar através de uma distribuição de resultados as possibilidades de determinada variável. No qual estamos interessados a partir de uma ou mais variáveis de entrada. O resultado é analisado a partir do comportamento probabilístico de acordo com a distribuição estipulada. Na área de análise de investimentos em projetos, o modelo simula milhares de cenários com possíveis rentabilidades que permite ao tomador de decisão analisar o risco do projeto sob as condições que ele foi estruturado.

Corrar (1993) explica que empresas ainda utilizam modelos econômicos tradicionais em seus planejamentos financeiros. Modelos tradicionais são determinísticos e não levam em conta o fator incerteza no processo decisório, embora o ambiente em que as organizações estão inseridas são tomadas em ambientes incertos e com um mercado flutuante a cada segundo.

Boyle *et al.* (1997) defendem que a abordagem de Monte Carlo tem se mostrado uma ferramenta valiosa e flexível na área de finanças modernas. Os autores utilizaram a metodologia em opções americanas com o objetivo de analisar a sensibilidade dos preços dos ativos ao longo do tempo.

Adotar a alternativa de Simulação de Monte Carlo em avaliação de projetos de investimento é possível, segundo Moore e Weatherford (2005), por apresentar resultados de

fácil leitura e de forma simples através de um modelo probabilístico. Sua vantagem está em determinar como uma variação randomizada a propagação da incerteza e que poderá afetar a performance ou viabilidade do projeto que está sendo modelado.

Dorp e Duffey (1999) utilizaram o método de Monte Carlo aplicado na construção naval a partir de diagramas de redes na duração das atividades necessárias para pintar três módulos separados de um mesmo navio em um determinado período de tempo levando em consideração a incerteza do mau tempo e os pedidos de alteração por parte da engenharia. Sua pesquisa foi motivada pela prevalência de riscos relacionados a atrasos nos cronogramas em grandes projetos de engenharia. O autor defende que a modelagem pode ajudar a ter estimativas mais reais da incerteza, concluindo que o método de Monte Carlo poderá ser utilizado também em outras áreas.

Amigun *et al.* (2011) apresentaram um estudo de viabilidade econômica com Simulação de Monte Carlo aplicado em uma planta de bioetanol, localizada na província de Western Cape do Sul da África, com produção de 200.000 mil toneladas por ano. Foram utilizadas como variáveis estocásticas a matéria-prima e eletricidade. Após implementarem três cenários, os autores concluíram que a produção do etanol torna-se viável o subsídio governamental. Ainda na pesquisa, foi ratificada que a Simulação Monte Carlo é uma ferramenta útil para avaliar quantitativamente a incerteza que influencia na viabilidade econômica no objeto de estudo.

Locatelli *et al.* (2010) discute que no setor de energia elétrica, existem vários periódicos que fazem análise de grandes indústrias de geração de energia, porém, pouco se encontra na literatura, estudos com pequenas e médias plantas de geração. Em sua pesquisa, o autor faz uma comparação entre as plantas de geração de energia através de carvão, nuclear e térmica. Sua principal observação é feita através de uma avaliação utilizando a Simulação de Monte Carlo dos desempenhos econômicos e financeiros com a variável de saída Valor Presente Líquido (VPL). A conclusão da pesquisa disserta que sem qualquer imposto sobre carbono, a geração através do carvão vegetal tem o menor custo e maior VPL.

Para uma análise complementar do modelo e com o intuito de se observar as perdas máximas em cada modelo, foi utilizado o método de *Value at Risk* – VAR, sobre as curvas de probabilidades obtidas, portanto, a seguir será apresentado a definição e aplicações do referido método.

2.5 Value at Risk - VAR

Markowitz (1952) em seu estudo sobre o modelo de média-variância chamado de Teoria da Fronteira Eficiente discorre sobre o *tradeoff* entre o risco e retorno, além do desvio padrão utilizado como medida de dispersão. O autor conclui que quanto maior a diversificação de um portfólio e houver uma baixa correlação entre os ativos, o risco de perda é amenizado.

Segundo Jorion (2000) e Dowd (1998), a metodologia de *Value at Risk* utiliza o desvio padrão como medida de risco, assim como o modelo de Markowitz (1952), tornando possível aplicar em ativos de crédito e liquidez. Devido à flexibilidade que o VAR oferece, também pode-se aplicar a teoria em estudos de diferentes situações, como por exemplo, decisões de investimento, administração de carteiras e *hedge*.

Segundo Jorion (2000), o VAR surgiu a partir de desastres financeiros ocorridos no início dos anos de 1990 no qual, o autor chega à conclusão que as perdas poderiam ter sido menores caso a administração do risco financeiro não fosse tão ineficiente.

Dowd (1998) explica que há uma vasta variedade de modelos para se estimar o VAR considerando que cada um tem suas premissas voltadas para as áreas em que a metodologia será aplicada. O autor relata a importância da utilização dos dados históricos de mercado, pois são melhores estimadores para estimação de variações futuras.

Ross *et al.* (2002) e Jorion (2000) definem *Value at Risk* como um método de mensuração de risco que mede a máxima perda esperada em unidades monetárias de uma carteira a partir de um determinado nível de confiança ($1-\alpha\%$) dentro de um horizonte de tempo determinado. A variação de um ativo pode ser medida a partir da Fórmula (2.4):

$$VAR(c, T) = E[F_T] - Q[F_T, c] \quad (2.4)$$

Onde,

$E[F_T]$ – corresponde ao valor esperado (média).

$Q_{T,c}$ – corresponde ao quantil do nível de confiança c .

Jorion (2000) divide o VAR em três modelos básicos: (i) **Método Paramétrico** no qual assume que todos os retornos são normalmente distribuídos, facilitando a implementação do modelo em todos os setores e facilita a utilização de outros níveis de confiança. (ii) **Simulação Histórica** utiliza a distribuição histórica de um determinado período dos ativos para simular os retornos futuros. (iii) **Simulação de Monte Carlo** cobrindo valores para a área financeira, tornando possível a utilização do VAR em estudos de viabilidade econômico-

financeiro. A vantagem da utilização do VAR aliado a SMC está na possibilidade vários riscos, exposições à volatilidade e não-linearidade.

Vlaar (2000) utilizou a metodologia do VAR com o objetivo de investigar as consequências da dinâmica da estrutura a termo das taxas de juros holandesas com utilização de 17 anos de dados diários. O autor comparou o desempenho de 25 carteiras hipotéticas com títulos do governo holandês, analisando a expectativa e a variância do valor dos títulos.

Moreira (2004) informa que depois do modelo desenvolvido e a coleta dos dados, chega-se a solução do problema no qual tentará especificar os valores das variáveis de decisão que são saídas do modelo proposto chegando-se à solução ótima do problema. No próximo capítulo será relatado um breve histórico da Indústria Naval que irá embasar a pesquisa assim como, a construção do modelo que terá o intuito de fazer uma reflexão sobre a mensuração de risco financeiro através das variáveis pertinentes do setor de construção naval.

3 INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA

Em Agosto de 1846 nascia em Niterói o Estabelecimento de Fundição e Estaleiro Ponta de Areia, segundo relato de Almeida (2008), a mais importante indústria pesada e de bens de capital do Brasil, fundada por Irineu Evangelista de Souza, conhecido como o Barão e Visconde de Mauá, o estaleiro, depois de três anos, havia se transformado na maior indústria do país. A partir daí, nasceu um novo setor no Brasil, a indústria Naval. Até 1870, foram produzidos 72 navios, que foram para Amazônia, Barra do Rio Grande, Baía de Guanabara, além de embarcações de passageiros que faziam a linha Rio-Santos e navios fluviais para o Rio Mucuri. Até a década de 1930 foram ocorrendo alguns períodos de atividade, na construção de navios cargueiros e petroleiros.

A formação da indústria naval como parque industrial surgiu a partir do Plano de Metas que, segundo o Sinaval (2010a), foi criada a indústria automobilística, a construção da malha rodoviária e a construção naval. A política de desenvolvimento do setor surgiu a partir da Lei 3.381 de abril de 1958 (Lei do Fundo da Marinha Mercante), com objetivo de recuperação e ampliação da frota mercante nacional, o Fundo de Marinha Mercante passou a financiar os estaleiros. Em seguida foram criadas políticas e programas específicos para o desenvolvimento do setor naval. Entre 1960 e 1980 o Brasil se torna o segundo maior construtor naval mundial provocado pelas encomendas de navios através dos planos de construção naval.

O Sinaval (2010a) continua seu relato histórico sobre o setor naval informando sobre as primeiras crises na construção naval. No início da década de 1980, a Superintendência Nacional de Marinha Mercante (Sunamam) apresentou dificuldades financeiras, a gestão financeira dos contratos de financiamento passa para o BNDES e em 1987 a Sunamam é extinta.

Almeida (2008) relata que a década de 1980 com a economia brasileira em recessão e hiperinflação, foi uma década que terminou como quase perdida para o setor naval, uma vez que a extinção da Sunamam, os estaleiros demasiadamente alavancados ou em processo de falência e desemprego crescentes, desta forma acabou a década. Em 1990 o governo desregulamenta o setor naval e conduz o país a um programa de abertura da economia ao mercado externo o que expôs a marinha mercante brasileira à concorrência externa e não foi dado condição de concorrência aos armadores nacionais. A queda das barreiras de importação

gerou uma redução da atividade não suportou a concorrência estrangeira e a queda de preços, resultando na quase desativação da indústria naval no Brasil.

Com a descoberta das reservas de petróleo do Pré-Sal e o crescimento vigoroso da economia nacional, Rocha (2011), explica que no ano de 2003 foi entregue aos ministros do Governo Federal um estudo realizado pelos estaleiros sobre a expressiva possibilidade da retomada da indústria da construção naval no Brasil. Justificando-se a representação do comércio nacional estar disposto em 90% de transporte marítimo, o reconhecimento da Petrobrás pela falta de capacidade local para construção de navios e plataformas, os estaleiros propunham executar uma retomada da indústria naval em três movimentos: (i) retomada da construção de navios, (ii) expansão e renovação tecnológica dos estaleiros e uma programação de encomendas de navios e plataformas.

Rocha (2011) explica que, devido a necessidade de novos petroleiros, navios-sonda de perfuração e plataformas de *offshore*, foi criado o Programa de Modernização e Expansão da Frota (Promef), contemplando inicialmente 49 navios do tipo petroleiro com capacidade de 1,05 milhão de barris e 157 mil toneladas de porte bruto (TPB) e do tipo gaseiros com porte de 4 mil TPB e navios de derivados claros.

Além da curva de aprendizagem, provocada pela dormência de 20 anos do setor e a falta de mão-de-obra especializada, os maiores desafios são a qualidade do produto e preço competitivo, e a sustentabilidade dos empreendimentos, tornando-os capaz em investir nas instalações, tecnologia e capacitação.

O programa Navega Brasil de 2000, lançado pelo Governo Federal aumenta o percentual de financiamento e alarga o prazo máximo do empréstimo, favorece aos armadores nacionais e, após estudos da Petrobrás segundo a Lei 9.478/97 de 06 de agosto de 1997 (Logística do Petróleo), surgiram novas necessidades da Companhia. Almeida (2008) informa que entre 2003 e 2004, os cálculos e modelos apresentados através do Programa de Modernização e Expansão da Frota – Promef mostraram que a capacidade logística do Brasil caíra de 40 para 16%.

Para tornar possível o ressurgimento da construção naval no Brasil, o Fundo da Marinha Mercante – FMM traçou novas estratégias para financiar as empresas do setor e a criação de novos empreendimentos. Constituído em 24/04/1958 a partir da Lei 3.381/1958, o Fundo da Marinha Mercante tem como objetivo prover recursos para renovação, ampliação e recuperação da frota mercante do Brasil e, conseqüentemente, a indústria de construção naval do País.

O financiamento da embarcação é feito através de recursos do Fundo da Marinha Mercante – FMM, tendo como repassadores financeiros, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, a Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil – BNB e Banco da Amazônia – Basa. As liberações financeiras estão previstas em contrato mediante medição executada pelo cliente, neste caso, Transpetro, no qual os fiscais do banco repassador e do FMM acompanham a construção do projeto através de frequentes visitas físicas para dar reforço aos relatórios gerados pelo cliente.

3.1 Construção naval brasileira

Segundo o *site* da Transpetro (2011), a reativação da indústria naval no Brasil está sendo impulsionada pela Transpetro, atualmente maior armadora da América Latina. Sua frota está sendo renovada através de licitações de 49 novos petroleiros que serão construídos através das duas fases do Programa de Modernização e Expansão da Frota – Promef, fazendo parte do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, sua premissa é construir navios no Brasil com índice de nacionalização de 65% e 70% na primeira e segunda fase, respectivamente.

Na primeira fase do Promef, a Transpetro (2011) informa que a licitação que fora aberta aos estaleiros, foi contratada 23 embarcações e serão construídas pelas empresas abaixo:

- Estaleiro Atlântico Sul (PE): 10 navios do tipo Suezmax;
- Estaleiro Atlântico Sul (PE): 5 navios do tipo Aframax;
- Estaleiro Ilha S.A. – EISA (RJ): 4 navios do tipo Panamax;
- Estaleiro Mauá (RJ): 4 navios do tipo de Produtos.

Na segunda fase do Promef, continua a Transpetro (2011) informando que a composição da carteira tem 18 navios e o processo de compra também foi através de processo licitatório:

- Estaleiro Atlântico Sul (PE): 4 navios do tipo Suezmax DP (aliviadores de Posicionamento Dinâmico);
- Estaleiro Atlântico Sul (PE): 3 navios do tipo Aframax DP (aliviadores de Posicionamento Dinâmico);
- Estaleiro Promar (PE): 8 navios do tipo Gaseiros;

- Estaleiro Superpesa (RJ) 3 navios do tipo Bunker.

Os oito navios não contratados tiveram o processo licitatório abertos no final de 2010 e serão do tipo de Produtos para transporte de derivados de petróleo. As duas fases do Promef serão encerradas com a contratação dos referidos navios.

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Construção Naval – Sinaval, o programa tem pedidos em carteira cerca de R\$ 12 bilhões, gerando 56.234 empregos diretos. Segundo Goldberg (2011), cerca de 43% do emprego gerado está no Rio de Janeiro e 21,5% em Pernambuco. O maior desafio do setor para que esta retomada seja sustentável está na qualificação da mão de obra, tecnologia, maior desenvolvimento da cadeia nacional de navipeças e redução de custos. Conforme a *Figura 3.1* os programas de modernização e expansão da frota nacional provocaram uma aceleração na geração de emprego e obteve um crescimento no período de 10 anos em cerca de 2.800%.

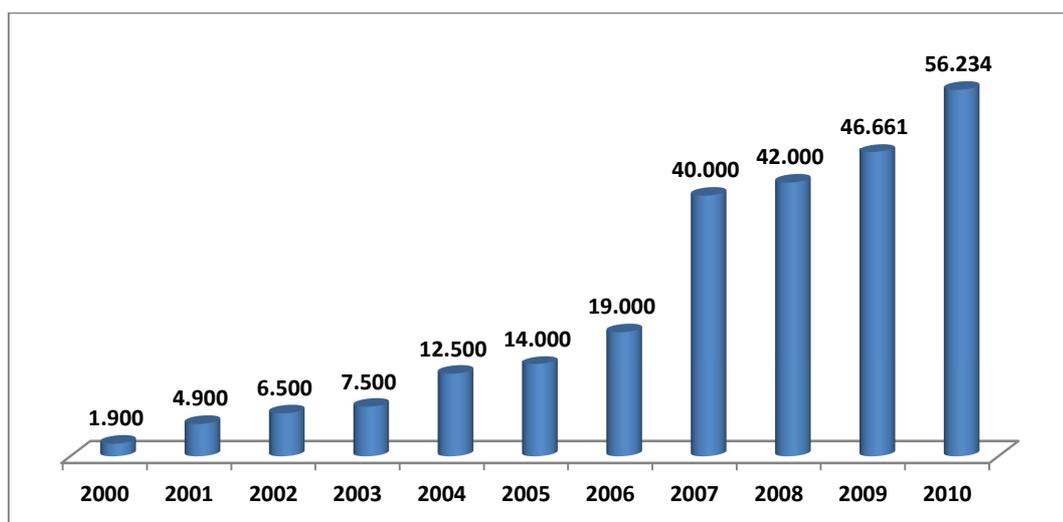


Figura 3.1 - Geração de Empregos na Indústria Naval (milhões)
Fonte: Navalshore (2010b)

Os recursos solicitados pelos estaleiros da indústria naval são realizados através das reuniões do Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante – CDFMM, que anualmente é responsável por cerca de 80% dos financiamentos. Na *Figura 2.1* observa-se que a partir de 2007 o volume desembolsado aumentou expressivamente e na reunião realizada no dia 12 de maio de 2011, a reunião do CDFMM liberou R\$ 8,31 bilhões para 237 projetos que apresentaram prioridade.

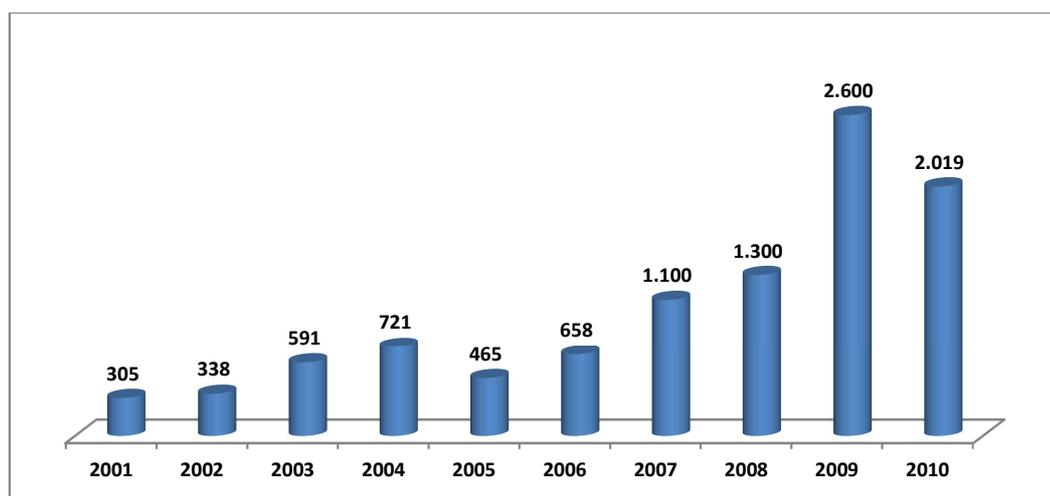


Figura 3.2 – Desembolsos do Fundo da Marinha Mercante (R\$ milhões)
Fonte: Navalshore (2011a)

Guimarães (2011) expõe que durante oito anos o Fundo da Marinha Mercante liberou cerca de R\$ 10 bilhões, apenas em 2011 o Fundo aprovou projetos que representam cerca de 53% de todas as liberações efetuadas. Os recursos são destinados para implantação, expansão ou modernização de estaleiros, a construção e reparo de embarcações. A Tabela 3.1 detalha todos os projetos aprovados na reunião do Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante – CDFMM.

O custo do financiamento é baixo devido ao subsídio do Governo Federal, remunerado pela TJLP ou *Libor*, mas um *spread* a ser definido dependendo do porte da operação e do relacionamento com o banco repassador.

Tabela 3.1- Aprovação CDFMM (Publicação no D.O.U. em 22/06/11)

Segmento / Tipo	Quant.	Valor Total (R\$ milhões)
Apoio Marítimo	29	1.950
PSV	18	
AHTS	3	
UT	6	
LH	2	
Navios - derivados e gás	16	2.615
Produtos Claros (EBN)	3	
Produtos Químicos (EBN)	2	
Gaseiros (EBN)	3	
Gaseiros (Promef)	8	
Navegação Fluvial	148	546
Empurradores	24	
Barcaças	124	

Apoio Portuário	24	261
Estaleiros	6	4.430
Total	223	9.802

Fonte: Sinaval (2011c)

O relatório do Sinaval (2011d) informa que durante o ano de 2011, o Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante liberou recursos na ordem de US\$ 8,4 bilhões, totalizando 276 projetos relacionados a indústria naval.

O estudo de caso foi realizado em um projeto composto na carteira de um estaleiro brasileiro. Para a construção do modelo, os números disponíveis foram modificados a partir de uma função para que informações internas não sejam publicadas, tais informações estão de posse do autor.

Após explanação sobre o nico de mercado, no qual o estaleiro está inserido, o capítulo seguinte disponibiliza o modelo no qual todos os dados utilizados foram a partir de dados originais disponibilizados em formato de MRP (*Manufacturing Resource Planning*) e Quadro de Usos e Fontes. Além de séries históricas de dados macroeconômicos e preços de aço no Brasil, América do Norte, China, Leste Asiático e média das séries relatadas.

4 PROPOSTA DE MODELO

Este capítulo apresenta a elaboração do modelo de avaliação de risco financeiro em projeto da indústria naval, tendo como objeto de estudo um navio petroleiro do tipo Suezmax, motivado pela demanda da Transpetro através do Promef com 41 embarcações, todas petroleiras e mais 8 para transporte de derivados de petróleo, com o intuito de atender aos poços do Pré-Sal.

O modelo tem a proposta de avaliar o potencial risco financeiro que um projeto desta natureza oferece, que requer dos estaleiros preços para participação de leilões com formas assertivas a fim de otimizar o lucro e, ao mesmo tempo satisfazer ao máximo a satisfação dos clientes e dos acionistas.

Kaplan e Norton (1997) defendem que para ter uma visão balanceada do negócio, são necessárias observar sob quatro perspectivas (financeiras, clientes, processos internos e aprendizado/crescimento), desta forma será possível ter uma visão mais realista e transparente do empreendimento. Na perspectiva “financeira”, é sugerido uma medida possível de mensurar o retorno sobre o investimento e o valor econômico agregado, no qual o modelo apresentado poderá oferecer.

Em um projeto naval, o investimento total aplicado no bem é dividido em grupos de similaridade: matéria-prima; mão-de-obra; despesas diretas de produção; custos indiretos; lucro; frete de material importado, impostos de importação e despesas alfandegárias; despesas financeiras e; impostos. Aproximadamente metade do investimento está em matéria-prima, portanto, a análise de risco do modelo utilizará o insumo de maior impacto no projeto, que será exposto neste capítulo.

Conforme a *Tabela 4.1*, verifica-se que os suprimentos e a mão-de-obra representam 62,40% do montante total do preço de venda do navio, portanto, as variáveis de entrada foram pesquisadas no referido grupo.

Tabela 4.1 – Distribuição de grupos para construção do navio

Descrição	Repres.
Suprimentos + Mão-de-Obra	62,40%
Despesas Diretas de Produção	5,98%
Custos Indiretos	18,97%
Lucro	7,73%
Despesas com importação	1,61%
Despesas Financeiras	3,31%

Fonte: Esta pesquisa

Para iniciar a construção do modelo, foi escolhido um suprimento com maior impacto no custo financeiro da construção oferecendo um maior risco financeiro. Por se tratar de suprimentos, foi analisado o estoque necessário para a construção do navio. De acordo com Corrêa *et al.* (2001), os estoques são acúmulos de recursos materiais destinados a produção de um determinado produto, dos quais estão em diferentes fases específicas de processamento. Com uma técnica similar ao estudo de Moreira (2004), o estoque na indústria naval segue de maneira que seja possível uma separação através de grandes grupos:

- (i) matéria-prima;
- (ii) peças e outros itens comprados de terceiros,
- (iii) peças e outros itens fabricados internamente;
- (iv) material em processo (produtos semi-acabados) e;
- (v) produtos acabados.

A seguir, será apresentada a técnica de Curva ABC utilizada para a escolha da variável de entrada que, por natureza, oferece impacto significativo no projeto de construção naval em estudo. Os grupos presentes da curva construída englobam, segundo Moreira (2004), os grupos de matéria-prima, peças e itens comprados de terceiros e fabricados internamente.

4.1 Aplicação de Curva ABC nos insumos de construção do Suezmax

Baseado em técnicas de construção de Curva ABC que, conforme estudos de Moreira (2004), as matérias-primas e componentes de uma manufatura, tem-se o que é mais evidente dos itens que demandam maior investimento. Uma menor parte de itens é responsável pela maior parte dos recursos investidos no projeto. Desta forma, o autor explica que menos de 20% dos itens respondam por até 70 a 80% do investimento total, portanto, estes itens fariam parte do grupo “A”, seguido do “B” e “C”.

Slack *et al.* (2007) informam que a técnica da Curva ABC pode ser utilizada em qualquer tipo de estoque com mais de um item armazenado, como exemplo, o autor explica que alguns serão mais importantes que outros para a organização uma vez que a falta poderia provocar insatisfação dos clientes.

A construção de um navio envolve cerca de 40 mil pequenos insumos, portanto, no momento de mapeamento e valoração do ativo, são formados pequenos grupos de

máquinas/equipamentos, utilizando a filosofia do *Manufacturing Resource Planning* – MRP. Por exemplo, a âncora do navio está valorada através do conjunto que a compõe, amarras, sobressalentes e a própria âncora. Outros exemplos estão expostos na *Tabela 4.2* e a planilha completa está no *Apêndice 1*, no qual os nomes dos itens foram substituídos por um código e nos valores foi aplicada uma função por questões de sigilo da base de dados, porém, os valores reais estão de posse do autor.

Tabela 4.2 – Grupos de Insumos

Item	Descrição	Quant.	Unid.	Valor
X	Equipamentos de fundeio, atracação e reboque			
X.1	Molinetes combinados com guinchos	1	Cj	R\$
X.2	Guinchos de amarração	X.1		
X.3	Unidades hidráulicas, tanques, painéis e acessórios	X.2		
Y	Equipamentos de governo			
Y.1	Máquina do leme e mancal de escora	1	Cj	R\$
Y.2	Madre do leme e pino	Y.1		
Y.3	Tubo telescópico, buchas do leme e parafusos de acoplamento	Y.1		
Y.4	Leme (estrutura)	Y.1		
Z	Equipamentos de praças de máquinas			
Z.1	Caldeiras	1	Cj	R\$
Z.2	Economizador	Z.1		
Z.3	Sistema de controle de caldeiras	Z.1		

Fonte: Esta pesquisa

Aplicando uma técnica similar a Curva ABC explicitada pelo Moreira (2004) e Slack *et al.* (2007), nos insumos utilizados na fabricação do navio Suezmax, obtém-se o gráfico representado na *Figura 4.1*.

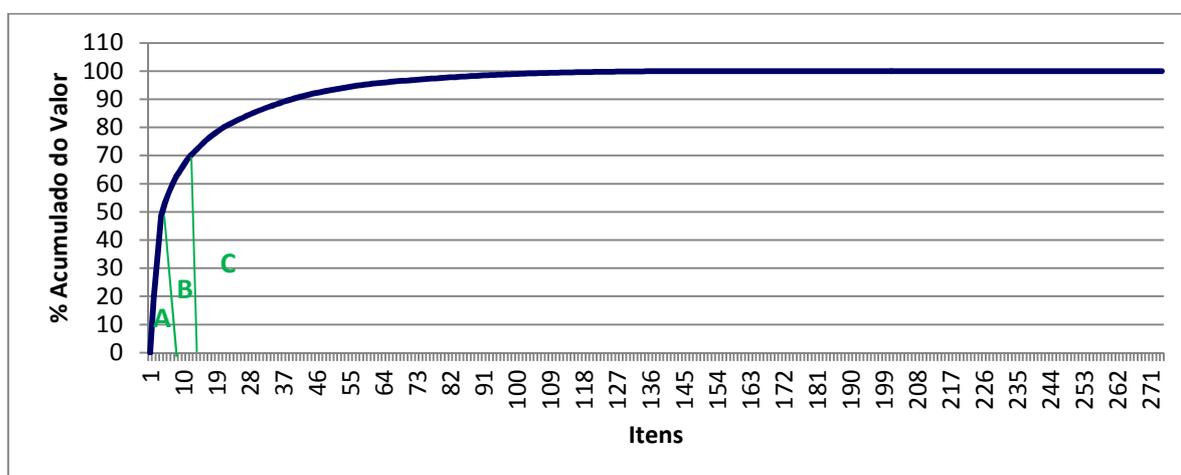


Figura 4.1 – Curva ABC de Suprimentos
Fonte: Esta pesquisa adaptada de Moreira (2004)

As chapas grossas de “grau especial” correspondem a 19,11% do valor investido no projeto, incluindo os outros tipos de aço que são efetuados as compras no mesmo momento, perfazem o total de 36,81% do total dos suprimentos. Merece, também, observação o motor principal de propulsão que corresponde a 17,02% do montante investido em suprimentos. Portanto, o Grupo “A” da curva “ABC” é composto basicamente por aço naval. Este fato é possível identificar na *Tabela 4.3*, que o aço naval tem maior representatividade entre os insumos utilizados na fabricação da embarcação.

Tabela 4.3- Grupos de similaridade dos insumos

Descrição	Percent.
Estrutura (aço)	36,81%
Chapas Grau "A"	14,21%
Chapas Grau Especial	19,11%
Perfis Laminados	2,06%
Fundidos	1,36%
Outros	0,08%
Máquinas	37,82%
Propulsão	17,02%
Equipamentos da Praça de Máquinas	6,08%
Equipamentos de Carga, Lastro e Limpeza de Tanques	3,35%
Equipamentos de Fundeio, Atracação e Reboque	3,06%
Equipamentos da Casa de Bombas	2,73%
Geração de Energia Elétrica	2,18%
Equipamentos da Superestrutura e Acomodações	1,50%
Equipamentos de Movimentação de Carga	1,33%
Equipamentos de Governo	0,56%
Inventários de Máquinas	0,01%
Tubulação	9,72%
Eletricidade	4,08%
Acessórios de Casco e Convés	4,70%
Acabamento das Acomodações	3,05%
Tratamento e Pintura	3,83%
Materiais Diretos da Produção	14,38%

Fonte: Esta pesquisa

Apesar do grupo de máquinas ter uma representatividade um pouco maior, ao detalharmos o grupo, percebemos que as chapas de aço de grau “A” e “Normal” representam 33% do investimento total do navio, por este motivo, o aço será utilizado como variável

explicativa no modelo. A seguir, será apresentada uma breve descrição sobre o aço naval através de uma perspectiva nacional e internacional.

4.2 Aço Naval

Atualmente o gargalo eminente do setor naval brasileiro está na indústria de navieças que ainda é incipiente no país e a baixa capacidade produtiva de aço naval para tornar-se mais competitivo. Observa-se no *Figura 4.2* que o Brasil não atua com preços competitivos em relação ao Leste Asiático, América do Norte e China. Um fato relevante está no aumento do preço em todas as regiões com a crise mundial de 2008. O Brasil, até então, aparentava um mesmo movimento das outras séries, porém, a partir da crise em 2008 até o momento, a série apresenta um deslocamento frente às outras séries.

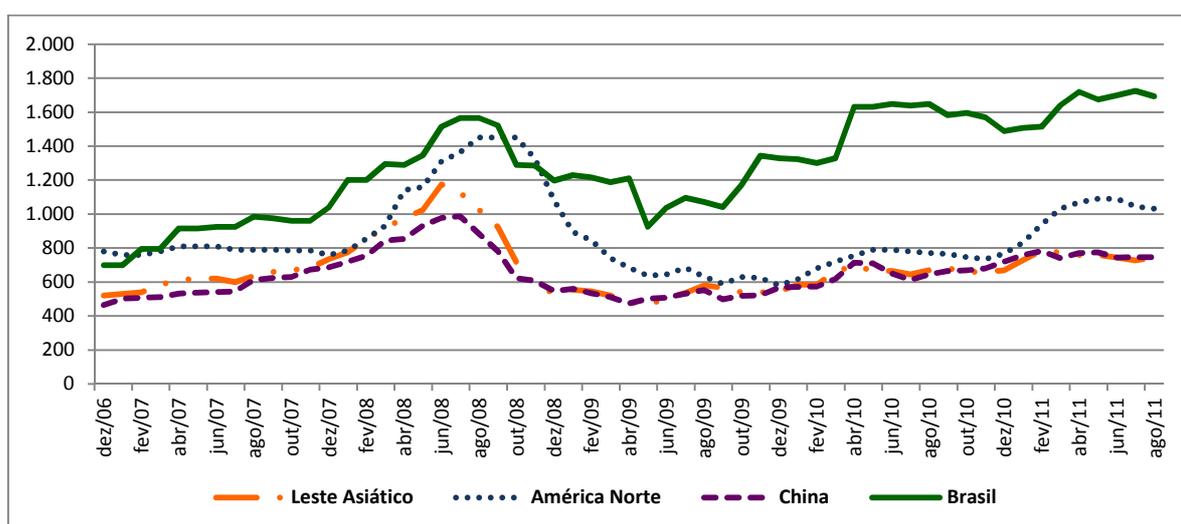


Figura 4.2 – Preço do Aço - Chapa Grossa (USD)
 Fonte: Steel Business Briefing (2011)

A evolução histórica da *Figura 4.2* acima pode confirmar a ideia de que os preços das *commodities*, neste caso o aço, em um país acompanham os preços do mercado externo. A existência de cartéis ou proteção governamental, segundo Chicralla (2006), pode interferir neste pensamento, uma vez que ocorrem exceções nesse tipo de situação.

A partir das séries históricas dos preços no Brasil, América do Norte, China e Leste Asiático foi verificado se há entre as mesmas um resultado representativo no índice de correlação entre os preços praticados no Brasil com os do exterior.

As séries foram obtidas a partir do site da *Steel Business Briefing* (2011), no qual os dados são referentes a categoria de Aço Chapa Grossa, utilizado na indústria naval, conforme categorias abaixo:

- (i) *Flat Products*
- (ii) *Plate (A36)*
- (iii) Brasil
- (iv) América do Norte
- (v) China
- (vi) Leste Asiático

Para que fosse possível adequar as séries da *commodity* utilizada na indústria naval, foi utilizada a categoria de Aços Planos e sub-categoria de Chapas Grossas do tipo (A36), uma vez que não foi encontrado disponibilidade de séries históricas de preço do aço naval nas pesquisas efetuadas.

Devido à necessidade de obtenção do índice de nacionalização em 60% do navio licitado pela Transpetro, houve necessidade de avaliar se o preço da commodity aço no Brasil tem acompanhado o mercado exterior. Um fator importante a ser observado no mercado de aço naval brasileiro é que, devido ao descolamento no preço do insumo em relação ao preço mundial, pode ser viável a aquisição no mercado externo mesmo considerando os custos transacionais como transporte e impostos de importação.

Para Mun (2010), a inferência estatística fornece uma melhor precisão e confiabilidade ao modelo. Os principais passos são: (i) desenhar o modelo; (ii) construir uma coleção dos dados; (iii) análise dos dados; (iv) estimação dos dados; (v) testes de hipóteses / aderência; (vi) comparação dos dados atuais com o histórico e, (vii) formação da decisão. Portanto, a seguir, é disponibilizada a descrição estatística das séries do preço de aço utilizadas no modelo com seus respectivos testes de aderência.

4.2.1 Preço do Aço no Brasil

A região com a menor série de preços disponível no site da *Steel Business Briefing* é a do Brasil, este fato pode ser explicado por questões produtivas no país. Devido à restrição temporal do país, todas as outras regiões foram analisadas com o mesmo período, a partir de jan/2007 até dez/2010, no qual corresponde a 48 observações.

A frequência dos dados conforme a *Figura 4.3* apresenta, de forma gráfica, uma variedade considerável de preços, uma vez que, observa-se o menor valor em cerca de US\$ 700,00 e maior cerca de US\$ 1.600,00.

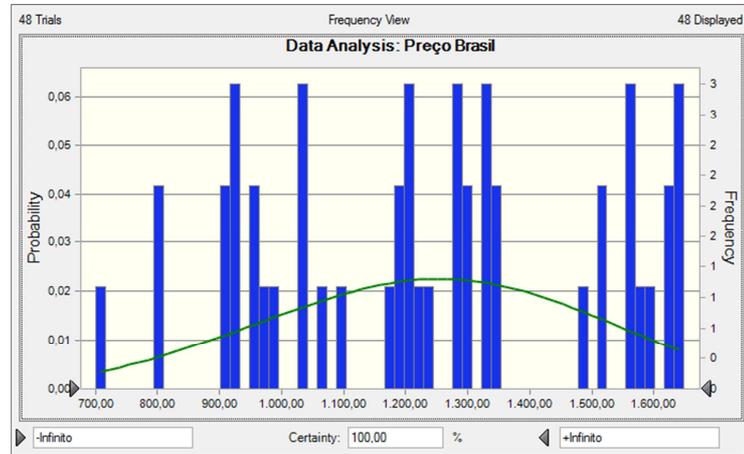


Figura 4.3 – Distribuição da frequência (Preço do aço no Brasil – US\$)

A distribuição de frequência acumulada observada na *Figura 4.4* apresenta uma proporção de dados representativa a partir dos 70% da amostra. As informações mais concretas estarão apresentadas na tabela de análise estatística.

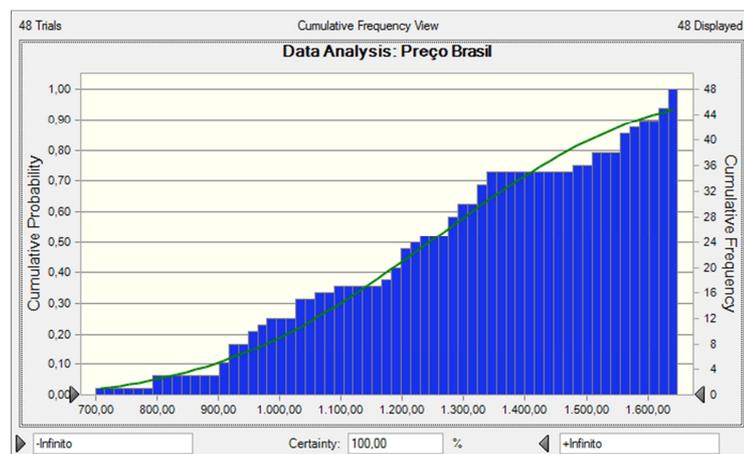


Figura 4.4 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço no Brasil)

A *Tabela 4.4* apresenta a análise estatística da série do preço do aço no Brasil, no qual pode-se verificar uma amostra de 48 observações, com média do preço em US\$ 1.237,49 e desvio padrão em US\$ 265,3 e o menor preço em US\$ 700,00. A análise estatística das séries pesquisadas é importante para identificar similaridades entre si e, principalmente, o índice de correlação entre todas.

Tabela 4.4 – Dados estatísticos (Preço do aço no Brasil – US\$)

Statistic	Forecast values
Trials	48
Mean	1.237,49
Median	1.223,00
Mode	795
Standard Deviation	265,3
Variance	70.385,59
Skewness	-0,0123
Kurtosis	1,89
Coeff. of Variability	0,2144
Minimum	700
Maximum	1.648,50
Mean Std. Error	38,29

Foi feito Teste de aderência na série, através do *software Crystal Ball* com o objetivo de identificar o tipo de distribuição mais adequado para os dados levantados. O sistema utilizado além de efetuar automaticamente o melhor método do teste realizado, exibe qual a melhor distribuição. Na *Tabela 4.5*, o teste foi realizado através do Chi-Square (Qui-Quadrado) apresentando melhor aderência com a distribuição de Max Extreme.

Tabela 4.5 – Teste de aderência (Best fit)

Distribution	Chi-Square
Max Extreme	6,6667
Beta	7,3333
Normal	8,6667
Lognormal	8,6667
Gamma	8,6667
Logistic	8,6667
Triangular	10,3333
Uniform	11,6667
Weibull	11,6667
Student's t	12,3333
Min Extreme	22,0000
BetaPERT	26,0000
Pareto	46,6667
Exponential	124,3333

4.2.2 Preço do Aço na América do Norte

A pesquisa de dados da região da América do Norte feita na mesma fonte (Steel Business Briefing) tem um banco de dados, com longo histórico de informações, porém, o período utilizado no trabalho, com o objetivo de se obter padronização, corresponde a jan/2007 até dez/2010, chegando-se a amostra de 48 observações.

Na *Figura 4.5* verifica-se na visualização gráfica, maior concentração nos preços entre US\$ 600,00 e US\$ 800,00, diferente do Brasil, no qual há uma maior dispersão entre os valores.

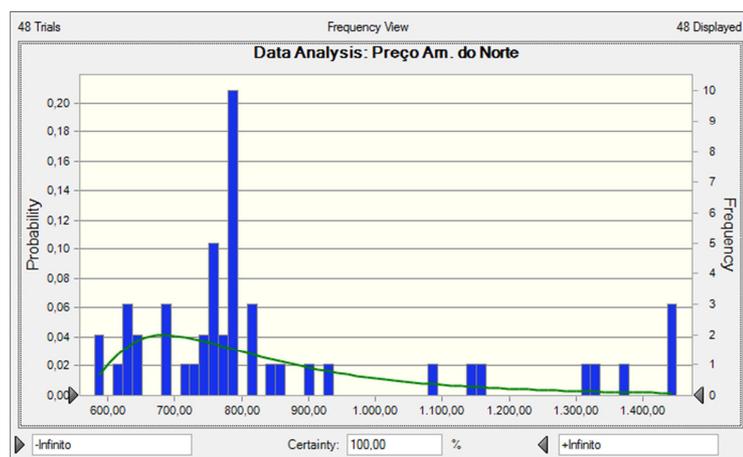


Figura 4.5– Distribuição da frequência (Preço do aço na Am. do Norte – US\$)

A distribuição de frequência acumulada observada na *Figura 4.6* apresenta uma proporção de dados representativa a partir dos 80% da amostra, no qual podemos ratificar a informação de que há uma menor variabilidade no preço do insumo.

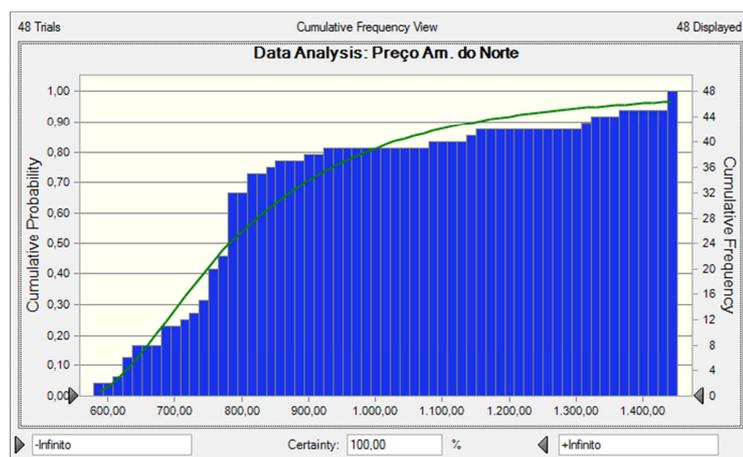


Figura 4.6 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço na Am. do Norte)

A *Tabela 4.6* apresenta a análise estatística da série do preço do aço na América do Norte, a amostra é composta por 48 observações, com média do preço em US\$ 850,70, desvio padrão em US\$ 239,18 e o menor preço em US\$ 580,00. O pico de preço durante o período analisado, apresenta o valor de US\$ 1.450,00 por tonelada.

Tabela 4.6 – Dados estatísticos (Preço do aço na América do Norte – US\$)

Statistic	Forecast values
Trials	48
Mean	850,7
Median	782,5
Mode	790
Standard Deviation	239,18
Variance	57.205,93
Skewness	1,4
Kurtosis	3,81
Coeff. of Variability	0,2812
Minimum	580
Maximum	1.450,00
Mean Std. Error	34,52

Foi feito Teste de aderência na série, através do *software Crystal Ball* com o objetivo de identificar o tipo de distribuição mais adequado para os dados levantados. O sistema utilizado além de efetuar automaticamente o melhor método do teste realizado, exibe qual a melhor distribuição. Neste caso, o teste que é apresentado na *Tabela 4.7*, foi realizado através do Chi-Square (Qui-Quadrado) apresentando melhor aderência com a distribuição de Lognormal.

Tabela 4.7 – Teste de aderência (Best fit)

Distribution	Chi-Square
Lognormal	23,3333
BetaPERT	29,3333
Max Extreme	29,3333
Triangular	30,3333
Student's t	33,3333
Normal	36,6667
Weibull	43,3333
Gamma	43,3333
Uniform	47,3333
Pareto	51,0000
Logistic	52,3333
Beta	55,6667

4.2.3 Preço do Aço na China

Por ser um grande produtor de aço, a China tem grande ênfase na base de dados da Steel Business Briefing, os dados disponíveis são desde o ano de 2001. Para esta pesquisa, foram utilizadas 48 observações dentro do período de jan/2007 até dez/2010.

Na *Figura 4.7* verifica-se na visualização gráfica, maior concentração nos preços entre US\$500,00 e US\$600,00, e uma pequena quantidade de dados acima de US\$800,00.

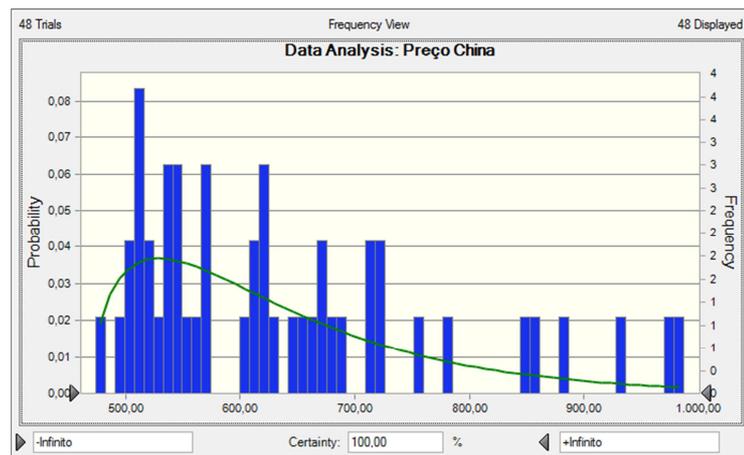


Figura 4.7 – Distribuição da frequência (Preço do aço na China – US\$)

A distribuição de frequência acumulada observada na *Figura 4.8* apresenta uma distribuição, visualmente, uniforme entre os valores de US\$600,00 a um pouco menos de US\$1.000,00, exibindo uma pequena concentração a partir de 80%.

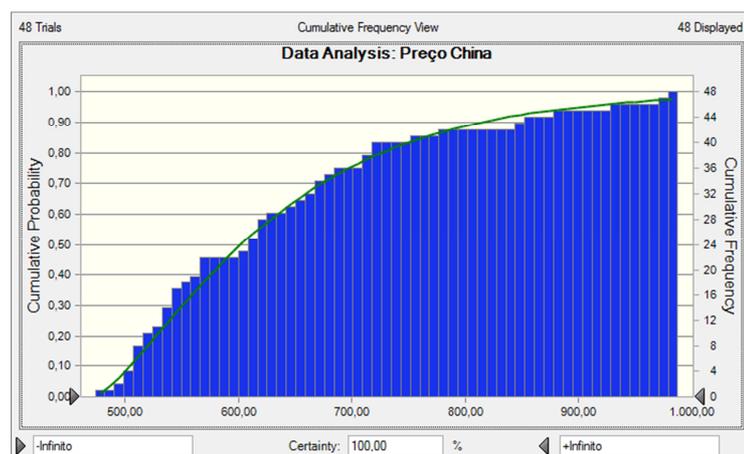


Figura 4.8 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço na Am. do Norte)

A *Tabela 4.8* apresenta a análise estatística da série do preço do aço na China, com 48 observações, preço médio em US\$ 636,05, desvio padrão em US\$ 131,82 e o menor preço com US\$ 473,50. Tais informações corroboram com a ideia de que a China tem maior competitividade de preço em comparação a América do Norte e Brasil.

Tabela 4.8 – Dados estatísticos (Preço do aço na China – US\$)

Statistic	Forecast values
Trials	48
Mean	636,05
Median	612,5
Mode	502
Standard Deviation	131,82
Variance	17.376,18
Skewness	1,09
Kurtosis	3,39
Coeff. of Variability	0,2072
Minimum	473,50
Maximum	987,5
Mean Std. Error	19,03

Foi feito Teste de aderência na série, através do *software Crystal Ball* com o objetivo de identificar o tipo de distribuição mais adequado para os dados levantados. O sistema utilizado além de efetuar automaticamente o melhor método do teste realizado, exibe qual a melhor distribuição. Neste caso, o teste foi realizado através do Chi-Square (Qui-Quadrado), conforme *Tabela 4.9*, apresentando melhor aderência com a distribuição Lognormal com resultado de 2,6667.

Tabela 4.9 – Teste de aderência (Best fit)

Distribution	Chi-Square
Lognormal	2,6667
Gamma	3,3333
Beta	3,3333
Weibull	6,0000
Max Extreme	7,0000
Triangular	7,6667
Pareto	8,0000
Logistic	13,6667
BetaPERT	19,6667
Uniform	22,6667
Min Extreme	23,3333
Normal	24,0000
Student's t	24,0000

4.2.4 Preço do Aço no Leste Asiático

Por ser um grande produtor de aço, a China tem grande ênfase na base de dados da Steel Business Briefing, é possível encontrar, também, na referida base a região do Leste Asiático. Mantendo o padrão de informações, foram utilizadas 48 observações dentro do período de jan/2007 até dez/2010.

Na *Figura 4.9* verifica-se na visualização gráfica uma expressiva variabilidade dos dados pesquisados, com preços menores que US\$ 500,00 e maiores que US\$ 1.100,00. Os dados poderão ser melhores entendidos na descrição estatística.

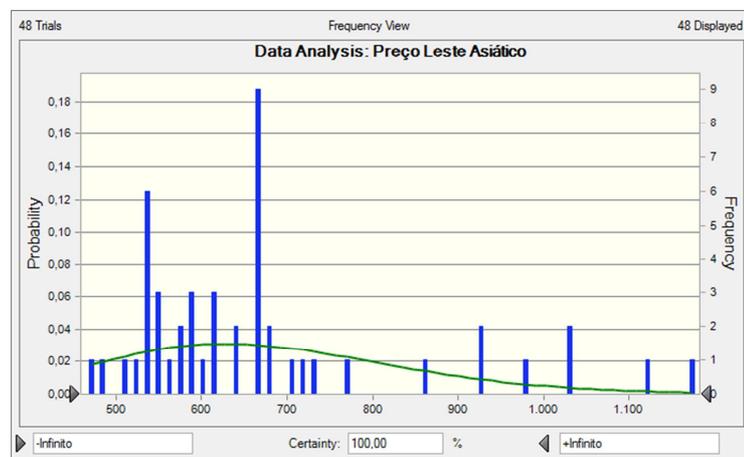


Figura 4.9 – Distribuição da frequência (Preço do aço no Leste Asiático – US\$)

Verifica-se na distribuição de frequência acumulada da *Figura 4.10* valores maiores que a linha da frequência acumulada desde o percentil cerca de 30% até cerca de 80%. Este fato pode ser proveniente da alta variabilidade entre os valores apresentados na distribuição e frequência exibida anteriormente.

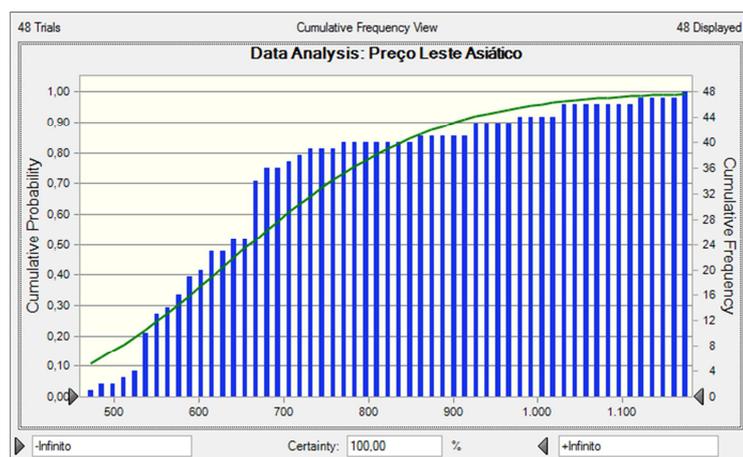


Figura 4.10 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço do aço no Leste Asiático)

A análise estatística da série apresentada na Tabela 4.10 do preço do aço no Leste Asiático, ratifica a possibilidade de alta variabilidade nas observações previstas na Figura 4.9 ao verificar uma variância de 28.287,77 com desvio padrão de 168,19. O preço médio observado é de US\$ 673,75, preço mínimo de US\$ 465,00 e máximo em US\$ 1.175,00.

Tabela 4.10 – Dados estatísticos (Preço do aço no Leste Asiático – US\$)

Statistic	Forecast values
Trials	48
Mean	673,75
Median	640
Mode	660
Standard Deviation	168,19
Variance	28.287,77
Skewness	1,39
Kurtosis	4,17
Coeff. of Variability	0,2496
Minimum	465,00
Maximum	1.175,00
Mean Std. Error	24,28

O teste de aderência da curva de preços do Leste Asiático apresentado na Tabela 4.11 foi o que deu resultados mais fracos, a melhor metodologia foi o teste de Chi-Square e apenas quatro distribuições foram utilizadas como passíveis das observações, tenho como a melhor aderência o Neg Binomial, mesmo assim, com resultado insatisfatório de 21,17.

Tabela 4.11 – Teste de aderência (Best fit)

Distribution	Chi-Square
Neg Binomial	21,1672
Discrete Uniform	58,9550
Poisson	97,3856
Geometric	109,0576

4.2.5 Preço do Aço – Média Brasil / Am. Norte / China / Leste Asiático

Com o objetivo de se obter dados mais consistentes e uma maior confiabilidade do modelo, foi testado a média dos preços de todas as regiões pesquisadas na base de dados: Brasil, América do Norte, China e Leste Asiático. O período utilizado foi o mesmo que foram testados individualmente, de jan/2007 a dez/2010.

Ao juntar todas as regiões, verifica-se uma maior dispersão dos montantes da amostra, porém, na *Figura 4.11* com uma breve redução das observações a medida que o preço ultrapassa o valor de US\$ 1.000,00.

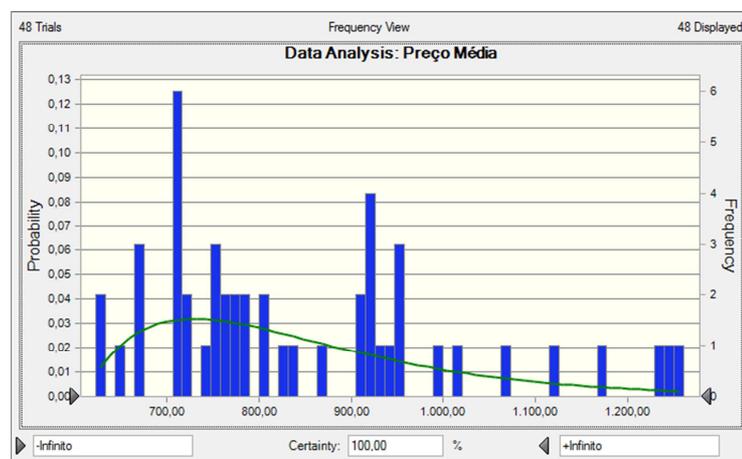


Figura 4.11– Distribuição da frequência (Preço médio do aço – US\$)

A distribuição acumulada, conforme mostra a *Figura 4.12*, apresenta-se de forma mais linear e com uma pequena distância apresentada entre os montantes de US\$ 800,00 a US\$ 900,00. A partir do sétimo percentil a distribuição mostra-se mais uniforme.

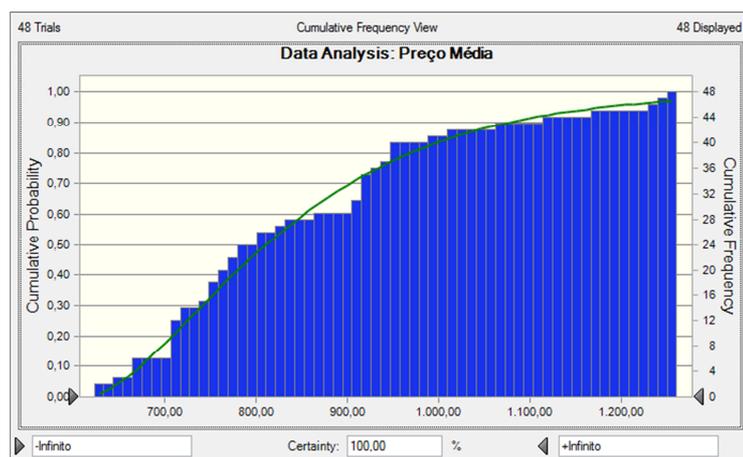


Figura 4.12 – Distribuição de Frequência acumulada (Preço médio do aço)

É natural que os valores absolutos desta série possam ter uma maior dispersão uma vez que estão somados preços de diferentes regiões com diferentes sazonalidades. A Tabela 4.12 exibe média superior a China e Leste Asiático, puxada pela alta do preço no Brasil e América do Norte. Esta mesma tendência segue para os preços máximo (US\$ 1.260,63) e mínimo (US\$ 623,00).

Tabela 4.12 – Dados estatísticos (Preço médio do aço – US\$)

Statistic	Forecast values
Trials	48
Mean	849,5
Median	795,25
Mode	'_--'
Standard Deviation	164,12
Variance	26.936,63
Skewness	0,8955
Kurtosis	3,05
Coeff. of Variability	0,1932
Minimum	623,00
Maximum	1.260,63
Mean Std. Error	23,69

O teste de aderência feito na série dos preços médio obteve um bom resultado, uma vez que, utilizando o teste Chi-Square (Qui-Quadrado), conforme pode ser verificado na Tabela 4.13, foi possível verificar 14 distribuições, no qual a Lognormal obteve melhor resultado com 3,8936.

Tabela 4.13 – Teste de aderência (Best fit)

Distribution	Chi-Square
Lognormal	3,8936
Gamma	4,2340
Max Extreme	5,5957
Triangular	6,9574
Beta	7,9787
Pareto	8,6596
BetaPERT	9,3404
Weibull	14,4468
Logistic	14,4468
Student's t	19,2128
Normal	22,2766
Min Extreme	26,7021
Uniform	27,3830
Exponential	124,7447

Cuddington e Wang (1999) explica que existem alguns métodos possíveis de se avaliar a integração existente entre mercados ou até mesmo os limites de um mercado. Um dos exemplos citados em suas pesquisas é através da análise do índice de correlação dos preços (o índice vai de 0 a 1, sendo considerado mais forte quanto à sua aproximação de 1), casualidade de Granger e cointegração linear.

Graficamente é possível observar que a evolução dos preços no Brasil tem uma possível correlação forte com o mercado externo até o momento da crise financeira. Após esse momento, houve um deslocamento provocando uma possível redução no índice de correlação.

Como o objetivo desta pesquisa não é fazer previsão de preço futuro do aço, por praticidade, foi utilizado apenas o método de correlação utilizando o software *Eviews* – versão 7.1. Para tornar possível a ideia acima explicitada, foram incluídas no software as séries e através do menu *Quick / Group Statistics / Correlations*. A seguir as matrizes de correlação tendo como principal variável os preços praticados no Brasil em relação ao mercado exterior.

4.2.6 Matriz de Correlação

Para a comparação do índice de correlação, as séries de preço foram convertidas para variação entre os meses, a fim de retirar o viés da série através do fator “tempo”. Em seguida, foram criados três cenários para cada variável, preço do aço no Brasil, América do Norte,

China, Leste Asiático e o preço médio de todas as séries. A motivação para a criação dos cenários surgiu a partir da verificação gráfica de uma alteração no movimento das curvas, possivelmente, provocadas pela crise Subprime que atingiu todo o mercado globalizado. Para a construção das matrizes de correlação, foi utilizado o *software E-Views*[®].

Cenário 1 - Série Total

A série histórica para a construção da *Tabela 4.14* foram utilizados os preços do aço referente ao período de jan/2007 a dez/2010. Pelo resultado do índice de correlação apresentado, verificamos que a correlação mais forte apresentada está com o preço médio das séries. Este fato pode corroborar com a ideia de que a crise mundial do Subprime poderá afetar o resultado do teste.

Tabela 4.14 - Matriz de Correlação (Cenário 1)

	BRASIL	AM. NORTE	CHINA	L. ASIÁTICO	MÉDIA
AM. NORTE	0,302755325	1	0,28144042	0,382320631	0,656804385
CHINA	0,428790432	0,28144042	1	0,698025151	0,699976081
L. ASIÁTICO	0,452718094	0,382320631	0,698025151	1	0,756387832
MÉDIA	0,830918339	0,656804385	0,699976081	0,756387832	1
BRASIL	1	0,302755325	0,428790432	0,452718094	0,830918339

Cenário 2 - Série Pré-Crise

No segundo cenário, as séries foram reduzidas para o período de jan/2007 a ago/2007, com a finalidade de resgatar o período pré-crise mundial. A *Tabela 4.15* apresentam resultados com o índice de correlação significativa com as séries da China, Leste Asiático e a média das séries, reforçando a ideia inicial sobre o impacto da crise Subprime nos preços da commodity aço, tanto no mercado interno, quanto no externo.

Tabela 4.15 – Matriz de Correlação (Cenário 2)

	BRASIL	AM. NORTE	CHINA	L. ASIÁTICO	MÉDIA
AM. NORTE	0,359010309	1	0,079865873	0,752093532	0,656013891
CHINA	0,199063636	0,079865873	1	0,41005021	0,545800384
L. ASIÁTICO	0,146872199	0,752093532	0,41005021	1	0,61535166
MÉDIA	0,832244204	0,656013891	0,545800384	0,61535166	1
BRASIL	1	0,359010309	0,199063636	0,146872199	0,832244204

Cenário 3 - Série Pós-Crise

Por fim, no terceiro cenário, a *Tabela 4.16*, utilizando dados do período de jan/2009 a dez/2010, exibe a comprovação de que a crise financeira mundial influenciou significativamente no preço do aço, uma vez que, graficamente foi visto que houve um deslocamento da curva do mercado interno em relação ao externo e através do teste de correlação, o maior grau de significância que foi constatado foi de 0.82 com o mercado chinês, contra um grau médio de significância de 0.96 no segundo cenário.

Conclui-se que pode ter acontecido alguma interferência governamental nos preços da commodity ou algum fator macroeconômico provocou o deslocamento visto tanto gráfica quanto probabilisticamente.

Tabela 4.16 – Matriz de Correlação (Cenário 3)

	BRASIL	AM, NORTE	CHINA	L. ASIÁTICO	MÉDIA
AM. NORTE	0,31889473	1	0,293534033	0,269520596	0,649447772
CHINA	0,224657406	0,293534033	1	0,528433261	0,534770527
L. ASIÁTICO	0,295068169	0,269520596	0,528433261	1	0,563419647
MÉDIA	0,866715129	0,649447772	0,534770527	0,563419647	1
BRASIL	1	0,31889473	0,224657406	0,295068169	0,866715129

Através das matrizes de correlação, verificamos que o Brasil, a China e o Leste Asiático tem um alto grau de significância, porém, a América do Norte não apresenta bons resultados com nenhum dos mercados externos à região.

A apresentação das matrizes de correlação auxilia na construção do modelo de forma mais estruturada e robusta, uma vez que o aço será a variável de entrada na construção de centenas de cenários na Simulação de Monte Carlo. Após verificado que a melhor correlação entre os preços no Brasil e outros países pesquisados, está com o preço médio de todos as regiões pesquisadas, portanto, foi aplicado no modelo a variação mensal do preço médio do aço.

4.3 Desenvolvimento do Modelo

Com a finalidade de estruturar o modelo probabilístico de simulação proposto e mostrar sua utilidade em estudos de viabilidade econômico-financeiros, todos os princípios explicitados na pesquisa e os dados levantados foram aplicados a uma situação de realidade no qual se busca analisar o risco financeiro que um projeto na indústria naval pode oferecer.

Todos os dados utilizados neste estudo foram extraídos de uma companhia que atua no setor naval brasileiro que participou das licitações da Transpetro para construção de navios petroleiros com a finalidade de atender à demanda do Pré-Sal que está em franca expansão. Todas as embarcações foram adquiridas pela Transpetro através de um processo licitatório através de leilão com preço fechado. A referida empresa não terá seu nome exposto nesta pesquisa por opção da alta administração.

Os preços de cada embarcação são ofertados através de lotes, no qual seus preços são reajustados anualmente através de remuneração monetária do valor dos insumos utilizados na fabricação. Toda a sistemática de atualização está discriminada no contrato de compra e venda entre o armador (Transpetro) e o estaleiro construtor. Os índices financeiros envolvidos nos contratos são: Índice Nacional de Construção Civil (INCC), Índice de Preços por Atacado (IPA), Variação Cambial Real/Dólar e Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP).

Os valores que por ventura estão apresentados no modelo estão alterados por uma função para que não seja possível chegar ao valor individual de itens do projeto. A Transpetro e o construtor tem em seus contratos cláusula de sigilo por 20 (vinte) anos, este é o principal fato motivador para que os dados sejam projetados, porém, todos os valores originais estão de posse do autor desta pesquisa.

Com o objetivo de distribuir o risco financeiro do projeto, o armador decidiu distribuir o *funding* do projeto para a construção da embarcação entre três *players* do setor, dos quais são: o armador, o estaleiro e o banco repassador, os respectivos montantes de distribuição podem ser vistos na *Figura 4.13*. O recurso financiado é proveniente do Fundo da Marinha Mercante – FMM que, em consonância com o Governo Federal, oferece financiamentos subsidiados para que o setor da Indústria Naval tenha incentivos para crescimento de maneira sustentável.

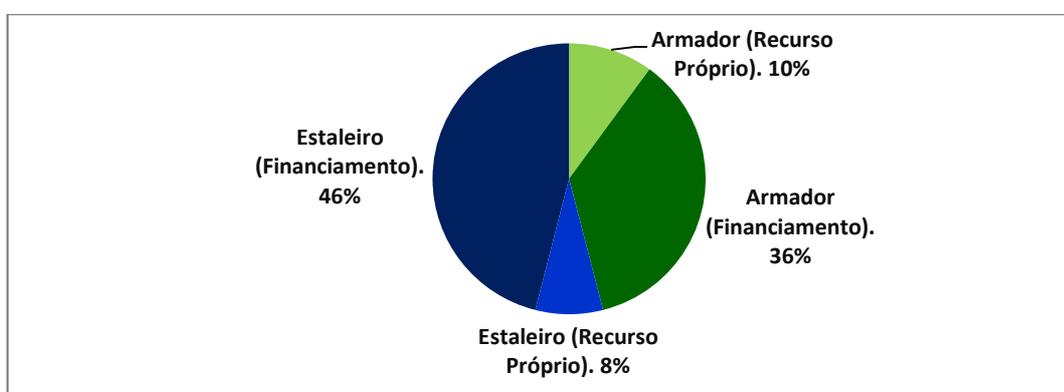


Figura 4.13 – Distribuição de funding do projeto
Fonte: Esta pesquisa

Atualmente os bancos que são repassadores de recurso do FMM são a Caixa Econômica Federal, o Banco do Brasil e o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Através de seu site, o BNDES <www.bndes.gov.br> informa que financia estaleiros brasileiros para realização de projetos de implantação, expansão e modernização, para construção e reparo de embarcações. O banco também financia empresas nacionais de navegação para encomenda, reparos e jumborização de embarcações e equipamentos.

O custo financeiro para os bancos repassadores correspondem a Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP e/ou índice de variação cambial do dólar americano. Acrescido ao custo financeiro, o banco poderá acrescentar uma taxa de juros que irá variar de acordo com o risco oferecido pelo tomador, com o objetivo do empreendimento e algumas características do projeto. Os prazos de carência e amortização serão determinados pelo banco repassador obedecendo aos limites estabelecidos pela legislação. A TJLP foi constituída através da Medida Provisória de nº 684 de 31 de outubro de 1994, é fixada pelo Conselho Monetário Nacional, com prazo fixo de três meses, a taxa é divulgada até o último dia útil do trimestre anterior ao da vigência.

Para os financiamentos à implantação de novos empreendimentos através do BNDES, as máquinas e equipamentos nacionais são financiados apenas os que estiverem cadastrados no site do banco em operações de FINAME.

Após o processo licitatório e declaração do ganhador do leilão, o estaleiro entra com um processo de priorização no Fundo da Marinha Mercante para aprovação no Conselho Diretor solicitando aprovação do Quadro de Usos e Fontes – QUF do projeto de financiamento com recursos do fundo. Após aprovação e publicação no Diário Oficial da União – D.O.U., o estaleiro entra com pedido de aprovação no banco repassador escolhido em conjunto com o armador.

O valor dado em leilão não é estático até o final da construção da embarcação, os montantes sofrem atualização anual de acordo com o tipo e peso de cada insumo utilizado no projeto. A seguir será demonstrado um resumo estatístico dos indicadores financeiros / macroeconômicos utilizados no modelo.

4.3.1 Resumo estatístico dos indicadores financeiros / macroeconômicos

O valor da embarcação é reajustado anualmente levando em consideração a distribuição do valor entre suprimentos (aço + máquinas e outros) e mão de obra, além da variação

cambial para os insumos estrangeiros. Para a construção do modelo, foram utilizadas séries históricas de Índice de Preço ao Produtor Amplo – IPA e Índice Nacional de Custo da Construção – INCC, ambas publicadas pela Fundação Getúlio Vargas – FGV e todos os valores em moeda estrangeira foram convertidos para Real de acordo com o contrato de construção da embarcação.

Desde abril/2010 o IPA teve sua denominação alterada para Índice de Preços ao Produtor Amplo e teve sua sigla preservada, segundo o site da FGV. O referido índice registra as variações médias dos preços de produtos agrícolas e industriais recebidos pelos produtores domésticos na venda de seus produtos permitindo verificar o movimento de preços em estágios produtivos antes da demanda final. A abrangência do índice é nacional e sua apuração é mensal desde o ano de 1944.

O site da FGV explica que o INCC, foi apurado pela primeira vez em 1950 retroagindo a série a janeiro de 1944, apura a evolução dos custos no setor da construção através de materiais, equipamentos e mão-de-obra. Com apuração mensal, o indicador abrange as cidades de Recife, Salvador, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Brasília e Porto Alegre.

De acordo com o Quadro de Usos e Fontes – QUF utilizado para a formação do preço dado em leilão, os insumos como aço, máquinas e equipamentos, atualizados pelo IPA, tem peso de aproximadamente 0,78 em detrimento de aproximadamente 0,22 para mão de obra utilizada na construção da embarcação. A soma dos dois necessariamente deverá atingir valor igual a 1. A fórmula para atualização ficará da seguinte forma:

$$\text{Reajuste} = 0,78 * \text{IPA} + 0,22 * \text{INCC}$$

Após o reajuste, todo o fluxo durante os próximos 12 meses serão atualizados pelo resultado da fórmula apresentada.

A taxa de desconto para cálculo do VPL foi extraída a partir da curva de Depósito Interfinanceiro – DI divulgada pela Cetip <www.cetip.com.br>, uma vez que este indicador remunera grande parte do mercado financeiro e acompanha a taxa de juros Selic (Sistema Especial de Liquidação e Custódia). Segundo informações no site da Cetip, o DI é um instrumento financeiro que possibilita a troca de recursos entre instituições financeiras e diariamente o indicador é divulgado com base na média das operações do mercado interbancário prefixadas e pactuadas por um dia útil. Este índice foi criado em 02 de janeiro de 2008 com valor teórico inicial de 10.000,00.

O IPA e INCC, utilizados na atualização do valor da embarcação, serão inclusos no modelo através das curvas de probabilidade Gama e Beta, respectivamente, uma vez que os testes de aderência executados no Crystal Ball apresentaram melhor resultados nas curvas apresentadas na *Tabela 4.17* apresentada a seguir.

Tabela 4.17 – Resumo estatístico dos indicadores financeiros / macroeconômicos

Indicador	Best Fit	Utilizado	Máximo	Mínimo	Média	Desv. Pad.
IPA (var/mês)	Gama	0,0500	0,1494	-0,0508	0,0500	0,0491
INCC (var/mês)	Beta	0,0655	0,1178	0,0290	0,0655	0,0235
CDI (% a.a.)	Beta	0,1178	0,1858	0,0735	0,1178	0,0246

O mesmo teste foi realizado na série histórica do CDI que será utilizada para a formação da taxa de desconto no cálculo do VPL, no qual o melhor resultado no teste de aderência foi a distribuição de probabilidade Beta.

Para os três indicadores utilizados no modelo, a priori, os valores de base para o modelo, serão as médias encontradas em cada série histórica. As séries são constituídas de 48 observações, acompanhando o mesmo período das séries de preços do aço, compreendendo de janeiro/2007 a dezembro/2010.

4.3.2 Dados e ferramentas utilizados na simulação

Para a geração dos dados e dos resultados, em razão do tipo de estudo realizado utilizar Simulação de Monte Carlo para avaliação do risco envolvido em projetos de investimento, foram utilizadas variáveis de entrada e saída baseados em dados históricos do período e janeiro/2007 a dezembro/2010 para simulações que envolverão o tempo de construção do projeto, 37 meses. Nesta pesquisa o nome do empreendimento responsável pela construção do projeto foi omitido a pedido da Instituição e foi gerada uma função para que os valores utilizados sejam alterados todos em mesma proporção.

Todas as séries históricas estarão disponíveis nos anexos desta pesquisa e as informações para construção do modelo foram extraídas a partir de projeções utilizadas na formação do preço da embarcação no leilão e em contrato de construção entre o armador e construtor, no qual há cláusula de sigilo com prazo de 20 anos. Todo material utilizado na pesquisa, contratos, planilhas, cronogramas, projeções, não constam como anexo do trabalho por questões contratuais entre as partes.

O principal objetivo do trabalho é assumir que a simulação do futuro será através da geração de números aleatórios através de um modelo probabilístico durante o período de construção de uma embarcação. As premissas utilizadas para a projeção de cada mês através das variáveis de entrada serão: Preço do Aço e os indicadores de reajuste do preço, IPA e INCC.

Ao buscar na literatura pesquisas que utilizaram Simulação de Monte Carlo, observa-se que não existe uma sequência ou padrão a seguir, mas sim, uma lógica que irá depender de cada projeto, por exemplo, Cardoso (2000) cita que são quatro passos necessários para se utilizar SMC: (1) construção de um modelo base; (2) construção de um modelo com as principais incertezas; (3) especificação das relações entre as variáveis de entrada e; (4) execução da simulação. Laponi (2007) explica que o processo para SMC são apenas três passos: (1) construção do modelo base para cálculo do VPL; (2) identificação das variáveis aleatórias e suas respectivas distribuições e; (3) geração dos VPLs.

Com base nos passos apresentados na *Figura 1.1* explicitada na Metodologia, serão seguidos os seis passos da modelagem de problema em Pesquisa Operacional que está sendo proposta, dos quais serão derivados em uma série de atividades que serão detalhadas em seguida:

Passo 1: Formulação do Problema

Passo 2: Construção do Modelo

Passo 3: Cálculo da Solução

Passo 4: Teste do Modelo e da Solução

Passo 5: Estabelecimento de Controles da Solução

Passo 6: Implementação e Apresentação do Modelo

o **Passo 1: Formulação do Problema**

Um grande desafio no Brasil tem sido o ideal do Governo Federal em aquecer a economia interna através da industrialização no país em meio às crises financeiras que estão disseminadas por grandes potências econômicas mundiais.

A Indústria Naval esteve adormecida por cerca de vinte anos e o ressurgimento deste nicho é uma realidade devido aos esforços e altos investimentos de origem governamental. Devido à descontinuidade setorial, não há histórico para que possa auxiliar os tomadores de decisão. A indústria naval é bastante alavancada, por ser grande parte financiada e, os

insumos utilizados na construção, são de grande parte importados, surge a necessidade de maior cautela no momento de uma modelagem e retorno do investimento.

o **Passo 2: Construção do Modelo**

O modelo foi construído com base nos fluxos que constituem a formação de preço da embarcação, com a inclusão das variáveis aleatórias de entrada que são o preço do aço analisados em sessões anteriores e indicadores macroeconômicos utilizados para reajuste de valores (IPA e INCC). Além das variáveis de saída que são o VPL e a TIR do projeto. Para auxiliar na formação da taxa de desconto, foi utilizada a série histórica do CDI. A *Tabela 4.18* abaixo apresenta a estrutura do modelo base do projeto.

Tabela 4.18 - Modelo base do fluxo financeiro do projeto

CÓD.	DESCRIÇÃO	TOTAL	mês 1	mês 2	mês 3	...	mês 37
1	USOS	-	-	-	-	-	-
1.1	SUPRIMENTOS						
1.1.A	<i>Estrutura</i>						
1.1.A.1	<i>Aço</i>						
1.1.A.2	<i>Diversos</i>						
1.1.A.3	<i>Mão de Obra</i>						
1.1.B	<i>Máquinas</i>						
1.1.C	<i>Redes e Tubulações</i>						
1.1.D	<i>Eletricidade</i>						
1.1.E	<i>Acessórios Casco/Convés</i>						
1.1.F	<i>Acabamento</i>						
1.1.G	<i>Tratamento e Pintura</i>						
1.1.H	<i>Apoio</i>						
1.2	Despesas Diretas de Produção						
1.3	Custos Indiretos						
1.4	Lucro						
1.5	Despesas com importação						
1.6	Despesas Financeiras						
2	FONTES	-	-	-	-	-	-
2.1	Armador						
2.2	Estaleiro						
2.2.1	<i>Financiamento</i>						
2.2.2	<i>Recurso Próprio</i>						

o **Passo 3: Cálculo da solução**

O preço do aço será testado com base na projeção de compra deste insumo durante o cronograma com base nos resultados probabilísticos da série histórica. O mesmo será feito

com os reajustes através do IPA e INCC. Estes impactos serão testados na linha do Lucro que terá seu valor “travado” de acordo com a projeção do investidor e a diferença entre o projetado e realizado será fundamental no cálculo do VPL e da TIR.

○ **Passo 4: Teste do Modelo e da Solução**

Para o cálculo da solução, o modelo irá fazer iterações sobre o preço do aço e as variáveis de reajuste de valor da embarcação com o objetivo de verificar o impacto que estas variáveis poderão influenciar nos resultados do VPL e TIR, conforme definição nos Objetivos Específicos desta pesquisa. O teste será realizado com o auxílio de Planilha Eletrônica (Microsoft Excel[®]) e da ferramenta Crystal Ball[®].

○ **Passo 5: Estabelecimento de Controles da Solução**

O principal controle da solução será a formação da taxa de desconto que será formada a partir da curva de CDI, uma vez que, os investimentos bancários de mercado financeiro, grande parte estão remunerados a taxa de CDI. Este fato será importante nas conclusões do trabalho quando o valor investido no projeto será comparado com aplicações financeiras.

○ **Passo 6: Implementação e Apresentação do Modelo**

Conforme explicado na sessão de Metodologia, este passo fará partes de projetos futuros.

Estabelecido o modelo base, as premissas que servirão de *inputs* para as simulações propostas, a montagem das planilhas foram finalizadas e estão prontas para a aplicação da metodologia da SMC. Os passos da utilização da ferramenta de apoio, o *Crystal Ball*[®], poderão ser exibidos na seção seguinte.

4.3.3 Utilização do *Crystal Ball*[®]

Por se tratar de um modelo probabilístico através de simulação com geração de um elevado número de cenários através de utilização de variáveis aleatórias, foram feitas análises estatísticas e testes de aderência para verificar quais curvas estariam mais adequadas para as variáveis individualmente.

Para as variáveis de entrada (variáveis aleatórias), os testes de aderência foram realizados no *Crystal Ball*[®] com o suplemento chamado *Batch Fit*. Para as variáveis de saída, VPL e TIR, por se tratar de análise probabilística, seria mais bem enquadrados em distribuições contínuas de probabilidade, portanto, utilizou a Distribuição Normal para cada uma delas, como pode ser visto na *Tabela 4.19*.

Tabela 4.19 – Distribuição probabilística utilizada

Variável	Descrição	Best Fit
Entrada	IPA (var/mês)	Weibull
Entrada	INCC (var/mês)	Lognormal
Entrada	CDI (% a.a.)	Beta
Saída	VPL	Normal
Saída	TIR	Normal

O *Crystal Ball*[®] é uma ferramenta que ao ser instalada na máquina, ela torna-se um tipo de suplemento do Microsoft Excel[®], fazendo parte de seu menu de ferramentas. Além da realização de iterações, simulações de milhares de cenários, descrições estatísticas e testes de aderência, são possível fazer projeções, análises de sensibilidade, criação de relatórios entre outras atividades relacionadas à Estatística Aplicada.

Para as variáveis aleatórias (entrada) já definidas anteriormente, foram adicionadas as respectivas curvas de distribuição de probabilidade, clicando-se na célula correspondente e em seguida selecionando a opção “*Define Assumption*” no qual abre a janela com as distribuições disponíveis.

Para a variável “Preço Aço” que trata de uma distribuição Lognormal, a janela é exibida com valores padrão, no qual é necessário preencher as opções de média e desvio padrão esperados. Este processo deve ser executado em todas as células na planilha de premissas do mês 1 ao mês 37. O mesmo processo deverá ser replicado nos indicadores de IPA, INCC e CDI, observando que para cada distribuição de probabilidade, conforme *Figura 4.14*, são solicitadas informações necessárias para a construção da curva.

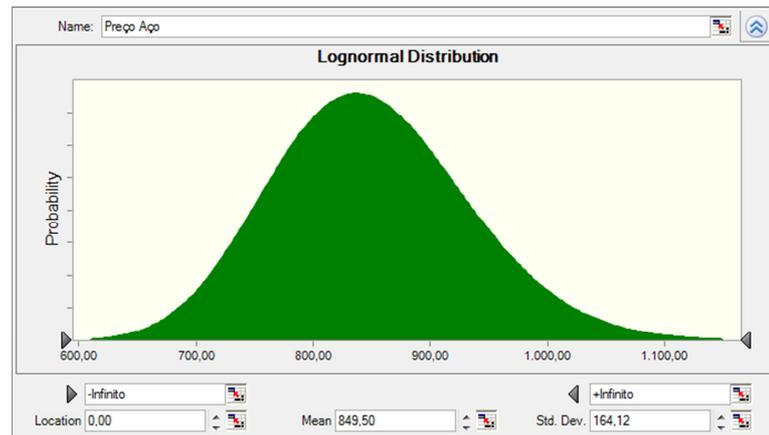


Figura 4.14 – Janela da Distribuição Lognormal

Após conclusão das variáveis de entrada, é determinado o processo das variáveis de saída, no caso VPL e TIR. Selecionam-se as células correspondentes e clica na opção “*Define Forecast*”, conforme *Figura 4.15* abaixo.

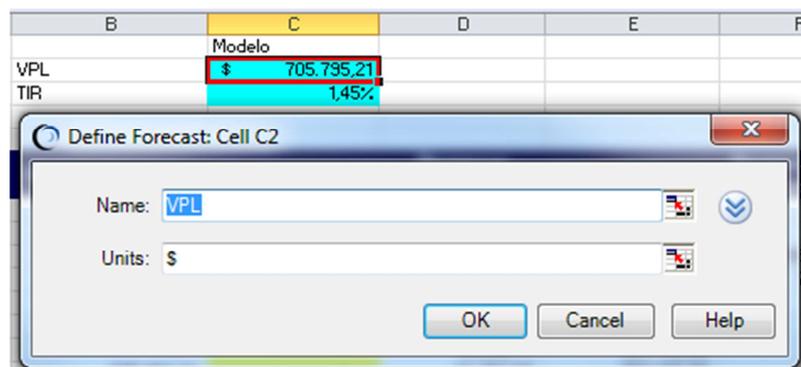


Figura 4.15 – Janela da Variável de Saída

Na opção “*Run Preferences*” é possível definir as preferências da simulação desejadas pelo usuário.

Após todas as especificações determinadas na janela das preferências do *Crystal Ball*[®] e, ao clicar no botão “*Start*” para iniciar o processamento das 10.000 simulações. Após a conclusão, junto à janela de Painel de Controle, serão apresentadas as janelas com as distribuições das variáveis de saída para análise dos resultados que serão apresentados no capítulo seguinte.

5 RESULTADOS

Nesta sessão serão apresentados os resultados obtidos a partir das simulações realizadas a partir da técnica de Simulação de Monte Carlo através da ferramenta Microsoft Excel® utilizando modelo estatístico de probabilidade produzido com a ferramenta Crystal Ball®.

Segundo Shimizu (1975), não seria possível a geração de números genuinamente aleatórios, uma vez que, seria necessário infinitas simulações, portanto, a Simulação de Monte Carlo gera números chamados pseudo-aleatórios. Ehrlich (1988) informa que os critérios de aleatoriedade dos números pseudo-aleatórios são uniformemente distribuídos, estatisticamente independentes e não há repetição da série no intervalo de interesse.

Os modelos determinísticos, geralmente são utilizados três cenários, costumeiramente chamados de Base, Otimista e Pessimista. Esta pesquisa utilizou uma geração de 10.000 simulações de diferentes cenários com resultados apresentados em forma de gráficos e tabelas com resultados probabilísticos para uma melhor visualização. Devido à técnica geração de números pseudo-aleatórios, a Simulação de Monte Carlo descarta valores que estejam muito distantes da cauda, portanto, a exibição dos cenários poderão ser inferiores a quantidade de simulações executadas, 10.000.

Esta pesquisa apresenta o modelo em três variações: Preço do Aço, Mão-de-Obra e Atraso no Projeto. As taxas de desconto e de retorno estão representadas “ao mês”, uma vez que os modelos em “caso base” tem prazo para conclusão de 37 meses.

Com objetivo de deixar a análise do modelo com mais informação para auxiliar o decisor, foi calculado o VAR de cada variação do modelo baseado nos estudos de Markowitz (1952) utilizando a fórmula (5.1).

$$VAR = \mu * \alpha * \sigma_p \quad (5.1)$$

Onde, μ corresponde ao VPL médio; α está relacionado ao nível de significância e o σ_p ao desvio padrão. O *software Crystal Ball*® fornece o índice de variabilidade do desvio padrão que, nesta pesquisa, foi utilizado como o valor do σ_p .

5.1 Resultados com impacto representado no preço do aço

A seguir serão apresentadas figuras e tabelas com os resultados das simulações relativas ao VPL e TIR com as distribuições de probabilidade e descrições estatísticas no modelo variando o preço do aço.

Na *Figura 5.1* é possível observar o resultado das 10.000 simulações e 9.934 cenários apresentados, no qual indica que através do teste de aderência à curva de *forecast* adequa-se melhor a curva Lognormal. E apresenta o VAR da simulação ao nível de significância de 95% do modelo em R\$ 2.308.061,72 durante todo o projeto.

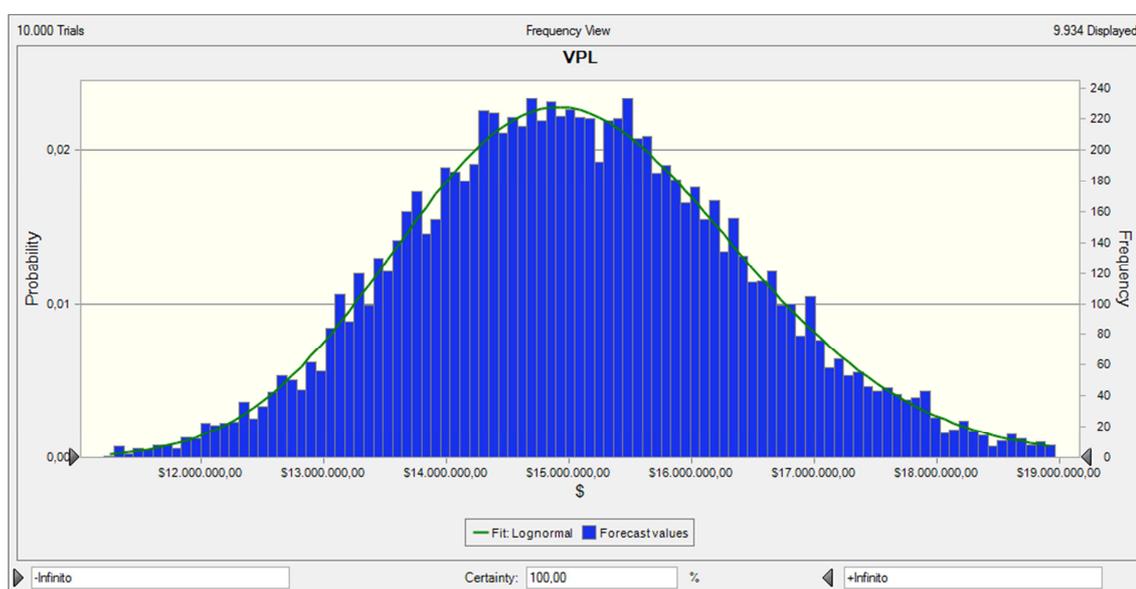


Figura 5.1- Histograma VPL (Preço Aço)

Fonte: Esta Pesquisa

A *Tabela 5.1* apresenta os resultados estatísticos no qual é possível verificar que a média do VPL é de R\$ 15.079.285,38, sendo um pouco menor que o caso base. Os valores de média e mediana são bem próximos, indicando uma forte correlação entre si. O Desvio Padrão com valor de R\$ 1.398.665,46 mostra que o grau de variabilidade da distribuição não é tão representativo.

Tabela 5.1- Estatística Preço Aço

Estatística	Lognormal	Forecast
Simulações	---	10.000
Caso Base	---	\$15.079.285,38
Média	\$15.073.548,35	\$15.073.548,35
Mediana	\$15.006.018,03	\$15.000.031,72
Moda	\$14.870.702,63	---

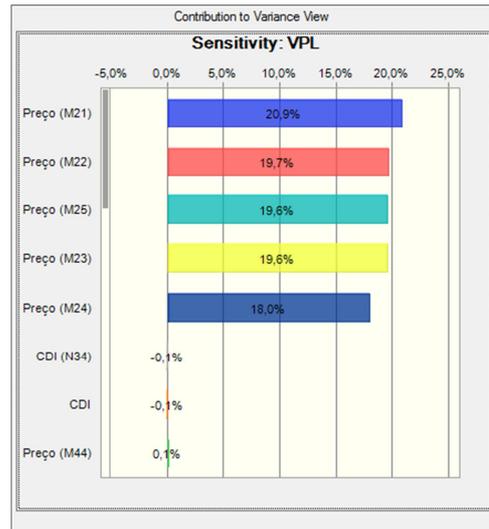


Figura 5.3 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Preço Aço)
 Fonte: Esta Pesquisa

A seguir inicia-se a análise da Taxa Interna de Retorno – TIR do mesmo modelo, no qual o preço do aço é evidenciado como a variável de maior impacto.

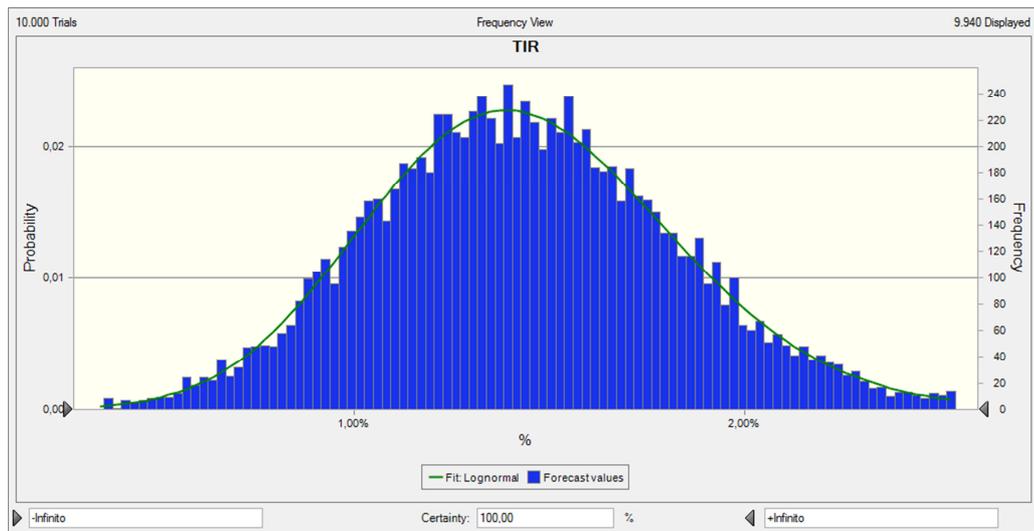


Figura 5.4 – Histograma TIR Preço Aço
 Fonte: Esta Pesquisa

Observa-se na Figura 5.4 que as 10.000 simulações com apresentação de 9.940 cenários tem melhor aderência à curva Lognormal, da mesma forma que a curva de probabilidade do VPL.

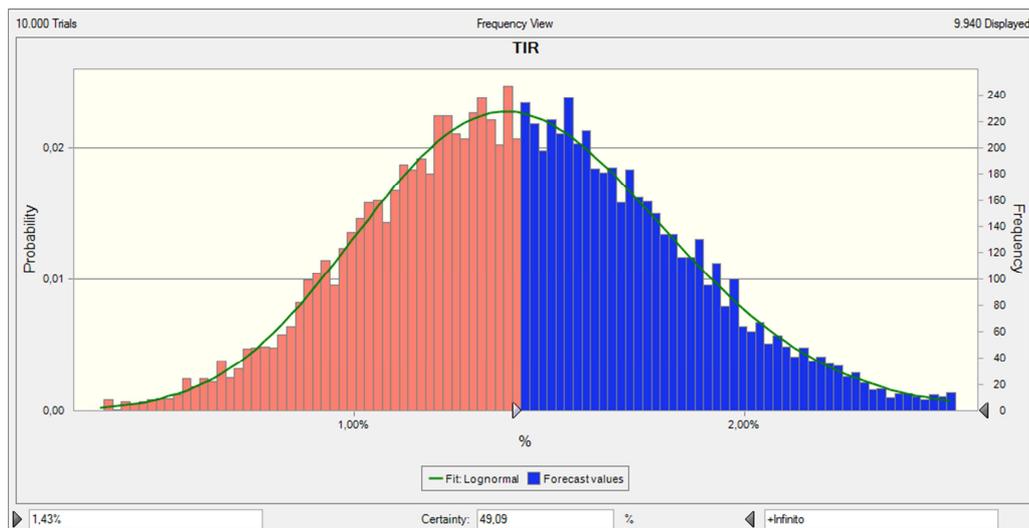


Figura 5.5 – Histograma TIR Caso Base (Preço Aço)
 Fonte: Esta Pesquisa

No caso base, a TIR apresenta um resultado positivo e, conforme apresenta a *Figura 5.5*, a probabilidade de atender o mesmo valor nas simulações realizadas é de 49,09%. A probabilidade de se atingir uma TIR negativa é de 0%, conforme observa-se na *Figura 5.6*.

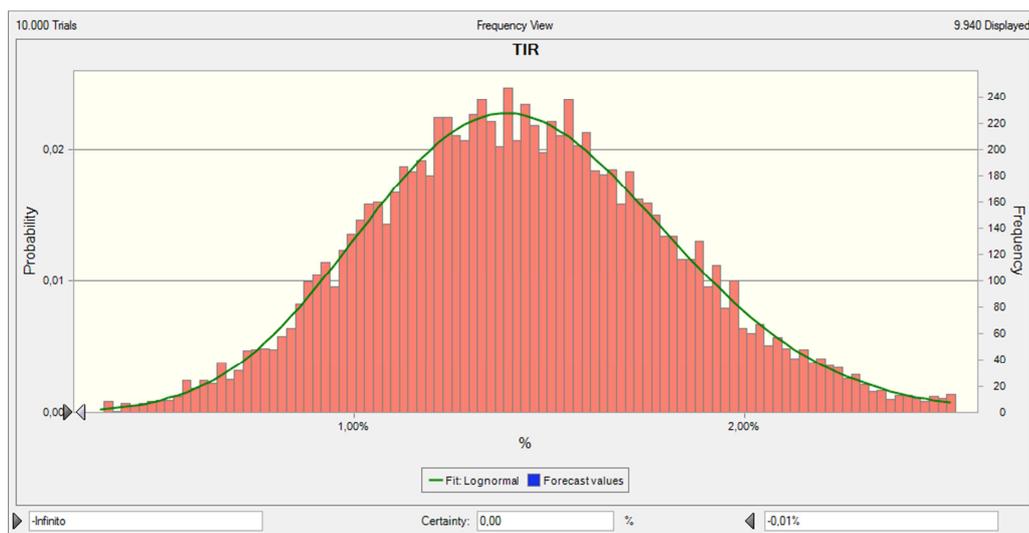


Figura 5.6 – Histograma TIR Negativa (Preço Aço)
 Fonte: Esta Pesquisa

Apesar de não haver a probabilidade, através do *forecast*, a *fit* Lognormal, é possível apresentar uma TIR negativa, conforme a *Tabela 5.2*, o valor mínimo apresentado é de -1,89%.

Tabela 5.2 – Estatística TIR Preço Aço

Estatística	Lognormal	Forecast
Simulações	---	10.000
Caso Base	---	1,43%
Média	1,43%	1,43%
Mediana	1,41%	1,41%
Moda	1,38%	---
Desvio Padrão	0,39%	0,39%
Variância	0,00%	0,00%
Skewness	0,2352	0,2347
Curtose	3,08	3,08
Coefficiência de Variabilidade	0,2734	0,2734
Mínimo	-1,89%	0,16%
Máximo	Infinito	2,98%

Fonte: Esta Pesquisa

A média, mediana e moda tem valores muito próximos, o que indica uma forte correlação entre si. O desvio padrão com 0,39% apresenta pouca variabilidade na amostra. O valor máximo da TIR está com valor significativo e bem maior que o caso base.

Assim como os resultados apresentados no VPL, a *Figura 5.7* apresenta maior sensibilidade nos meses em que há pagamento de aço.

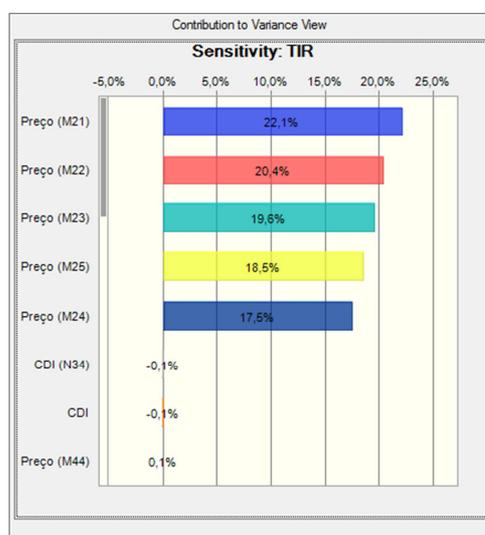


Figura 5.7 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Preço Aço)

Fonte: Esta Pesquisa

5.2 Resultados com impacto representado na mão-de-obra

Após o insumo aço, o item que tem maior valor dentro do projeto de construção do navio é a mão-de-obra. O referido item requer uma visão bem próxima por parte dos stakeholders do setor, atenção provocada pela latência da Indústria Naval durante quase vinte anos. A seguir serão apresentadas figuras e tabelas com os resultados das simulações relativas ao VPL e TIR com as distribuições de probabilidade e descrições estatísticas no modelo variando a mão-de-obra.

Na *Figura 5.8* é possível observar o resultado das 10.000 simulações e 9.932 cenários apresentados, no qual indica que através do teste de aderência à curva de *forecast* adequa-se melhor a curva Lognormal. E apresenta o VAR da simulação ao nível de significância de 95% do modelo em R\$ 2.320.962,55 durante todo o projeto.

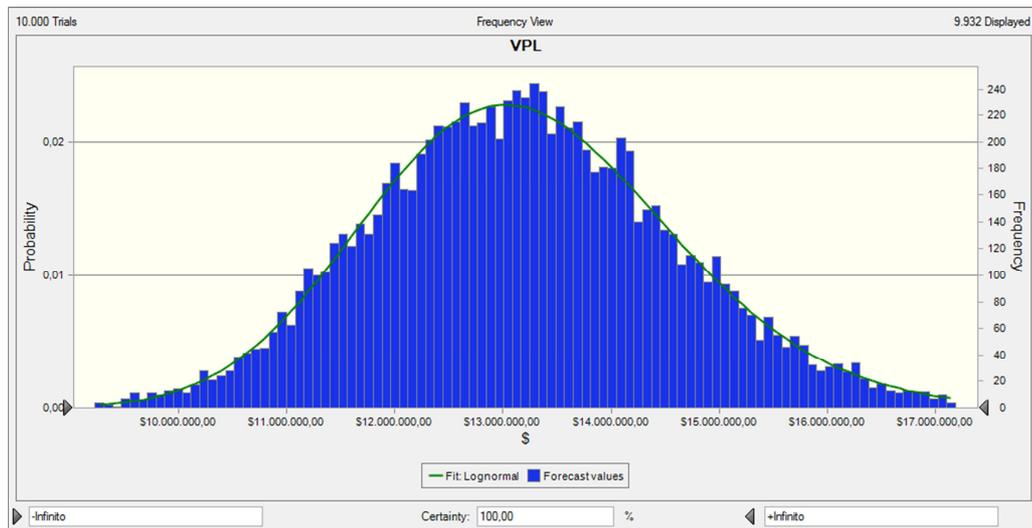


Figura 5.8 – Histograma VPL Mão-de-obra
 Fonte: Esta Pesquisa

A *Tabela 5.3* apresenta os resultados estatísticos no qual é possível verificar que a média do VPL é de R\$ 13.184.051,80, sendo muito próximo do valor caso base. Os valores de média e mediana são bem próximos, indicando uma forte correlação entre si, a moda tem um valor pouco distante, porém, não deixa a correlação ficar muito fraca. O Desvio Padrão com valor de R\$ 1.407.108,52 mostra que o grau de variabilidade da distribuição não é tão representativo.

Tabela 5.3 – Estatística VPL Mão-de-obra

Estatística	Lognormal	Forecast
Simulações	---	10.000
Caso Base	---	\$13.184.051,80
Média	\$13.183.169,31	\$13.183.167,50
Mediana	\$13.121.290,87	\$13.117.472,30
Moda	\$12.998.255,47	---
Desvio Padrão	\$1.406.877,15	\$1.407.108,52
Variância	\$1.979.303.307.363,52	\$1.979.954.386.859,48
Skewness	0,2661	0,2734
Curtose	3,13	3,17
Coefficiência de Variabilidade	0,1067	0,1067
Mínimo	\$-2.717.008,74	\$8.682.873,46
Máximo	Infinito	\$19.177.769,44

Fonte: Esta Pesquisa

A Figura 5.9, apresenta a probabilidade de o modelo atingir o VPL do Caso Base no montante de R\$ 13.184.051,80 que é de 49,23%, afastando a possibilidade de propensão a um resultado negativo.

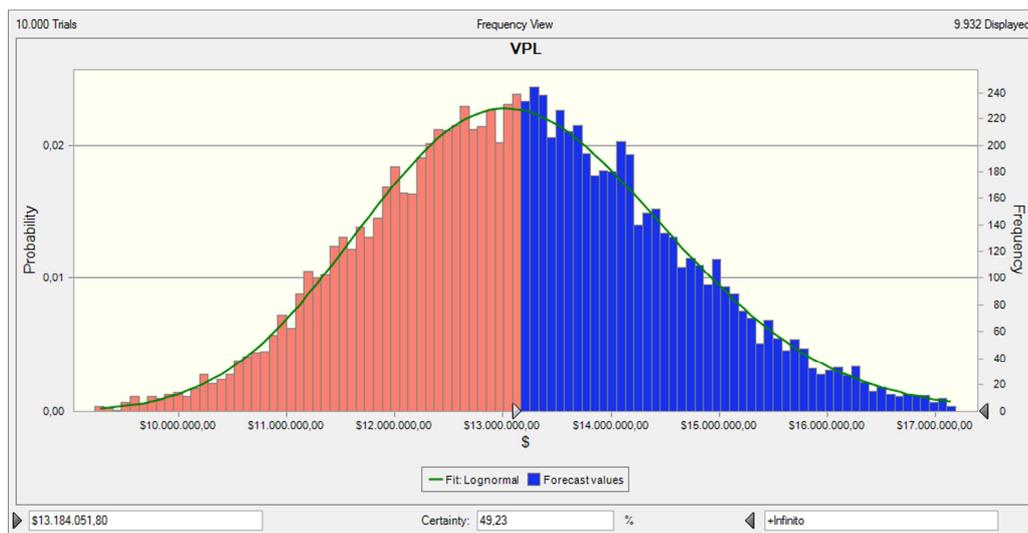


Figura 5.9 – Histograma VPL Caso Base (Mão-de-obra)

Fonte: Esta Pesquisa

No gráfico de sensibilidade representado na Figura 5.10 os meses entre 14 e 18 são visualmente representativos. Mesmo deixando inclusa a variável mão-de-obra como aleatória, o preço do aço continua prevalecendo com um alto grau de sensibilidade no modelo.

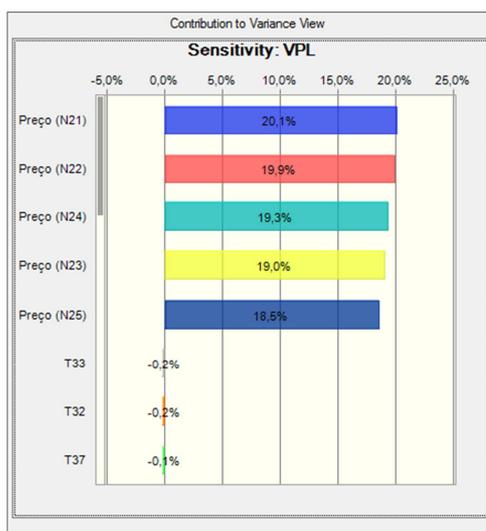


Figura 5.10 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Mão-de-obra)
 Fonte: Esta Pesquisa

A seguir inicia-se a análise da Taxa Interna de Retorno – TIR do mesmo modelo, no qual a mão-de-obra é evidenciada, salientando que o preço do aço continua como variável aleatória.

Observa-se na Figura 5.11 que as 10.000 simulações com apresentação de 9.932 cenários tem melhor aderência a curva Lognormal, da mesma forma que a curva de probabilidade do VPL.

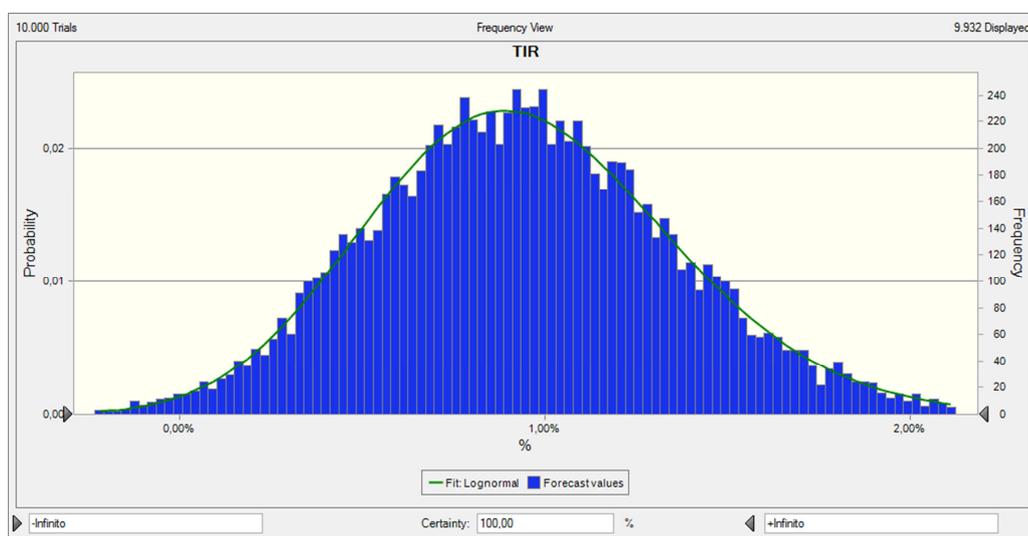


Figura 5.11 – Histograma TIR Mão-de-obra
 Fonte: Esta Pesquisa

No caso base, a TIR apresenta um resultado positivo e, conforme apresenta a Figura 5.12, a probabilidade de atender o mesmo valor nas simulações realizadas é de 49,01%.

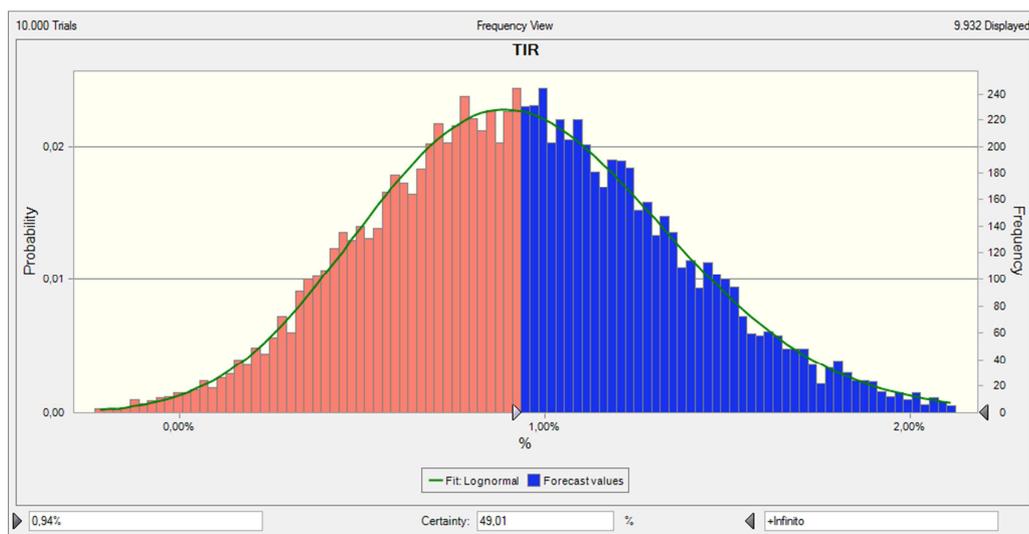


Figura 5.12 – Histograma TIR Caso Base (Mão-de-obra)
 Fonte: Esta Pesquisa

A probabilidade de se atingir uma TIR negativa é de 0,73%, conforme observa-se na Figura 5.13, a inserção da variável Mão-de-obra prejudica um pouco o risco do projeto.

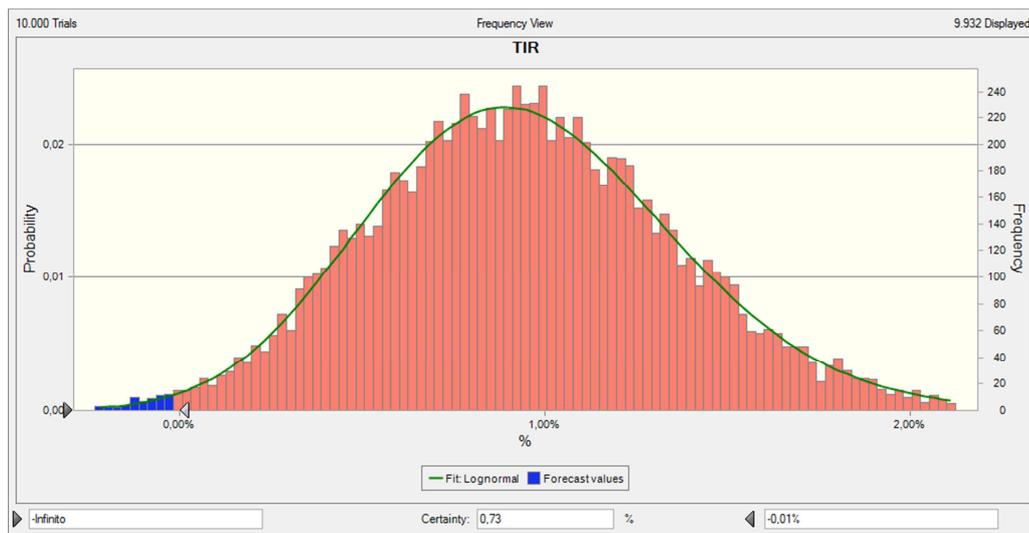


Figura 5.13 – Histograma TIR Negativa (Mão-de-obra)
 Fonte: Esta Pesquisa

Tanto através da Lognormal quanto das simulações (forecast) é inerente a possibilidade de uma TIR negativa. Conforme é possível verificar na Tabela 5.4, a média é idêntica ao caso base, o que merece um pouco mais de cautela com esse projeto.

Tabela 5.4 – Probabilidade TIR (Mão-de-obra)

Estadística	Lognormal	Forecast
Simulações	---	10.000
Caso Base	---	0,94%
Média	0,94%	0,94%
Mediana	0,92%	0,92%
Moda	0,88%	---
Desvio Padrão	0,42%	0,42%
Variância	0,00%	0,00%
Skewness	0,2748	0,2792
Curtose	3,13	3,16
Coeficiência de Variabilidade	0,4436	0,4437
Mínimo	-3,62%	-0,38%
Máximo	Infinito	2,73%

Fonte: Esta Pesquisa

A média e a mediana tem valores muito próximos, o que indica uma forte correlação entre si. O desvio padrão com 0,42% apresenta pouca variabilidade na amostra. O valor máximo da TIR com 2,73% tem com valor significativo e bem maior que o caso base.

Assim como já era de se esperar os resultados apresentados no VPL, a *Figura 5.14* apresenta maior sensibilidade nos meses em que há pagamento de aço.

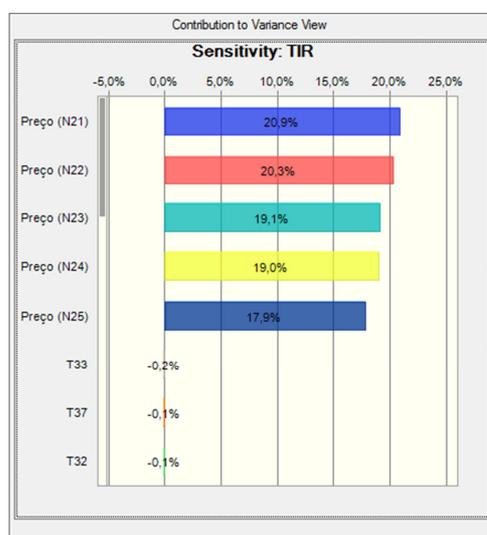


Figura 5.14 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Mão-de-obra)

Fonte: Esta Pesquisa

5.3 Resultados com impacto de atraso do projeto

Neste modelo, foi testado o alongamento do prazo de entrega do projeto em 30% do prazo original. Em detrimento ao atraso do projeto, neste modelo, foi levado em consideração a variável “mão-de-obra”, uma vez que, se é necessário mais tempo para construção, o mesmo ocorrerá para o quadro de pessoal. A seguir serão apresentadas figuras e tabelas com os resultados das simulações relativas ao VPL e TIR com as distribuições de probabilidade e descrições estatísticas no modelo variando a mão-de-obra e o prazo em 30% para ambos.

Na *Figura 5.15* é possível observar o resultado das 10.000 simulações e 9.959 cenários apresentados, no qual indica que através do teste de aderência, diferentemente dos dois modelos anteriores, a curva de *forecast* adequa-se melhor a curva Beta. E apresenta o VAR da simulação ao nível de significância de 95% do modelo em R\$ 301.777,66 durante todo o projeto. O montante baixo, em relação aos modelos anteriores, pode ser explicado pela baixa variabilidade do INCC utilizado neste modelo, apresentando um desvio padrão de 0,0235.

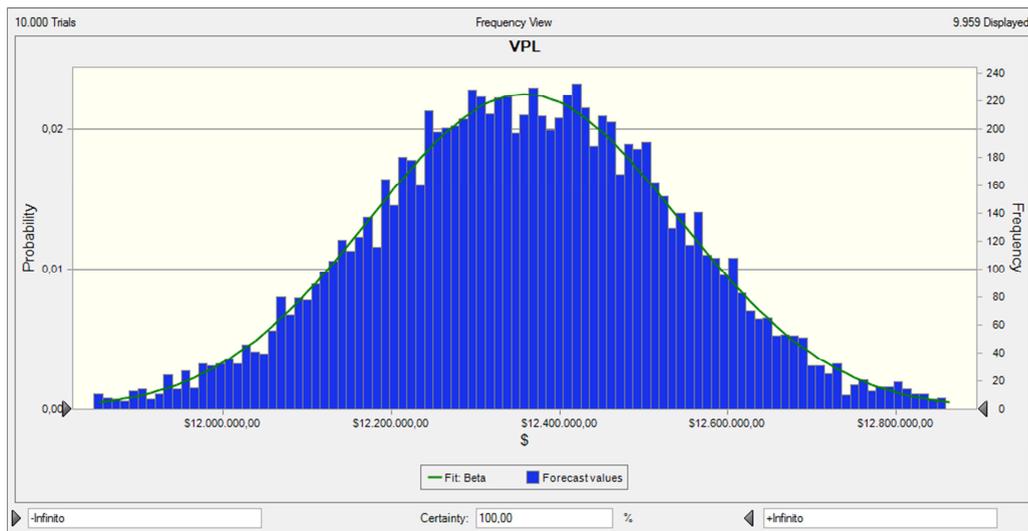


Figura 5.15 – Histograma VPL Prazo
 Fonte: Esta Pesquisa

A Tabela 5.5 apresenta os resultados estatísticos no qual é possível verificar que a média do VPL é de R\$ 12.358.052,76, sendo muito próximo do valor caso base. Os valores de média e mediana são bem próximos, indicando uma forte correlação entre si, a moda tem um valor pouco distante, porém, não deixa a correlação ficar muito fraca. O Desvio Padrão com valor de R\$ 182.584,85 mostra que o grau de variabilidade da distribuição não é tão representativo.

Tabela 5.5 – Estatística VPL Prazo

Estatística	Lognormal	Forecast
-------------	-----------	----------

Simulações	---	10.000
Caso Base	---	\$12.354.987,53
Média	\$12.357.807,53	\$12.357.807,53
Mediana	\$12.357.807,53	\$12.358.052,76
Moda	\$12.357.807,53	---
Desvio Padrão	\$182.575,72	\$182.584,85
Variância	\$33.333.894.285,97	\$33.337.228.008,77
Skewness	0	-0,0163
Curtose	2,97	3
Coefficiente de Variabilidade	0,0148	0,0148
Mínimo	\$9.769.349,93	\$11.565.753,15
Máximo	\$14.946.265,13	\$13.031.002,86

Fonte: Esta Pesquisa

A Figura 5.16 acima, apresenta a probabilidade de o modelo atingir o VPL do Caso Base no montante de R\$ 12.354.987,53 que é de 50,65, afastando a possibilidade de propensão a um resultado negativo.

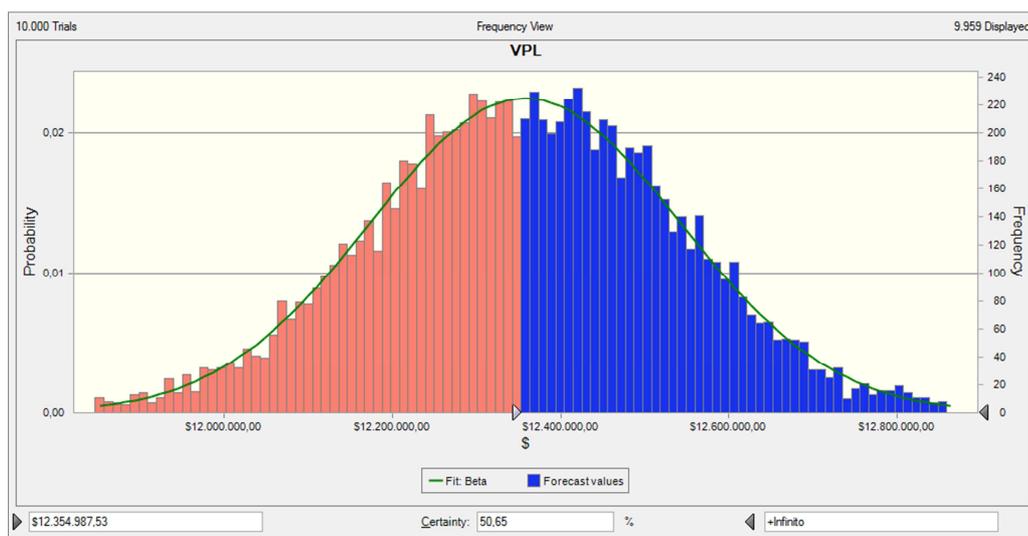


Figura 5.16 – Histograma VPL Caso Base (Prazo)

Fonte: Esta Pesquisa

No gráfico de sensibilidade representado na Figura 5.17 a mão-de-obra oferece maior impacto no modelo.

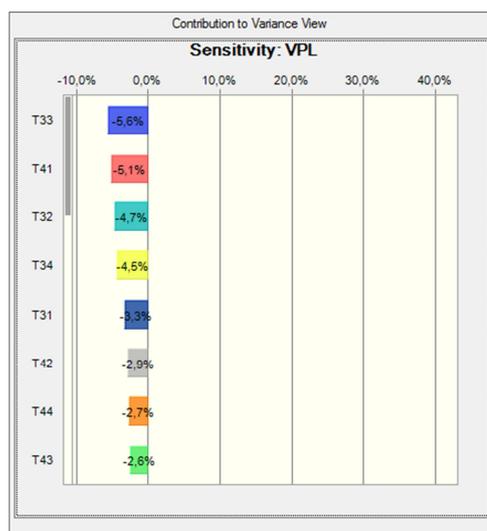


Figura 5.17 – Gráfico de Sensibilidade VPL (Prazo)
Fonte: Esta Pesquisa

A seguir inicia-se a análise da Taxa Interna de Retorno – TIR do mesmo modelo, no qual a mão-de-obra é evidenciada, salientando que o preço do aço continua como variável aleatória.

Observa-se na *Figura 5.18* que as 10.000 simulações com apresentação de 9.952 cenários tem melhor aderência a curva Lognormal, da mesma forma que a curva de probabilidade do VPL.

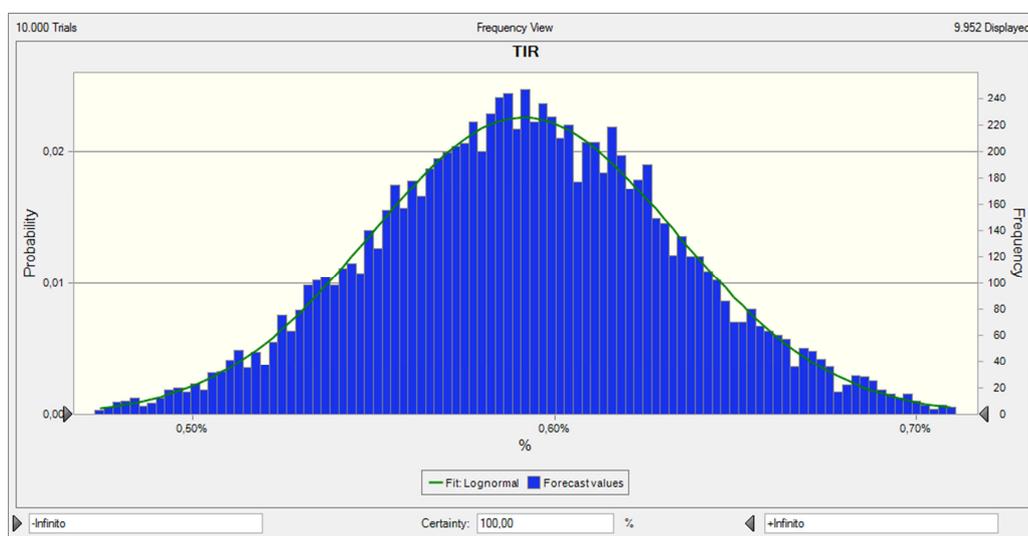


Figura 5.18 – Histograma TIR Prazo
Fonte: Esta Pesquisa

No caso base, a TIR apresenta um resultado positivo e, conforme apresenta a *Figura 5.19*, a probabilidade de atender o mesmo valor nas simulações realizadas é de 51,54%.

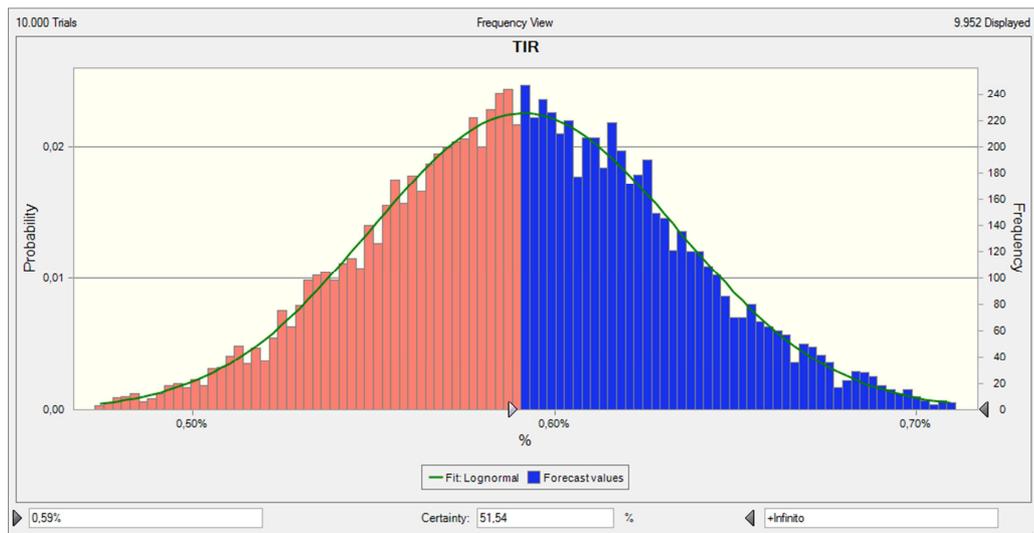


Figura 5.19 – Histograma TIR Caso Base (Prazo)
 Fonte: Esta Pesquisa

A Figura 5.20 apresenta a probabilidade de 0% em se atingir uma TIR negativa.

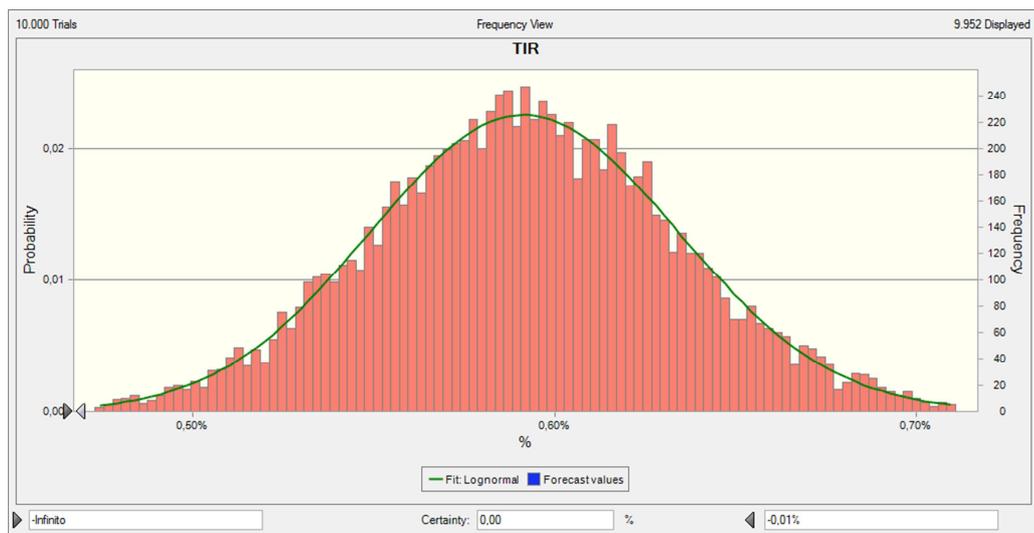


Figura 5.20 – Histograma TIR Negativa (Prazo)
 Fonte: Esta Pesquisa

Tanto através da Lognormal quanto das simulações (forecast) é inerente a possibilidade de uma TIR negativa. Conforme é possível verificar na Tabela 5.6, a média é idêntica ao caso base, o que merece um pouco mais de cautela com esse projeto.

A média, mediana e moda, tem valores iguais, o que indica uma forte correlação entre si. O desvio padrão com 0,4% apresenta pouca variabilidade na amostra. O valor máximo da TIR com 0,75% tem com valor significativo e bem maior que o caso base.

Tabela 5.6 - Probabilidade TIR (Prazo)

Estadística	Lognormal	Forecast
Simulações	---	10.000
Caso Base	---	0,59%
Média	0,59%	0,59%
Mediana	0,59%	0,59%
Moda	0,59%	---
Desvio Padrão	0,04%	0,04%
Variância	0,00%	0,00%
Skewness	0,0221	0,022
Curtose	3	3
Coefficiente de Variabilidade	0,0717	0,0717
Mínimo	-5,17%	0,43%
Máximo	Infinito	0,75%

Fonte: Esta Pesquisa

A Figura 5.21 apresenta maior sensibilidade na variável mão-de-obra, da mesma forma que o gráfico de sensibilidade do VPL.

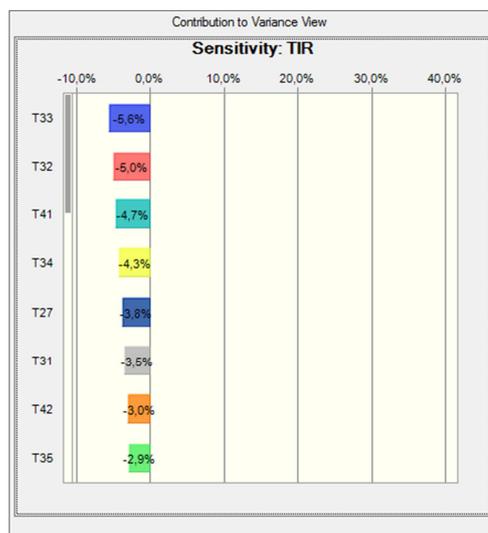


Figura 5.21 – Gráfico de Sensibilidade TIR (Prazo)

Fonte: Esta Pesquisa

5.4 Comparação dos modelos

Na presente sessão, será apresentado um resumo comparativo dos três modelos de distribuição probabilidades exibidos em sessões anteriores das variáveis de saída que foram

analisadas (VPL e TIR). As informações serão exibidas em forma de tabela para uma melhor visualização das informações separadas por variável.

A *Tabela 5.7* abaixo apresenta uma comparação entre os modelos com as variáveis de entrada aleatoriamente utilizadas para o estudo do VPL:

Tabela 5.7 – Comparação entre os modelos (VPL)

Modelo	Projeto	Média	Mediana	Desv. Pad.	Máximo	Mínimo
Preço Aço	\$15.079.285,38	\$15.073.548,35	\$15.000.031,72	\$1.398.665,46	\$21.021.673,37	\$10.449.389,13
Mão-de-obra		\$13.183.167,50	\$13.117.472,30	\$1.407.108,52	\$19.177.769,44	\$8.682.873,46
Prazo		\$12.357.807,53	\$12.358.052,76	\$182.584,85	\$13.031.002,86	\$11.565.753,15

Fonte: Esta Pesquisa

Os valores do caso base em relação à média tem um intervalo relativamente pequeno no qual pode ser explicado pela baixa variabilidade do desvio padrão da taxa de desconto utilizada (CDI). O modelo “Prazo” apresentou resultados inferiores uma vez que o prazo do projeto foi estendido em 11 meses e valor investido continuou o mesmo, portanto, provocará uma redução do VPL maior, adicionalmente, a variação do aumento no custo de mão-de-obra durante um período mais longo, causará um maior impacto no resultado.

A seguir, a *Tabela 5.8* apresenta os resultados obtidos através das mesmas simulações utilizadas para cálculo da TIR, utilizando a técnica de Simulação de Monte Carlo.

Tabela 5.8 – Comparação entre os modelos (TIR)

Modelo	Projeto	Média	Mediana	Desv. Pad.	Máximo	Mínimo
Preço Aço	2,38%	1,43%	1,41%	0,39%	2,98%	0,16%
Mão-de-obra		0,94%	0,92%	0,42%	2,73%	-0,38%
Prazo		0,59%	0,59%	0,04%	0,75%	0,43%

Fonte: Esta Pesquisa

Nos três modelos, observa-se que a correlação entre si (base, média e mediana) é expressivamente forte. A maior variabilidade apresentada está no modelo “mão-de-obra” observando que ao alongar o prazo do projeto, a variabilidade reduziu. Outro ponto a destacar é a TIR mínima que ao alongar o prazo a probabilidade reduziu mesmo a média apresentada no modelo “prazo” ter uma redução significativa em comparação à “mão-de-obra”.

O modelo “prazo” apresenta redução em todos os dados estatísticos, explicando que além do preço do aço momento de construção do preço de venda da embarcação, é importante a destinação de uma maior atenção no momento de determinar o valor de mão-de-obra e a

quantidade de horas, pois estas duas variáveis impactaram de uma maneira expressiva os resultados do modelo.

Conforme exposição neste capítulo, o modelo construído neste pesquisa, através dos resultados, foi possível analisar os riscos financeiros que um projeto de construção de um navio petroleiro do tipo Suezmax em três variações: variação no preço do aço e mão-de-obra, além de uma simulação de atraso na entrega do navio. Os resultados apresentados através do VPL apresentaram uma sensibilidade inferior à TIR em relação às alterações provocadas nos modelos. A inclusão da análise de perda máxima, utilizando a metodologia do VAR pode dar um conforto maior ao decisor, uma vez que além da probabilidade apresentada de se atingir o modelo base, é possível ter uma noção de quanto pode-se perder no resultado além da probabilidade apresentada.

No capítulo seguinte estarão presentes as reflexões sobre a pesquisa e as sugestões sobre trabalhos futuros que serão planejados, pesquisados e implementados pelo autor.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O risco sempre esteve eminente no dia-a-dia do ser humano da partir do momento em que o homem desenvolveu o sistema numérico, desde os métodos mais arcaicos. Bernstein (1997) discorre em seus estudos que o risco é um conceito tipicamente moderno e que a humanidade esperou milhares de anos, até o Renascimento, para aprender a medir e controlar o risco. O autor confirma que o motivo exato deste tempo até a descoberta do risco, não é algo fácil de explicar, porém, os relatos históricos nos dá uma pista sobre este início a partir do surgimento dos jogos de azar, uma vez que, em sua essência, este tipo de jogo tem em seu próprio ato, correr riscos. A partir deste ponto, com a paixão do ser humano pelos jogos, Pascal e Fermat iniciou uma profunda incursão pelas leis das probabilidades.

Bernstein (1997) continua em seus estudos argumentando que Morgenstern e Von Neumann escreveram um artigo no qual a matemática estava inserida nas decisões econômicas nos estudos *Theory of Games and Economic Behaviour* (Teoria dos Jogos e Comportamento Econômico). O artigo gerou um livro em 1944, porém, devido a escassez de papel durante a guerra, permitiu a publicação apenas em 1953. A partir deste momento passaram a surgir os modelos econômicos com aplicação da matemática. Após o pioneirismo do Morgenstern, vários estudiosos continuaram com as pesquisas nas áreas das probabilidades: Galton, Markowitz, Black, Scholes, Merton, etc.

6.1 Conclusões

A avaliação tradicional, determinística, para apuração das mesmas variáveis de saída utilizadas nesta pesquisa (VPL e TIR) possibilita uma análise de sensibilidade de apenas três cenários sobre alguma variável de fluxo de caixa. O fato de não considerar a incerteza futura e o mercado com o qual está inserida, a possibilidade de sucesso nas projeções são reduzidas em detrimento a possibilidade de acerto através de um modelo probabilístico. A Simulação de Monte Carlo permite obter dados realizados mais próximos dos projetados pela utilização da probabilidade no modelo.

O enfoque central desta pesquisa foi construir um modelo para analisar o risco financeiro em um projeto da Indústria Naval através da construção de um navio do tipo Suezmax. O maior desafio do desenvolvimento do modelo foi a escassez de informações e

dados históricos, uma vez que o setor viveu um estado de latência durante vinte anos no país que, na década de 80, ocupou a segunda posição mundial no setor de construção naval.

Como norte, os Objetivos Específicos da pesquisa auxiliaram no que concerne às prioridades e onde buscar as informações necessárias para a construção do modelo. Para que fosse possível atingir os objetivos, toda a pesquisa foi iniciada a partir de uma revisão literária em livros, artigos e trabalhos publicados. O material serviu como consulta e fontes referenciais.

Para estruturar o modelo foi utilizado o contrato de compra/venda, a lista de insumos, mão-de-obra aplicada ao projeto, além do cronograma de realização físico/financeiro. A partir daí, os dados foram planilhados, estruturados com inclusão de fórmulas para extração das variáveis de saída através da metodologia de Simulação de Monte Carlo com o auxílio do *software Crystal Ball*[®]. A simulação de 10.000 cenários possibilitou a geração de gráficos com curvas probabilísticas para cada modelo, tornando possível a geração de gráficos de sensibilidade e tabelas estatísticas para análise.

As variáveis tidas como sensíveis no presente trabalho foram o preço do aço, a variação no custo com mão-de-obra e o prazo de entrega do navio, projetados no preço de venda da embarcação. O aço é tido com um tipo de *commodity* que está suscetível à variações do mercado, o custo com mão-de-obra poderá sofrer oscilações devido a contratação de terceiros ou alterações salariais da classe. O prazo do projeto foi escolhido como uma variável sensível devido ao período de dormência do setor e a escassez de dados históricos para ser utilizado como *benchmark* para os estaleiros que estão reiniciando suas obras. Sobre estas receitas foi aplicado o método da aleatoriedade para produzir infinitos valores para os dados de saída, VPL e TIR para tornar possível a análise do risco inerente situação econômico-financeira da construção de embarcação.

Com base na variabilidade dos dados obtidos a partir do modelo construído, entende-se que a utilização desta ferramenta, Simulação de Monte Carlo, nos projetos de construção da indústria naval, poderá contribuir com o ressurgimento do setor. As companhias poderão ter um banco de dados histórico de seus portfólios, servindo de referência para projetos que participarão de licitações futuras. Altman (1968) desenvolveu um estudo sobre a construção de um banco de dados com informações de empresas adimplentes e inadimplentes com o objetivo de inferir dados estatísticos sobre capacidade de pagamento de empresas. O mesmo pode ser feito com projetos da Indústria Naval, considerando dados estatísticos de projetos viáveis ou inviáveis, modelados a partir do método de SMC. Em se tratando a gerenciamento

de risco, os resultados dos modelos podem, além de ser comparados, seria possível criar um banco de dados com projeções de preços de insumos utilizados historicamente.

A análise quantitativa do risco gerado na pesquisa a partir de variáveis aleatórias permitiu ratificar que o preço do principal insumo de uma embarcação, o custo com mão-de-obra e o prazo de entrega do produto são variáveis com sensibilidade significativa no momento da formação de preço da embarcação. Portanto, conclui-se que esta ferramenta poderá dar mais conforto ao decisor por propiciar informações relevantes, portanto, dar mais conforto no momento da decisão em processos licitatórios. Não obstante, este estudo possui algumas limitações por não ter testado todas as variáveis para verificar o impacto que poderiam causar no resultado, além de não ter testado todas as possibilidades que a Simulação de Monte Carlo pode oferecer.

Apesar do exposto acima, entende-se que este modelo poderia ser considerado uma ferramenta de apoio para analisar a viabilidade econômico-financeira de projetos da Indústria Naval e despertar no setor o interesse por novos estudos com utilização da ferramenta de SMC, incluindo a incerteza nas variáveis analisadas.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Devido à escassez de estudos desta natureza, aplicados a Indústria Naval no Brasil, como trabalhos futuros, ficará a perspectiva de realizar novas simulações em navios de outra finalidade, como por exemplo, cargueiros e sondas, além de aplicação na área *off-shore* e, avaliando outras possíveis variáveis de impacto no modelo. Para estudar melhor outras variáveis de impacto e com uma visão de sustentabilidade para o setor, além de novas simulações, seria necessário um estudo mais aprofundado do histórico da Indústria Naval Brasileira e os principais motivos para a desestabilização no passado. Tais estudos serão importantes para que o ressurgimento do setor possa ser sustentável, auxiliando o nascimento de novos nichos relacionados, como por exemplo, o de Navi-Peças.

O autor pretende testar o modelo em contratos do tipo EPC - *Engineering Procurement and Construction* (Engenharia, Compra e Construção), são projetos mais complexos que o cliente solicita desde o projeto de engenharia até o acabamento final da construção. Os recursos envolvidos são diversos e a estrutura é totalmente “moldado” de acordo com a solicitação do cliente.

A análise da incerteza do ambiente certamente trará valiosas contribuições para os projetos da indústria no país ocasionando mais assertividade para os empreendimentos e, conseqüentemente, levará o Brasil a uma posição de destaque na construção naval mundial mais uma vez.

REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R. L., SASIENI, M. W. **Fundamentals of Operations Research**. Wiley: New York, 1968.
- AGUILAR, A. **Petrobrás Negocia Acordo Pioneiro**. Valor Setorial: Indústria Naval. São Paulo: Valor Econômico, 2010.
- ALMEIDA, R. **Diário de Bordo**. A história da indústria naval brasileira. São Paulo: Zingara Produções Culturais, 2008.
- ALTMAN, E. **Financial Ratios, Discriminate, Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy**. Journal of Finance, September, 1968; v. 23, nº 4, p. 589-609.
- AMIGUN, B., PETRIE, D., GÖRGENS, J. **Economic Risk Assessment of Advanced Process Technologies for Bioethanol Production in South Africa: Monte Carlo Analysis**. Renewable Energy. 2011; Vol. 36, p. 3178-3186
- ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Dados**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 4ª edição.
- BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997. 23ª reimpressão.
- BOYLE, P., BROADIE, M., GLASSERMAN, PAUL. **Monte Carlo Methods for Security Pricing**. Journal of Economic Dynamics & Control. 1997; Vol 21, p. 1267-1321.
- BRASIL. Lei n. 3.381/1958, de 24 de Abril de 1958. **Cria o Fundo da Marinha Mercante e a Taxa de Renovação da Marinha Mercante e dá Outras Providências**. Planalto do Brasil. Revogado pelo Decreto Lei n. 1.147/1970, de 30 de dezembro de 1970.
- BREALEY, R. A., MYERS, S. C., ALLEN, F. **Princípios de Finanças Corporativas**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008. 8ª edição.
- BUSSEY, L. E., STEVENS, G. T. **Formulating Correlated Cash-Flow Streams**. The Engineering Economist. 1972; Vol. 18, nº 1, p. 1-30.
- CHICRALLA, M. R. **Antecipação do Movimento do Preço da Commodity Aço em Contratos a Preço Firme no Mercado de Engenharia Industrial no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Finanças e Economia Empresarial – Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2006.
- CARDOSO, D., AMARAL, H. **O Uso da Simulação de Monte Carlo na Elaboração de Fluxo de Caixa Empresarial: Uma proposta de quantificação das incertezas ambientais**, 2000.
- CORRAR, L. J. **O Modelo Econômico da Empresa em Condições de Incerteza: Aplicação do Método de Simulação de Monte Carlo**. Caderno de Estudos nº 8. São Paulo: FIPECAFI, 1993.

CORRAR, L. J., THEÓPHILO, C. R. **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP: conceitos, uso e implantação**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2001.

CUDDINGTON, J. T., WANG, Z. **Statistical Analyses of the Geographic Market Delineation with an Application to the U.S. Natural Gas Markets**. Washington: Georgetown University, 1999.

DAMODARAN, A. **Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 2ª edição.

DEMARCHI, C. **Mercado Restrito para a Engenharia Nacional**. Valor Setorial: Indústria Naval. São Paulo: Valor Econômico, 2010.

DORP, J. R., DUFFEY, M. R. **Statistical Dependence in Risk Analysis for Project Networks Using Monte Carlo Methods**. Elsevier Science B.V., Int. J. Production Economics, 58, p. 19-27, 1999.

EHRlich, P. J. **Pesquisa Operacional: Curso Introductório**. São Paulo: Atlas, 1988. 6ª edição.

EVANS, J. R., OLSON, D. L. **Introduction to simulation and risk analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

GOLDBERG, Marco César, LUNA, Henrique Pacca Loureiro. **Otimização e Programação Linear**. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora Campus, 2005.

GOLDBERG, S. **Ações para uma Retomada Segura**. Valor Setorial: Indústria Naval. São Paulo: Valor Econômico, 2011.

GOLDBERG, S. **Petróleo e Gás Puxam Ritmo de Investimentos**. Valor Setorial: Indústria Naval. São Paulo: Valor Econômico, 2010.

GRAY, C. F., LARSON, Erik W. **Gerenciamento de Projetos: O Processo Gerencial**. São Paulo: McGraw-Hill, 2009. 4ª edição.

GUIMARÃES, L. S. **Fundo da Marinha Libera R\$ 8 bilhões**. Valor Setorial, São Paulo, 2011.

HERTZ, D. B. **Risk Analysis in Capital Budgeting**. Harvard Business Review. 1964.

HERTZ, D. B. **Risk Analysis in Capital Investment**. Harvard Business Review. 1979.

HESS, S. W., QUIGLEY, H. A. **Analysis of Risk in Investments Using Monte Carlo Techniques**. Statistical and Numerical Methods in Chemical Engineering. 1963; pp. 55–71.

JÄCKEL, P. **Monte Carlo Methods in Finance**. England: Wiley Finance, 2002.

JAFARIZADEH, B. **Financial Factor Models for Correlated Inputs in the Simulation of Project Cash Flows**. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2010; Vol. 75, p. 54–57

- JORION, P. **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**. Chicago: Richard Irwin, 2000. 2nd edition.
- KAPLAN, R., NORTON, D. **A Estratégia em Ação: Balance Scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- LAPONI, J. C. **Projetos de Investimento na Empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora Campus, 2007.
- LAW, A. M., KELTON, W. D. **Simulation Modeling and Analysis**. New York: MacGraw-Hill, 2000. 3^a edição.
- LOCATELLI, G., MANCINI, M. **Small-Medium Sized Nuclear Coal and Gas Power Plant: A Probabilistic Analysis of their Financial Performances and Influence of CO₂ Cost**. Energy Policy. 2010; Vol. 38, p. 6360-6374.
- LOPES, J. **O Fazer do Trabalho Científico em Ciências Sociais Aplicadas**. Pernambuco: Editora UFPE, 2006.
- MARKOWITZ, H. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance. 1952; Vol. 7, Nº 1, p. 77-91.
- METROPOLIS, N. **The Beginning of the Monte Carlo Method**. Los Alamos Science, 1987; Vol. 15, 122-143.
- MOORE, J., WEATHERFORD, L. R. **Tomada de Decisão em Administração com Planilhas Eletrônicas**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2006. 6^a edição.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- MUN, J. **Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Simulation, Strategic Real Options, Stochastic Forecasting and Portfolio Optimization**. New Jersey: Wiley Finance, 2010. Second Edition.
- NETO, A. A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 4^a edição.
- NEVES, C. **Análise de Investimentos: Projetos Industriais e Engenharia Econômica**. Rio de Janeiro: Zahr Editores, 1981.
- ROCHA, A. **A nova indústria naval brasileira**. SINAVAL, Rio de Janeiro, 2011.
- ROSAS, R. **Sete Brasil Assume Contratação de Sondas de Perfuração para Petrobrás**. Valor Econômico, São Paulo, 11 fev. 2011.
- ROSS, S. A., WESTERFIELD, R. W., JAFFE, J. F. **Administração Financeira: Corporate Finance**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SHIMIZU, T. **Simulação Digital em Computador**. São Paulo: Editora USP, 1975.
- SILVA, E. M., SILVA, E. M., GONÇALVES, V., MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional: Para os Cursos de Economia, Administração e Ciências Contábeis**. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 3^a edição.

- SINAVAL, **A Indústria da Construção Naval e o Desenvolvimento Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2010c.
- SINAVAL, **Cenário da Construção Naval Brasileira**. Rio de Janeiro, 2011b.
- SINAVAL, **Cenário do 2º Trimestre de 2011**. Rio de Janeiro, 2011c.
- SINAVAL, **Histórico Resumido da Indústria de Construção Naval no Brasil**. Rio de Janeiro, 2010b.
- SINAVAL, **Indústria Naval Nacional: Situação e Perspectivas**. Navalshore 2011. Rio de Janeiro, 2011a.
- SINAVAL, **Prioridades do FMM em 2011**. Rio de Janeiro, 2011d.
- SINAVAL, **Resultados da Indústria Naval Brasileira 2010**. Rio de Janeiro, 2010a.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Gestão de Risco de Mercado: Metodologias Financeira e Contábil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007. 1ª edição.
- STUPELLO, B., CARDOSO, J. S. L., ANDERSON, V. L. **Desenvolvimento e Aplicação de Método para Definição da Estrutura de Produto de um Navio Tanque (SUEZMAX) com Aplicação de Planejamento, Programação e Controle da Produção num Estaleiro**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, 2007.
- TOSTES, F. P. **Gestão de Risco de Mercado: Metodologias Financeira e Contábil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007. 1ª edição.
- TRANSPETRO. **Pesquisa no site**. Acesso em julho/2011.
- STEEL BUSINESS BRIEFING < <http://www.steelbb.com>>. **Pesquisa no site**. Acesso em julho/2011.
- VLAAR, P. J. G. **Value at Risk Models for Dutch Bond Portfolios**. Journal of Banking & Finance. 2000; Vol. 27, p. 1131-1154.
- VOSE, D. **Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling**. Oxford: Wiley Finance, 1996.
- YIN, R. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. São Paulo: Bookman Editora, 2005. 5ª edição.

APÊNDICE 1

GRUPOS DE INSUMOS

CUSTOS DIRETOS DE PRODUÇÃO	
A	ESTRUTURA

A.1 Material

Cód.	Descrição
A.1.1	Chapa grau "A"
A.1.2	Chapa grau especial
A.1.3	Perfis laminados
A.1.4	Perfis T
A.1.5	Fundidos (cadaste, bosso e leme)
A.1.6	Golas de escovem

B	MÁQUINAS
----------	-----------------

B.1 Propulsão

Cód.	Descrição
B.1.1	Motor principal
B.1.2	Eixo (propulsor + intermediário)
B.1.3	Eixo propulsor sobressalente
B.1.4	Tubo telescópico
B.1.5.A	Buchas do tupo telescópico
B.1.5.B	Mancais do eixo
B.1.6	Sistema de selagem do tipo ecológico
B.1.7	Hélice
B.1.8	Hélice sobressalente
B.1.9	Porcas da hélice
B.1.10	Resina para calçamento de motores e mancais
B.1.11	Dispositivo do aterramento do eixo tipo "sup ring"
B.1.12	Sistema de controle do MCP

B.2 Geração de energia elétrica

Cód.	Descrição
B.2.1	Grupo diesel gerador principal
B.2.2	Grupo diesel gerador de emergência

B.2.3	Outros
-------	--------

B.3 Equipamentos de praças de máquinas

Cód.	Descrição
B.3.1	Caldeiras
B.3.2	Economizador
B.3.3	Sistema de controle de caldeiras
B.3.4	Compressores de ar de serviços gerais
B.3.5	Compressores de ar de controle
B.3.6	Compressores de ar de emergência
B.3.7	Garrafas de ar comprimido
B.3.8	Desumificadores de ar de controle
B.3.9	Compressores e garrafas de ar de partida
B.3.10	Purificadores + Bombas + Aquecedores
B.3.11	Sistema central de resfriamento
B.3.12	Resfriadores do tipo placa
B.3.13	Resfriadores do tipo feixe tubular
B.3.14	Aquecedor de água doce das camisas do MCP
B.3.15	Aquecedor de óleo do tipo feixe tubular
B.3.16	Bombas centrífugas
B.3.17	Parafusos / monufusos
B.3.18	Bombas alternativas
B.3.19	Separador de água e óleo
B.3.20	Unidade de alimentação de OC para MCAs
B.3.21	Sistema de esgoto sanitário a vácuo
B.3.22	Sistema de hidrofóro de água destilada
B.3.23	Equipamento de oficinas de máquinas
B.3.24	Equipamentos de oficina elétrica
B.3.25	Ventiladores e exaustores da PM
B.3.26	Turbinas das bombas de carga
B.3.27	Fluxômetros de OC
B.3.28	Viscosímetros
B.3.29	Estação de oxi-acetileno
B.3.30	Incinerador de borra e lixo
B.3.31	Grupo destilatório
B.3.32	Condensador a vácuo
B.3.33	Condensador atmosférico
B.3.34	Salinômetro, detector de óleo, acessórios dos condensadores
B.3.35	Isolamento térmico de redes e tanques
B.3.36	Filtros automáticos do MCP (OC e OL)
B.3.37	Sistema de medição de nível de tanques da PM
B.3.38	Descarga de gases

B.4 Equipamentos de casa de bombas

Cód.	Descrição
B.4.1	Bombas de carga
B.4.2	Sistema de controle das bombas de carga
B.4.3	Bombas de lastro
B.4.4	Bombas de dreno
B.4.5	Edutores de carga
B.4.6	Eduador sobressalente
B.4.7	Edutores de lastro
B.4.8	Aquecedor de limpeza
B.4.9	Edutores de esgoto
B.4.10	Filtros
B.4.11	Exaustores da casa de bombas

B.5 Equipamentos de carga, lastro e limpeza de tanques

Cód.	Descrição
B.5.1	Sistema de gás inerte e desgaseificação
B.5.2	Exaustores de desgaseificação dos tanques de carga e lastro com acessórios
B.5.3	Sistema hidráulico de controle remoto de válvulas
B.5.4	Sistema de medição de nível, pressão e temperatura dos tanques de carga
B.5.5	Sistema de medição de nível dos tanques de lastro
B.5.6	Sistema de alarme de nível independente (98%) dos tanques de carga
B.5.7	Sistema de medição de calado, trim e banda
B.5.8	Detector de interface água/óleo
B.5.9	Máquina de limpeza de tanques
B.5.10	Sistema de monitoração de descarga de água oleosa (ODME)
B.5.11	Válvula de vácuo-pressão nos tanques de carga e sobras
B.5.12	Suspiros nos tanques de lastro
B.5.13	Válvulas herméticas 2" + Cabeças de sondagem tipo fechado com trenas
B.5.14	Ruptor de vácuo-pressão
B.5.15	Sistema de detecção de gás nos tanques de lastro e casa de bombas
B.5.16	Calculador de esforços
B.5.17	Analizador de O ₂ + Unidade de amostra
B.5.18	Explosímetro / Detector de HC

B.6 Equipamentos de superestrutura e acomodações

Cód.	Descrição
B.6.1	Sistema de ar condicionado central + CCM
B.6.2	Unidade frigorífica de provisões
B.6.3	Equipamentos de copa e cozinha
B.6.4	Equipamentos de lavanderia
B.6.5	Equipamentos de enfermaria
B.6.6	Ventiladores e exaustores de compartimentos e paióis
B.6.7	Dampers automáticos
B.6.8	Outros

B.7 Equipamentos de governo

Cód.	Descrição
B.7.1	Máquina do leme e mancal de escora
B.7.2	Madre do leme e pino
B.7.3	Tubo telescópico, buchas do leme e parafusos de acoplamento
B.7.4	Leme (estrutura)

B.8 Equipamentos de fundeio, atracação e reboque

Cód.	Descrição
B.8.1	Molinetes combinados com guinchos
B.8.2	Guinchos de amarração
B.8.3	Unidades hidráulicas, tanques, painéis e acessórios
B.8.4	Âncora
B.8.5	Âncora sobressalente
B.8.6	Amarras
B.8.7	Cabos de aço de amarração com braçalote (200m)
B.8.8	Cabos de nylon 12" para manobra (8 x 200m + 2 x 100m)
B.8.9	Cabos de aço de segurança (100m) + sarrilho
B.8.10	Buzinas e rodetes
B.8.11	Cabeços, buzinas e rodetes especiais (BC)
B.8.12	Mordenete de proa para monoboia
B.8.13	Sistema de reboque de emergência

B.9 Equipamentos de movimentação de carga

Cód.	Descrição
B.9.1	Guindaste de mangotes de carga (20T)
B.9.2	Guindaste de provisões
B.9.3	Guindaste de embarque de pessoal
B.9.4	Turcos e tripés diversos
B.9.5	Motores pneumáticos
B.9.6	Monovias e talhas diversas
B.9.7	Ponte rolante da PM

B.10 Inventário de máquinas

Cód.	Descrição
B.10.1	Inventário de máquinas

C REDES E TUBULAÇÕES**C.1 Material**

Cód.	Descrição
C.1.1	Tubos e curvas prontas de aço preto
C.1.2	Tubos e curvas prontas de aço inoxidável (A316L)
C.1.3	Tubos e curvas prontas de liga latão alumínio (inclui serpentinas de aquecimento dos tanques de carga)
C.1.4	Tubos e curvas prontas de aço galvanizado
C.1.5	Tubos e acessórios de GRP
C.1.6	Tubos plásticos especiais
C.1.7	Tubos tipo multitubos
C.1.8	Tubos e acessórios de cobre ("tracers", instrumentação, água quente e frigorífica)
C.1.9	Tubos e acessórios tipo ermeto

C.2 Acessórios

Cód.	Descrição
C.2.1	Válvulas (inclui acessórios de rede)
C.2.2	Válvulas de controle automático de nível, temperatura e pressão
C.2.3	Filtros de água, OC e OL
C.2.4	Juntas de expansão
C.2.5	Flanges, parafusos e juntas
C.2.6	Purgadores automáticos, torneiras de dreno, visores, manômetros, termômetros e vacuômetros

C.2.7	Plaquetas de identificação
C.2.8	Suportes de grampos de fixação
C.2.9	Revestimento de polietileno
C.2.10	Aterramento

D ELETRICIDADE

D.1 Material

Cód.	Descrição
D.1.1	Cabos Elétricos
D.1.2	Acessórios de fixação
D.1.3	Calhas e suportes
D.1.4	Caixas de passagem de aço
D.1.5	Eletrodutos

D.2 Equipamentos de eletricidade

Cód.	Descrição
D.2.1	Quadro elétrico principal
D.2.2	Quadro elétrico de emergência
D.2.3	Painéis de distribuição
D.2.4	Demarradores
D.2.5	Painel de teste (QET)
D.2.6	Painel de energia de terra
D.2.7	Transformadores
D.2.8	Baterias / Carregador de baterias
D.2.9	Luminária e acessórios
D.2.10	Chaves, tomadas e caixas de ligação e de passagem
D.2.11	Projetores (iluminação de convés)
D.2.12	Inventário de elétrica
D.2.13	Aquecedores de ambiente

D.3 Comunicação interna e externa

Cód.	Descrição
D.3.1	Rádio telefone VHF (GMDSS)
D.3.2	Console de rádio MF/HF A3 (GMDSS)
D.3.3	Baterias e carregador do GMDSS
D.3.4	Receptor navitex (GMDSS)
D.3.5	Rádios VHF portáteis marítimos (GMDSS)
D.3.6	INMARSAT Fleet 77 (GMDSS)

D.3.7	EPIRB (GMDSS)
D.3.8	SART (GMDSS)
D.3.9	Facsímile Meteorológico
D.3.10	Rádios portáteis VHF (intrinsecamente seguros)
D.3.11	Telefones automáticos
D.3.12	Telefones auto-excitados (cargas)
D.3.13	Telefones auto-excitados (máquinas)
D.3.14	Fonoclamas de manobras
D.3.15	Sistema de difusão sonora
D.3.16	Recepção e distribuição interna de TV e DVD
D.3.17	Antena coletiva AM/FM
D.3.18	Circuito interno de TV (CCTV)

D.4 Elétricos e eletrônicos de navegação

Cód.	Descrição
D.4.1	Sistema de governo do leme e piloto automático
D.4.2	Indicador do ângulo do leme
D.4.3	Transmissor de taxa de giro (rate of turn)
D.4.4	Transmissor de RPM do hélice
D.4.5	Agulha giroscópica
D.4.6	Agulha magnética / transmissor
D.4.7	Radares ARPA/ATA (banda "X" e "S")
D.4.8	Odômetro de fundo (dois eixos)
D.4.9	Ecobatímetro
D.4.10	Anemômetro
D.4.11	Sistema de posicionamento global diferenciado (DGPS)
D.4.12	Vigia rotativa
D.4.13	Limpador de para-brisa
D.4.14	Gravador de dados de viagem (VDR)
D.4.15	Sistema de identificação automática (AIS)
D.4.16.A	Sistema de alerta de segurança do navio (SSAS)
D.4.16.B	Sistema ECDIS/VMS
D.4.17	Sistema de recepção sonora para passadiço fechado
D.4.18	Holofotes de busca
D.4.19	Holofotes para operação na BC
D.4.20	Luzes de navegação e sinalização
D.4.21	Lâmpada de sinalização diurna (ALDIS)
D.4.22	Luz morse de sinalização
D.4.23	Apitos elétricos
D.4.24	Consoles de passadiço
D.4.25	Sistemas de relógios eletrônicos mestres e escravos
D.4.26	Concentrador de alarmes de passadiço

D.4.27	Inventário de navegação
--------	-------------------------

D.5 Sistemas de automação

Cód.	Descrição
D.5.1	Sistema de supervisão e controle (SSC)
D.5.2	Sistema de controle automático dos geradores e do QUEP
D.5.3	Sistema de controle automático do DGE e do QEE
D.5.4	Sistema de controle das bombas de carga
D.5.5	Consoles do CCM
D.5.6	Consoles do CCC

D.6 Mão de Obra e Serviços Sub-Contratados (Nacional)

Cód.	Descrição
D.6.1	Total estimado homem-hora diretos para fabricação D.1 a D.4

E ACESSÓRIOS DE CASCO E CONVÉS

E.1 Acessórios de Casco

Cód.	Descrição
E.1.1	Jazentes, bases e suportes, plataformas, escadas e passarelas (inc. estrados)
E.1.2	Portas de aço de estanques
E.1.3	Portas de visitas de estanques
E.1.4	Passarelas para inspeção em tanques de carga e lastro
E.1.5	Prateleiras do paiol do mestre e compartimento da máquina do leme e paióis de convés
E.1.6	Alboios e escotilhões
E.1.7	Domos de acesso aos tanques de carga e lastro
E.1.8	Borda-falsa
E.1.9	Balaustradas (inc. caminho seguro do convés)
E.1.10	"Pipe rack"
E.1.11	Tanques não-estruturais
E.1.12	Dutos de ventilação estruturais, não-estruturais e girotubos
E.1.13	Escadas de portal
E.1.14	Escadas de práctico
E.1.15	Prancha de embarque
E.1.16	Estrados da praça de máquinas
E.1.17	Janelas e vigias
E.1.18	Bandejas (manifolds de carregamento, tanques da PM, etc)
E.1.19	Acessórios e marcação para pouso de helicópteros

E.1.20	Mastro de vante e do radar
E.1.21	Capas de proteção

E.2 Equipamentos de segurança e salvatagem

Cód.	Descrição
E.2.1	Sistema fixo de combate a incêndio por CO2 (PM, CCM, Compto. purificadores, casa de bombas)
E.2.2	Sistema local de combate a incêndio por CO2 (paiol de tintas e caixão de ar de lavagem do MCP)
E.2.3	Sistema local de combate a incêndio por CO2 conjugado com damper de ventilação na coifa da cozinha e fritadeira
E.2.4	Sistema de combate a incêndio por névoa de água para PM
E.2.5	Sistema fixo de espuma (gerador de espuma, canhões e mangueiras no convés)
E.2.6	Sistema de detecção de incêndio
E.2.7	Sistema de incêndio, esgoto e serviços gerais (inc. hidrantes, mangueiras, esguichos e equipamentos portáteis)
E.2.8	Bomba de incêndio de emergência
E.2.9	Alarmes internos e paradas de emergência (disparo, CO2, incêndio, homem morto, detecção de gás)
E.2.10	Extintores portáteis
E.2.11	Equipamentos de controle da ECI
E.2.12	Equipamentos de bombeiro / EEBD / manta para cozinha / roupas de imersão
E.2.13	Baleeiras e turcos
E.2.14	Bote de resgate e turco
E.2.15	Balsas salva-vidas e bóias
E.2.16	Coletes salva-vidas e bóias
E.2.17	Artefatos pirotécnicos
E.2.18	Aparelho lança retinida com compressor para recarga
E.2.19	Dotação de baleeira
E.2.20	Inventário do casco

E.3 Equipamentos de navegação

Cód.	Descrição
E.3.1	Barômetro aneróide
E.3.2	Binóculo prismático
E.3.3	Clinômetro pendular
E.3.4	Compassos, esquadros, réguas
E.3.5	Gongo
E.3.6	Megafone portátil
E.3.7	Psicômetro
E.3.8	Sinos

E.3.9	Termômetro máximo / mínimo
E.3.10	Buzina de cerração

F ACABAMENTOS DE ACOMODAÇÕES

F.1 Materiais

Cód.	Descrição
F.1.1	Anteparas, divisórias, portas internas, tetos de classe "B" e perfis
F.1.2	Pisos cerâmicos, plásticos e vinílicos
F.1.3	Isolamento termo-acústico
F.1.4	Mobiliário e decoração
F.1.5	Maquete

G TRATAMENTO E PINTURA

G.1 Material

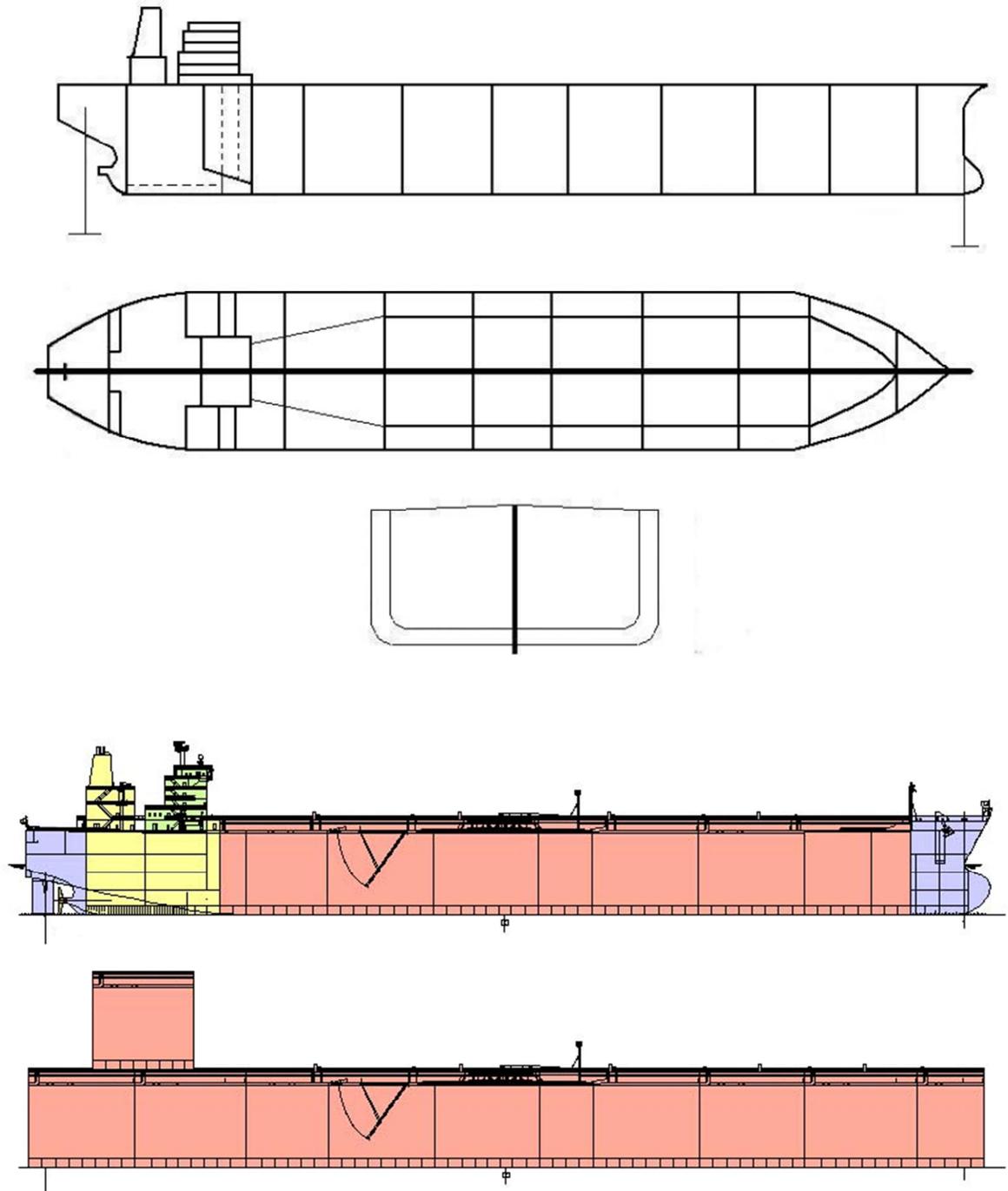
Cód.	Descrição
G.1.1	Tintas e solventes
G.1.2	Galvanização
G.1.3	Aluminização

G.2 Sistemas Especiais

Cód.	Descrição
G.1.1	Proteção catódica de casco e tanques (anodos de zinco)
G.1.2	Sistema anti incrustante (anodos)
G.1.3	Corrente impressa

ANEXO 1

ESTRUTURA SUEZMAX



Fonte: Stupello et al. (2007)

ANEXO 2

**SÉRIES DE PREÇO DO AÇO NO BRASIL, AMÉRICA DO NORTE, CHINA,
LESTE ASIÁTICO E PREÇO MÉDIO – US\$**

Data	Brasil	Am. do Norte	China	Leste Asiático	Média
jan/07	700,00	760,00	502,00	530,00	623,00
fev/07	795,00	760,00	508,00	540,00	650,75
mar/07	795,00	780,00	510,50	585,00	667,63
abr/07	915,00	810,00	531,50	610,00	716,63
mai/07	915,00	810,00	538,50	620,00	720,88
jun/07	925,00	810,00	541,50	620,00	724,13
jul/07	925,00	790,00	545,50	600,00	715,13
ago/07	985,00	790,00	612,50	635,00	755,63
set/07	975,00	790,00	624,50	660,00	762,38
out/07	960,00	785,00	629,50	670,00	761,13
nov/07	960,00	785,00	673,50	685,00	775,88
dez/07	1.040,00	760,00	687,00	735,00	805,50
jan/08	1.200,00	785,00	720,50	775,00	870,13
fev/08	1.200,00	855,00	756,50	855,00	916,63
mar/08	1.295,00	930,00	844,50	920,00	997,38
abr/08	1.290,00	1.140,00	853,50	975,00	1.064,63
mai/08	1.345,00	1.160,00	932,00	1.025,00	1.115,50
jun/08	1.515,00	1.310,00	978,00	1.175,00	1.244,50
jul/08	1.565,00	1.365,00	987,50	1.125,00	1.260,63
ago/08	1.565,00	1.450,00	883,00	1.025,00	1.230,75
set/08	1.522,50	1.450,00	782,50	925,00	1.170,00
out/08	1.289,50	1.450,00	621,50	715,00	1.019,00
nov/08	1.285,00	1.325,00	607,50	575,00	948,13
dez/08	1.197,50	1.080,00	547,00	535,00	839,88
jan/09	1.230,00	895,00	559,50	555,00	809,88
fev/09	1.216,00	845,00	534,00	545,00	785,00
mar/09	1.188,50	741,50	512,00	520,00	740,50
abr/09	1.209,50	684,00	473,50	485,00	713,00
mai/09	925,50	637,50	502,00	465,00	632,50
jun/09	1.037,00	645,00	508,50	505,00	673,88
jul/09	1.095,50	685,00	532,50	535,00	712,00
ago/09	1.071,50	631,00	552,50	580,00	708,75
set/09	1.040,50	590,00	498,00	565,00	673,38
out/09	1.171,50	630,00	519,50	540,00	715,25
nov/09	1.344,00	625,00	522,00	540,00	757,75
dez/09	1.328,00	580,00	567,50	545,00	755,13
jan/10	1.322,50	616,50	571,00	585,00	773,75
fev/10	1.300,00	680,00	572,50	585,00	784,38
mar/10	1.328,00	720,00	619,00	660,00	831,75

abr/10	1.631,00	755,00	714,50	700,00	950,13
mai/10	1.632,00	790,00	711,00	665,00	949,50
jun/10	1.648,50	790,00	651,00	665,00	938,63
jul/10	1.638,50	780,00	612,50	645,00	919,00
ago/10	1.647,50	770,00	644,50	670,00	933,00
set/10	1.582,50	765,00	665,50	680,00	923,25
out/10	1.595,50	746,50	669,50	660,00	917,88
nov/10	1.569,00	735,00	680,00	660,00	911,00
dez/10	1.487,50	766,50	719,50	670,00	910,88

Fonte: Steel Business Briefing

ANEXO 3

SÉRIES HISTÓRICA DO ÍNDICE DE PREÇO AO PRODUTOR AMPLO - IPA

Data	Índice	Variação
jan/07	340,5370	0,0258
fev/07	340,2020	0,0254
mar/07	340,8940	0,0269
abr/07	343,7440	0,0286
mai/07	345,7240	0,0255
jun/07	345,4220	0,0238
jul/07	345,3850	0,0203
ago/07	347,4870	0,0265
set/07	348,9000	0,0314
out/07	350,3380	0,0333
nov/07	351,7850	0,0338
dez/07	355,3270	0,0434
jan/08	358,4610	0,0537
fev/08	361,2970	0,0599
mar/08	364,6790	0,0609
abr/08	371,1180	0,0735
mai/08	379,0130	0,0972
jun/08	385,4230	0,1159
jul/08	390,5810	0,1240
ago/08	393,9450	0,1291
set/08	396,9720	0,1331
out/08	404,3370	0,1494
nov/08	404,3180	0,1379
dez/08	401,3800	0,1197

Data	Índice	Variação
jan/09	396,7200	0,0980
fev/09	395,5690	0,0847
mar/09	390,9950	0,0536
abr/09	388,7450	0,0257
mai/09	387,5000	0,0054
jun/09	383,7510	-0,0175
jul/09	381,1120	-0,0326
ago/09	381,4770	-0,0390
set/09	383,8870	-0,0506
out/09	383,7980	-0,0508
nov/09	383,5280	-0,0445
dez/09	383,5890	-0,0331
jan/10	388,8420	-0,0170
fev/10	394,0900	0,0079
mar/10	393,8990	0,0133
abr/10	395,5430	0,0208
mai/10	406,0610	0,0581
jun/10	407,7810	0,0700
jul/10	409,7410	0,0741
ago/10	415,4710	0,0823
set/10	416,7470	0,0858
out/10	418,3750	0,0909
nov/10	421,5160	0,0989
dez/10	422,4360	0,0864

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

ANEXO 4

SÉRIES HISTÓRICA DO ÍNDICE NACIONAL DE CUSTO DA CONSTRUÇÃO
- INCC

Data	Índice	Varição
jan/07	344,9430	0,0496
fev/07	345,6820	0,0497
mar/07	346,6170	0,0488
abr/07	348,1940	0,0398
mai/07	352,2040	0,0424
jun/07	355,4560	0,0470
jul/07	356,5450	0,0478
ago/07	357,4670	0,0493
set/07	359,2760	0,0525
out/07	361,1020	0,0554
nov/07	362,4030	0,0553
dez/07	364,5250	0,0568
jan/08	365,9060	0,0585
fev/08	367,3820	0,0599
mar/08	369,8120	0,0621
abr/08	373,0310	0,0591
mai/08	380,5820	0,0707
jun/08	387,9060	0,0880
jul/08	393,5560	0,1010
ago/08	398,2020	0,1083
set/08	401,9750	0,1132
out/08	405,0900	0,1178
nov/08	407,1090	0,1168
dez/08	407,8070	0,1145

Data	Índice	Varição
jan/09	409,1660	0,1137
fev/09	410,2620	0,1094
mar/09	409,2160	0,0970
abr/09	409,0420	0,0748
mai/09	414,7420	0,0692
jun/09	417,6570	0,0612
jul/09	418,7570	0,0516
ago/09	418,5280	0,0412
set/09	419,1470	0,0347
out/09	419,4050	0,0302
nov/09	420,6350	0,0315
dez/09	421,0510	0,0290
jan/10	423,7400	0,0329
fev/10	425,2680	0,0392
mar/10	428,4760	0,0475
abr/10	432,0790	0,0418
mai/10	439,9140	0,0533
jun/10	444,7180	0,0620
jul/10	446,6880	0,0673
ago/10	447,2960	0,0672
set/10	448,2220	0,0687
out/10	449,1030	0,0677
nov/10	450,7630	0,0706
dez/10	453,7660	0,0709

Fonte: Fundação Getúlio Vargas

ANEXO 5

SÉRIES HISTÓRICA DO DEPÓSITO INTERFINANCEIRO - CDI

Data	Mês	Ano
jan/07	0,0108	0,137582
fev/07	0,0087	0,109543
mar/07	0,0105	0,133537
abr/07	0,0094	0,118818
mai/07	0,0102	0,129506
jun/07	0,009	0,11351
jul/07	0,0097	0,122815
ago/07	0,0099	0,125487
set/07	0,008	0,100339
out/07	0,0092	0,116161
nov/07	0,0084	0,10559
dez/07	0,0084	0,10559
jan/08	0,009216	0,116374
fev/08	0,007948	0,099658
mar/08	0,008383	0,105366
abr/08	0,00898	0,113245
mai/08	0,00871	0,109675
jun/08	0,009482	0,11991
jul/08	0,01064	0,135423
ago/08	0,010128	0,12854
set/08	0,010983	0,140056
out/08	0,011739	0,150329
nov/08	0,00996	0,12629
dez/08	0,01111	0,141776

Data	Mês	Ano
jan/09	0,010427	0,132555
fev/09	0,008527	0,107262
mar/09	0,009665	0,122348
abr/09	0,008356	0,105011
mai/09	0,007664	0,095945
jun/09	0,007514	0,093989
jul/09	0,00784	0,098245
ago/09	0,006914	0,086197
set/09	0,006915	0,08621
out/09	0,006912	0,086171
nov/09	0,00659	0,08201
dez/09	0,007238	0,090398
jan/10	0,006582	0,081907
fev/10	0,005925	0,073463
mar/10	0,007569	0,094706
abr/10	0,006639	0,082642
mai/10	0,0075	0,093807
jun/10	0,007908	0,099134
jul/10	0,008592	0,108119
ago/10	0,008863	0,111697
set/10	0,008445	0,106182
out/10	0,008056	0,101072
nov/10	0,008056	0,101072
dez/10	0,009271	0,117104

Fonte: Ipeadata