

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CENTRO TECNOLÓGICO

**Uma Análise da Cadeia Logística de Suprimento da  
Indústria de Petróleo Utilizando a Técnica de  
Simulação – Uma Aplicação ao Sistema Bacia de  
Campos – Refinaria de Araucária**

**Fernando José Lopes Borges**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Florianópolis  
Santa Catarina – Brasil  
Novembro de 2000

# Uma Análise da Cadeia Logística de Suprimento da Indústria de Petróleo Utilizando a Técnica de Simulação - Uma Aplicação ao Sistema Bacia de Campos – Refinaria de Araucária

Fernando José Lopes Borges

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de --

## MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de novembro de 2000



---

**Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.**

Coordenador do curso

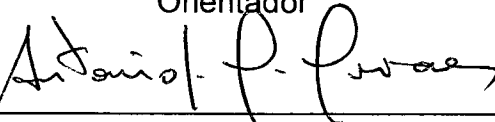
Banca Examinadora:



---

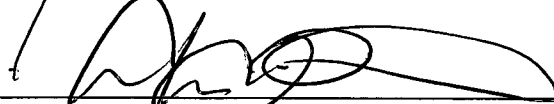
**Prof. Rui Carlos Botter, Dr.**

Orientador



---

**Prof. Titular Antônio Galvão Novaes, Dr.**



---

**Engº. Celso Luiz Silva Pereira de Souza, Dr.**

## **Dedico este trabalho especialmente**

**A Deus que tem inspirado o meu querer  
e me dado a força necessária para realizá-lo.**

**À minha esposa Gladys pela compreensão e  
paciência durante todo este tempo.**

**Aos meus filhos Estevan e Fernanda dos quais  
roubei alguns momentos importantes.**

## Agradecimentos

A todos os Borges e Rodriguez que têm me ajudado muito todos estes anos;

Ao Professor Rui Botter, pelas suas valiosas orientações e pelo seu constante estímulo e presença durante todas as etapas deste trabalho;

À PETROBRÁS, pela oportunidade concedida e pela riqueza de experiências que tenho vivenciado durante todos esses anos de trabalho;

Aos membros da banca examinadora, o Prof. Novaes e o Eng<sup>o</sup>. Celso Luiz, por suas contribuições e pela disposição imediata em participar;

Ao Professor Carlos Taboada, pela sua dedicação ao curso, pelas suas contribuições e pelo seu incentivo pessoal;

Aos amigos Amauri e Marcus Moacyr pelas idéias sugeridas e pelas críticas;

Aos colegas da Gerência de Programação Operacional da PETROBRÁS, com quem tenho aprendido muito estes anos, pela sua tolerância, profissionalismo, incentivo e colaboração;

Aos amigos do almoço, pelo ambiente positivo e pelo sincero desejo de sucesso;

A todos os colegas da turma PETROBRÁS I, pelo rico período de convivência.

## **CANTO ARENA**

*Silvio Rodriguez*

*Hoy continué tomando rumbo a **mi región**  
**Clavando señas, descifrando encrucijadas**  
Mi cuerpo sigue practicando su cuestión:  
Cruje mi hueso y se **hace la palabra.....***

*Por eso canto **ARENA,**  
Roca que luego es multitud del agua buena,  
Y canto espuma,  
Cresta que cuando logra ser ya no es ninguna.*

*Hoy continué **domesticando la razón**  
Llena de asombro ante el día sucedido:...  
Poco me importa dónde rompa mi estación,  
Sí cuando rompe está **rompiendo lo imposible.***

# SUMÁRIO

<b><u>LISTA DE FIGURAS</u></b> .....	i
<b><u>LISTA DE SIGLAS E TERMOS ESPECÍFICOS</u></b> .....	iv
<b><u>LISTA DE TABELAS</u></b> .....	v
<b><u>RESUMO</u></b>	
<b><u>ABSTRACT</u></b>	
<b><u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u></b> .....	1
1.1. Apresentação do Problema.....	1
1.2. Importância e Justificativa de Estudo.....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	3
<b><u>CAPÍTULO 2 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA</u></b> .....	5
2.1. O Suprimento de Petróleo na PETROBRÁS.....	5
2.1. A Escolha do Corte: Bacia de Campos – Terminal de Angra dos Reis – Terminal de São Francisco do Sul – Refinaria de Araucária.....	7
2.2.1. Bacia de Campos .....	8
2.2.2. O Terminal de Angra dos Reis.....	9
2.2.3. O Terminal de São Francisco do Sul.....	12
2.2.4. A Refinaria de Araucária – REPAR.....	13
2.2.5. O Terminal de São Sebastião.....	15
2.2.6. Frentes de Importação de Petróleo.....	15
2.2.7. A Programação Operacional do Suprimento de Petróleo.....	15
2.3. Principais Objetivos de Pesquisa.....	16
<b><u>CAPÍTULO 3 - A LOGÍSTICA NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO</u></b> .....	17
3.1. A Logística Empresarial.....	17
3.2. O Conceito de Custo Total.....	20
3.3. Nível de Serviço Logístico.....	22

3.4. Prazo Logístico.....	24
3.5. A Logística na Indústria de Petróleo.....	25
3.5.1. O Contexto Atual e As Novas Estratégias Empresariais.....	25
3.5.2. As Práticas Atuais da Logística na Indústria de Petróleo.....	27

#### **CAPÍTULO 4 - A SIMULAÇÃO DE SISTEMAS**..... 33

4.1. Introdução.....	33
4.2. Origens, Evolução e Aplicações da Simulação.....	34
4.3. A Evolução das Linguagens de Simulação.....	35
4.4. A Linguagem ARENA.....	36
4.5. Vantagens e Desvantagens da Simulação.....	37
4.6. Modelos de Simulação.....	38
4.6.1. Tipos de Modelos.....	38
4.6.2. Elementos da Simulação.....	40
4.7. O Processo da Simulação.....	41
4.8. A Simulação em Sistemas Logísticos.....	42
4.9. Resumo do Capítulo.....	43

#### **CAPÍTULO 5 - MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO**..... 45

5.1. Introdução.....	45
5.2. Formulação Conceitual do Modelo.....	45
5.2.1. Introdução.....	45
5.2.2. Bacia de Campos – Campo do Tipo I.....	46
5.2.3. Bacia de Campos – Campo do Tipo II.....	48
5.2.4. Bacia de Campos – Campo do Tipo III.....	49
5.2.5. O Terminal de Angra dos Reis.....	51
5.2.6. O Terminal de São Francisco do Sul.....	54
5.2.7. A Refinaria de Araucária.....	56
5.2.8. Importação de Petróleo.....	57
5.2.9. O Terminal de São Sebastião.....	58
5.2.10. Área de Programação I.....	59
5.2.11. Área de Programação II.....	59
5.3. Projeto Experimental Preliminar.....	61
5.3.1. Introdução.....	61
5.3.2. Custos Logísticos.....	61

5.3.2.1.	Introdução.....	61
5.3.2.2.	Custos com Transporte .....	61
5.3.2.3.	Custos com Imobilização de Estoques.....	62
5.3.2.4.	Custos com Perdas.....	63
5.3.2.5.	Custo Total do Sistema Logístico.....	64
5.3.3.	Receita Total do Sistema Logístico.....	64
5.3.4.	Margem Total do Sistema Logístico.....	65
5.3.5.	Níveis de Serviço do Sistema Logístico.....	65
5.3.5.1.	Nível de Serviço Oferecido ao Refino.....	65
5.3.5.2.	Nível de Serviço Oferecido ao E&P.....	66
5.3.5.3.	Nível de Serviço Global do Sistema Logístico.....	68
5.3.6.	Prazo Logístico.....	68
5.3.6.1.	Introdução.....	68
5.3.6.2.	Prazo Logístico nos Campos do Tipo II.....	68
5.3.6.3.	Prazo Logístico nos Campos do Tipo I e III.....	69
5.3.6.4.	Prazo Logístico no Terminal de Angra dos Reis.....	70
5.3.6.5.	Prazo Logístico no Terminal de São Francisco do Sul.....	71
5.3.6.6.	Prazo Logístico na Refinaria de Araucária.....	71
5.3.6.7.	Prazo Logístico do Petróleo em Trânsito.....	73
5.3.6.8.	Prazo Logístico do Petróleo Fundeado.....	74
5.3.6.9.	Prazo Logístico Total.....	74
5.3.7.	Comparação Final Entre Alternativas.....	75
5.4.	Preparação dos Dados de Entrada.....	75
5.4.1.	Introdução.....	75
5.4.2.	Váriáveis Estocásticas do Modelo.....	76
5.4.2.1.	Produção de Petróleo Diária.....	76
5.4.2.2.	Tempos de Viagem.....	77
5.4.2.3.	Tempos de Atracação.....	78
5.4.2.4.	Condições de Chegada nos Terminais com Monobóias.....	79
5.4.2.5.	Tempos de Espera para Atracação em Monobóias.....	79
5.4.2.6.	Tempos de Espera em Fila para Atracação.....	80
5.4.3.	Parâmetros Econômicos do Modelo.....	80



<b><u>CAPÍTULO 6 - FORMALIZAÇÃO, VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO</u></b>	<b>82</b>
6.1. Introdução.....	82
6.2. Formalização do Modelo para o Programa ARENA.....	82
6.2.1. Campos de Produção do Tipo I.....	82
6.2.1.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	83
6.2.1.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo.....	84
6.2.1.3. Tela de Animação do Campo.....	87
6.2.2. Campos de Produção do Tipo II.....	88
6.2.2.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	88
6.2.2.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo.....	90
6.2.2.3. Tela de Animação do Campo.....	92
6.2.3. Campos de Produção do Tipo III.....	93
6.2.3.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	93
6.2.3.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo.....	95
6.2.3.3. Tela de Animação do Campo.....	97
6.2.4. O Terminal de Angra dos Reis.....	98
6.2.4.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	98
6.2.4.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal .....	100
6.2.3.3. Tela de Animação do Terminal de Angra dos Reis.....	102
6.2.5. O Terminal de São Francisco do Sul.....	103
6.2.5.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	104
6.2.5.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal.....	105
6.2.5.3. Tela de Animação do Terminal de São Francisco do Sul.....	107
6.2.6. A Refinaria de Araucária.....	108
6.2.6.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado.....	108
6.2.6.2. Tela de Animação da Refinaria de Araucária.....	110
6.2.7. O Terminal de São Sebastião.....	111
6.2.8. A Área de Programação I.....	112
6.2.9. A Área de Programação II.....	113
6.2.10. Importação de Petróleo.....	118
6.2.11. Blocos de Controle e Seqüências Auxiliares.....	119
6.3. Verificação, Validação e Testes.....	120

<b><u>CAPÍTULO 7 - EXPERIMENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS</u></b> .....	122
7.1. Projeto Final e Experimentação.....	122
7.1.1. Tempo de Simulação e Número de Replicações.....	122
7.1.2. Premissas Básicas e Alternativas de Operação.....	122
7.2. Análise dos Resultados.....	123
7.2.1. Comparação das Alternativas.....	123
7.2.2. Comparação Entre Formas de Operação da Frota CR1-CP3-CB3-CJ3.....	127
7.2.3. A Relação: Estoque de Petróleo em Número de Dias x Nível de Serviço.....	132
7.2.4. Prazos Logísticos.....	134
7.2.5. Relação Entre Custos Logísticos.....	138
 <b><u>CAPÍTULO 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u></b> .....	 139
8.1. Limitações do Trabalho.....	139
8.2. Conclusões.....	139
8.3. Recomendações .....	142
 <b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b> .....	 144
 <b><u>ANEXO I – DADOS DE ENTRADA DO MODELO</u></b> .....	 148
 <b><u>ANEXO II – LISTA DE VARIÁVEIS DO MODELO</u></b> .....	 152
 <b><u>ANEXO III – RESULTADOS DO EXPERIMENTO 7.2.1</u></b> .....	 162
 <b><u>ANEXO IV – RESULTADOS DO EXPERIMENTO 7.2.2</u></b> .....	 176

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	-	Visão Preliminar do Sistema a Ser Estudado.....	8
Figura 2.2	-	Sistema de Produção de Petróleo Com Navio Cisterna.....	9
Figura 2.3	-	FPSO - P32 Com Navio Aliviador ao Fundo.....	10
Figura 2.4	-	Sistema de Produção de Petróleo Sem Navio Cisterna.....	10
Figura 2.5	-	Pier do Terminal de Angra dos Reis.....	11
Figura 2.6	-	Navio Bicas Atracado em Monobóia Marítima.....	12
Figura 2.7	-	Instalações de Terra do Terminal de São Francisco do Sul.....	13
Figura 2.8	-	A Refinaria de Araucária – REPAR.....	14
Figura 3.1	-	A Logística Integrada.....	18
Figura 3.2	-	A Logística Integrada do “Downstream”.....	19
Figura 3.3	-	O Triângulo Decisório da Logística.....	20
Figura 3.4	-	Relações de “Trade-Offs” Entre Custos Logísticos.....	21
Figura 3.5	-	Metodologia para o Planejamento dos Níveis de Serviço de Um Sistema Logístico.....	22
Figura 3.6	-	A Relação Custo/Benefício de Um Serviço Logístico.....	23
Figura 3.7	-	Compressão do Prazo Logístico.....	25
Figura 4.1	-	Estrutura Hierárquica do ARENA.....	37
Figura 5.1	-	Bacia de Campos – Campo de Produção do Tipo I .....	46
Figura 5.2	-	Seqüência do Navio Aliviador no Campo de Produção Tipo I.....	47
Figura 5.3	-	Bacia de Campos – Campo de Produção do Tipo II.....	48
Figura 5.4	-	Seqüência do Navio Aliviador no Campo de Produção Tipo II.....	49
Figura 5.5	-	Bacia de Campos – Campos de Produção do Tipo III.....	50
Figura 5.6	-	Seqüência do Navio Aliviador no. Campo de Produção Tipo III.....	51
Figura 5.7	-	Terminal de Angra dos Reis – Tanques de Terra .....	51
Figura 5.8	-	Terminal de Angra dos Reis – Tanques de Navio.....	52
Figura 5.9	-	Seqüência dos Navios no Terminal de Angra dos Reis.....	53
Figura 5.10	-	Terminal de São Francisco do Sul – Volumes de Controle.....	55
Figura 5.11	-	Seqüência Básica de Operações do Navio em São Francisco.....	56
Figura 5.12	-	A Refinaria de Araucária – Volume de Controle.....	57
Figura 5.13	-	Seqüência Lógica dos Navios com Importação de Petróleo.....	58
Figura 5.14	-	Seqüência Lógica dos Navios no Terminal de São Sebastião.....	58
Figura 5.15	-	Seqüência Lógica dos Navios na Área de Programação I .....	59
Figura 5.16	-	Seqüência Lógica dos Navios na Área de Programação II .....	60

Figura 5.17	-	Processo de Cálculo do Prazo Logístico nos Campos do Tipo II.....	69
Figura 5.18	-	Processo de Cálculo do Prazo Logístico nos Campos do Tipo I e III.....	70
Figura 5.19	-	Processo de Cálculo do Prazo Logístico no Terminal de Angra dos Reis.....	71
Figura 5.20	-	Processo de Cálculo do Prazo Logístico no Terminal de São Francisco do Sul.....	72
Figura 5.21	-	Processo de Cálculo do Prazo Logístico na REPAR.....	73
Figura 5.22	-	Análise de Aderência de Distribuição Estatística para a Variável Taxa de Produção do Campo de Bonito.....	77
Figura 5.23	-	Análise de Aderência de Distribuição Estatística para a Variável Tempo de Espera em Fila no Terminal de São Sebastião.....	81
Figura 6.1	-	Principais Eventos de Estado do Campo de Roncador.....	83
Figura 6.2	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo de Roncador.....	85
Figura 6.3	-	Tela de Animação do Campo de Roncador.....	87
Figura 6.4	-	Principais Eventos de Estado do Campo de Bicudo.....	89
Figura 6.5	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo de Bicudo.....	90
Figura 6.6	-	Tela de Animação do Campo de Bicudo.....	93
Figura 6.7	-	Principais Eventos de Estado do Campo de Albacora.....	94
Figura 6.8	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo de Albacora .....	95
Figura 6.9	-	Tela de Animação do Campo de Albacora.....	97
Figura 6.10	-	Principais Eventos de Estado do Terminal de Angra dos Reis.....	99
Figura 6.11	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de Angra dos Reis.....	100
Figura 6.12	-	Tela de Animação do Terminal de Angra dos Reis.....	103
Figura 6.13	-	Principais Eventos de Estado do Terminal de São Francisco.....	104
Figura 6.14	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de São Francisco do Sul.....	106
Figura 6.15	-	Tela de Animação do Terminal de São Francisco do Sul.....	107
Figura 6.16	-	Principais Eventos de Estado da Refinaria de Araucária.....	109
Figura 6.17	-	Tela de Animação da Refinaria de Araucária.....	111
Figura 6.18	-	Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de São Sebastião.....	112

Figura 6.19	- Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação I .....	113
Figura 6.20	- Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação II – Parte I .....	114
Figura 6.21	- Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação II - Parte II .....	116
Figura 6.22	- Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação II – Parte III .....	117
Figura 6.23	- Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio Importado.....	118
Figura 6.24	- Principais Blocos de Controle do Modelo .....	119
Figura 6.25	- Principais Seqüências Auxiliares do Modelo.....	120
Figura 7.1	- Receita, Margem e Custos Totais Médios – Comparação de Alternativas.....	125
Figura 7.2	- Distribuições de Frequências da Margem Total .....	126
Figura 7.3	- “Trade-Off”: Custos com Imobilização X Custos com Atracação.....	129
Figura 7.4	- Comparação entre Alternativas – Estoques de Petróleo.....	131
Figura 7.5	- Participação dos Petróleos Marlim e Albacora no Processamento da.....	132
Figura 7.6	- Correlação: NS Refino (Produção) X Dias em Estoque.....	133
Figura 7.7	- Correlação: NS Refino (Estoque Mínimo) X Dias em Estoque.....	134
Figura 7.8	- Comparação dos Prazos Logísticos Médios dos Petróleos.....	136
Figura 7.9	- Variação dos Prazos Logísticos do Petróleo Albacora.....	137
Figura 7.10	- Variação dos Prazos Logísticos do Petróleo Bicudo.....	137
Figura 7.11	- Participação dos Custos Logísticos.....	138

## LISTA DE SIGLAS E TERMOS ESPECÍFICOS

AFRAMAX -	Classe de navio cujo porte permitiu no passado acessar os principais terminais de petróleo da costa africana. Neste trabalho esta classe será denominada de Classe B.
ARENA -	Programa de computador de propriedade da System Modelation, específico para a construção de modelos de simulação.
BSW -	“Bottom Sediment and Water” – teor de água e sedimentos emulsionados no petróleo, expresso em porcentagem de volume.
DOWNSTREAM -	Atividade de transporte, comercialização e refino da indústria de petróleo.
E&P -	Atividade da indústria de petróleo responsável pela exploração e produção.
FPSO -	“Floating Production Storage and Offloading” – sistema marítimo de produção, armazenamento e expedição de petróleo.
GLP -	Gás liquefeito de petróleo.
PANAMAX -	Classe de navio cujo porte permite atravessar o canal do Panamá. Neste trabalho esta classe será denominada de Classe P.
PLANAB -	Modelo corporativo de programação linear que fornece as diretrizes básicas de operação da área de Abastecimento da PETROBRÁS.
SUEZMAX -	Classe de navio cujo porte permite atravessar o canal de Suez. Neste trabalho esta classe será denominada de Classe J.
TCP -	“Time Charter Party” – afretamento de navio por um período determinado.
UPSTREAM -	Atividade de exploração e produção de petróleo.
VCP -	“Voyage Charter Party” – afretamento de navio para a realização de uma viagem isolada.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	- Campos de Produção da Bacia de Campos com Produção Enviada Para Navios Cisterna .....	9
Tabela 2.2	- Campos de Produção da Bacia de Campos com Produção Enviada Diretamente Para Navios Aliviadores.....	11
Tabela 3.1	- Área – Controle da Cadeia de Suprimento .....	28
Tabela 3.2	- Área – Definição das Políticas de Suprimento.....	29
Tabela 3.3	- Área – Metas para Níveis de Estoques.....	30
Tabela 3.4	- Área – Planejamento Integrado e Scheduling.....	31
Tabela 3.5	- Área –Sistemas de Planejamento do Suprimento e Demanda.....	32
Tabela 5.1	- Quadro Resumo dos Resultados das Alternativas Simuladas.....	75
Tabela 5.2	- Parâmetros da Distribuição Normal da Variável – Produção Diária de Petróleo .....	76
Tabela 5.3	- Parâmetros da Distribuição Normal da Variável – Tempo de Viagem.....	78
Tabela 5.4	- Parâmetros da Distribuição Normal da Variável – Tempo de Atracação.....	79
Tabela 5.5	- Distribuição de Probabilidades da Variável – Condições de Tempo.....	79
Tabela 5.6	- Variáveis Econômicas do Modelo.....	80
Tabela 7.1	- Possíveis Combinações de Frota.....	123
Tabela 7.2	- Quadro Resumo dos Resultados das Alternativas Simuladas.....	124
Tabela 7.3	- Análise da Variância: $\mu_{CP2-CB3-CJ3} = \mu_{CP3-CB2-CJ3}$ .....	127
Tabela 7.4	- Quadro Resumo dos Resultados da Alternativas CR1-CP3-CB3-CJ3 .....	128
Tabela 7.5	- Análise da Variância: $\mu_{100\%} = \mu_{91,94\%} = \mu_{86,55\%} = \mu_{76,65\%}$ .....	129
Tabela 7.6	- Prazos Logísticos Médios dos Petróleos (Dias) .....	135

## RESUMO

O gerenciamento da cadeia logística de suprimento de uma indústria de petróleo integrada envolve uma série de decisões sobre um conjunto diverso de parâmetros, tais como: dimensionamento da frota de petroleiros, facilidades de produção, refino e armazenagem, determinação de níveis de estoque, níveis de serviço oferecidos, entre outros. A análise isolada de cada um destes aspectos nem sempre produz resultados globais satisfatórios. Assim sendo, torna-se necessário abordar este problema de forma sistêmica, adotando-se os conceitos da Logística Empresarial, com ênfase na análise do Custo Logístico Total.

Outro aspecto importante a ser destacado é o de que, aliado a uma visão sistêmica, deve-se possuir uma visão dinâmica do problema, dadas as inúmeras interações entre as variáveis envolvidas, nem sempre bem determinadas matematicamente. A utilização da Técnica de Simulação viabiliza uma abordagem dinâmica de uma cadeia de suprimento, visualizando as interações envolvidas ao longo do tempo, trabalhando-se adequadamente com as aleatoriedades envolvidas.

Concluindo, este trabalho consistiu numa aplicação destas duas áreas de conhecimento, abordando um corte específico da cadeia de suprimento de petróleos da PETROBRÁS. Utilizando-se um modelo matemático traduzido para o programa ARENA, foi possível analisar uma diversidade de formas de operação de seus componentes logísticos, medindo e comparando resultados financeiros e níveis de serviço oferecidos aos clientes mediados pelo seu órgão gestor de logística. Assim sendo, foi possível indicar as melhores formas de operar esta cadeia, estabelecer relações de "trade-off" entre as diversas variáveis envolvidas e apontar direções a serem seguidas no aperfeiçoamento da cadeia global de suprimento de petróleos desta empresa.



# ABSTRACT

The supply chain management of an integrated oil industry deals with a set of decisions about a diversified set of parameters, like these: industrial facilities location, service levels, inventory strategy and transport decision making. The isolated analysis of each these points don't produce an optimized global solution. Therefore, this problem must be viewed in a systemic form, dealing with Industrial Logistics knowledge.

Another important aspect to be pointed is that, allied a systemic view, must be necessary to have a dynamic view of this supply chain. In this problem there is a lot of variables interactions, whose mathematical determination must be deal with probabilistic theory. The simulation technique must be applied to work in this environment.

Concluding, this dissertation applied these two knowledge areas, approaching a specific case of the PETROBRÁS oil supply chain. A mathematical model was constructed in ARENA simulation language. With this model was possible analyse a set of operations parameters of this supply chain, measuring and comparing results. Thus, was possible to point the better ways to operate this chain, set up trade-offs relations among the variables studied and lead to optimized ways to be followed at the total oil supply chain of the PETROBRÁS.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação do Problema

O presente trabalho aborda o problema da otimização de uma cadeia de suprimento de matérias-primas para uma empresa integrada de petróleo. Como empresa integrada de petróleo entenda-se aquela que domina o processo de produção da matéria-prima, seu transporte até o parque de refino e a sua transformação em derivados acabados que serão vendidos a clientes finais, tais como, distribuidoras de combustíveis e grandes indústrias.

Cabe ainda caracterizar esta empresa pelo seu porte continental, possuindo unidades operacionais de refino e de produção de matérias-primas, geograficamente dispersas, numa extensa área territorial e não sendo ainda detentora de auto-suficiência na produção de petróleo, sendo, portanto, importadora líquida de outras fontes externas.

Estamos diante de um problema que envolve: transferência de materiais entre áreas de produção e áreas de consumo; gestão otimizada de estoques em cada uma destas áreas, permitindo o constante fluxo material que viabilize a produção e o refino, evitando riscos de continuidade; alocação adequada da matéria-prima ao local de refino, possibilitando processamento conseqüente que atenda os mercados locais de produtos finais e planejamento adequado (tempo, quantidades e qualidades) das importações necessárias.

As empresas de petróleo utilizam, num nível mais agregado, algum tipo de modelo de pesquisa operacional que fornece indicações otimizadas sobre as cargas de suas diversas unidades operacionais, as matérias-primas que deverão ser processadas em cada refinaria, os petróleos ofertados que deverão ser importados, os mercados que deverão ser supridos pelas refinarias e os balanços finais de derivados que deverão ser importados/exportados. Para tal, estes modelos levam em consideração uma série de dados de entrada tais como: disponibilidades operacionais das diversas unidades; previsão da demanda de derivados; oferta de matérias-primas e derivados (preços/quantidades); capacidades de troca de produtos entre as unidades; oportunidades comerciais de exportação de derivados/matérias-primas; produção nacional de matérias-primas, entre outros.

Terminada a fase de planejamento agregado, a programação operacional das empresas trabalham, com maior riqueza de detalhes, sobre as soluções otimizadas, apresentadas pelos modelos de pesquisa operacional. Nesta fase trabalha-se o

“scheduling” , propriamente dito, que busca obedecer as indicações de suprimento de matérias-primas, porém, com visão focada na gestão dos estoques localizados que garantam o refino, na necessidade de escoamento da produção de matérias-primas e na otimização da utilização de suas frotas de petroleiros. Daí, decorre que, invariavelmente, nem sempre é viável obedecer o ótimo agregado, ficando sempre a dúvida de qual seria então, a melhor solução para um novo universo de restrições.

Na realidade, este vasto universo de restrições que se apresenta à programação operacional nem sempre é bem conhecido, sendo via de regra determinado por variáveis aleatórias. A ausência de trabalhos sistêmicos, que envolvam estas restrições em conjunto, criam espaços de conflitos entre planejamento e programação, onde se comprova na prática que nem sempre é possível se executar o ótimo, mas dificilmente se comprova a distância que se ficou dele. Certamente que a convivência com esta dualidade se prolongará ainda por muito tempo, todavia, o que se pretende com este trabalho é reverter este processo trazendo maior conhecimento sobre a realidade operacional, contribuindo para retroalimentar e aperfeiçoar o processo de suprimento de matérias-primas na indústria de petróleo como um todo.

Retornando ao problema, o que se pretende é, a partir de metodologia adequada, construir, aplicar e analisar a utilização de uma ferramenta capaz de avaliar a cadeia de suprimento de matérias-primas para indústria de petróleo de forma sistêmica.

Adiantando, o que será melhor apresentado posteriormente, escolheu-se a técnica de simulação para construir um modelo no programa ARENA de um corte típico da cadeia de suprimento de matérias-primas da PETROBRÁS.

## **1.2. Importância e Justificativa do Estudo**

O problema é relevante pois trata de um caso da indústria de petróleo, onde pequenas melhorias podem representar milhares de dólares (até milhões), economizados anualmente, provenientes de um conhecimento mais aprofundado das diversas formas de operar seus sistemas produtivos.

A área em estudo carece de trabalhos que agrupem as diversas variáveis envolvidas de forma sistêmica e dinâmica. Trabalhos publicados sobre a assunto concentraram-se na otimização de aspectos específicos do problema, como nos trabalhos de Souza (1990) e Silva (1998), que enfatizam o aspecto do dimensionamento adequado das frotas de petroleiros.

Essa visão sistêmica se intensificou na última década com a maior propagação dos conceitos da Logística Empresarial e com a crescente necessidade

das empresas de reduzirem seus custos de operação, voltando-se para a melhoria de suas cadeias de suprimento.

Finalizando, o modelo proposto integra os principais conceitos da Logística à técnica de simulação, abordando de forma sistêmica uma cadeia de suprimento de petróleo, quantificando seus principais custos logísticos e os níveis de serviço obtidos por suas diferentes alternativas de operação. É possível comparar alternativas, adotando-se políticas de operação bem mais fundamentadas, obtendo-se um sólido conhecimento de seus benefícios e de seus riscos.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

No primeiro capítulo deste trabalho procurou-se fazer uma introdução ao objeto de estudo, demonstrando sua relevância, descrevendo as limitações com que foi abordado e apresentando a seqüência geral de capítulos da dissertação, bem como o seu conteúdo.

Em seguida, apresenta-se, no capítulo dois, um detalhamento maior do problema de suprimentos de matérias-primas da PETROBRÁS e do corte que será feito neste problema, que passará a ser o objeto de estudo da dissertação. Este sistema será descrito ali em detalhe, onde serão apresentados os diversos subsistemas que o compõem. Finalizando este capítulo, serão descritas as principais hipóteses assumidas no trabalho.

O terceiro e quarto capítulo da dissertação são dedicados à revisão bibliográfica de dois conjuntos específicos de assuntos relacionados ao trabalho. No capítulo três será feita uma apresentação dos principais conceitos de Logística Industrial que serão utilizados na dissertação. Na parte final deste capítulo apresenta-se um quadro de como os conceitos de Logística vêm sendo incorporados pela atividade de “downstream” (transporte-refino-comercialização) da indústria de petróleo.

Prosseguindo com a revisão bibliográfica, apresenta-se no capítulo quatro a clássica discussão de como as técnicas de simulação de sistemas devem ser aplicadas, suas vantagens e desvantagens, os principais tipos de modelos etc. Neste capítulo é feita uma opção metodológica dentre as diversas alternativas apresentadas na literatura sobre como desenvolver modelos de simulação. A metodologia escolhida define a forma como a dissertação será desenvolvida daí em diante.

No quinto capítulo o sistema definido no capítulo dois é conceitualmente preparado para ser traduzido em programa de simulação. Os principais objetivos do trabalho são traduzidos em variáveis de saída que serão utilizados posteriormente para comparação das diversas alternativas de operação. Concluindo o capítulo, são

definidas as principais variáveis estocásticas de entrada e os principais parâmetros do modelo.

No capítulo seis todo o trabalho desenvolvido no capítulo anterior é codificado num programa em ARENA, sendo descritos ali, os detalhes mais importantes dessa programação. Neste capítulo ainda são descritos os passos de verificação e validação do modelo.

O sétimo capítulo apresenta as etapas finais da metodologia empregada, onde são definidas as experimentações finais que foram realizadas e realizada uma análise interpretativa dos resultados obtidos.

Finalmente, estão expostas, no último capítulo, as conclusões e recomendações deste trabalho final de dissertação. Seguem a este capítulo, as referências bibliográficas utilizadas e os anexos do trabalho.

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIÇÃO DO SISTEMA**

#### **2.1. O Suprimento de Petróleo na PETROBRÁS**

O caso brasileiro se enquadra perfeitamente no que expusemos anteriormente. A PETROBRÁS, empresa executora do recém extinto, monopólio estatal do petróleo, é uma indústria verticalmente integrada, possuindo as etapas de pesquisa, produção, transporte, refino e comercialização de petróleo e derivados. As áreas de mineração, geograficamente dispersas pelo território brasileiro, distam dos principais mercados de produtos, supridos diretamente por refinarias, instaladas na sua proximidade. Além disso, o Brasil até o presente momento não tem alcançado a auto-suficiência na produção de petróleo, o que requer sua importação de diversas regiões do globo, também geograficamente dispersas.

Os mercados regionais de derivados de petróleo no Brasil possuem, por sua vez, características bastante peculiares. Existem áreas fortemente industrializadas, como é o caso dos estados de São Paulo e Minas Gerais, onde a demanda por combustíveis industriais pesados acaba sendo determinante na escolha/alocação dos petróleos destinados às refinarias ali situadas. Outras áreas, como o estado do Paraná e o interior de São Paulo, de predomínio da agroindústria, a demanda de diesel, com forte sazonalidade nos períodos de safra é o fator determinante do refino. Existem os casos específicos do Rio Grande do Sul e da Bahia, onde a presença dos dois maiores pólos petroquímicos do país determinam o processamento das refinarias ali localizadas, que buscam suprir suas demandas por nafta petroquímica. Por último, podemos destacar o fato de que existem ainda refinarias com vocação exportadora, possuindo capacidade excedente, atendendo não só ao seu mercado local, quanto outras regiões de menor demanda, onde não se justificaria a instalação de uma planta de refino localizada. Este é o caso do Rio de Janeiro e de Cubatão na baixada santista, onde a proximidade de portos abrigados facilita a cabotagem e a exportação de derivados excedentes para outros destinos.

As características distintas de mercado, acima mencionadas, determinaram numa fase anterior, o projeto dos processos internos das refinarias. Ou seja, os processos estão diretamente relacionados com os derivados que se deseja obter, estes por sua vez são ditados pelo mercado. Além disso, existem refinarias fortemente adaptadas ao processamento de petróleos pesados, capazes de transformarem resíduos de destilação - "fundo de barril" - em produtos de maior valor

agregado. Outras unidades, por não possuírem essa capacidade, acabam por receber óleos mais leves minimizando a produção global de óleos combustíveis. Daí decorre a importância da alocação adequada de matérias-primas, aproveitando-se a plena carga dos processos industriais que agregam valor ao “fundo de barril”, sem produzir em outros lugares, derivados desnecessários, que deverão ser forçosamente transferidos para que não se interrompa o refino com o conseqüente desabastecimento dos derivados que se fazem necessários.

Complementarmente, é necessário importar um volume de petróleo da ordem de 400 mil barris diários, selecionados no mercado mundial, que oferta uma cesta bastante diferenciada em preços, volumes e qualidade. Dada a característica estratégica da “commodity” - petróleo, são feitos contratos de suprimento de médio e longo prazo para cerca de 60% das necessidades de importação, sendo o volume restante comprado no mercado de cargas isoladas - “spot”.

Dessa forma, estamos diante de um problema de distribuição de uma volumosa cesta de petróleos, transportando-a de diversas origens para diversos destinos, valendo-se num primeiro momento de indicações otimizadas de um modelo corporativo de pesquisa operacional, denominado – PLANAB, que planeja as operações de abastecimento de curto e médio prazo da empresa.

A solução otimizada do PLANAB é implementada pela atividade de programação operacional, que procura, no caso da área de petróleo, construir o “scheduling” de coleta do petróleo produzido nas bases de produção, de suprimento de matérias-primas para as refinarias e de retirada das cargas importadas negociadas com fornecedores externos.

Esta atividade é mediada pela utilização de uma frota de petroleiros composta por: navios próprios, navios afretados por tempo, navios afretados por viagem ou contratos de transporte. A programação operacional procura dimensionar essa frota de forma a obter uma utilização elevada dos navios, minimizando o custo global de transporte.

Se a frota for sub-dimensionada, determinadas viagens programadas podem ser postergadas, comprometendo-se os estoques de matéria-prima das refinarias ou elevando o volume estocado nas bases de produção de petróleo. Em ambos os casos, eleva-se o risco de ocorrerem perdas de processamento nas refinarias ou de produção de petróleo por falta de espaço para armazenamento.

Por outro lado, se a frota for super-dimensionada elevam-se os níveis de serviço do sistema logístico, mantendo-se estoques adequados nas refinarias e evitando-se os riscos de perda de produção com a chegada antecipada dos navios para alívio. Todavia, neste caso, os custos de transporte se elevam.

A otimização ou o aperfeiçoamento da cadeia de suprimentos de matérias-primas para as refinarias da PETROBRÁS é um problema bastante complexo, onde o dimensionamento adequado da frota é vital para o sucesso do serviço logístico prestado, bem como para a manutenção de uma vantagem competitiva de custo desta atividade. Esse dimensionamento, no entanto, não pode ser isolado de outros aspectos logísticos, tais como: os custos de imobilização, custos com perdas, prazos logísticos e níveis de serviço. Nem pode ser realizado sem considerar uma série de fatores práticos tais como: variabilidade das taxas de produção de petróleo, variabilidade dos tempos de viagens, possibilidade de não atracação imediata dos navios por condições de tempo ou por filas de espera, etc.

## **2.2. A Escolha do Corte: Bacia de Campos – Terminal de Angra dos Reis – Terminal de São Francisco do Sul – Refinaria de Araucária**

Dada a impossibilidade de se trabalhar com toda a cadeia de suprimento de petróleos da PETROBRÁS, neste breve espaço de dissertação, escolheu-se um corte típico do problema, mencionado acima. Esta opção é interessante pois comporta um elenco característico de petróleos, composto por correntes diversas da Bacia de Campos e por petróleos importados.

Em condições normais de operação, o PLANAB indica, com pouca variabilidade, uma cesta de petróleos a ser processada na refinaria de Araucária - REPAR. O elenco básico de petróleos nacionais é composto pelas seguintes matérias-primas: Bicudo, Corvina, Bonito, Marimbá Leste, Roncador, Albacora e Marlim. A REPAR necessita receber ainda petróleos importados, específicos para a produção de asfaltos e querosene de aviação. Via de regra, estes petróleos são de origem venezuelana e/ou africana, sendo frequentemente transportados por navios afretados por viagem – VCP's.

Os três primeiros petróleos nacionais apresentados anteriormente, acima possuem alto teor de água e sedimentos (BSW). Para evitar seu transporte direto ao terminal de São Francisco do Sul, que não possui condições de tratamento de petróleo com estas características, o terminal de Angra dos Reis é incluído neste circuito. Neste local o petróleo é beneficiado, sendo transferido posteriormente para o terminal de São Francisco do Sul, associado diretamente à REPAR.

Os petróleos de Roncador e Marimbá Leste, coletados por navios de menor porte, são, por premissa, também enviados a Angra dos Reis, evitando-se movimentar pequenos volumes a grandes distâncias.

Por último, os petróleos de Marlim e Albacora, de grande taxa de produção, ora seguem para São Francisco, ora seguem para o terminal de São Sebastião – destino padrão para estes óleos. Os cinco primeiros óleos nacionais apresentados,



mais a parcela de petróleo importados alocados à REPAR, não são suficientes para saturar completamente a carga desta refinaria. Assim sendo, cargas de Marlim e Albacora complementam o seu processamento.

A Figura 2.1 apresenta de forma esquemática o sistema que será abordado neste trabalho, o qual será detalhado em seguida.

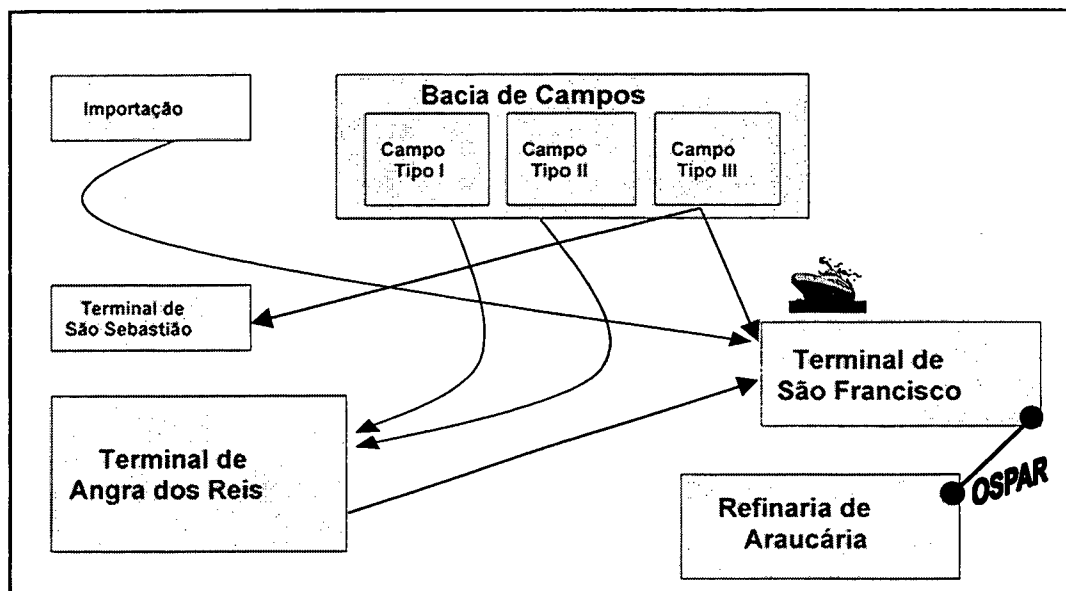


Figura 2.1. Visão Preliminar do Sistema a Ser Estudado

### 2.2.1. Bacia de Campos

Este sub-sistema é composto por campos marítimos onde a produção de petróleo é extraída por plataformas e enviada para navios cisterna e/ou aliviadores.

Denomina-se navio cisterna, o navio fixado ao campo cuja função é tratar e armazenar o petróleo produzido. O navio cisterna nunca transporta a produção até o terminal de consumo, tarefa realizada pelo navio aliviador.

O alívio destes campos de produção envolve operações de amarração e desamarração de navios em terminais oceânicos sujeitos as mais diversas condições de tempo. Assim sendo, tais operações somente são realizadas em período diurno e com condições de vento e correntes marítimas favoráveis. Para evitar riscos de perda de produção de petróleo pela não amarração em tempo hábil do respectivo navio aliviador, este, deve chegar à área do campo com uma antecedência mínima de 48 h do esgotamento da capacidade atual de armazenagem. O atendimento deste requisito se constitui num dos níveis de serviço da área de logística com a atividade “upstream”.

Os campos do corte a ser estudado cujos sistemas de produção são dotados de navio cisterna estão apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Campos de Produção da Bacia de Campos com Produção Enviada Para Navios Cisterna do Corte Estudado

Campo	Capacidade do Navio Cisterna (mil m <sup>3</sup> )	Capacidade do navio aliviador que acessa o campo (mil m <sup>3</sup> )
Marimbá Leste	31,0	15,0 - 40,0
Roncador	47,0	15,0 - 40,0
Marlim	282,0	65,0 - 150,0
Albacora	263,0	65,0 - 150,0

A terceira coluna da Tabela 2.1 diz respeito à restrição de acesso de navio aliviador ao campo considerado. No caso dos campos de Marlim e Albacora, por exemplo, somente navios com capacidade compreendida entre 65.000 m<sup>3</sup> e 150.000 m<sup>3</sup> poderão acessá-los.

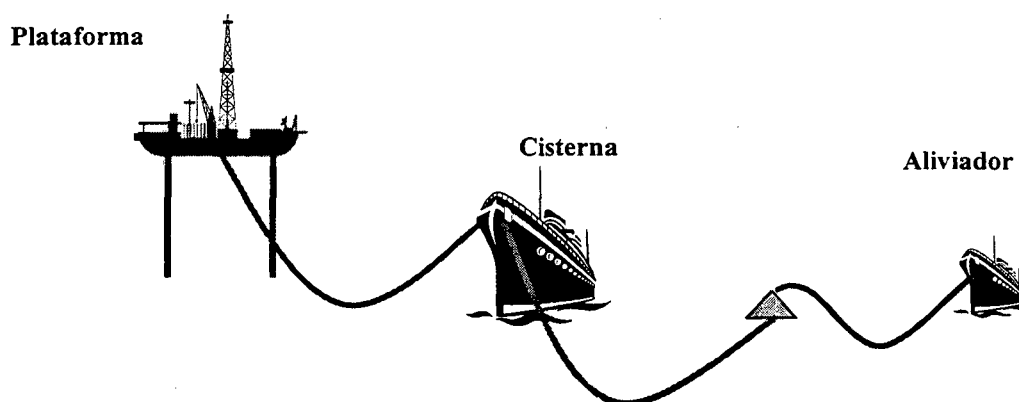
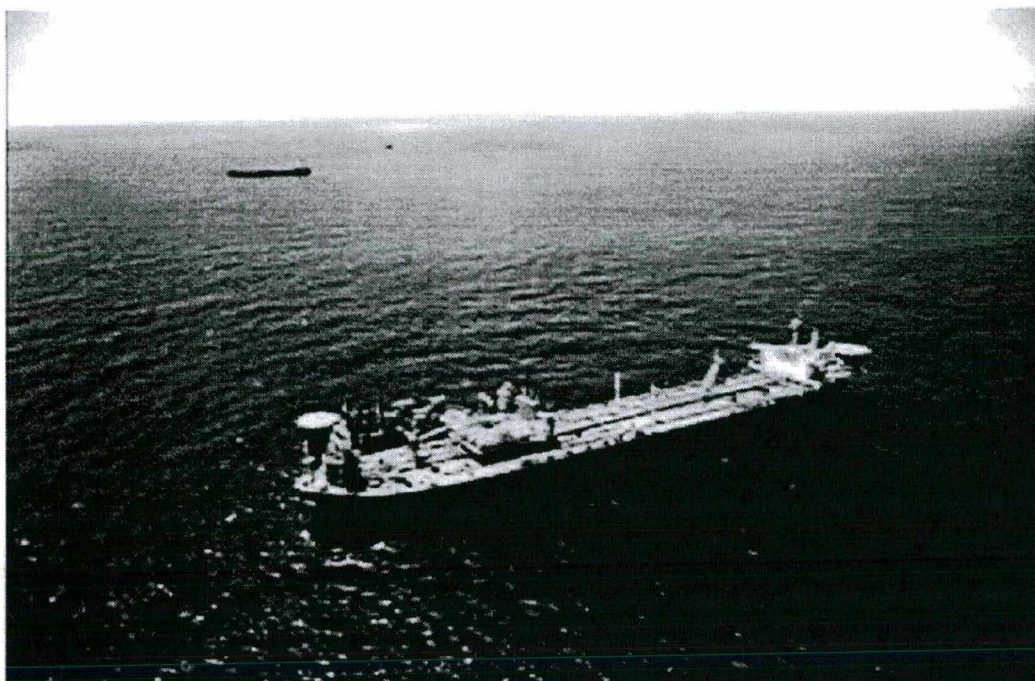


Figura 2.2. Sistema de Produção de Petróleo Com Navio Cisterna

A Figura 2.2 apresenta o esquema comum de produção dos sub-sistemas com navio cisterna. Neste trabalho, contudo, será feita uma separação deste sub-sistema para fins de análise nos seguintes tipos: tipo I – aliviados por navios de menor porte com terminal de destino Angra dos Reis e tipo III – aliviados por navios de maior porte que podem se destinar a dois terminais distintos conforme a situação.

A Figura 2.3 apresenta o FPSO – P32 que atua no campo de Marlim. Este sistema compreende um navio petroleiro de grande porte (VLCC), adaptado para receber petróleo de poços submersos, separar as fases gás, água e óleo, armazenando este último em seus tanques. Periodicamente, este navio expede o petróleo produzido para um navio aliviador programado para este fim (apresentado na parte superior da figura).



Fonte: Banco de Imagens da PETROBRÁS/SERCOM – Autor: Eliana Fernandes – Jan/1998.

Figura 2.3. FPSO - P32 Com Navio Aliviador ao Fundo

Existem campos onde a produção é diretamente enviada para navios aliviadores que, neste caso, tornam-se temporariamente navios cisterna. A Figura 2.4 apresenta o esquema de operação deste tipo de sub-sistema, onde se percebe que no momento da troca do navio aliviador ocorre uma paralisação da produção pela falta de capacidade de armazenagem.

A Tabela 2.2. apresenta os campos que não possuem cisterna com suas respectivas características de acesso. Neste trabalho, os campos que possuem esta característica, foram denominados, campo do tipo II.

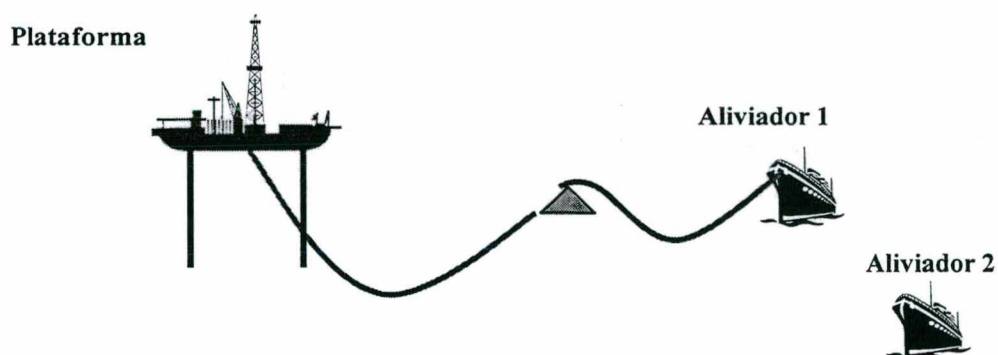


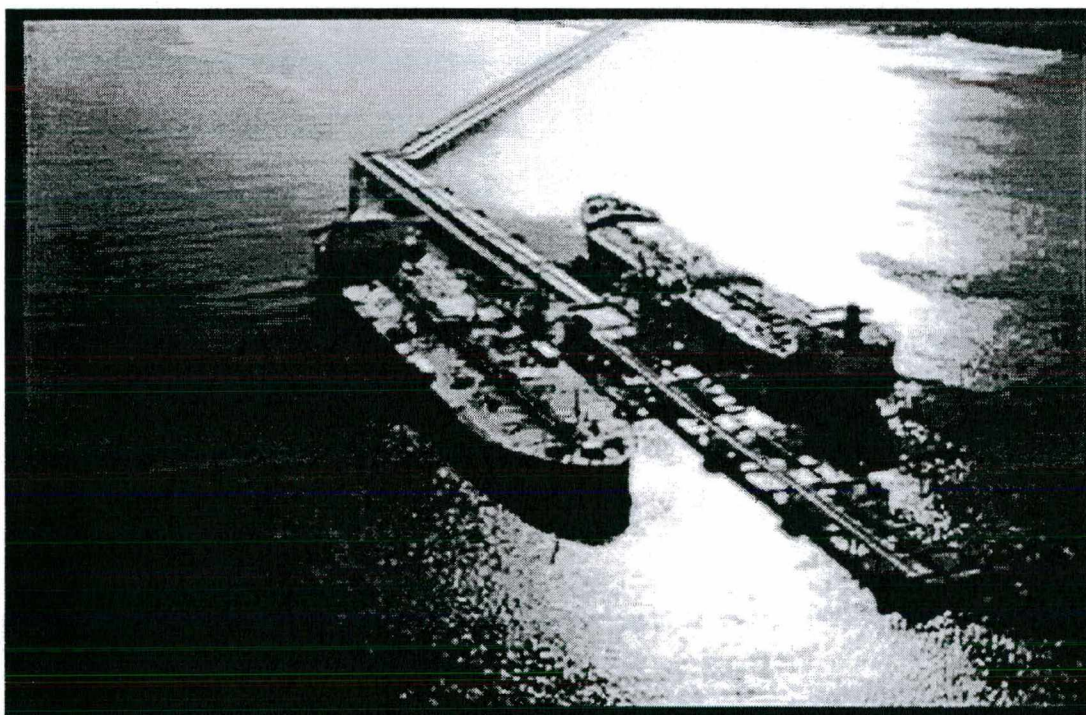
Figura 2.4. Sistema de Produção de Petróleo Sem Navio Cisterna

Tabela 2.2. Campos de Produção da Bacia de Campos Com Produção Enviada Diretamente Para Navios Aliviadores.

Campo	Capacidade do navio aliviador que acessa o campo (mil m <sup>3</sup> )
Corvina	65,0 – 150,0
Bonito	65,0
Bicudo	65,0 – 96,0

### 2.2.2. O Terminal de Angra dos Reis

Este sub-sistema é composto de um pier petroleiro com dois berços de atracação, podendo receber navios sem restrições de tonelage para o estudo de caso a ser analisado (Figura 2.5).



Fonte: Banco de Imagens da PETROBRÁS/SERCOM – Autor: Jônio Machado – Mai/1989.

Figura 2.5. Pier do Terminal de Angra dos Reis

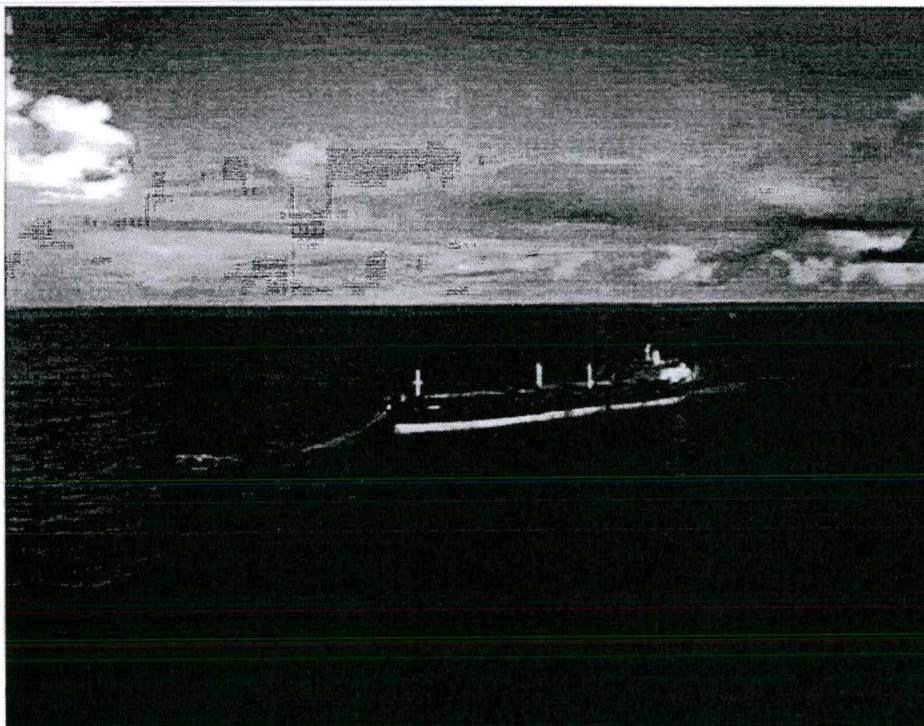
A área de armazenagem para petróleo deste terminal é composta por dez tanques do tipo “Maracanã”, com 73.000 m<sup>3</sup> de capacidade cada. Um dos tanques quase sempre se encontra em estado de manutenção e, dos nove tanques em operação, uma parte é dedicada a armazenar de petróleo para as refinarias de Duque de Caxias e Betim.

Neste sub-sistema chegam navios provenientes da Bacia de Campos, descarregando todo o volume transportado para as instalações de terra. No caso dos campos com petróleo de elevado BSW, considerou-se que o seu tratamento será realizado já no processo de descarga. Durante o período em que o petróleo permanece no navio, na fase de produção e durante a viagem Bacia de Campos – Angra ocorre a separação da fase petróleo pela decantação do BSW. Na descarga em Angra dos Reis consideram-se separadas as fases petróleo e BSW.

Os diferentes petróleos são armazenados na mesma tancagem, ocorrendo a mistura das correntes. Havendo volume de petróleo em terra que justifique a sua transferência para São Francisco do Sul, isto ocorrerá. Um navio disponível será atracado no terminal, carregando e transferindo o petróleo armazenado, limitado à sua capacidade. Sem o alívio periódico de petróleo deste terminal estarão inviabilizadas novas descargas desta matéria-prima.

### 2.2.3. O Terminal de São Francisco do Sul

Este terminal está situado na ilha de mesmo nome, localizada no estado de Santa Catarina. Suas instalações compreendem uma monobóia marítima (Figura 2.6) onde atracam navios entre 28.000 m<sup>3</sup> e 150.000 m<sup>3</sup> de capacidade. A atracação neste terminal está sujeita às mesmas condições de tempo do caso da Bacia de Campos, onde as operações devem ocorrer no período diurno e sob condições favoráveis de mar.



Fonte: Banco de Imagens da PETROBRÁS/SERCOM – Autor: Enrique Fernandez – Mar/1992.

Figura 2.6. Navio Bicas Atracado em Monobóia Marítima

Em suas instalações de terra existe uma capacidade de armazenagem de petróleo de cerca de 360.000 m<sup>3</sup> (Figura 2.7), disposta em 7 tanques.

Todo o petróleo descarregado deverá sofrer um tempo mínimo de repouso que varia de 24 horas para petróleos importados e 48 horas para petróleos nacionais. Este procedimento evita que remanescentes de água que ainda permaneçam emulsionados ao petróleo sejam enviados à refinaria, onde poderiam causar sérios danos à planta industrial.

A ligação entre este terminal e a refinaria de Araucária é feita por um oleoduto denominado OSPAR, cuja capacidade diária de transporte é pouco superior ao volume diário de petróleo processado pela planta. Dessa forma, a falta de petróleo para envio pelo OSPAR significa uma redução de estoque de petróleo na refinaria de difícil reposição.



Fonte: Banco de Imagens da PETROBRÁS/SERCOM – Autor: Jônio Machado – Dez/1984.

Figura 2.7. Instalações de Terra do Terminal de São Francisco do Sul

#### 2.2.4. A Refinaria de Araucária – REPAR

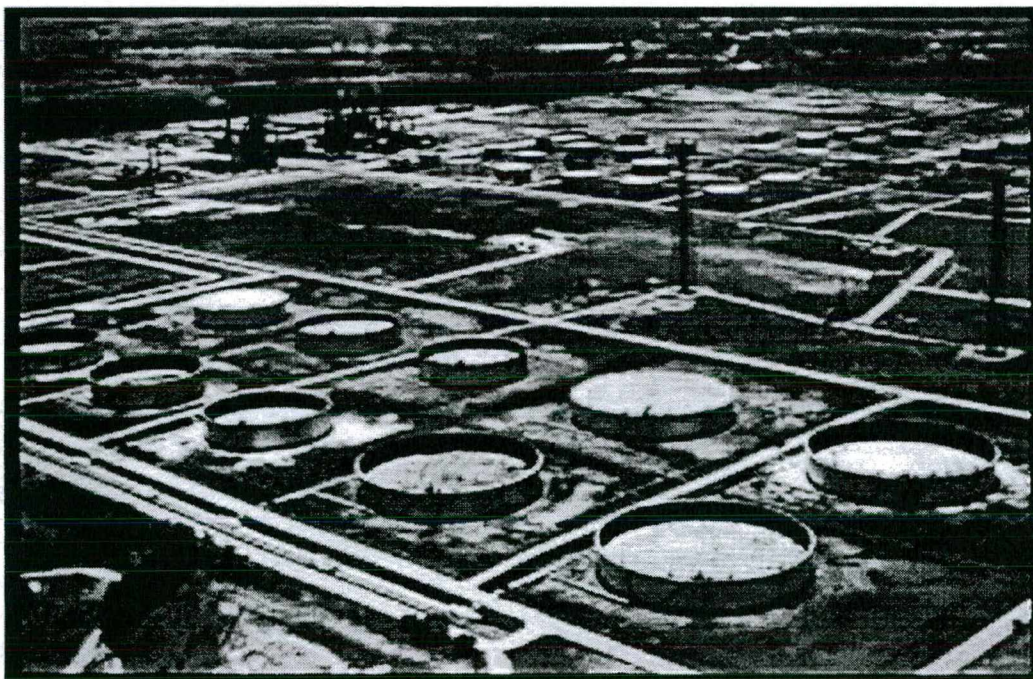
Esta unidade industrial da PETROBRÁS é situada na região da grande Curitiba, precisamente no município de Araucária. O refino nesta região é “puxado” pelo mercado de óleo diesel e de GLP, o que obriga a refinaria operar na plenitude de sua capacidade e ainda receber produto final de outras regiões.

A entrada externa de produtos na refinaria é feita por um oleoduto de derivados denominado, OLAPA – (Oleoduto Araucária-Paranaguá), que opera em duplo sentido, ora recebendo diesel e GLP, ora expedindo nafta petroquímica e

gasolina, derivados, cuja produção é superavitária em relação ao mercado local. A perda de refino, por qualquer motivo, implica numa menor expedição de produto via OLAPA, todavia, implica numa grande operação de recebimento de derivados de fontes externas, podendo exceder a capacidade de transporte deste oleoduto. A manutenção de estoques mínimos de petróleo nesta refinaria possui um papel estratégico para o abastecimento desta região.

A REPAR possui uma capacidade total de armazenagem de petróleo da ordem de 370.000 m<sup>3</sup> (Figura 2.8). O estoque mínimo de petróleo acordado com a área de Logística, a ser mantido na refinaria é de 150.000 m<sup>3</sup>. Refinar com estoques inferiores a este valor significa não atender um requisito de nível de serviço do cliente, no caso a REPAR, órgão responsável pelo suprimento do mercado desta região.

A refinaria pode operar com valores de estoques de petróleo inferiores ao mínimo acordado sem reduzir a carga programada. Todavia, quando os estoques de petróleo se tornam muito reduzidos e não há perspectiva favorável de recuperação (mau tempo no terminal, por exemplo, inviabilizando a descarga dos navios), a refinaria inicia a redução da carga, poupando matéria-prima para evitar a parada total da unidade, o que seria um evento complicado. Contudo, existe um limite mínimo de carga, abaixo do qual, a refinaria não conseguiria mais manter suas operações, paralisando o processamento.



Fonte: Banco de Imagens da PETROBRÁS/SERCOM – Autor: Jônio Machado – Dez/1984.

Figura 2.8. A Refinaria de Araucária – REPAR

Um das tarefas da logística de suprimento de petróleo é manter a operação deste sub-sistema com estoques “enxutos”, reduzindo o custo do capital imobilizado com matéria-prima, e outros inerentes ao estoque excessivo, tais como: sobreestadias de navios e degradações de petróleos, correndo riscos de forma controlada.

#### 2.2.5. O Terminal de São Sebastião

O corte do problema escolhido requer uma representação mínima deste terminal onde, navios provenientes do campo de Marlim e Albacora serão destinados em sua maior parte, caso não venham a ser desviados para o terminal de São Francisco pela necessidade de manutenção do envio de petróleo à REPAR, via OSPAR.

Este terminal de petróleo é o mais complexo do sistema PETROBRÁS, pois atende o suprimento de petróleo e de derivados da área de São Paulo, composta por quatro refinarias. Neste trabalho, não serão representadas as operações deste terminal em detalhe, o que perderia todo o sentido de se fazer uma corte representativo no objeto de estudo. A idéia é destinar os navios a este sub-sistema, representando todo o tempo total gasto entre viagens, espera em fila e operação em suas instalações.

#### 2.2.6. Frentes de Importação de Petróleo

Conforme mencionado anteriormente e representado na Figura 2.1, o terminal de São Francisco do Sul recebe carregamentos de petróleos importados para campanhas específicas da REPAR. Grande parte destas cargas são transportadas por navios afretados no exterior que ao completarem a operação de descarga nos portos brasileiros, cumprem a tarefa para a qual foram contratados.

Geralmente estes navios descarregam em dois ou três terminais de petróleo no Brasil. Para este estudo de caso será considerada somente a parcela da carga a ser descarregada no terminal de São Francisco, não importando que outras operações em terminais brasileiros este navio venha executar.

#### 2.2.7. A Programação Operacional

Este sub-sistema, ainda que não representado na Figura 2.1, é o cérebro do funcionamento de toda a cadeia de suprimento. A partir dele são originadas todas as designações de navios, destinando-os aos diversos sub-sistemas do corte a ser analisado.

A modelagem de seu funcionamento constitui-se na etapa mais complexa deste trabalho. A atividade de programação deverá ser dividida em duas áreas. A



primeira deverá cuidar da circulação dos navios de pequeno porte, cuja modelagem deverá ser bem simples. A segunda área tratará da programação dos navios de grande porte da frota, onde um grande esforço de modelagem deverá ser feito para representar as ações que são tomadas no sistema real.

Estas duas áreas serão localizadas fisicamente na latitude de Angra dos Reis, ponto de convergência de todas as possíveis rotas do modelo. Todo navio ao cumprir uma programação por ali trafegará, seja dirigindo-se à Bacia de Campos, seja dirigindo-se ao terminal de Angra dos Reis para transferir petróleo.

### **2.3. Principais Objetivos de Pesquisa**

O trabalho de simulação da operação da cadeia de suprimento em questão poderia levar a testar um número elevado de situações e hipóteses sobre a operação deste sistema. Todavia, neste trabalho de dissertação, os objetivos de pesquisa limitaram-se a investigar os seguintes aspectos do sistema:

- i) É possível desenvolver variáveis do nível de serviço prestado aos clientes terminais da cadeia de suprimento - E&P e refino - avaliando diferentes formas de operação do sistema, negociando com ambos a convivência com riscos aceitáveis e dividindo os ganhos obtidos com a redução dos custos envolvidos;
- ii) É possível identificar as alternativas de operação do sistema logístico mais atrativas do ponto de vista econômico, atendendo a requisitos mínimos do nível de serviço a ser oferecido aos principais clientes desta cadeia;
- iii) É possível estabelecer e quantificar relações de “trade-off” entre: custos de transporte x custos de imobilização e níveis de serviço x custos logísticos, determinando as melhores alternativas de operação da cadeia de suprimento;
- iv) Determinar os prazos logísticos despendidos por tipo de petróleo processado ao longo da cadeia, verificando as possibilidades de seus respectivos estreitamentos.

## CAPÍTULO 3

# A LOGÍSTICA NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

### 3.1. A Logística Empresarial

A Logística foi redescoberta entre os anos 80 e início dos anos 90, impulsionada por uma série de vetores, dentre os quais, BOWERSOX (1996) destaca: desregulamentação dos mercados de frete; redução de custos e disseminação das tecnologias de informação; preservação dos aspectos de qualidade ao longo distribuição física e formação de parcerias e alianças estratégicas, fortalecendo as cadeias de suprimento.

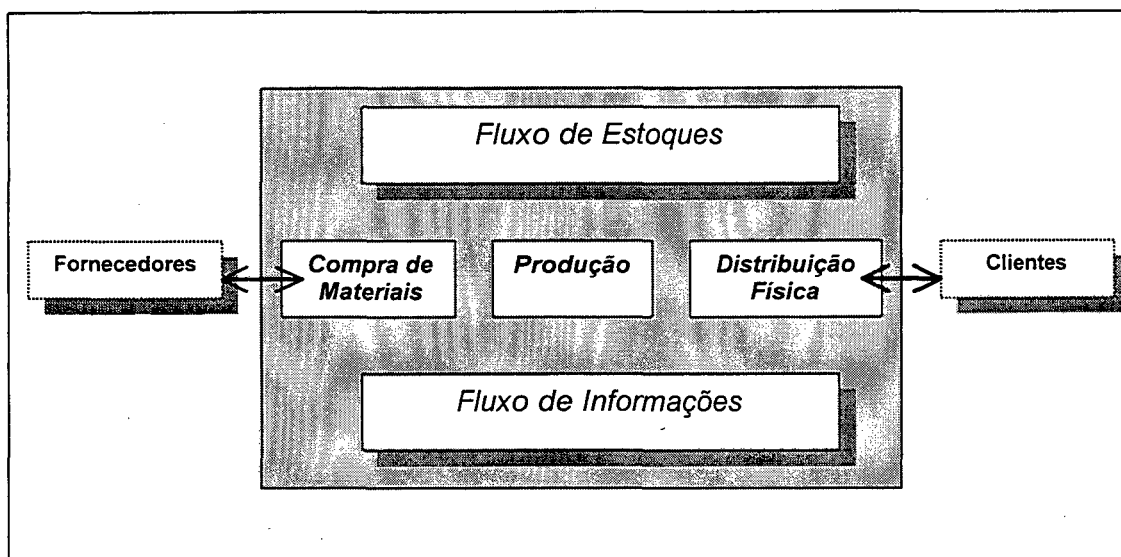
A Logística tem ocupado um espaço cada vez mais crescente entre o “Marketing” e a produção nas empresas modernas, desempenhando funções que anteriormente eram de suas exclusivas responsabilidades.

A moderna atividade logística pode e deve, por exemplo, interferir no planejamento e controle da produção, disponibilizando produtos no momento certo para serem expedidos ao mercado, “enxugando” os armazéns de produtos acabados e de matérias-primas. Diversos aspectos logísticos devem ser levados em consideração durante a comercialização de produtos acabados e de matérias-primas. A disponibilidade de transporte numa determinada região, em muitos casos, é o fator redutor do custo da aquisição de materiais.

BOWERSOX (1996), definindo Logística Integrada, afirma que esta deve ser vista como uma atividade que relaciona a empresa com seus clientes e fornecedores. Existe um fluxo de informações sobre clientes, que se traduz em previsões de demanda e em ordens de venda penetrando a empresa, que os refina em ordens de produção e de compra de materiais para processamento. Em sentido contrário ocorre um fluxo material, onde materiais originados nos fornecedores penetram o interior da empresa, transformando-se em produtos acabados que atenderão à demanda requerida, gerando os resultados financeiros esperados.

A Figura 3.1 esboça a ação interna da Logística Integrada, representando-a pela área sombreada. Com relação à Distribuição Física a Logística Integrada atua no sentido de proporcionar o nível de serviço ao cliente, projetado pela organização. Em relação a fabricação, atua coordenando o planejamento e controle da produção, sendo responsável pelo estoque de materiais que se fizerem necessários. Com relação a compra de materiais seu objetivo principal é suportar a produção ou revenda, colocando produtos ou matérias-primas no tempo correto e ao menor custo total.

Esta forma de atuação da Logística, ainda que seja uma condição necessária para o seu sucesso, por si só, não o garante. Bowersox (1996) alerta que no ambiente competitivo atual as empresas devem expandir seu comportamento integrador, trazendo para dentro de suas fronteiras (área sombreada) clientes e fornecedores. Essa integração com o ambiente externo tem sido conhecida como “Supply Chain Management” ou gerenciamento da cadeia de suprimento.



Fonte: BOWERSOX (1996)

Figura 3.1. A Logística Integrada

Fazendo um paralelo com o objeto do estudo poderíamos representar a atuação da Logística Integrada do “downstream” segundo a Figura 3.2. A área sombreada indica o campo de atuação desta atividade que deve: se articular com a área de comercialização para definir a compra e/ou a venda de petróleo (quantidade, qualidade e tempo de chegada) e definir conjuntamente com a área industrial, o “schedule” de refino, indicando, em cada momento, o derivado a ser produzido e a sua quantidade.

Essa atividade é alimentada por fluxos de informação originados em ambos extremos da cadeia. Do lado do mercado partem informações sobre pedidos de compra de produtos e previsões de demanda da área de “Marketing”. Esse fluxo projeta “schedules” de operação das unidades de refino visando atender a demanda prevista no tempo indicado. Esse fluxo alimenta as áreas de compra e coleta de petróleo definindo os tempos de chegada de cada tipo de matéria-prima à respectiva unidade operacional. No outro extremo, parte um contra-fluxo de informações provenientes, da atividade “upstream” indicando alterações no perfil de produção de petróleo, e de fornecedores externos, que podem alterar suas respectivas janelas de

carregamento. Em ambos os casos, a programação dos respectivos “schedules” operacionais deve sofrer alterações.

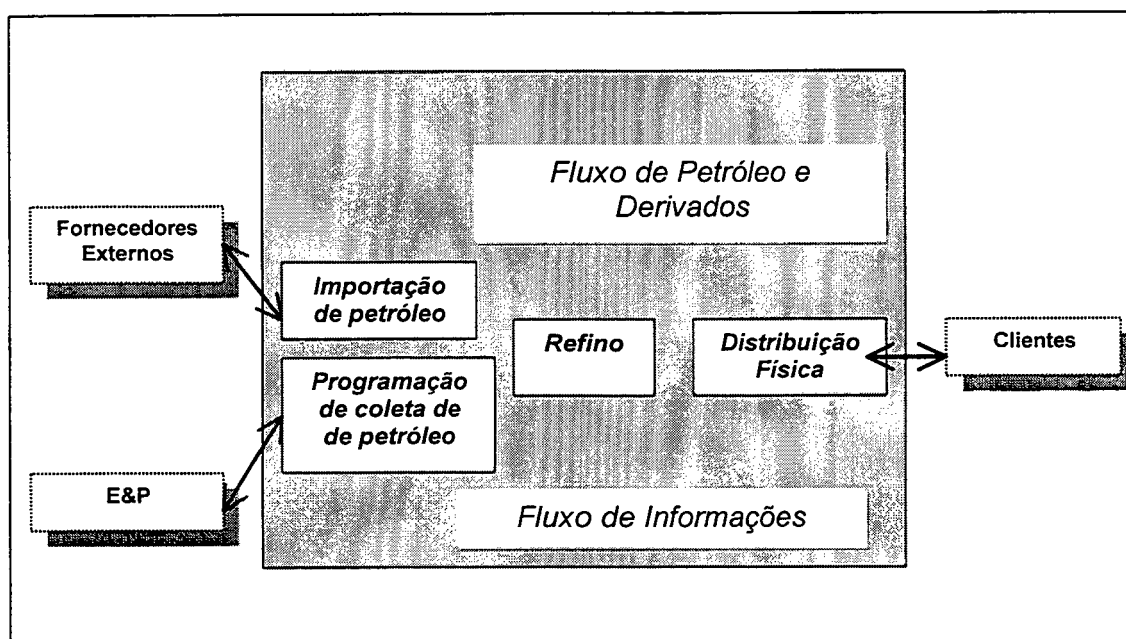


Figura 3.2. A Logística Integrada do “Downstream”

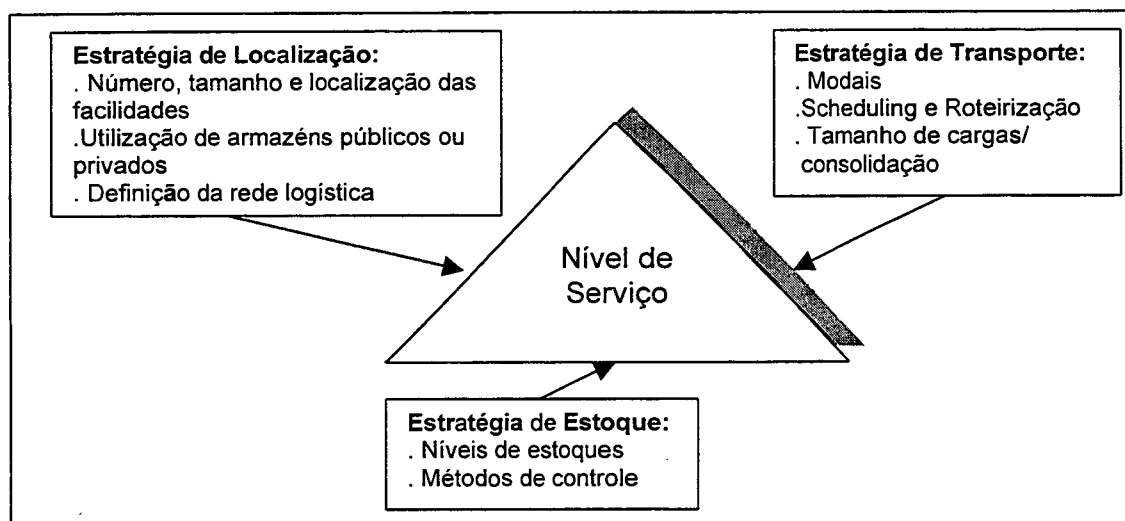
O fluxo material é composto pela movimentação da matéria-prima até o parque de refino e pela saída de derivados deste mesmo local em direção ao mercado. Na realidade este fluxo pode ser bastante complexo envolvendo a importação de derivados e a exportação de petróleos, ambas definidas pela Logística Integrada.

A ampliação do conceito de Logística Integrada para o “Supply Chain Management”, no caso da indústria de petróleo, deveria envolver os fornecedores externos ao negócio principal da atividade. O presente trabalho não pretende abordar diretamente essa questão. Todavia, o conhecimento de diferentes alternativas de operação da cadeia permite formar uma base de informações confiáveis para uma futura negociação de parcerias e de alianças estratégicas com estes fornecedores. Aliás, tal fato será imperioso num futuro próximo, com a abertura de áreas de exploração e produção de petróleo às empresas estrangeiras.

A Logística é responsável, segundo Bailou (1999), por definições importantes em quatro grandes áreas: localização de facilidades; estratégia de estoques; estratégia de transporte; e nível de serviço a ser oferecido aos clientes. Estas definições devem ser tomadas conjuntamente, analisando-se como cada uma interfere nas demais. A Figura 3.3 apresenta, segundo este autor, uma representação deste processo decisório, onde no centro do triângulo se situa o nível

de serviço que se pretende oferecer ao cliente, sendo este, o resultado final da articulação das três estratégias formuladas.

Neste trabalho de dissertação pretende-se trabalhar alternativas de operação que envolvam especificamente estratégias de estoque, de transporte e de nível de serviço. A estratégia de localização não será inicialmente envolvida, considerando-se fixas as facilidades operacionais descritas anteriormente.



Fonte: BALLOU (1999)

Figura 3.3. O Triângulo Decisório da Logística

### 3.2. O Conceito de Custo Total

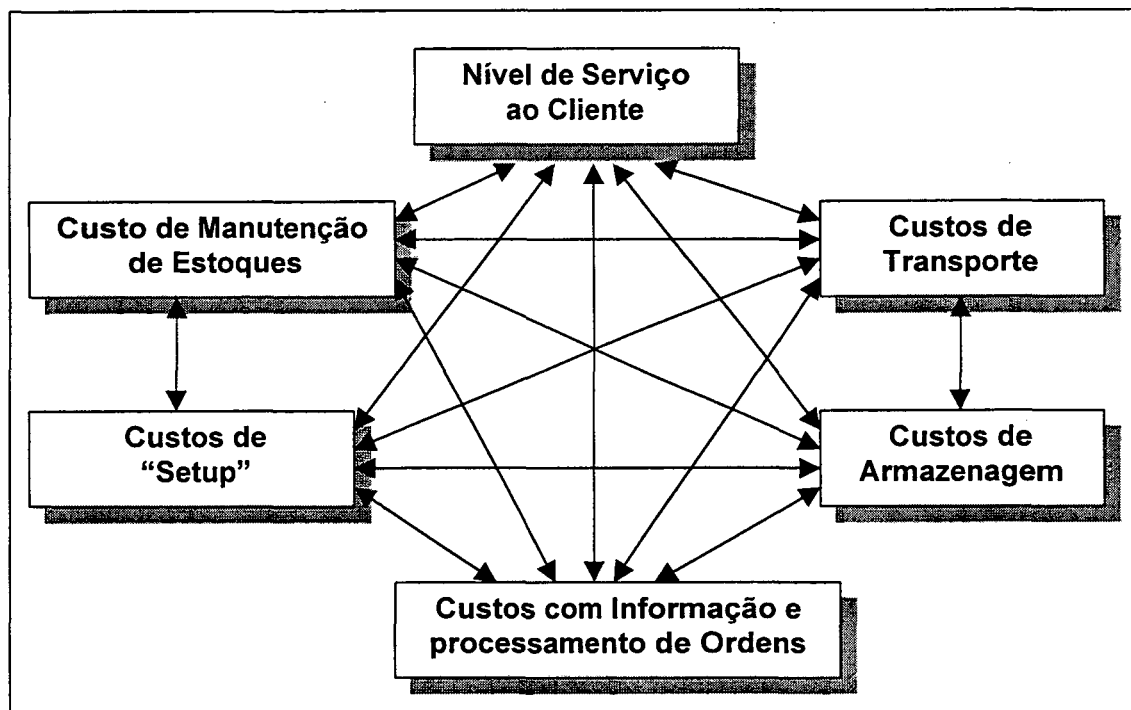
NOVAES (1994) aponta para a necessidade de um maior conhecimento e aplicação da Teoria de Sistemas no exercício profissional e no desenvolvimento científico. A otimização do sistema não implica na otimização isolada de cada um de seus componentes. A soma dos ótimos isolados nem sempre produz o ótimo global.

A aplicação do conceito do custo total em Logística é uma decorrência da abordagem sistêmica. Segundo LAMBERT (1993), essa aplicação é a chave do gerenciamento da função de Logística. A minimização do custo de atividades isoladas pode levar ao incremento do custo de outros componentes do sistema, elevando o custo total. A Figura 3.4 apresenta os custos logísticos e os seus interrelacionamentos. Segundo este autor, alterar um só destes custos pode significar uma alteração muito mais ampla no sistema, influenciando outros custos envolvidos.

Serão detalhados agora cada custo logístico apresentado, conforme segue:

- (i) Custos com nível de serviço ao cliente – tratam-se das perdas de receitas decorrentes de vendas perdidas pela falta de produto. Algumas metodologias propõem também acrescentar a este custo o

valor presente de possíveis perdas futuras, em consequência da perda definitiva do cliente. Neste trabalho, considerou-se que a falta de um nível de serviço adequado pode ocasionar o custo da perda da margem de refino, caso a refinaria venha a reduzir sua carga e o custo da perda de receita com a produção de petróleo, caso não seja possível aliviar a tempo, o respectivo campo produtor;



Fonte: Adaptado de LAMBERT (1993)

Figura 3.4. Relações de "Trade-Offs" Entre Custos Logísticos

- (ii) Custos de transportes – referem-se a todos os custos relacionados com a transferência de materiais entre dois pontos distintos. Como exemplos podemos citar: pagamento de fretes, tarifas portuárias, impostos de circulação, despachos alfandegários etc.
- (iii) Custos de armazenagem – são gastos que podem ser eliminados ou ampliados, segundo o número de armazéns;
- (iv) Custos com informação e processamento de ordens – estão associados com a introdução, transmissão e processamento de ordens de compra e venda de produtos ou matérias-primas;
- (v) Custos de "setup" – são ocasionados pela mudança de condições do sistema logístico. Por exemplo, ao serem produzidos lotes menores de produtos, necessita-se de maior tempo para preparação de equipamentos, inspeções etc.

- (vi) Custos com manutenção de estoques - inclui todos os custos que variam com o nível de estoques armazenado, podendo ser classificados nos seguintes tipos : custos de capital – que é o custo de oportunidade que a empresa tem de uso do capital; custos com serviços – como seguros e taxas; custos com espaços e custos com riscos decorrentes de obsolescência, perdas, danos e movimentações.

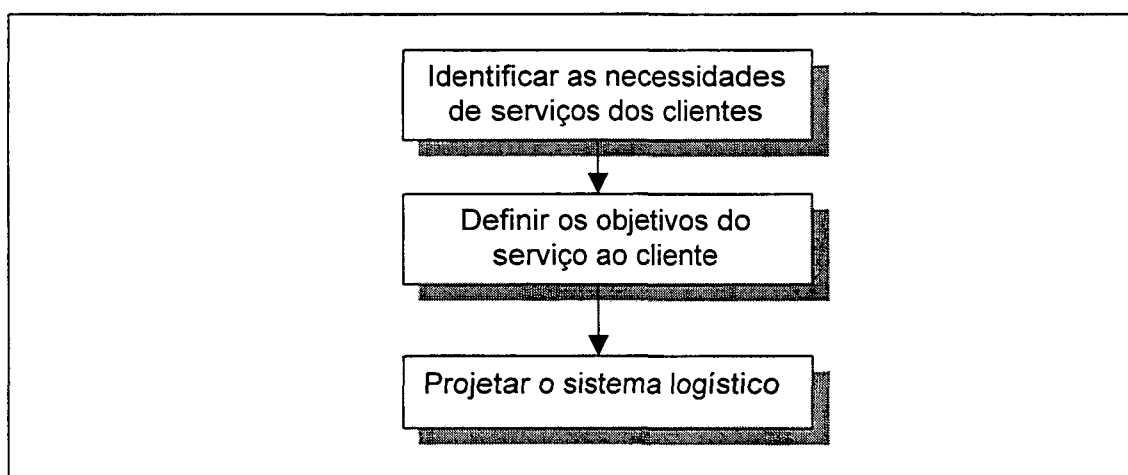
### 3.3. Nível de Serviço Logístico

A idéia de serviço ao cliente possui inúmeros entendimentos conforme apresenta CHRISTOPHER (1997), mencionando o trabalho de LALONDE e ZINSZER (1976). As diversas definições pesquisadas por estes autores tratam da interface comprador/vendedor, contendo elementos que poderiam ser classificados em três grupos: pré-transação; transação e pós-transação.

No primeiro grupo encontram-se elementos relacionados às declarações escritas, estrutura e flexibilidade da empresa relacionada a uma política formal de serviços. No grupo relacionado à transação constam elementos ligados diretamente à função de distribuição física, tais como: confiabilidade do produto e da entrega. No último grupo constam elementos relacionados com serviços de pós-venda, tais como: assistência técnica, fornecimento de peças de reposição, manutenção de canais de reclamação, entre outros.

Dependendo da estratégia e da natureza do negócio, diferentes ênfases serão dadas, aos diferentes elementos dos três grupos, durante a formulação de uma política de serviços ao cliente.

CHRISTOPHER (1997) propõe a metodologia apresentada na Figura 3.5 para planejamento dos níveis de serviço de um sistema logístico.



Fonte: CHRISTOPHER (1997)

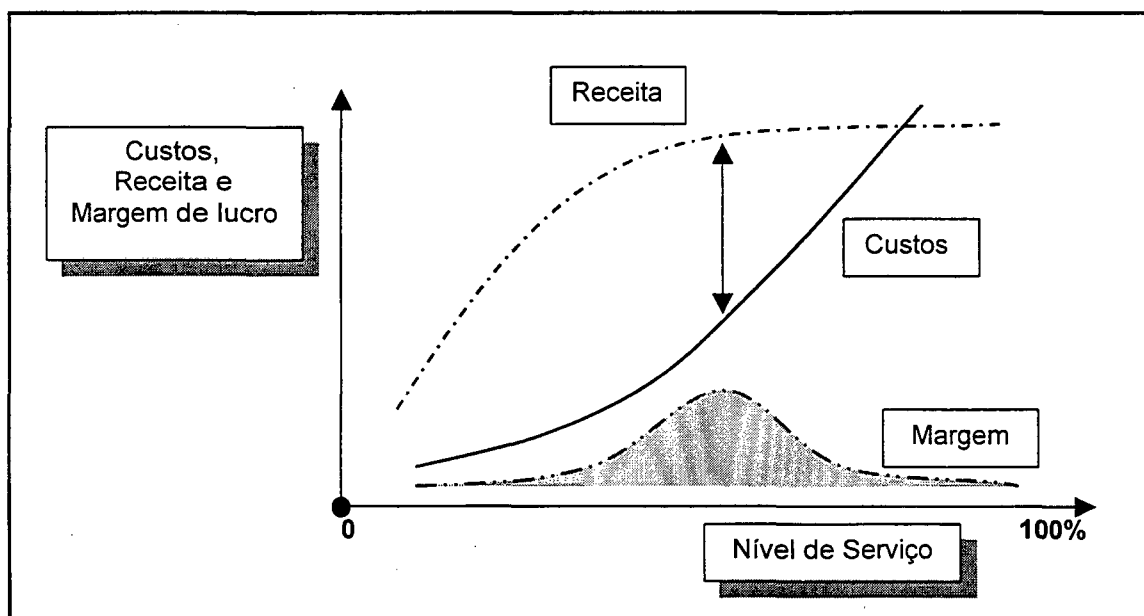
Figura 3.5. Metodologia para o Planejamento dos Níveis de Serviço de Um Sistema Logístico.

O primeiro passo desta metodologia consiste em identificar as necessidades de serviço demandadas, tendo em mente que nem todos os clientes valorizam os mesmos elementos. Deve ser feita uma segmentação dos clientes, formando grupos específicos, com níveis de serviço diferenciados para cada um deles. As medidas do nível de serviço não devem ser únicas para todo o negócio e devem satisfazer os anseios dos diferentes segmentos.

Com relação ao passo dois, pode-se dizer, segundo esse mesmo autor, que o principal objetivo de uma estratégia de serviços é o de reduzir o seu ônus ao consumidor final.

Do ponto de vista do fornecedor do serviço, a definição do nível de serviço a ser oferecido deve levar em conta, uma análise criteriosa da relação custo-benefício de cada objetivo a ser alcançado.

A Figura 3.6 representa adequadamente o “trade-off” mencionado, onde se nota que, ao oferecer ao cliente um nível de serviço bastante elevado, o sistema logístico é onerado por um custo marginal, superior a possível receita adicional a ser conquistada, reduzindo-se a margem total. Daí, conclui-se que, neste caso, a maximização da margem de lucro do negócio é obtida ofertando-se ao cliente um nível de serviço inferior à 100%.



Fonte: CHRISTOPHER (1997)

Figura 3.6. A Relação Custo/Benefício de Um Serviço Logístico

Outro ponto importante a ser destacado, observando-se este modelo conceitual, é que pode ser possível descobrir novas alternativas de operação do



sistema logístico, oferecendo-se os mesmos níveis de serviço ao cliente a custos mais baixos. Neste caso, a curva de custos se deslocará para a direita, redefinindo o ponto ótimo de operação deste sistema.

### 3.4. Prazo Logístico

A redução do tempo entre a colocação de um pedido de compra pelo cliente e a entrega dos produtos requisitados, que se define por tempo de ciclo do pedido, constitui-se num fator crítico de disputa entre cadeias de suprimento.

Cadeias de suprimento que possuem e conseguem sustentar baixos tempos de ciclo de pedido, possuem vantagens competitivas sobre as demais. Os clientes, segundo CHRISTOPHER (1997), tem se mostrado cada vez mais sensíveis em relação ao tempo, reconhecendo e valorizando aquelas cadeias que conseguem atendê-los com maior eficácia. Isto tem ocorrido, não somente no mercado de produtos finais, como também no mercado de matérias-primas, onde as indústria vem reduzindo seus estoques de insumos, adotando esquemas de produção do tipo “just in time”.

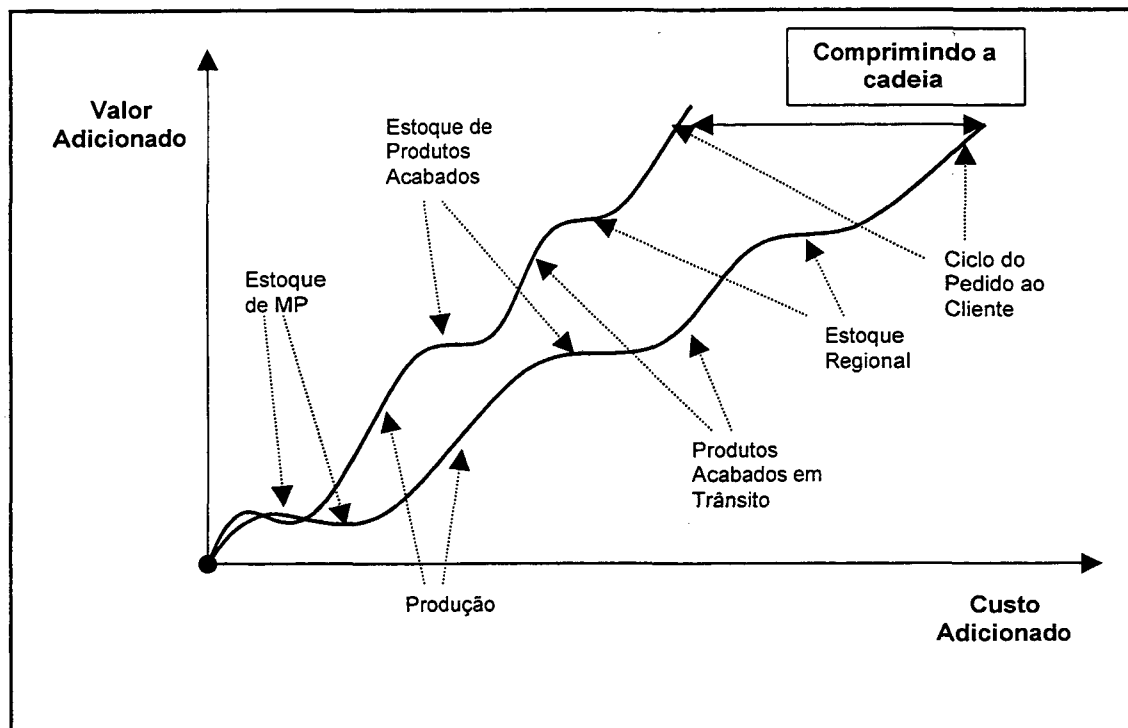
Do ponto de vista do retorno do capital investido no negócio, o tempo mais importante a ser controlado e estreitado é o tempo decorrido entre a aquisição da matéria-prima e o recebimento do valor do produto final entregue ao mercado. Este tempo é conhecido como prazo logístico, sendo composto por uma série de atividades que agregam custos e/ou valor ao longo da cadeia.

O gerenciamento adequado da cadeia tem como principal objetivo comprimir o prazo logístico total, reduzindo o tempo gasto com atividades que não agregam valor, porém, incorporam custos. A Figura 3.7 mostra graficamente esta tarefa.

O prazo logístico é a soma dos tempos gastos em todas atividades do fluxo logístico. O tempo gasto em cada etapa da cadeia possui variações que somadas, totalizam um prazo ainda mais alongado e de baixa previsibilidade. Trabalhar com prazos longos e de grande variabilidade implica na manutenção de elevados estoques de segurança para fazer frente às flutuações encontradas. Grandes variações do prazo logístico oneram os custos logísticos da cadeia.

Outro ponto importante a ser destacado é o de que, prazos logísticos alongados requerem previsões de demanda para pontos mais distantes no tempo, o que por sua vez requer a utilização de ferramentas de previsão complexas. As melhores previsões possíveis, para pontos cada vez mais distantes do momento presente, estarão sempre sujeitas a erros consideráveis. Erros na previsão da demanda implicam em estoques elevados ou na falta de produto para entrega. O encurtamento dos prazos aproxima o horizonte a ser conhecido, aumentando a

margem de certeza das previsões com a conseqüente redução dos custos de falta e de manutenção de estoques desnecessários.



Fonte: CHRISTOPHER (1997)

Figura 3.7. Compressão do Prazo Logístico

No presente trabalho de dissertação pretende-se adquirir conhecimento e controle, sobre uma parcela importante do prazo logístico que é a do tempo despendido por um barril de petróleo para percorrer a cadeia de suprimento, dimensionando também, a sua variabilidade. Será verificada a possibilidade de encurtamento deste prazo, indicando-se as alternativas de operação que melhor contribuam para este fim.

### 3.5. A Logística na Indústria de Petróleo

#### 3.5.1. O Contexto Atual e As Novas Estratégias Empresariais

O paradigma da verticalização das atividades da indústria de petróleo, que marcou fortemente sua trajetória ao longo de um século, vem sendo relativizado, com empresas desmobilizando-se de elos importantes de suas cadeias de suprimento.

O ambiente empresarial da indústria de petróleo vem sofrendo, conforme aponta a empresa de consultoria, Booz-Allen (TREAT et. al., 1994), uma série de mudanças, provocadas pelos seguintes vetores:

- i) **Competição Global** – A abertura e a desregulamentação de mercados anteriormente monopolizados e a desintegração das atividades das empresas, tem liberado as atividades “downstream” para novos tipos de “sourcing”. Ou seja, o “downstream” pode agora processar petróleos de outras fontes não se restringindo aos petróleos produzidos pelo E&P da antiga atividade integrada. Por sua vez, a atividade “upstream” pode comercializar livremente no mercado a sua produção;
- ii) **Volatilidade de Preços** – O petróleo e seu derivados tem sido indubitavelmente as “commodities” mais nervosas deste final de século;
- iii) **Desintegração** – O fortalecimento dos mercados “spots” tem encorajado a desintegração de atividades, fazendo com que produtores e refinadores o procurem como referência de compra e venda de petróleos. A atividade de refino tem se desvinculado de um processamento pré-fixado de elenco;
- iv) **Novas tecnologias** – Ampliação das reservas de petróleo existentes com a adoção de novas tecnologias acessíveis a todos os concorrentes;
- v) **Sistemas de informação** – Redução drástica dos custos dos sistemas para tomada de decisão, permitindo maior difusão e descentralização da mesma;
- vi) **Transformação política** – Surgimento de novos mercados, parceiros e concorrentes;
- vii) **Crescimento de restrições ambientais** – redefinição de negócios em função de maior rigor nos padrões de qualidade dos combustíveis bem como maior controle governamental sobre as atividades desta indústria;
- viii) **Propriedade/governo** – o estado tem saído da atividade “downstream”, porém mantendo o controle do “upstream”;
- ix) **Desregulamentação** – mercados começam a ser liberados em preços e padrões de qualidade. As indústrias de petróleo podem adquirir hoje o “status” de indústrias de energia, entrando em outras atividades do setor.

A ênfase atual deste setor consiste em aumentar o valor do retorno aos acionistas da empresa. A indústria está cada vez mais abandonando a antiga estratégia de se expandir fisicamente, responsabilizando-se por todas as etapas do processo. As estratégias para o século XXI, contemplam cada vez menos à

aquisição de ativos físicos e mais, a construção/consolidação de estruturas flexíveis e ágeis, com grande velocidade na tomada de decisões.

O ciclo de tomada de decisão é crítico, pois o negócio pode se transformar em prejuízo em questão de segundos. É fundamental aqui o Link – logística/comercialização, substituindo rapidamente crus indicados para compra por outras fontes de suprimento. Na maior parte dos casos, dada a incapacidade de serem tomadas novas decisões, as empresas permanecem fiéis à um planejamento defasado e sem consistência.

Devido a grande incerteza nos fundamentos de mercado: política; clima e tecnologia, as commodities petróleo, derivados e gás natural têm se tornado extremamente nervosas e voláteis. Os preços destas mercadorias oscilam em mais de 10% no decorrer de um mês, sendo também de grande instabilidade, os diferenciais entre petróleos, e entre petróleo e derivados.

As empresas atuam cada vez mais como compradoras e vendedoras de riscos, ganhando vantagens sobre aquelas que se relacionam com o mercado da forma tradicional, procurando-o apenas para comprar o petróleo para refino e vender os derivados processados.

A função logística/comercialização tem sido o elemento fundamental para gerenciamento de riscos. A logística viabiliza no interior da empresa, as condições para a comercialização atuar no mercado de forma flexível e ágil, conquistando as vantagens disponíveis diante das oportunidades apresentadas.

Diante de tal ambiente, as empresas tem adotado novas estratégias de ação, as quais devem compreender: ampliação da lucratividade de seus negócios, preservando suas vantagens competitivas; redução de custos operacionais e de capital; saída de atividades de baixa lucratividade, ainda mais se estas representarem baixa relação com as atividade essenciais; realocação de investimentos; redesenho de processos e reestruturação interna; aprimoramento de atividades e terceirização de outras e investimentos maciços em ferramentas de apoio à decisão.

### **3.5.2. As Práticas Atuais da Logística na Indústria de Petróleo**

A logística de suprimento da indústria de petróleo vive hoje um momento de grandes turbulências, diante dos seguintes desafios: quebra do paradigma da verticalização, com a conseqüente desintegração das cadeias de suprimento; pressões ambientais por combustíveis mais limpos, alargando o espectro dos produtos de petróleo, com diferentes especificações por região, e a crescente volatilidade dos preços e volumes demandados.

Tabela 3.1. Área – Controle da Cadeia de Suprimento

Fonte: TREAT (1994)

<b>Controle da Cadeia de Suprimento</b>	<b>Nível 1 (Iniciante)</b>	Cadeia gerenciada integralmente no nível operacional.
	<b>Nível 2</b>	Algum nível de gerenciamento intermediário, porém maior parte da cadeia gerenciada no nível operacional. Erros de previsão com impacto no planejamento.
	<b>Nível 3</b>	Scheduling paralelo para resolver erros de previsão no suprimento de matérias-primas e balanço de derivados.
	<b>Nível 4</b>	Três níveis integrados de controle: estabelecimento de políticas de longo prazo; planejamento de curto prazo e scheduling com diferentes resoluções e horizontes de tempo.
	<b>Nível 5 (Classe Mundial)</b>	Perfeita integração dos níveis estratégico, tático e operacional abrangendo o sourcing e as áreas de contato ao cliente final.

As melhores práticas hoje existentes de gerenciamento de cadeias de suprimento, que envolvem pesadas ferramentas de scheduling e controle de estoques, não são ainda capazes de responder adequadamente à demanda gerencial por decisões mais precisas.

A integração vertical está sendo substituída por contratação, informação e aperfeiçoamento no gerenciamento das cadeias. As empresas tem visualizado suas cadeias de suprimento como se fossem ativos estratégicos críticos, desenvolvendo e executando pesados programas para melhorias nos controles de estoques, ciclos de produto, redução de custos operacionais e adoção de adequadas políticas de preços.

No nível operacional o gerenciamento adequado da cadeia tem proporcionado uma maior “limpeza” do ambiente fabril, retirando das refinarias o ônus de pesados custos de estoques, viabilizando maior flexibilidade e leveza operacional em suas diversas áreas: matérias-primas, intermediários e produtos finais.

No trabalho da Booz-Allen, anteriormente mencionado, foram identificados cinco diferentes níveis de atuação das áreas de planejamento e programação operacional das empresas de petróleo. No primeiro nível se encontram as práticas mais atrasadas da indústria, aquelas que eram desenvolvidas pelas empresas na sua fase inicial. Por outro lado, no nível 5, encontramos o “estado da arte”, praticado pelas empresas de classe mundial.

Tabela 3.2. Área – Definição das Políticas de Suprimento

Fonte: TREAT (1994)

<b>Definição das Políticas de Suprimento</b>	<b>Nível 1 (Iniciante)</b>	Políticas indiferenciadas com todos os produtos devendo atender a demanda de curto prazo. Níveis de serviço ao consumidor são uniformes.
	<b>Nível 2</b>	Algumas políticas de suprimento de âmbito sazonal. Políticas paralelas no nível tático.
	<b>Nível 3</b>	Política de suprimento dirigida pela demanda com pouca consideração sobre transporte e fontes de suprimento. Nenhuma conciliação entre políticas de estoques e nível de serviço.
	<b>Nível 4</b>	Políticas desenvolvidas a partir da fonte mais econômica de suprimento. Diferenciação de níveis de serviço para consumidores.
	<b>Nível 5 (Classe Mundial)</b>	Políticas de suprimento bastante articuladas para matérias-primas, produtos acabados e intermediários, levando em conta: confiabilidade, tamanhos de lote, lead times e fontes de suprimento.

Tal cenário é de grande interesse, pois, além de definir o “estado da arte”, ele permite localizar nosso atual “status quo”, apontando deficiências e indicando a distância do atual “benchmarking”, praticado nesta indústria, vislumbrando as possibilidades de contribuição deste trabalho de dissertação.

A Tabela 3.1 apresenta a situação da área de controle da cadeia de suprimentos, onde a prática - PETROBRÁS poderia ser situada entre os níveis 3 e 4. Nesta área trabalhamos ainda, com “schedules” paralelos para petróleo e derivados, possuindo ampla visão da cadeia, porém, com carente integração dos níveis operacional, tático e estratégico.

A Tabela 3.2 apresenta o aspecto de definição das políticas de suprimento. A prática – PETROBRÁS deste aspecto também se situa entre os níveis 3 e 4, trabalhando-se com pouca conciliação entre políticas de estoque e de níveis de serviço, ora privilegiando uma, ora outra. Na realidade, pouco se tem estudado e trabalhado sobre esses indicadores, com precário conhecimento quantitativo dos “trade-offs” envolvidos.

Tabela 3.3. Área – Metas para Níveis de Estoques

Fonte: TREAT (1994)

<b>Metas para Níveis de Estoques</b>	<b>Nível 1 (Iniciante)</b>	Determinadas por metas financeiras. Metas para grupos de produtos e por unidades operacionais.
	<b>Nível 2</b>	Determinadas por metas financeiras. Estabelecimento paralelo de controles máximos e mínimos por unidade.
	<b>Nível 3</b>	Metas de estoques calculadas estatisticamente, baseadas na demanda e nos pontos de reposição de estoques.
	<b>Nível 4</b>	Metas calculadas com base nos lead-times de suprimento para uma demanda de mínima variabilidade. Os tamanhos de lote e os níveis de serviço são considerados para todos os produtos.
	<b>Nível 5 (Classe Mundial)</b>	Metas calculadas com base nos lead-times de suprimento, incertezas de demanda, tamanhos de lote, custos de transporte e níveis de serviço. Metas estabelecidas para matérias-primas e produtos intermediários, refletindo sazonalidade.

Com relação ao estabelecimento de metas para níveis de estoques, área apresentada na Tabela 3.3, a prática da PETROBRÁS situa-se entre os níveis 2 e 3, onde se registra um grande atraso em relação ao “benchmarking” mundial. Via de regra os aspectos financeiros atropelam os operacionais, dificultando o estabelecimento de uma política de estoques autônoma.

Esta área possui grande carência de uma visão sistêmica que leve em conta os diversos aspectos logísticos considerados no nível 5. Neste ponto, este trabalho de dissertação poderá propiciar uma grande contribuição.

A Tabela 3.4 apresenta diferentes estágios de atuação na área de planejamento integrado e “scheduling”. Nesta área, a prática da PETROBRÁS situa-se entre os níveis 3 e 4. A logística integrada trabalha sobre um modelo corporativo que abrange o portfólio de refinarias que abastece o país como um todo. Em cada unidade de refino é utilizado um modelo localizado que procura otimizar o processamento dos petróleos indicados no primeiro modelo. A grande dificuldade da PETROBRÁS, nesta área, é a de transpor estes modelos, quando seus dados de entrada não são mais aderentes às realidades encontradas. Ou seja, reluta-se em abandonar um planejamento muitas vezes defasado, sendo bastante lento, o ajuste do sistema.

Tabela 3.4. Área – Planejamento Integrado e Scheduling

Fonte: TREAT (1994)

<b>Planejamento Integrado e Scheduling</b>	<b>Nível 1 (Iniciante)</b>	Planejamento subentendido pelo scheduling operacional. Resolução semanal com horizonte mensal.
	<b>Nível 2</b>	Planejamento de longo prazo baseado em previsões de demanda para principais grupos de produtos. Scheduling de curto prazo baseado em previsões de curto período, determinando pontos de suprimento.
	<b>Nível 3</b>	Planejamento de longo prazo para todos os produtos. Planejamento da produção baseado em programação linear com scheduling das operações determinado pela seqüência de produção.
	<b>Nível 4</b>	Várias funções estão integradas no gerenciamento da cadeia de suprimento. Schedule de curto prazo dirigido por sistemas "puxados", integrados ao planejamento.
	<b>Nível 5 (Classe Mundial)</b>	Envolvimento proativo da produção, gerenciamento de materiais e fornecedores proporcionando alto grau de flexibilidade e resposta da cadeia. Todas as unidades são otimizadas conjuntamente com elevado nível de liderança da cadeia.

Com relação ao planejamento do suprimento e da demanda, a prática da PETROBRÁS pode ser situada nos primeiros níveis da Tabela 3.5. É ainda bastante comum a prática de resolução de problemas, inerentes a falta de integração entre os "schedules" de matéria-prima, produção e distribuição. Os sistemas de previsão de demanda ainda são bastante inconsistentes, baseando-se, muito fortemente, em apostas das áreas de mercado.



Tabela 3.5. Área – Sistemas de Planejamento do Suprimento e Demanda

Fonte: TREAT (1994)

<b>Sistemas de Planejamento do Suprimento e Demanda</b>	<b>Nível 1 (Iniciante)</b>	Schedules de matérias-primas, produção e distribuição desacoplados. Demandas baseadas em apostas das áreas de marketing sem muita consistência.
	<b>Nível 2</b>	Dirigido pela administração de materiais sem nenhuma visibilidade das ordens de suprimento e demanda ao longo da cadeia. Utilização de ferramentas estatísticas para determinação da demanda.
	<b>Nível 3</b>	Sistema integrado para planejamento e schedule. Schedule com resolução diária desenvolvido manualmente. Previsões estatísticas da demanda por região consolidadas centralmente com controle de consistência.
	<b>Nível 4</b>	Schedule dirigido por "pull systems". Visibilidade da demanda e do suprimento ao longo da cadeia. Suprimento e demanda estabelecidos com resolução semanal mínima. Previsões atualizadas com base na performance passada.
	<b>Nível 5 (Classe Mundial)</b>	Sistemas de controle da cadeia de suprimento com resolução diária. Ferramentas de scheduling de alta automação. Ferramentas de previsão de demanda por localidades com consolidação central. Refletem campanhas promocionais, volatilidade de preços etc.

# CAPÍTULO 4

## A SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

### 4.1. Introdução

As decisões gerenciais tem sido um terreno fértil para o amplo desenvolvimento de modelos que permitam criar/recriar e compreender as condições onde estas são realizadas, permitindo-se avaliar qualitativa e quantitativamente, suas conseqüências.

Os modelos constituem-se em representações de sistemas reais, onde determinados aspectos relevantes são destacados visando análises específicas, segundo seus objetivos de estudo.

Os modelos têm sido conhecidos na literatura técnica como Sistemas de Apoio à Decisão – SAD. Sua aplicação abrange um número cada vez maior de áreas, dentre as quais podemos destacar: planejamento e controle da produção, sistemas de informações gerenciais, marketing, sistemas de controle de estoques, dimensionamento de frotas, etc.

Os modelos podem ser classificados segundo a técnica que utilizam para solucionar problemas. Podem ser do tipo, otimizantes, heurísticos ou de simulação. Os modelos de otimização utilizam programação matemática, determinando uma solução que otimize o sistema a partir de uma função objetivo e de restrições, expressas matematicamente. Os modelos de simulação envolvem experimentos amostrais numa representação do sistema real. Os modelos heurísticos combinam o realismo obtido pela técnica de simulação com o rigor analítico na busca de uma solução que otimize o problema. Não se garante, neste caso, que o ótimo seja encontrado, dadas as regras de busca que restringem o seu processo de solução.

PIDD (1996), analisando diversas formas de modelagem do processo de decisão, recomenda que a simulação seja aplicada nos seguintes casos:

- .sistemas dinâmicos – existe uma variação temporal sujeita a fatores que não podem ser controlados, mas podem ser determinados estatisticamente;
- .sistemas interativos – diversos componentes do sistema interagem entre si e essa interação afeta o sistema como um todo;
- .sistemas complexos – inúmeras variáveis influenciam a dinâmica interna/externa do sistema.

PEGDEN et al. (1995) define a simulação como o processo de elaborar um modelo de um sistema real e de conduzir experimentos, com o propósito de

compreender o comportamento do sistema e/ou avaliar várias estratégias para a operação do mesmo.

A simulação tem como objetivo ,conhecer o comportamento de sistemas, formulando teorias e testando hipóteses a seu respeito. O uso de modelos de simulação permite prever comportamentos futuros, antecipando a visualização dos efeitos provenientes de mudanças na forma de operar o sistema.

Para KELTON et al. (1998) a simulação tem ocupado um grande espaço como ferramenta de apoio gerencial, dada a sua habilidade de trabalhar com modelos bastante complexos, que correspondem à grande complexidade dos sistemas reais da atualidade.

#### **4.2. Origens, Evolução e Aplicações da Simulação**

No final da década de 50 e nos anos 60 a técnica de simulação estava restrita ao âmbito das grandes corporações empresariais e instituições governamentais. O capital requerido para se trabalhar com esta ferramenta era de grande vulto, envolvendo a utilização de “mainframes” e de recursos humanos de altíssima especialização. Utilizava-se a linguagem FORTRAN para a tradução dos programas, sendo esta uma tarefa árdua, em extensão e em revisão, dada a dificuldade de se corrigir erros ou modificar rotinas.

Durante as décadas de 70 e 80 ocorreram grandes transformações na área de informática que proporcionaram um aumento considerável na capacidade de processamento dos computadores e uma redução no custo da informação. A demanda por modelos computacionais cresceu consideravelmente, atingindo setores empresariais de relativo porte. Este crescimento pressionou a academia que passou a incluir esta técnica em seus currículos de engenharia industrial e de pesquisa operacional. No final desta década a simulação atingiu um grau de credibilidade tal que, as grandes empresas passaram a utilizá-la como um requisito estratégico para definição de seus planos de investimentos.

Durante os anos 90 a simulação passou a ser bastante difundida, sendo aplicada em pequenas empresas e em áreas não tradicionais, como a indústria de serviços. O surgimento dos pacotes de animação, a mediação das formas interativas de programação e a integração dos novos pacotes com outros sistemas, transformaram a simulação numa ferramenta padrão a ser utilizada no mundo dos negócios. Entretanto, a necessidade de conhecimento e experiência requerida dos analistas e o tempo a ser dedicado à construção dos modelos, continuavam, ainda, sendo os maiores impedimentos à sua utilização.

KELTON et al. (1998), de quem foi obtido a maior parte das informações descritas neste tópico, acredita que a tendência futura da ferramenta é de uma

especialização crescente, aparecendo no mercado produtos altamente direcionados a segmentos industriais, onde seus analistas construirão modelos numa linguagem bem mais próxima de seu ambiente negócios, “popularizando” a utilização desta ferramenta.

Atualmente, só para se ter uma idéia do campo de aplicação desta técnica poderíamos citar as seguintes áreas:

- . Manufatura – sistemas de controle de estoque, layout de plantas industriais, implantação de novos métodos de produção, projetos de linhas de montagem, projeto de máquinas, etc.;
- . Transporte – dimensionamento de frota, “scheduling”, planejamento de sistemas de distribuição, projeto de terminais, controle de tráfego, adoção de rotas alternativas, etc.;
- . Área de Saúde – planejamento e dimensionamento de recursos: médicos, enfermeiros, leitos, equipamentos.
- . Área Militar – planejamento dos sistemas de defesa, simulação de combates.
- . Ecologia e Meio ambiente – controle da poluição do solo, água e ar, controle de desastres ambientais, previsão do impacto ambiental causado por novas unidades industriais.
- . Reengenharia dos Processos de Negócios – entender como a reorganização dos processos impacta na melhoria dos sistemas existentes.

Segundo PEGDEN (1990), a lista dos campos de aplicação desta técnica é muito abrangente para ser totalmente descrito. Isto, sugere, contudo, o grau de seu sucesso que esta ferramenta vem alcançando na resolução de problemas de grande complexidade.

### **4.3. A Evolução das Linguagens de Simulação**

Conforme mencionado no ítem anterior, os primeiros programas de simulação utilizavam linguagens generalistas, como o FORTRAN. Os programas eram extremamente grandes e perdia-se muito tempo na elaboração de rotinas e na depuração de seus erros de execução, mesmo para sistemas simplificados. Todavia, havia flexibilidade de programação, simulando-se uma grande diversidade de sistemas.

Posteriormente, surgiram linguagens específicas de simulação, tais como: GPSS, SIMSCRIPT, SLAM e SIMAN. Estas linguagens proporcionaram uma melhor plataforma de programação para a simulação, discriminando os problemas em dois segmentos (como faz o SIMAN): modelo e experimento.

No primeiro segmento, são descritos os elementos físicos do sistema (recursos humanos, máquinas, materiais, veículos, informações, etc.) e suas interrelações. No segmento que define o experimento, são definidas as condições específicas onde o modelo é executado. Contém informações, tais como: duração das “corridas”, condições iniciais, rotas a serem seguidas, coleta de estatísticas, etc.

Com o desenvolvimento da informática e de novos ambientes operacionais foram surgindo linguagens de simulação de alto nível. Estas ferramentas operam em ambientes gráficos, onde módulos de programas são selecionados e conectados, formando seqüências lógicas a serem seguidas pelas entidades do problema. Estes pacotes também contém recursos de animação gráfica dos diversos componentes analisados, movendo-os conforme as mudanças de estado do sistema.

A grande desvantagem dos simuladores de alto nível foi a perda de sua capacidade de representar detalhes específicos de determinadas aplicações. A adaptação dos modelos aos recursos disponibilizados por estas ferramentas, diminuem sua capacidade de representar os sistemas reais que pretendem simular.

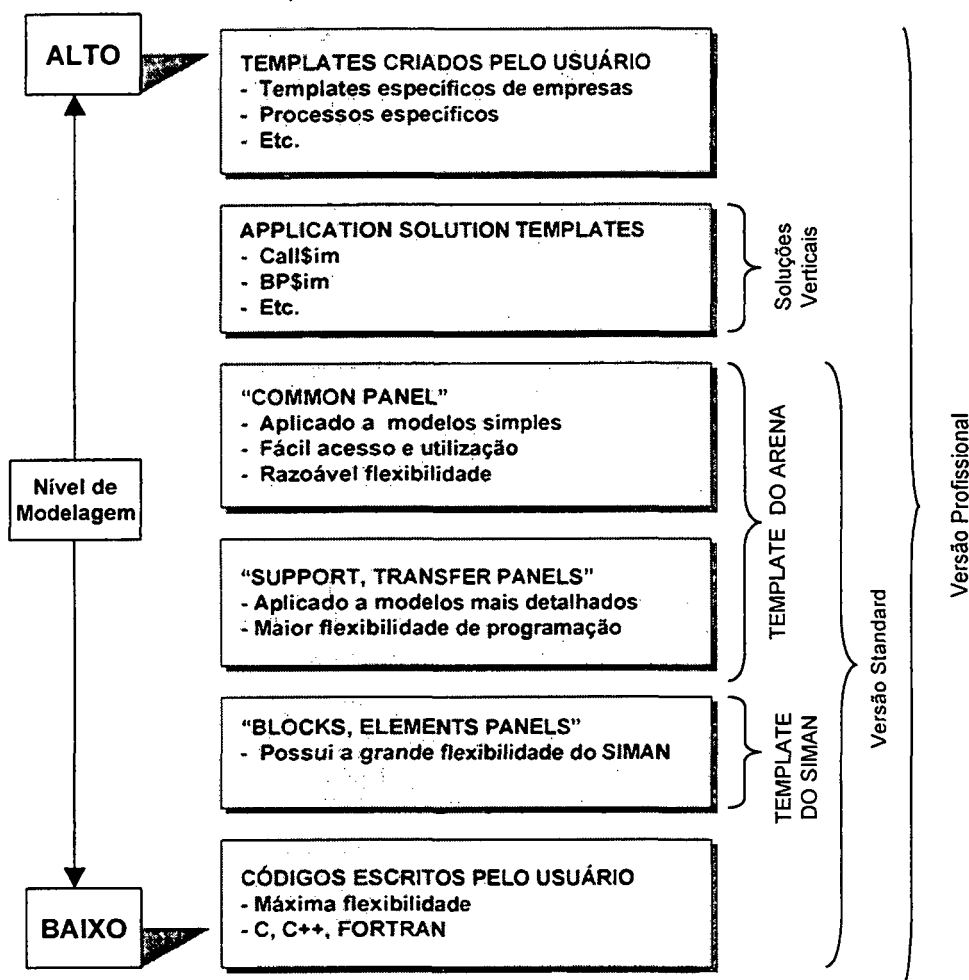
#### **4.4. A Linguagem ARENA**

Esta linguagem de programação reúne as vantagens das linguagens de alto nível com a flexibilidade de linguagens de programação generalistas, tais como: Microsoft Visual Basic, C, C++ e o FORTRAN.

O ARENA agrupa em “Painéis” e “Templates” os diversos módulos de rotinas e recursos gráficos utilizados na modelagem. Os “Painéis” agrupam módulos de um mesmo nível de programação, facilitando a apresentação e a organização da ferramenta. Por sua vez, os “Painéis” são agrupados em “Templates”, caracterizados por diferentes tipos de capacidades e estruturas de programação. Os modelos podem ser construídos nesta linguagem combinando-se diversos módulos de “Painéis” e “Templates” diferentes num mesmo programa. Desta forma, congregam-se, num mesmo ambiente de trabalho, flexibilidade de programação e facilidade de uso.

KELTON et al. (1998) formulou a seguinte estrutura hierárquica desta linguagem, apresentada na Figura 4.1. Em qualquer momento da modelagem podem ser utilizados módulos de diversos níveis hierárquicos da ferramenta. O usuário pode ainda criar seus próprios módulos formando templates personalizados para várias classes de aplicações específicas.

O ARENA possui ainda diversos recursos de animação gráfica e de análise estatística no mesmo ambiente de trabalho, produzindo trabalhos de excelente apresentação e qualidade de resultados.



Fonte: KELTON (1998)

Figura 4.1 Estrutura Hierárquica do ARENA

#### 4.5. Vantagens e Desvantagens da Simulação

A simulação possui grande credibilidade, pois gera resultados que podem ser comparados com situações reais de operação. Comparada com modelos analíticos a simulação possui a virtude de persuadir os tomadores de decisão, demonstrando de forma animada a aplicação de novas formas de operação dos sistemas, comparando-as.

Com exceção de alguns simuladores, que buscam soluções ótimas, sob determinadas condições fixas de entrada, os modelos de simulação são mais exploradores dos sistemas que os modelos analíticos, o que permite um maior conhecimento da sua dinâmica interna.

PEGDEN et al (1995) apresenta em seu trabalho a seguinte lista de benefícios associados à esta técnica:

.novas políticas, procedimentos operacionais, estruturas organizacionais, fluxos de informação, etc., podem ser testados antes de serem adotados, evitando o comprometimento do estado atual do sistema;

.podem ser identificados os gargalos do sistema;

.podem ser identificadas as variáveis mais importantes para o funcionamento do sistema e verificado o efeito de suas interações;

.é possível analisar diversas situações, prevendo comportamentos do sistema;

.o fator tempo pode ser controlado (expandido ou comprimido), permitindo-se aumentar ou diminuir a velocidade a fim de se estudar um fenômeno;

.permite fazer comparações do sistema real com o que realmente se espera dele.

Em contrapartida aos benefícios que esta técnica nos proporciona, este autor nos alerta também para algumas de suas desvantagens, que seguem:

.necessidade de treinamento qualificado. A qualidade dos resultados depende da qualidade da representação e da qualidade de análise de seu executor;

.seus resultados são de difícil interpretação. Os modelos de simulação procuram captar a aleatoriedade da situação real, sendo difícil determinar se os resultados do processamento foram influenciados por algumas interações presentes ou pela aleatoriedade intrínseca do modelo.

## **4.6. Modelos de Simulação**

### **4.6.1. Tipos de Modelos**

Os modelos de simulação podem ser classificados de três formas:

- i) determinísticos ou estocásticos – se as variáveis do modelo forem fixas (determinístico) ou variarem segundo alguma distribuição de probabilidade (estocástico);
- ii) estáticos ou dinâmicos – quando o modelo sofre alterações ao longo do tempo;
- iii) discreto ou contínuo – quando as alterações de estado do modelo são feitas em pontos do tempo ou ocorrem de forma contínua.

Neste trabalho de dissertação o modelo desenvolvido classifica-se como:

. estocástico - pois algumas de suas variáveis variam ao longo do tempo. Por exemplo: tempos de viagens de navios e taxa de produção dos campos de petróleo;

. dinâmico – pois o sistema sofre modificações de estado ao longo do tempo;

discreto/contínuo – o sistema modelado compreende casos de variações contínuas ao longo do tempo – por exemplo: descarga/carga de navios, e casos de variação discreta – por exemplo: navio sofrendo tempo de espera para atracação num terminal.

LAW et al. (1991) cita um exemplo deste tipo de modelagem apresentado por PRITSKER (1986), sendo inclusive um caso de modelagem da indústria de petróleo:

*“Exemplo 1.4. Navios-tanque carregando petróleo chegam a um terminal com um único berço de atracação, descarregando produto para um tanque que suprirá uma refinaria através de um oleoduto. Um navio descarrega petróleo para este tanque a uma especificada taxa constante. (Navios que chegam enquanto o berço está ocupado formam uma fila). O tanque supre a refinaria com petróleo a uma diferente taxa especificada. O berço de atracação está aberto de 6:00h até às 24:00h, e, devido a considerações de segurança a descarga de navios é interrompida durante o fechamento do terminal.*

*Os eventos discretos para este (simplificado) modelo são a chegada do navio para a descarga, o fechamento do terminal à meia-noite e a sua abertura às seis horas da manhã. Os níveis de petróleo nos tanques do navio e no tanque do terminal são obtidos por variáveis contínuas de estado cujas taxas são descritas por equações diferenciais. A descarga de um navio pode ser considerada completa quando o nível de petróleo a bordo for inferior a 5% de sua capacidade, porém, sua descarga pode ser interrompida caso se esgote a capacidade do tanque do terminal. A descarga do navio é retomada toda vez que o volume no tanque decrescer, atingindo 80% de sua capacidade. Se o volume de óleo no tanque for inferior à 5000 barris, a refinaria deve ser temporariamente paralisada. Com o intuito de evitar constantes interrupções na atividade da refinaria, esta só retoma o seu processamento quando o volume de petróleo no tanque do terminal atingir o nível de 50.000 barris. Cada um dos cinco eventos correspondentes à níveis de petróleo, por exemplo, o nível de petróleo no navio cair abaixo de 5% de sua capacidade, é o que Pritsker chama de “Evento de Estado”. Diferente dos eventos discretos, os eventos de estado não são “schedulados” porém ocorrem quando uma variável contínua de estado atravessa um determinado valor limite.”*

O exemplo citado é bastante interessante pois apresenta de uma forma simplificada diversos elementos que serão utilizados no estudo de caso. O modelo a ser desenvolvido envolve uma diversidade de eventos discretos e contínuos a serem simulados. Dada a abrangência do sistema abordado, que envolve diversos elementos contínuos (níveis de petróleo em tanques de terra e em tanques de navios) serão trabalhadas diversas situações com “Eventos de Estado”.



#### 4.6.2. Elementos da Simulação

Na elaboração de modelos de simulação são utilizados os seguintes elementos para a descrição do comportamento dos sistemas:

- i) Entidades – são os agentes dinâmicos da simulação. As entidades movem-se pelo modelo afetando e sendo afetadas por outras entidades ou pelo próprio sistema. São dinâmicas pois são criadas, sofrem uma série de eventos, trafegam pelo modelo e podem finalmente ser eliminadas, caso não permaneçam em permanente circulação. Um exemplo pertinente a ser mencionado deste tipo de elemento seriam os navios tanque. Este tipo de entidade circulará pelo modelo transportando cargas de petróleo entre diversos sub-sistemas, sofrendo, conforme o caso, ações de carga e descarga de produto;
- ii) Atributos – são características individuais de cada entidade, com valores específicos para cada uma, sendo possível então diferenciá-las. No caso das entidades navios tanque o nome de cada navio é um atributo destas. Os atributos podem também atrelar às entidades valores importantes a serem transportados ao longo do modelo. A quantidade carregada de petróleo num navio, seria um exemplo típico deste caso;
- iii) Variáveis – são valores globais do sistema, visíveis a qualquer momento e em qualquer ponto do modelo. Por exemplo: a quantidade total de petróleo estocada num terminal seria uma variável global do sistema a ser modelado;
- iv) Recursos – são elementos capazes de restringir a movimentação das entidades ao longo do modelo. Os recursos são alocados às entidades e não o contrário. Podem haver casos onde somente após a alocação de dois recursos diferentes à mesma entidade, esta seja liberada para seguir no modelo. Exemplificando, um navio só seria atracado num terminal se houver berço e rebocador, disponíveis. Sem um destes dois recursos a entidade navio permaneceria em fila de espera aguardando a liberação do recurso ocupado;
- v) Filas – são os locais de espera do modelo onde as entidades aguardam os recursos ocupados;
- vi) Eventos – são acontecimentos dentro do sistema que mudam variáveis ou atributos. O início e no fim de uma atividade são eventos. Por exemplo: no início da descarga de um navio a vazão de enchimento do tanque do terminal é igual ao atributo - vazão de descarga do navio.

Quando este navio terminar sua descarga a vazão de enchimento se anulará e também será anulado o atributo de quantidade carregada da entidade.

#### 4.7. O Processo da Simulação

Definindo a Simulação como um processo, PEGDEN et al. (1995) propõe a seguinte seqüência de passos a serem executados ao utilizarmos esta técnica:

- i) Definição do Problema - nesta etapa busca-se possuir uma visão clara dos objetivos do estudo, das respostas que se pretende obter com o modelo e das características do sistema que se pretende aperfeiçoar;
- ii) Planejamento do Projeto – busca-se dimensionar os recursos disponíveis (humanos, tempo e material) para a execução do modelo;
- iii) Definição do Sistema – é a etapa de definição das fronteiras do sistema que se pretende modelar. São feitas simplificações do sistema real, definindo seus componentes;
- iv) Formulação Conceitual do Modelo – nesta etapa é elaborada uma primeira concepção geral de como o sistema modelado funciona. São definidas as variáveis e as interações lógicas dos seus diversos componentes;
- v) Projeto Experimental Preliminar – consiste na formulação das medidas de eficiência do sistema e dos fatores que serão variados ao longo da simulação;
- vi) Preparação dos Dados de Entrada – nesta etapa são coletados e analisados os dados necessários à operação do modelo;
- vii) Tradução do Modelo – é a fase da programação propriamente dita, onde o modelo será descrito em linguagem de simulação apropriada;
- viii) Verificação e Validação – a verificação consiste na depuração de erros provenientes da fase anterior. O programa computacional deve possuir um desempenho condizente com os objetivos iniciais do projeto. A validação procura estabelecer a relação de quanto o modelo representa de forma confiável, a operação real do sistema. KELTON et al. (1998) sugere algumas atividades importantes nesta fase, tais como: realizar testes de longa duração do modelo, verificando os seus

resultados; realizar testes mudando diversas condições do sistema, verificando se o mesmo se comporta de forma coerente com sua lógica original de projeto e fazer demonstrações do modelo para profissionais da área. Pessoas não especialistas em simulação, mas, conhecedoras do sistema em análise, podem fazer contribuições importantes;

- ix) Projeto Final Experimental - consiste em projetar os experimentos visando obter a coleção de dados necessários à fase de análise e determinar como cada uma das “corridas” deverá ser realizadas;
- x) Experimentações – é a fase de execução propriamente dita das “corridas”, extraíndo os resultados desejados. São realizadas também nesta fase as análises de sensibilidade do modelo;
- xi) Análise e Interpretação - nesta fase são realizadas inferências estatísticas sobre os resultados obtidos;
- xii) Implementação e Documentação – consiste na disponibilização e na aplicação dos resultados obtidos. Deve ser realizada uma documentação sobre o modelo e o seu uso, viabilizando sua utilização futura por outra equipe de pessoas.

KELTON et al. (1998) aponta que um bom projeto de simulação consiste numa freqüente interação entre as diversas fases acima, nem sempre seguidas de acordo com a metodologia estipulada. Revisitar etapas consideradas acabadas, constitui-se um exercício obrigatório e necessário para uma modelagem bem sucedida.

#### **4.8. A Simulação em Sistemas Logísticos**

BALLOU (1999), citando HARPELL (1989), recomenda a simulação como o método a ser escolhido nos casos onde: a descrição substancial dos detalhes de um sistema complexo é um fator essencial; o problema possua variáveis estocásticas ou quando a busca de uma solução ótima para o problema não seja possível ou considerada crítica.

JOHNSON (1996) afirma ser a simulação a técnica mais utilizada no planejamento de sistemas logísticos. Seu êxito reside no fato de poder considerar uma série de fatores importantes, tais como: disponibilidade de modais de transporte, localização de armazéns, localização de plantas, localização de postos de vendas, custos de transportes; custos de imobilização, variabilidade da demanda, níveis de serviço à clientes, dentre outros, que podem ser representados de forma

detalhada num mesmo modelo. É possível, neste caso, avaliar “trade-offs” entre os diversos componentes do sistema, escolhendo formas adequadas de operação.

A principal vantagem da aplicação da simulação no aperfeiçoamento de sistemas logísticos existentes, consiste no fato de serem testadas novas formas de operação deste sistema a um baixo custo e sem o risco do comprometimento do nível de serviço atualmente praticado. A própria modelagem pode servir como processo de treinamento das pessoas envolvidas antes da adoção do novo método.

JOHNSON (1996) afirma ser possível, utilizando esta técnica, construir modelos bastante personalizados. Este autor sugere neste mesmo trabalho, o seguinte método de descrição de Paul S. Bender, consultor de empresas:

*“A estrutura de um sistema logístico pode ser representada por uma rede contendo nós e interligações. Os nós representam os estoques estacionários localizados como os fornecedores, plantas, armazéns e varejistas. As interligações representam os estoques em movimento nos modais de transporte.*

*Em qualquer sistema logístico, a rede definida pelos nós e interligações fica completamente descrita pelos seus atributos. Em qualquer situação os atributos dos nós e interligações são descritos de três formas: custos ou receitas geradas; restrições numericamente expressas, tais como, capacidade mínima e máxima e restrições lógicas ou não numéricas tais como: leis, políticas e condições de operação.”*

BALLOU (1998) cita algumas aplicações de simuladores no planejamento de sistemas logísticos: a Andersen Consulting utiliza esta técnica para analisar o fluxo de produtos através de múltiplas facilidades com o propósito de responder questões sobre níveis de estoque, níveis de produção, “scheduling” dos fluxos de distribuição física; a Shycon utilizou a simulação para decidir a localização de uma série de armazéns da empresa.

Com relação a aplicação da técnica de simulação aos sistemas logísticos da indústria de petróleo, encontrou-se inúmeros trabalhos sobre o dimensionamento de sistemas de suporte logístico à atividade “upstream”. Dentre estes, pode-se destacar os trabalhos de BOTTER et al. (1998) sobre o dimensionamento da frotas de embarcações especiais que prestam serviços à PETROBRÁS na Bacia de Campos.

#### **4.9. Resumo do Capítulo**

Neste capítulo procuramos justificar a utilização da técnica de simulação como ferramenta apropriada para abordar o estudo de caso proposto, onde o seu detalhamento é importante e o número de variáveis a ser trabalhada é grande. O problema envolve processos estocásticos e a comparação entre as diversas formas

possíveis de operar o sistema é algo bem mais relevante e viável do que se encontrar analiticamente uma solução que otimize o problema.

Procurou-se também neste ponto, justificar a utilização do ARENA como linguagem de tradução do sistema. O ARENA é uma linguagem que agrega facilidade de utilização e flexibilidade num mesmo pacote, além disso contou-se com facilidade de acesso ao “software” e de orientação ao seu uso.

A metodologia apresentada neste capítulo será utilizada para abordar o estudo de caso desta dissertação. Nos próximos capítulos serão detalhados os diversos passos tomados na elaboração final do estudo de caso. Para fins didáticos e de apresentação procurou-se segregar a etapa de tradução do modelo num único capítulo, evitando-se sobrecarregar a leitura do trabalho.

## CAPÍTULO 5

### MODELAGEM DO ESTUDO DE CASO

#### 5.1. Introdução

Este capítulo inicia a construção do modelo de simulação propriamente dito, segundo a metodologia adotada no capítulo anterior (item 4.5). As fases (i) e (iii) foram detalhadas no capítulo 2, onde o problema e o sistema a ser estudado foram definidos.

Com relação ao passo (ii) da metodologia, que trata do dimensionamento dos recursos utilizados para execução do modelo, pode-se descrever o seguinte:

- em termos de recursos materiais utilizou-se uma versão autorizada do ARENA 3.0 e um microcomputador com processador Pentium 233MHz e memória RAM de 65 MBytes. Apesar da obsolescência do equipamento as corridas e a modelagem foram obtidas com relativa velocidade, não ocorrendo maiores problemas de execução;

- inicialmente foi despendido cerca de dois meses com a aprendizagem da linguagem ARENA, sendo construído pequenos modelos que se constituíram, posteriormente, em sub-sistemas do estudo de caso. Na modelagem final do sistema, com suas verificações e validações, foram consumidos cerca de seis meses de trabalho individual.

Os dados de entrada foram obtidos a partir da interface amigável do banco de dados de transportes da PETROBRÁS (IAS-SISTRAM) e informações do E&P. No tratamento estatístico destes dados foi utilizada a ferramenta "INPUT ANALYSER" do ARENA;

Finalmente, todos os relatórios finais gerados pelo ARENA foram trabalhados em planilha eletrônica com o programa "Excel 7.0" da Microsoft.

Em seguida, este capítulo descreverá as etapas de formulação conceitual, experimentação preliminar e preparação dos dados de entrada da metodologia considerada.

#### 5.2. Formulação Conceitual do Modelo

##### 5.2.1. Introdução

Segundo a metodologia de trabalho seguida, procurou-se neste tópico detalhar o funcionamento lógico de cada sub-sistema do corte apresentado no Capítulo 2 (Figura 2.1), preparando-o para a etapa de tradução para o ARENA.

A descrição de cada sub-sistema será iniciada com a apresentação dos principais eventos de estado que ocorrem em cada um deles, sendo seguida pelo detalhamento de suas operações internas, destacando os principais pontos que serão modelados.

### 5.2.2. Bacia de Campos – Campo do Tipo I

Este sub-sistema compreende os campos de produção de Roncador e Marimbá Leste. Devido seus portes de produção, estes campos são atendidos por navios de menor capacidade, compreendendo processos de produção onde o petróleo é armazenado em navios cisterna (Figura 2.2), sendo, periodicamente, expedido para navios aliviadores. De forma simplificada este sistema pode ser traduzido em dois volumes de controle conforme a Figura 5.1.

Quando as variáveis contínuas que representam os volumes carregados no navio aliviador e cisterna atravessarem determinados valores limites ocorrerão os seguintes eventos de estado (Figura 5.1):

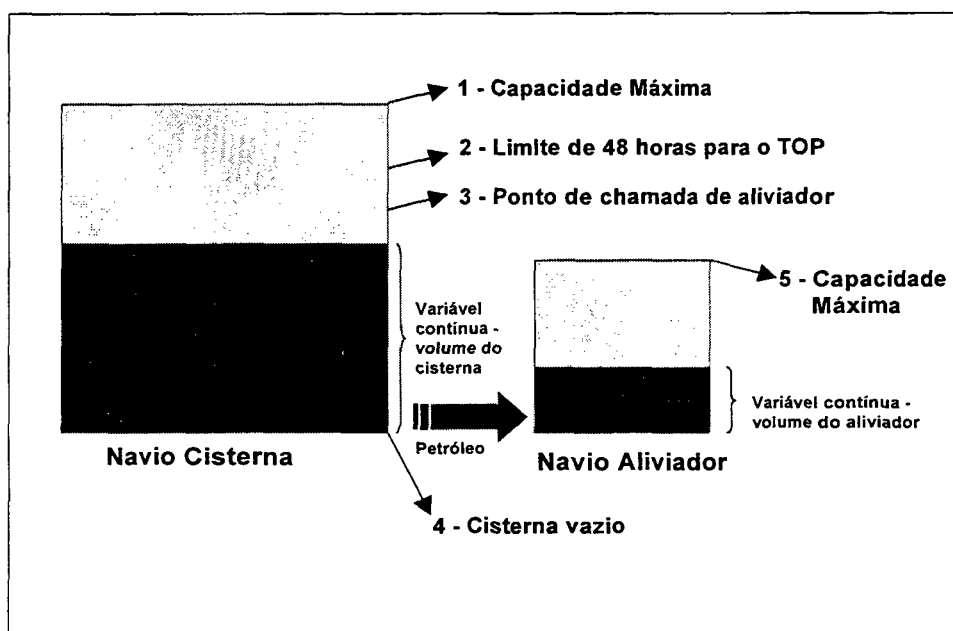


Figura 5.1. Bacia de Campos – Campo de Produção do Tipo I

- 1) Capacidade Máxima - se este limite for atingido a produção do campo deverá se anular, pois não haverá mais espaço para armazenar petróleo;
- 2) Limite de 48h para o TOP - este limite indica que faltam somente 48 horas para o enchimento total (TOP) do navio cisterna. Quando este for atingido é verificado se já ocorreu a chegada de navio aliviador ao campo. Caso contrário será penalizado o nível de serviço logístico,

pois, começa a existir relativo risco de perda de produção por falta de alívio;

- 3) Ponto de chamada de navio aliviador - ao ser atingido este limite solicita-se à Área de Programação a alocação de navio aliviador. Este limite é calculado de forma que o navio chegue com a devida antecedência mínima requerida pelo cliente, neste caso, o E&P;
- 4) Cisterna Vazio - quando este volume se anular, significa que toda a produção acumulada já foi transferida para o navio aliviador, não havendo mais o que ser bombeado, neste caso, optou-se pela liberação deste último navio.
- 5) Capacidade Máxima - quando a variável contínua que representa o volume do navio aliviador, atingir sua capacidade máxima, será anulada a taxa de transferência de envio de petróleo do navio cisterna e liberado o navio aliviador do sub-sistema em questão.

A Figura 5.2 apresenta de forma simplificada a seqüência de operações a ser seguida pelo navio aliviador neste tipo de campo de produção.

No processo de chegada ao campo de produção, fase comum à toda Bacia de Campos e ao terminal de São Francisco do Sul, é verificada a condição de tempo, a qual, o navio será submetido. A modelagem de cada sub-sistema considerou três casos: chegada à luz do dia, chegada à noite ou chegada sob condições de mau tempo. Na primeira situação o navio se dirigirá diretamente à monobóia ocupando-a, caso esteja disponível. Nos outros dois casos o navio deverá sofrer procedimento de espera conforme a situação.

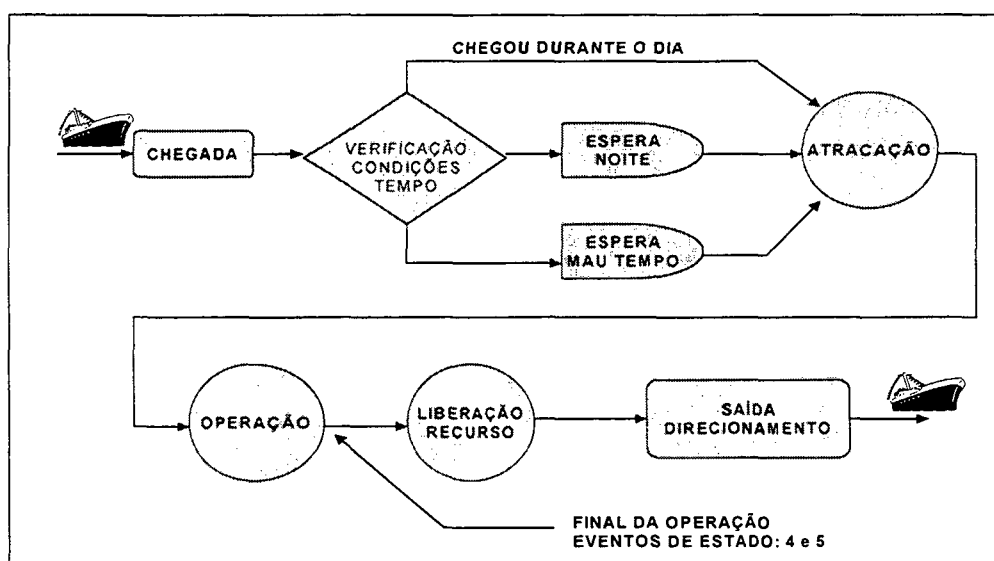


Figura 5.2. Seqüência do Navio Aliviador no Campo de Produção do Tipo I



Após a verificação da situação de chegada, inicia-se a fase de atracação propriamente dita, sofrendo o navio um tempo médio de espera necessário à sua amarração à monobóia e à conexão de mangotes. Nesta fase, são necessários uma série de recursos, tais como: equipe de manobras, rebocadores, etc. Como o escopo deste trabalho não inclui o dimensionamento destes suportes auxiliares, consideramos a monobóia marítima como único recurso a ser alocado para o início desta operação, o que simplificou consideravelmente a modelagem.

Após atracado, o navio aliviador inicia a fase de operação, recebendo petróleo do navio cisterna. Esta fase é encerrada pela ocorrência de um evento de estado, que pode ser, seu completo enchimento (evento 5) ou o esvaziamento total do navio cisterna (evento 4). Neste momento, o navio liberará o recurso monobóia e será conduzido ao destino pertinente, conforme o caso. Nos campos do tipo I os navios aliviadores serão conduzidos por premissa ao terminal de Angra dos Reis.

### 5.2.3. Bacia de Campos – Campo do Tipo II

Neste caso se enquadram os campos de produção de Bonito, Bicudo e Corvina, que são caracterizados por produção de petróleo diretamente enviada a navio aliviador.

A Figura 5.3 apresenta o único volume de controle que representa a capacidade do navio aliviador em operação. A variável contínua que representa o volume de matéria-prima a bordo deste navio variará de forma crescente, podendo atravessar até três valores limites de interesse, apresentados na figura mencionada.

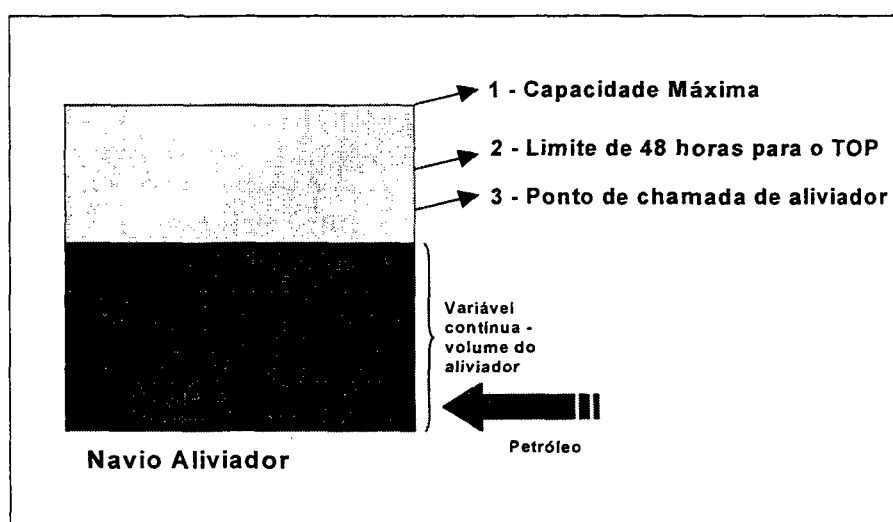


Figura 5.3. Bacia de Campos – Campo de Produção do Tipo II

Neste caso são apresentados três eventos de estado relativos ao volume de controle do navio aliviador:

O evento de estado 1 – Capacidade Máxima - libera o navio aliviador, ocorrendo a perda de produção de petróleo devido a falta de alocação de transporte. Nos sub-sistemas deste tipo sempre ocorrerão perdas de produção durante as etapas de atracação dos aliviadores. Neste caso, as perdas são permitidas e inerentes ao sistema de alívio adotado.

Os eventos 2 e 3 da Figura 5.3 são semelhantes aos eventos de mesmo número do item anterior, ocorrendo agora, contudo, sob o volume de controle do navio aliviador.

A seqüência lógica a ser seguida pelos navios aliviadores corresponde ao diagrama apresentado na figura na Figura 5.4. As fases iniciais de verificação das condições de tempo e de atracação são idênticas ao caso anterior. Neste caso, contudo, antes da atracação é sinalizado o evento de disponibilização de navio para operação. Este evento ou o evento de estado 1 concluirão a fase de operação do navio. Finalizando, os navios serão direcionados ao terminal de Angra dos Reis devido ao elevador teor de BSW associado ao petróleo.

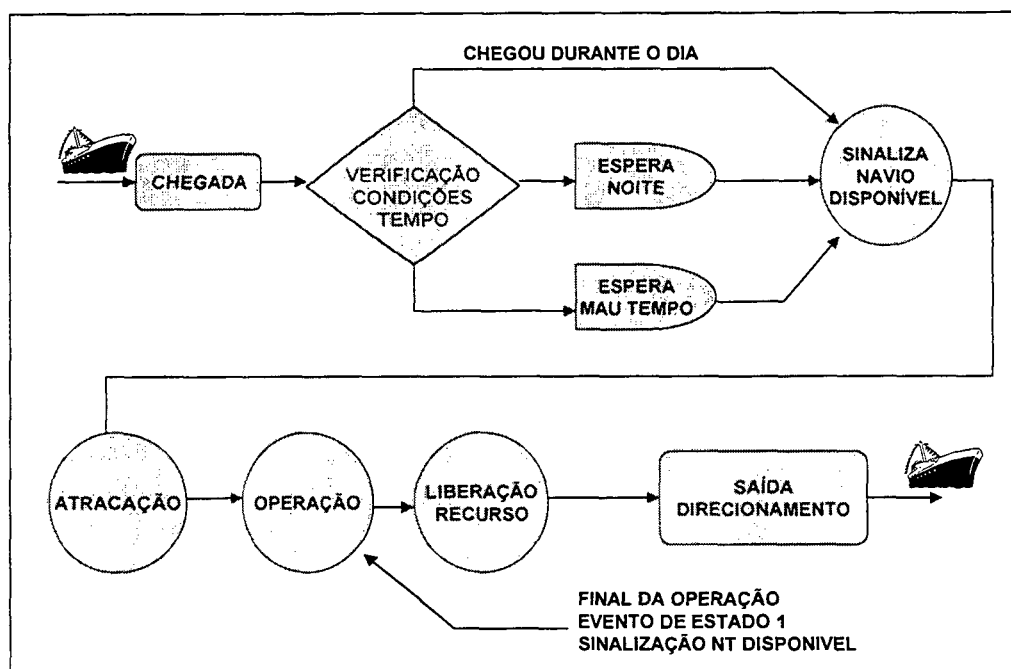


Figura 5.4. Seqüência do Navio Aliviador no Campo de Produção do Tipo II

#### 5.2.4. Bacia de Campos – Campo do Tipo III

Neste caso se enquadram os campos de produção de Marlim e Albacora, caracterizados por produção enviada à navios cisterna com alívio periódico.

A Figura 5.5 apresenta os volumes de controle e os eventos de estado deste sub-sistema, que são praticamente idênticos aos do item 5.2.2, à exceção do evento de estado 4.

O evento de estado 4 ocorre toda vez que a variável contínua que representa o volume de petróleo a bordo do navio cisterna atravessar o limite flexível de revisão do volume remanescente. Este limite é fixado toda vez que sair um navio aliviador do campo de produção, sendo igual ao volume remanescente mais um pequeno delta de produção. Quando o volume do cisterna voltar crescer e atravessar este valor o modelo verificará a necessidade de chamada de novo aliviador para o campo. Este evento de estado não permite que o volume do cisterna passe a crescer indefinidamente acima do ponto de chamada do navio aliviador.

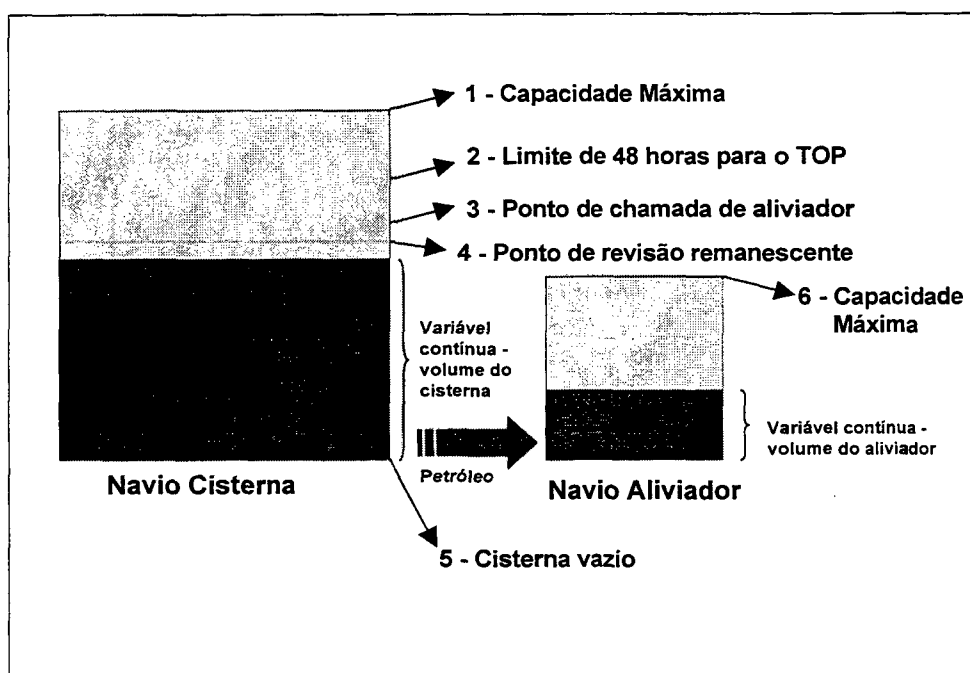


Figura 5.5. Bacia de Campos – Campos de Produção do Tipo III

A Figura 5.5 apresenta de forma esquemática o seqüenciamento a ser realizado pelos navios aliviadores que são programados para os campos do tipo III. As etapas iniciais de chegada e atracação são semelhantes aos casos anteriores.

Neste caso, após a fase de operação do aliviador é realizada uma rotina para decidir o seu destino. É calculado uma estimativa do tempo limite para chegada de navios em São Francisco. Esta estimativa é comparada com tempos estimados de chegada de carregamentos em São Francisco, oriundos de Angra dos Reis ou do exterior. Se estes forem superiores ao tempo limite, inicialmente calculado, o carregamento atual que deixa o campo deve ser destinado à São Francisco. Caso contrário, seu destino será o terminal de São Sebastião.

### 5.2.5. O Terminal de Angra dos Reis

Neste sub-sistema são realizadas operações de carga e descarga de petróleo. Podem ser realizadas até duas operações simultâneas, pois o terminal contém um pier petroleiro com dois berços de atracação.

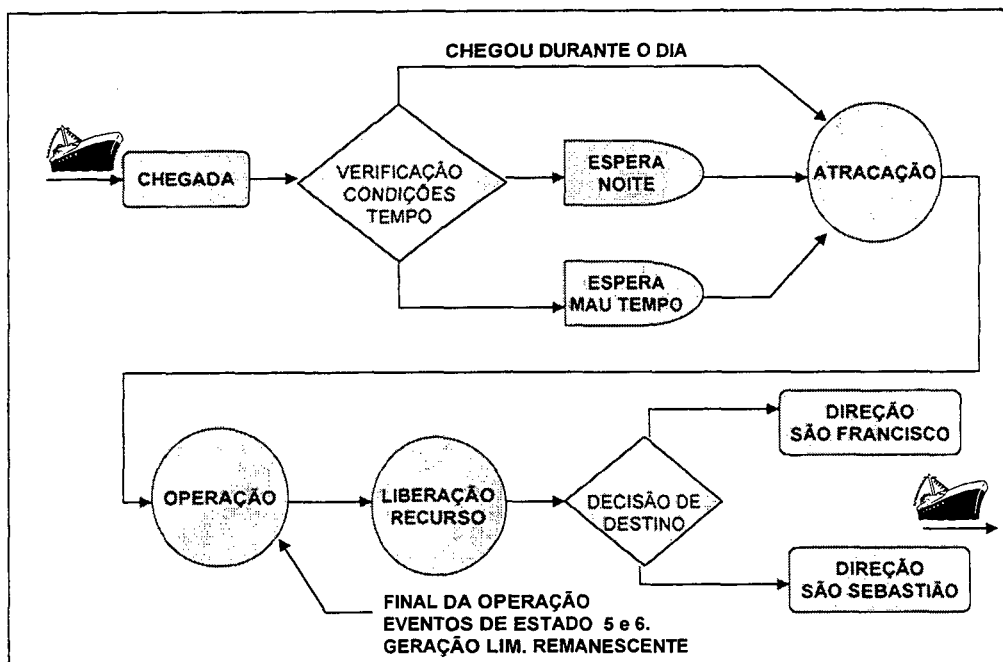


Figura 5.6. Seqüência do Navio Aliviador no Campo de Produção do Tipo III.

A modelagem considerou operações simultâneas de descarga de navios aliviadores ou de carga e descarga de petróleo. Por premissa, não é possível realizarmos carregamentos simultâneos de navios de petróleo. No sistema real esta situação é possível, porém, na prática dificilmente será executada. Assim sendo, esta simplificação não compromete a modelagem do sistema real.

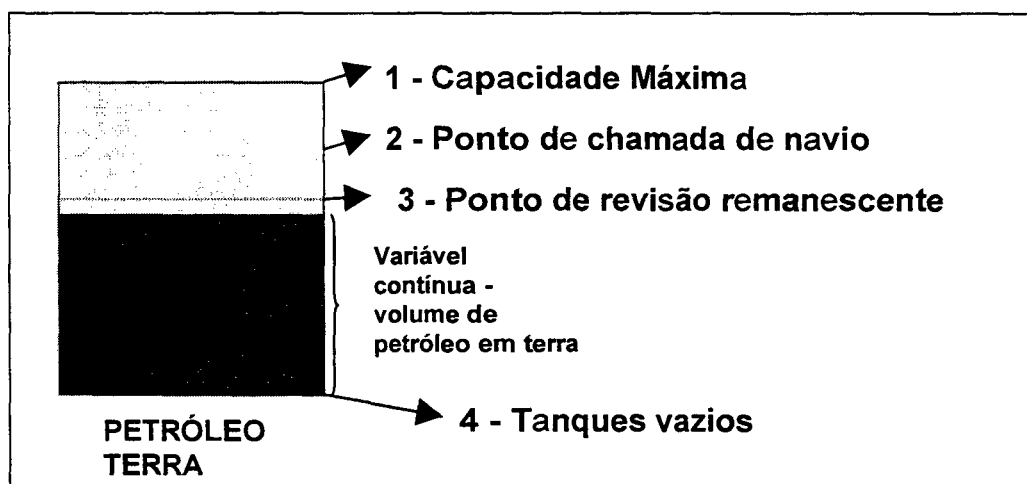


Figura 5.7. Terminal de Angra dos Reis – Tanques de Terra

Este sub-sistema compreende quatro volumes de controle. Um volume representa o estoque total de petróleo em seus tanques de terra e três volumes representam os tanques dos possíveis navios em operação.

A Figura 5.7 apresenta o volume de controle que representa a capacidade total de armazenagem deste sub-sistema, destinada a receber os petróleos da Bacia de Campos. Podem ocorrer quatro valores limites que, ao serem atingidos, geram os seguintes eventos de estado:

- 1) Capacidade Máxima - as descargas são interrompidas por falta de capacidade para armazenar petróleo;
- 2) Ponto de Chamada de Navio - quando a variável contínua de volume em terra atravessar este limite é solicitado à área de programação, alocação de navio para transferir petróleo para São Francisco. Este valor limite foi estabelecido, segundo percentual fixo da capacidade máxima do terminal para armazenar petróleo;
- 3) Ponto de Revisão do Remanescente - este valor limite verifica se o volume de petróleo que sobrou no terminal após um carregamento é suficiente para solicitar novo navio;
- 4) Tanques Vazios - indica que durante o processo de carregamento de um navio todo o volume de terra já foi transferido, sinalizando o final de sua operação.

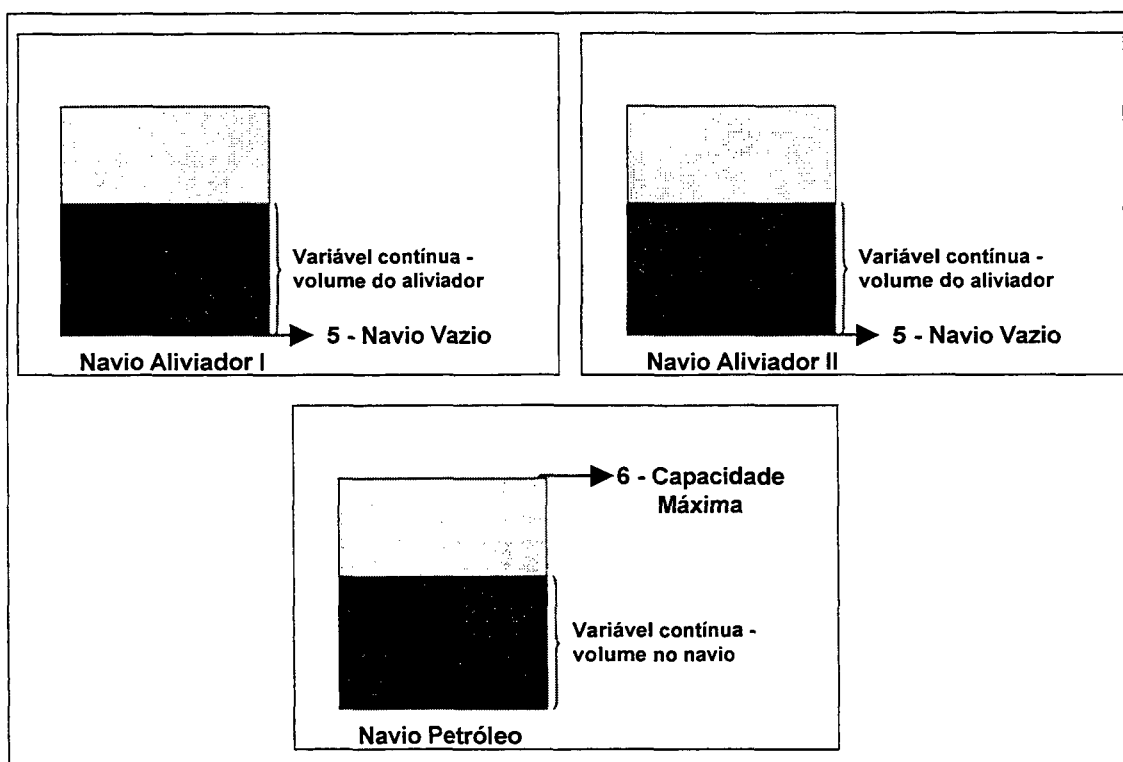


Figura 5.8. Terminal de Angra dos Reis – Tanques de Navio

A Figura 5.8 apresenta os principais valores limites que geram eventos de estado para os navios atracados neste terminal. Nas operações de descarga (navio aliviador I ou II) preocupa-se com o valor limite de navio vazio. Nas operações de carga de petróleo nos interessa o valor limite de capacidade máxima que significa o esgotamento do espaço disponível nos tanques do navio. Todos os eventos de estado apresentados encerram as operações dos navios neste sub-sistema.

A Figura 5.9 apresenta as possíveis etapas a serem seguidas por um navio que chega ao terminal de Angra dos Reis. Os navios que chegam à este sub-sistema são encaminhados diretamente à etapa de atracação, havendo berço disponível para tal. Se este recurso estiver ocupado os navios aguardam em fila sua liberação. Depois de atracado, é verificado o tipo de operação que o navio veio realizar.

Se o navio for proveniente da Bacia de Campos é verificada a existência de outro navio deste tipo, atracado anteriormente. Caso isto não ocorra, o navio ocupará o primeiro volume de controle para navios aliviadores. Caso contrário, associa-se a este navio o segundo volume de controle disponível.

A etapa de operação dos navios aliviadores é iniciada, efetuando-se o bombeamento de petróleo para os tanques de terra do terminal. Esta operação pode ser temporariamente interrompida pela ocorrência do evento de estado (1) – capacidade máxima de petróleo - e será definitivamente concluída pela ocorrência do evento de estado (5) – navio aliviador vazio. Na seqüência, o recurso berço será liberado, sendo verificado em seguida o tipo de área de programação a que o navio pertence. Finalmente, o navio sairá do sub-sistema destinando-se à área pertinente.

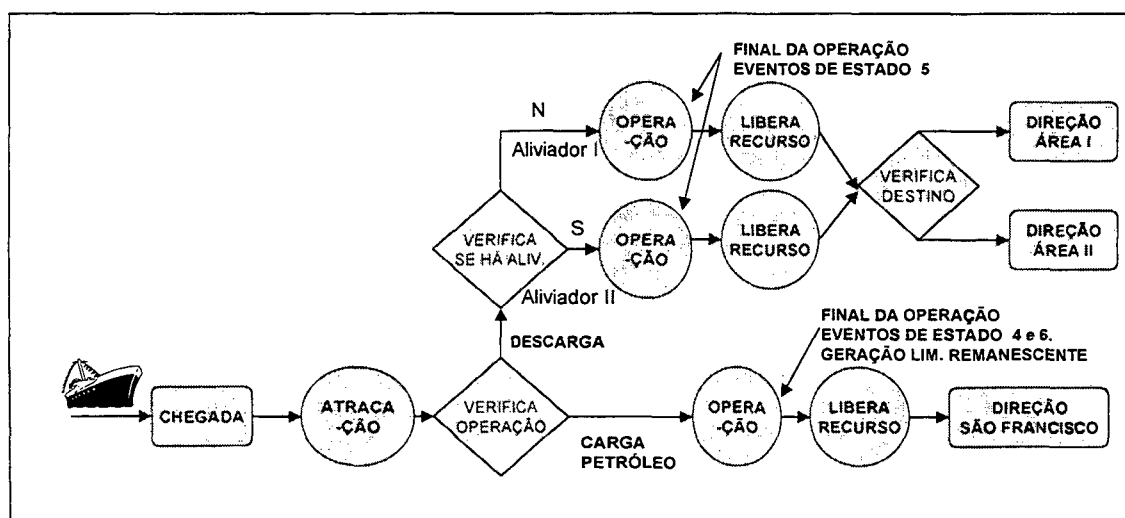


Figura 5.9. Seqüência dos Navios no Terminal de Angra dos Reis.

Os navios do modelo são portadores de uma série de atributos importantes, tais como: BSW do petróleo carregado; quantidade de matéria-prima carregada; capacidade; tipo de carga transportada; tipo de operação que está executando e identificação da área de programação à qual este pertence.

Se o navio que atracou veio carregar petróleo, este inicia sua operação recebendo produto do terminal, finalizando esta etapa após a ocorrência de um dos eventos de estado 4 (Figura 5.7) ou 6 (Figura 5.8). Antes de sair deste sub-sistema o navio estabelecerá um novo valor limite para o remanescente de petróleo, seguindo depois para o terminal de São Francisco do Sul.

A cada início e final de operação de qualquer navio deve ser feito um recálculo da vazão do volume de controle de terra em função da nova situação de entrada e saída de produto.

#### 5.2.6. O Terminal de São Francisco do Sul

Neste sub-sistema operam navios provenientes de três frentes distintas: importação, Angra dos Reis e Bacia de Campos. Trata-se de um terminal exclusivo de descarga, onde os navios operam amarrados em monobóia marítima, sujeitos às condições de tempo.

Durante a operação do navio, quando o volume descarregado for suficiente para completar um tanque do terminal, inicia-se o processo de repouso do petróleo. Durante este período o tanque não estará disponível para ser transferido pelo oleoduto.

Na modelagem optou-se por dividir este sub-sistema em três volumes de controle distintos, conforme apresentado na Figura 5.10. O petróleo descarregado será dividido em dois volumes – petróleo em repouso e petróleo disponível. A presente situação reúne cinco situações de valores limites distintos que geram os seguintes eventos de estado:

- 1) Navio Vazio - este valor indica o final de descarga do navio, liberando-o deste sub-sistema;
- 2) Primeiro Tanque – durante a descarga de um navio a variável contínua que representa o volume de petróleo a ser repousado atravessará este limite, iniciando o período de repouso do primeiro tanque preenchido. O navio prosseguirá enviando petróleo para este volume de controle e ao final do período de repouso todo o petróleo nele contido será transferido para o volume de controle que representa o petróleo disponível. Caso haja, neste momento, algum navio operando, sua operação de descarga passará a ser feita para esse novo volume de controle;

- 3) Fim Disponível – neste caso a transferência de petróleo para a refinaria via oleoduto será interrompida por falta de produto;
- 4) Reinício de Bombeio – este valor limite acusa o recebimento de nova batelada de petróleo disponível, proveniente do repouso, neste caso, a transferência de petróleo será retomada, se estiver sido interrompida;
- 5) Capacidade Máxima – este valor limite representa a máxima capacidade de tancagem de petróleo deste sub-sistema. Quando a soma dos valores das variáveis contínuas que representam os volumes de petróleo em repouso e disponível atravessarem este valor, a descarga do navio em operação será temporariamente interrompida, sendo retomada após decorrido tempo hábil para abertura de espaço para completar esta operação.

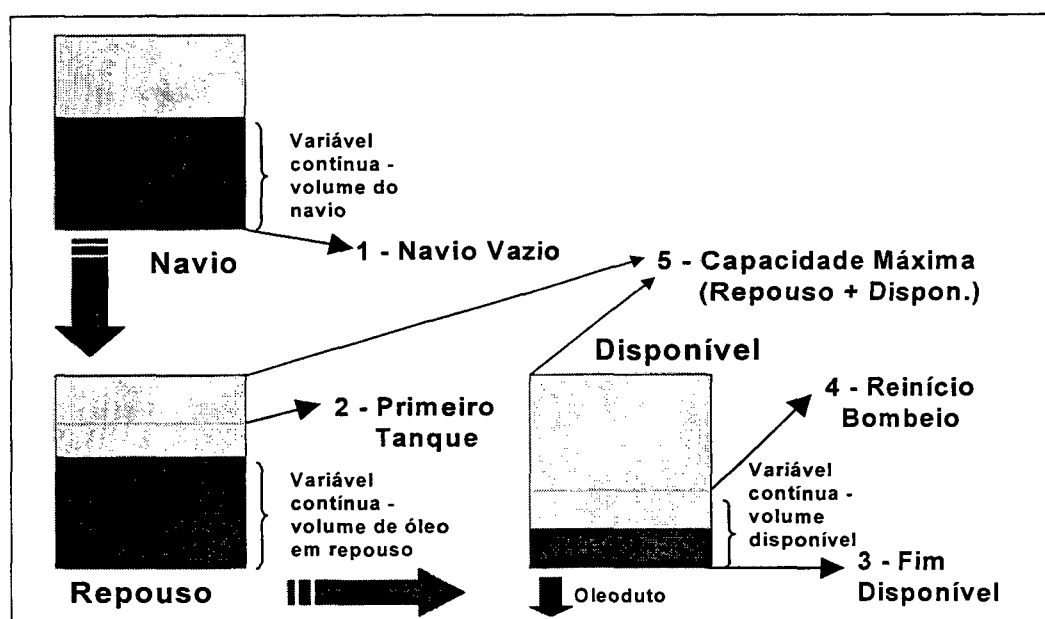


Figura 5.10. Terminal de São Francisco do Sul – Volumes de Controle

A Figura 5.11 apresenta a seqüência básica de operações a ser seguida por um navio que chega a este sub-sistema. A etapa de espera e atracação é idêntica a dos sub-sistemas da Bacia de Campos. Após a etapa de descarga e liberação da monobóia é realizada uma verificação do atributo de tipo de carga que o navio portava, identificando sua origem. Caso o navio tenha sido proveniente do exterior, este será descartado do modelo. Se for proveniente de Angra dos Reis este será destinado à área de programação II. Se a sua origem for a Bacia de Campos será verificada a sua capacidade. Se esta for superior à 100.000 metros cúbicos o navio seguirá para o terminal de São Sebastião para completar a sua descarga.



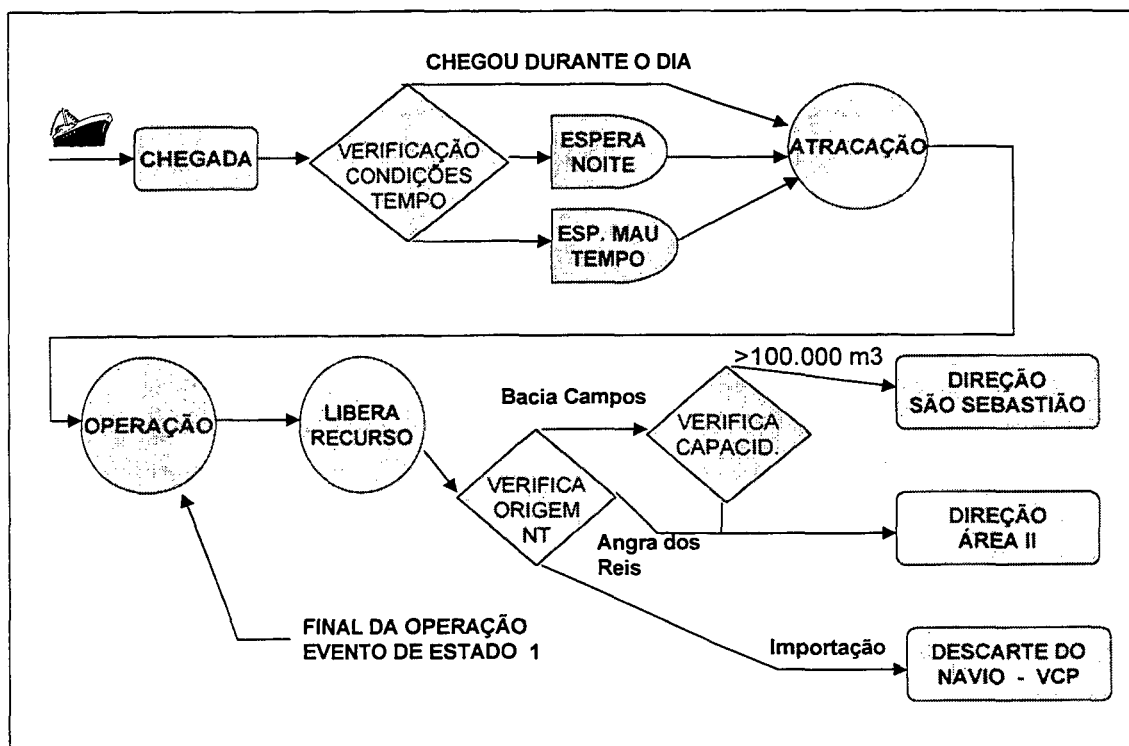


Figura 5.11. Seqüência Básica de Operações do Navio em São Francisco.

### 5.2.7. A Refinaria de Araucária

Este sub-sistema não possui interface com a entidade navio, sendo conduzido somente por eventos de estado. Estes, são gerados num único volume de controle que representa a capacidade total de armazenagem dos tanques da refinaria.

A Figura 5.12 apresenta de forma detalhada este volume de controle com seus respectivos eventos de estado que serão descritos conforme segue:

- 1) Capacidade Máxima – ao ser atravessado este limite o envio de petróleo do terminal para a refinaria é paralisado;
- 2) Retomada do Bombeamento – este limite corresponde a um percentual da capacidade máxima. Quando a variável continua decrescer atravessando este limite, o bombeamento será retomado elevando o volume em estoque;
- 3) Abaixo Estoque Mínimo – quando este limite for atravessado no sentido decrescente, será iniciada a contagem do tempo em que a refinaria passará a operar abaixo do estoque mínimo de petróleo contratado;
- 4) Acima Estoque Mínimo – quando este limite for atravessado positivamente, será terminada a contagem de tempo em que a refinaria estará operando com estoques inferiores ao mínimo;
- 5) Abaixo Estoque Carga Reduzida – se o estoque total de petróleo da refinaria continuar decrescendo e atingir este valor limite, a carga da

refinaria deverá ser reduzida visando poupar petróleo. Neste momento será aberta a contagem da perda de volume de petróleo que deixará de ser refinado;

- 6) Acima Estoque Carga Reduzida – faz a contrapartida do valor limite anterior, sendo agora ultrapassado no sentido crescente. Neste caso, a refinaria retorna a operar com sua carga de referência, sendo terminada a contagem do volume de petróleo que deixou de ser processado;
- 7) Abaixo Estoque Carga Mínima - quando este valor limite for ultrapassado no sentido decrescente a refinaria passará a operar em carga mínima elevando sua perda de refino;
- 8) Acima Estoque Carga Mínima – quando este valor limite for ultrapassado no sentido positivo a refinaria deixará de operar na carga mínima, elevando seu processamento para a situação de carga reduzida;
- 9) Estoque de Retorno de Operação – caso a refinaria esteja parada ela retornará sua operação em carga mínima, caso este valor limite seja atravessado no sentido positivo, pela variável contínua que representa seus estoques;
- 10) Parada da Refinaria - o processamento da refinaria é paralisado caso este valor limite seja atravessado no sentido decrescente.

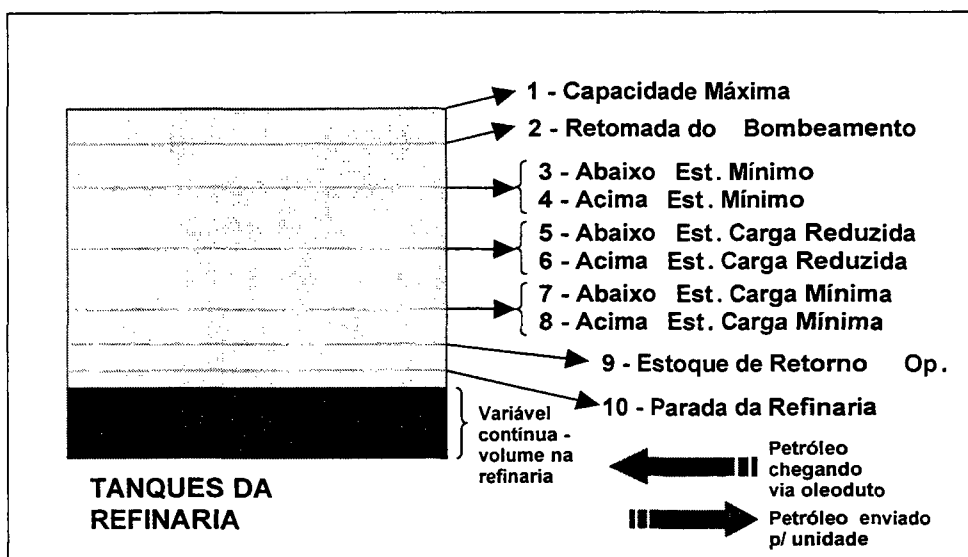


Figura 5.12. A Refinaria de Araucária – Volume de Controle

### 5.2.8. Importação de Petróleo

Este sub-sistema foi modelado para representar o início da formação de uma carga de petróleo importado, servindo de ponto de partida para sua transferência até o terminal de São Francisco do Sul.

A refinaria recebe um volume médio mensal de petróleo importado que chega ao terminal em várias bateladas, via de regra, sendo transportados em navios na modalidade VCP. No modelo este volume foi dividido em três bateladas que chegam em intervalos de 10 dias.

A Figura 5.13 apresenta a seqüência básica de operações neste sub-sistema, onde a cada dez dias um navio VCP é criado, recebe os atributos de carga e quantidade, sendo em seguida encaminhado à São Francisco do Sul.

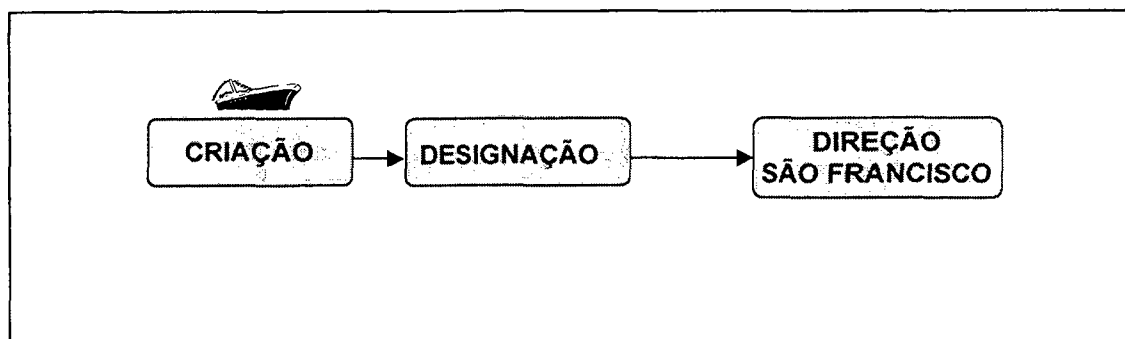


Figura 5.13. Seqüência Lógica dos Navios com Importação de Petróleo

#### 5.2.9. O Terminal de São Sebastião

Conforme apresentado no capítulo 2, este sub-sistema será modelado sem riqueza de detalhes. Assim sendo, foram modeladas duas etapas de espera dos navios que ali operam. A primeira consiste no tempo de espera em fila e na atracação. A segunda consiste o tempo necessário para a descarga total da quantidade carregada.

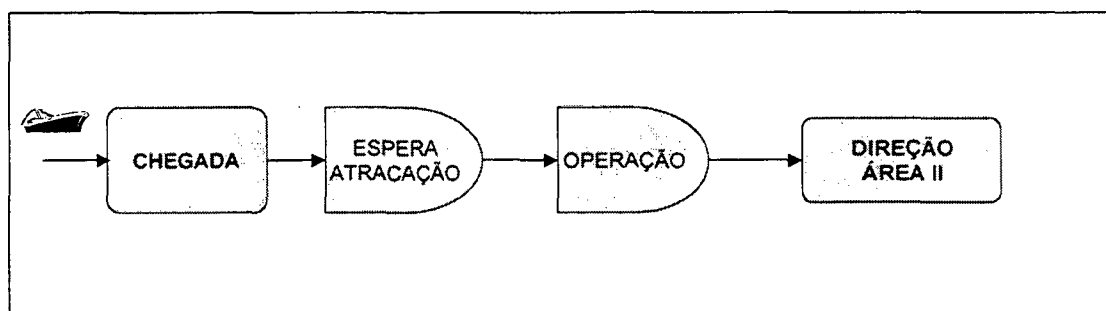


Figura 5.14. Seqüência Lógica dos Navios no Terminal de São Sebastião

Somente a seqüência de operações dos navios foi modelada, conforme a Figura 5.14, sendo abolida a modelagem de volumes de controle. Os navios chegam a este sub-sistema sofrem os processos de espera e são direcionados, na saída, à Área de Programação II.

### 5.2.10. Área de Programação I

Os navios que trafegam por esta área possuem capacidade inferior a 35.000 m<sup>3</sup> e operam sempre no seguinte circuito: Área de Programação I – Campo Tipo I – Terminal de Angra dos Reis – Área de Programação I.

Os navios, ao chegarem à este sub-sistema, verificam se existe solicitação de transporte (gerada por eventos de estado 3 – Ponto de Chamada de Aliviador - Figura 5.1). Caso positivo, é atendido o primeiro da fila, caso contrário, permanecem nesta área, aguardando que estes sejam estabelecidos.

A Figura 5.15 apresenta a seqüência de etapas que serão seguidas por um navio neste sub-sistema.

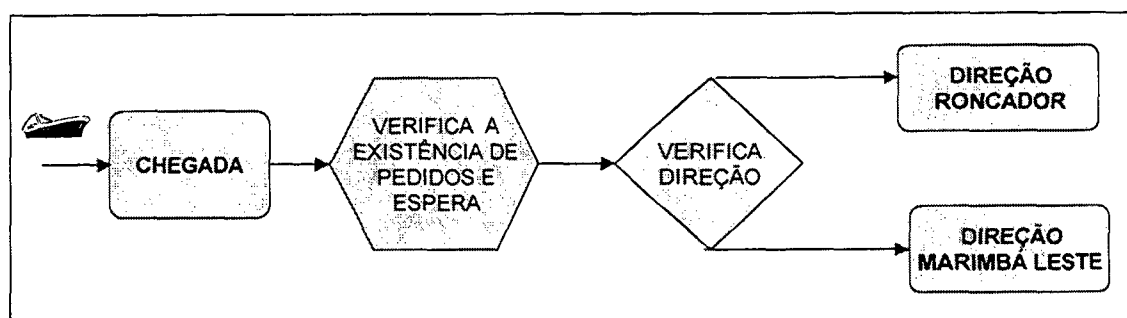


Figura 5.15. Seqüência de Operações na Área de Programação I

### 5.2.11. Área de Programação II

Por este sub-sistema circulam os navios de maior porte do modelo, atendendo uma série de circuitos distintos. De forma semelhante à Área de Programação I, os navios que chegam à este sub-sistema, verificam se existem pedidos de transporte dos diversos sub-sistemas do modelo. Caso positivo, é realizada uma verificação da possibilidade de atendê-los. Se não existirem restrições, o navio será programado para atender a solicitação.

Diferente do caso anterior, circularão por esta área navios de porte bastante variado. Em alguns casos, determinados navios não poderão ser alocados a determinadas solicitações devido a restrições de porte.

Os pedidos serão colocados em três filas distintas, de acordo com o porte do navio solicitado, conforme segue:

- i) Pedidos até 65.000 m<sup>3</sup> - esta fila conterà as solicitações de navios com capacidade máxima igual ao valor em tela. Trata-se de uma fila que conterà os pedidos do sub-sistema – campo de Bonito. Os pedidos serão gerados pelo evento de estado 3 deste sub-sistema (Figura 5.3);
- ii) Pedidos até 96.000 m<sup>3</sup> – consistirá numa fila de pedidos contendo solicitações de navios com esta capacidade máxima. O sub-sistema,

campo de Bicudo é quem colocará pedidos nesta fila a partir da ocorrência do seu evento de estado 3 (Figura 5.3);

- iii) Pedidos de navios com capacidade qualquer – nesta fila serão colocados os pedidos dos seguintes sub-sistemas que não possuem restrições de tamanho: campo de Corvina – pedido solicitado a partir do evento de estado 3 (Figura 5.3); campo de Marlim e Albacora – ambos gerados por eventos de estado 3 (Figura 5.5); terminal de Angra dos Reis – solicitação de navios para carregamento de petróleo, gerados pelo evento de estado 2 (Figura 5.7);

A seqüência de operações dos navios neste sub-sistema está apresentada na Figura 5.16. Os navios ao chegarem passam por uma bateria de testes, verificando fila por fila se existem pedidos e se o navio em questão é capaz de atendê-los. Ao final deste circuito, caso o navio não consiga encontrar uma condição verdadeira, este sofrerá pequena etapa de espera, durante a qual pode ser colocado algum pedido que possa atender. Na seqüência, o navio retorna à etapa de decisão repetindo este processo, quantas vezes for necessário, até encontrar uma condição verdadeira que possa atender, sendo então liberado.

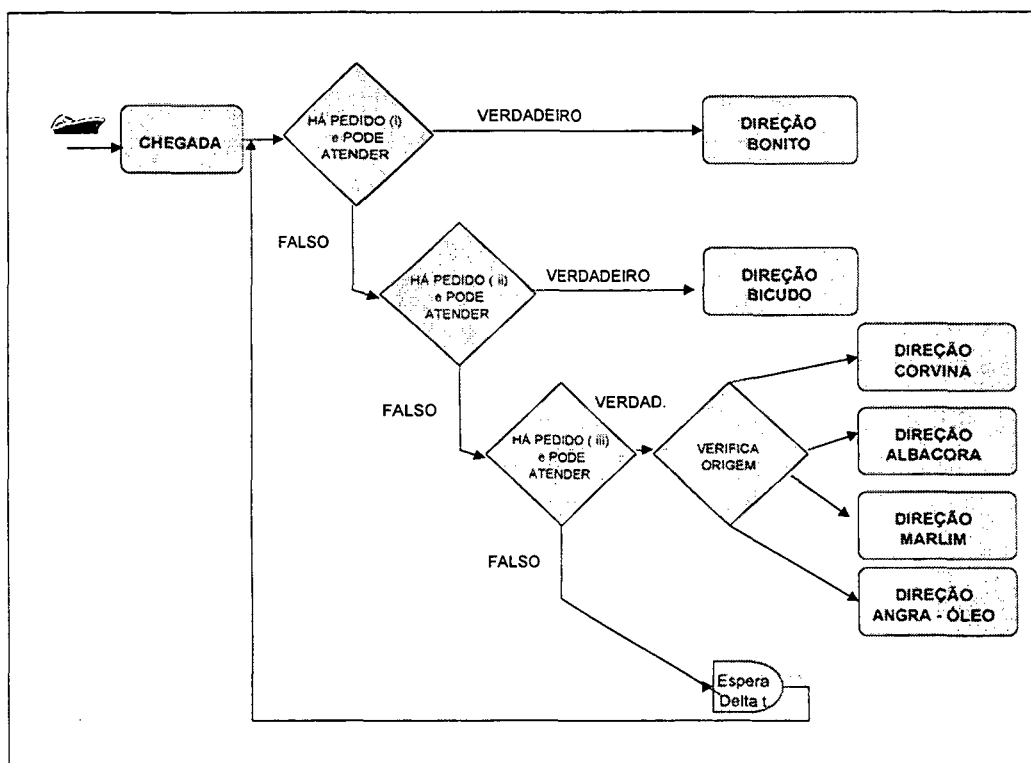


Figura 5.16. Seqüência de Operações da Área de Programação II

No caso (iii), que possui quatro possibilidades de destino, é verificado o atributo de origem do pedido, destinando o navio para o sub-sistema que o solicitou.

A seqüência exposta hierarquiza de certa forma os pedidos, de acordo com certa prioridade de atendimento. Os campos do tipo II serão atendidos com prioridade em relação aos demais sub-sistemas, o que é realizado na prática, dado o risco da perda de produção de petróleo neste caso.

### 5.3. Projeto Experimental Preliminar

#### 5.3.1. Introdução

Nesta etapa serão descritas as medidas de eficiência do sistema e os principais fatores que serão variados ao longo da simulação. Serão descritas inicialmente, as seguintes medidas de controle: custos, receitas, margem, níveis de serviço e prazos logísticos. Por último, faremos uma descrição dos cenários a serem modelados, indicando a forma final que se pretende compará-los.

#### 5.3.2. Custos Logísticos

##### 5.3.2.1. Introdução

Passaremos agora a especificar os principais custos que o modelo pretende trabalhar, os quais serão utilizados como medida de comparação e avaliação das formas de operar o sistema.

Este tópico será dividido em três partes: custos com transportes, custos com imobilização de estoques e custos relacionados com perdas.

##### 5.3.2.2. Custos com Transportes

Serão considerados os dois tipos seguintes de custos: custos de manutenção da frota e custos operacionais. O primeiro tipo de custo depende do tamanho da frota própria, designada para atender a este sistema, sendo calculado segundo a fórmula [5.1]:

$$CTM = \sum_{i=1}^n (Cd_i \cdot (T - to_i)) \quad [5.1]$$

onde: CTM = custo total de manutenção da frota

$Cd_i$  = custo diário de manutenção do navio  $i$

$T$  = Tempo total da simulação em dias

$to_i$  = instante da simulação em que é iniciada a utilização do navio  $i$

$n$  = número de navios da frota própria

Os custos de operação são decorrentes do grau de utilização dos navios. Neste modelo, somente serão considerados os custos de atracação como custos deste tipo. As despesas decorrentes do consumo de combustíveis serão incluídas no custo diário de manutenção de cada navio, simplificando a modelagem do problema.

O custo total de operação dos navios será calculado segundo a fórmula [5.2]:

$$CTO = \sum_{i=1}^j (ns_i \cdot cs_i) \quad [5.2]$$

onde: CTO = custo total de operações;

$ns_i$  = número total de atracações do sub-sistema  $i$ ;

$cs_i$  = custo de atracação no sub-sistema  $i$ ;

$j$  = número de sub-sistemas.

Ao final de cada “corrida” obteremos o número total de atracações realizadas em cada sub-sistema. Este número será multiplicado pelos seus custos unitários. A soma final destes produtos fornecerá o custo total de operações do sistema para a “corrida” em análise.

O custo total de transportes será obtido somando-se os custos totais de manutenção e de operação, conforme a fórmula [5.3]:

$$CTT = CTM + CTO \quad [5.3]$$

#### 5.3.2.3. Custos com Imobilização de Estoques

Para chegarmos ao custo total de imobilização do sistema será necessário efetuarmos os cálculos dos estoques médios de petróleo em cada sub-sistema e também do volume médio de petróleo a bordo nos navios em trânsito e em processo de espera ou descarga nos terminais.

Para tal, serão extraídos do modelo os valores de estoque de abertura diário em cada situação acima. Estes valores serão acumulados em blocos estatísticos do ARENA, de onde serão extraídos ao final de cada “corrida” os respectivos estoques médios.

A soma dos estoques médios de cada sub-sistema fornecerá o valor médio do estoque total imobilizado durante o período considerado. O custo total desta imobilização será determinado, segundo a metodologia de custo de oportunidade, adotada pela PETROBRÁS, segundo a fórmula [5.4]:

$$CTE = \left( \sum_{i=1}^j \bar{e}_i \right) \cdot P_p \cdot r \quad [5.4]$$

onde:  $\bar{e}_i$  = estoque médio no sub-sistema i;

$P_p$  = preço unitário do petróleo;

$r$  = taxa de atratividade obtida pela PETROBRÁS no período (%).

#### 5.3.2.4. Custos com Perdas

Os custos com perdas estão diretamente relacionados, neste caso, com os custos fixos de produção das duas atividades de ponta da cadeia de suprimento. Quanto maior o nível de produção nestes dois extremos, menor será o custo fixo de manutenção da unidade operacional a ser imputado ao barril de petróleo. Existindo um nível máximo de produção ou processamento diário em cada sub-sistema, este define um custo fixo padrão a ser imputado a cada barril de petróleo que transitou naquele sub-sistema.

As perdas de refino ou produção elevam a parcela do custo fixo sobre o produto, reduzindo a margem do negócio, dado que o preço do produto final é fixado pelo mercado. Todavia, visando facilitar o cálculo deste custo pelo modelo será utilizada a seguinte metodologia: cada barril de petróleo que se deixar de ser produzido pelo E&P elevará a parcela do custo com perdas em valor igual ao custo fixo padrão que cada barril produzido na carga de referência carrega. De forma semelhante no refino, cada barril de petróleo que deixar de ser processado elevará a parcela de custos com perdas em valor igual ao custo fixo padrão a este imputado. Por outro lado, as perdas geram reduções de receita que serão verificadas nesta rubrica (próximo ítem). Assim sendo, a operação dos respectivos sub-sistemas em suas cargas de referência geram a máxima receita para a empresa.

O custo com perdas na refinaria é calculado segundo a fórmula [5.5],

$$CP_r = CF_r \cdot V_{pr} \quad [5.5]$$

Onde:  $CP_r$  = custos com perdas no refino;

$CF_r$  = custo fixo padrão da refinaria;

$V_{pr}$  = volume de petróleo que se deixou de refinar no período da "corrida".

O custo com perdas na produção é calculado segundo a fórmula [5.6],



$$CP_{E\&P} = CF_{E\&P} \cdot V_{pE\&P} \quad [5.6]$$

Onde:  $CP_{E\&P}$  = custos com perdas no E&P;

$CF_{E\&P}$  = custo fixo padrão no E&P;

$V_{pE\&P}$  = volume de petróleo que se deixou de produzir no período da "corrida".

O custo total de perdas do sistema ao final de uma "corrida" de simulação será calculado segundo a fórmula [5.7].

$$CTP = CP_r + CP_{E\&P} \quad [5.7]$$

#### 5.3.2.5. Custo Total do Sistema Logístico

O custo logístico total de operação da cadeia de suprimento será calculado segundo a fórmula [5.8]:

$$CT_{SL} = CTT + CTE + CTP \quad [5.8]$$

onde:  $CT_{SL}$  = custo total do sistema logístico.

#### 5.3.3. Receita Total do Sistema Logístico

Considerou-se a soma das margens totais de cada órgão de ponta da cadeia de suprimento como a receita total a ser gerada pelo sistema logístico. Sobre esta receita serão abatidos os custos logísticos, detalhados anteriormente, obtendo-se a margem final da cadeia de suprimentos.

O cálculo da margem total do E&P será efetuado segundo a fórmula [5.9]:

$$MT_{E\&P} = (P_p - CP_{E\&P}) \cdot VP_{E\&P} \quad [5.9]$$

onde:  $MT_{E\&P}$  = margem total do E&P;

$P_p$  = preço do petróleo no mercado internacional;

$CP_{E\&P}$  = custo médio total de produção do E&P;

$VP_{E\&P}$  = volume total de petróleo produzido pelo E&P no período da "corrida".

O cálculo da margem total da refinaria será efetuado segundo a fórmula [5.10]:

$$MT_r = M_r \cdot VP_r \quad [5.10]$$

onde:  $MT_r$  = margem total da refinaria;

$M_r$  = margem de refino de um barril de petróleo;

$VPr$  = volume total de petróleo refinado no período da “corrida”.

A receita total do sistema logístico será calculada segundo a fórmula [5.11]:

$$RT_{SL} = MT_r + MT_{E\&P} \quad [5.11]$$

onde:  $RT_{SL}$  = receita total do sistema logístico

#### 5.3.4. Margem Total do Sistema Logístico

A margem total do sistema logístico será o elemento chave para comparação das alternativas de operação do sistema logístico. Este valor será figurativo pois no seu cálculo não serão descontados uma série de componentes de custos importantes, tais como: investimentos, depreciações, administração central, entre outros. A desconsideração destes custos não comprometem os resultados finais do trabalho, evitando uma pesquisa árdua dos seus valores reais, que não se encontram facilmente rateados para o sistema logístico em questão.

Seu cálculo será efetuado segundo a fórmula [5.12]:

$$MT_{SL} = RT_{SL} - CT_{SL} \quad [5.12]$$

onde:  $MT_{SL}$  = margem total do sistema logístico.

#### 5.3.5. Níveis de Serviço do Sistema Logístico

O sistema a ser modelado pretende avaliar a qualidade do serviço prestado pela logística à refinaria de Araucária e ao E&P.

Conforme mencionado anteriormente, a refinaria preocupa-se em manter seus estoques acima de um valor mínimo, permitindo um controle adequado da matéria-prima que está sendo enviada à torre de destilação. Operar com estoques inferiores a este valor eleva o risco da interrupção do processamento, bem como pode acarretar a elevação do número de manobras internas da refinaria, acelerando o processamento de tanques de petróleo com volumes reduzidos.

##### 5.3.5.1. Nível de Serviço Oferecido ao Refino

O relacionamento logística-refino será medido por dois indicadores. O primeiro indica o percentual de tempo da simulação em que a refinaria permaneceu

operando com estoques de petróleo acima do mínimo operacional, acordado com a área de logística, calculado segundo a fórmula [5.13]:

$$NSA_{1r} = \frac{TTS - TAEM}{TTS} \quad [5.13]$$

onde:  $NSA_{1r}$  = nível de serviço acumulado de estoque para o refino;

TTS = tempo total da simulação;

TAEM = tempo que a refinaria operou abaixo do estoque mínimo.

Os eventos de estado (4) e (5) do sub-sistema refinaria (Figura 5.12) iniciam e terminam a contagem do tempo em que a refinaria permanecerá operando abaixo do estoque mínimo, acumulando esse valor ao longo da “corrida”, na respectiva variável - TAEM.

O segundo indicador a ser medido, diz respeito ao volume de petróleo que a refinaria processará ao longo de uma “corrida”, sendo calculado segundo a fórmula [5.14]:

$$NSA_{2r} = \frac{VP_p - VP_d}{VP_p} \quad [5.14]$$

onde:  $NSA_{2r}$  = nível de serviço acumulado de processamento;

$VP_p$  = volume de petróleo possível de ser processado;

$VP_d$  = volume de petróleo que deixou de ser processado.

#### 5.3.5.2. Nível de Serviço Oferecido ao E&P

Com relação ao E&P, o modelo também calcula dois indicadores para cada sub-sistema deste órgão. O primeiro indica o grau de risco de perda de produção que cada sub-sistema foi submetido, medido pela pontualidade de chegada dos navios aliviadores. O segundo está relacionado com a perda de produção, propriamente dita.

O primeiro indicador é calculado para o sub-sistema  $i$ , segundo a fórmula [5.15]:

$$NSA_{1i} = \frac{NAtrac_i - NAAtras_i}{NAtrac_i} \quad [5.15]$$

onde:  $NSA_{1i}$  = nível de serviço acumulado de pontualidade no sub-sistema  $i$ ;  
 $NAtrac_i$  = número de atracções efetuadas no sub-sistema  $i$ ;  
 $NAAtras_i$  = número de atracções efetuadas com atraso no sub-sistema  $i$ .

Os respectivos eventos de estado de tempo limite de 48h, verificam se os navios aliviadores chegaram nos sub-sistemas da Bacia de Campos dentro do prazo acordado. Em cada atraso de navio, será incrementada uma unidade à variável que controla esse número, possibilitando o cálculo deste índice.

O segundo indicador de relacionamento com o E&P mede se o serviço prestado ocasionou perdas de produção, sendo calculado para cada sub-sistemas segundo a fórmula [5.16]:

$$NSA_{2i} = \frac{TTS - TPP_i}{TTS} \quad [5.16]$$

onde:  $NSA_{2i}$  = nível de serviço acumulado por perdas do sub-sistema  $i$ ;  
 $TPP_i$  = tempo acumulado de produção parada no sub-sistema  $i$ ;  
 $TTS$  = tempo total da simulação.

Após o cálculo de cada um destes indicadores, serão calculados indicadores totais, avaliando o nível de serviço logístico prestado ao E&P como um todo. Isto será calculado, ponderando os níveis de serviço individuais oferecidos a cada sub-sistema pela sua capacidade de produção, conforme indicam as fórmulas [5.17] e [5.18], que seguem:

$$NSA_{1E \& P} = \frac{\sum_{i=1}^j NSA_{1i} \cdot V_{pi}}{\sum_{i=1}^j V_{pi}} \quad [5.17]$$

$$NSA_{2E \& P} = \frac{\sum_{i=1}^j NSA_{2i} \cdot V_{pi}}{\sum_{i=1}^j V_{pi}} \quad [5.18]$$

onde:  $NSA_{1E\&P}$  = nível de serviço acumulado total de pontualidade;

$NSA_{2E\&P}$  = nível de serviço acumulado total de produção;

$V_{pi}$  = volume total de petróleo produzido no sub-sistema i.

### 5.3.5.3. Nível de Serviço Global do Sistema Logístico

A medida do nível de serviço global, oferecido a toda cadeia de suprimento, será obtida, segundo ponderação entre os níveis de serviço de mesmo tipo, oferecidos à refinaria e ao E&P, conforme as margens de operação de cada um destes órgãos.

Assim procedendo, os níveis de serviço global serão calculados segundo as fórmulas [5.19] e [5.20], que seguem:

$$NSA_{1SL} = \frac{NSA_{1r}.MT_r + NSA_{1E \& P}.MT_{E \& P}}{RT_{SL}} \quad [5.19]$$

$$NSA_{2SL} = \frac{NSA_{2r}.MT_r + NSA_{2E \& P}.MT_{E \& P}}{RT_{SL}} \quad [5.20]$$

### 5.3.6. Prazo Logístico

#### 5.3.6.1. Introdução

No estudo de caso faremos uma análise do tempo médio que um metro cúbico de petróleo gasta para percorrer toda a cadeia de suprimento, chegando até a torre de destilação atmosférica da refinaria.

O cálculo do prazo logístico total é feito a partir da soma dos prazos de permanência do petróleo em cada sub-sistema. Estes prazos parciais são calculados segundo particularidades específicas de cada etapa, as quais detalharemos a seguir.

#### 5.3.6.2. Prazo Logístico nos Campos do Tipo II

Neste caso o tempo médio de permanência de cada metro cúbico de petróleo, produzido neste sub-sistema, é a metade do tempo de operação do navio aliviador que o transporta. Assim sendo, o primeiro metro cúbico a entrar no navio permanece neste sub-sistema o mesmo tempo de operação do aliviador, o último metro cúbico a ser carregado possui tempo de permanência nulo. A taxa de carregamento do navio aliviador que, neste caso, é igual a taxa de produção do

campo e o volume total carregado neste navio permitem o cálculo desta variável. A Figura 5.17 apresenta de forma esquemática este processo de cálculo.

O prazo de logístico médio para um campo do tipo II será calculado segundo a média ponderada dos prazos logísticos dos carregamentos que ocorrerem neste campo durante o tempo de simulação.

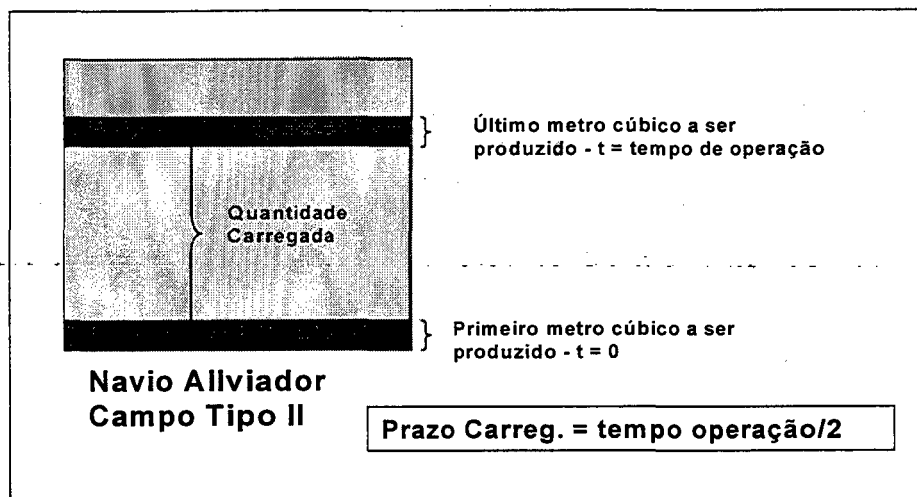


Figura 5.17. Processo de Cálculo do Prazo Logístico nos Campos do Tipo II

### 5.3.6.3. Prazo Logístico nos Campos do Tipo I e III

Estes sub-sistemas possuem navios cisternas que acumulam a produção, tornando esse cálculo mais complexo. Após a carregamento de um navio aliviador, esse prazo será calculado pela soma dos seguintes valores: metade do tempo necessário para a produzir do volume carregado neste navio; o tempo necessário para produzir o volume de petróleo remanescente que restou no navio cisterna; e o possível tempo de perda de produção que tenha ocorrido no período imediatamente anterior à chegada do navio aliviador. Este processo de cálculo está esquematicamente representado na Figura 5.18.

A Figura 5.18 apresenta uma possível seqüência de eventos que podem anteceder a saída de uma carregamento de petróleo de um campo do tipo I ou III. O prazo logístico, neste caso, foi calculado somando-se o tempo médio de produção de um metro cúbico que participou deste carregamento ( $T/2$ ), o tempo em que a produção esteve paralisada ( $T_2$ ) e o tempo necessário ( $T_1+T_3$ ) para a produção do volume remanescente ( $V_2$ ) do navio cisterna.

Semelhante ao caso anterior, o prazo médio de permanência de cada metro cúbico de petróleo nestes sub-sistemas, será calculado segundo a média ponderada dos prazos dos carregamentos individuais.

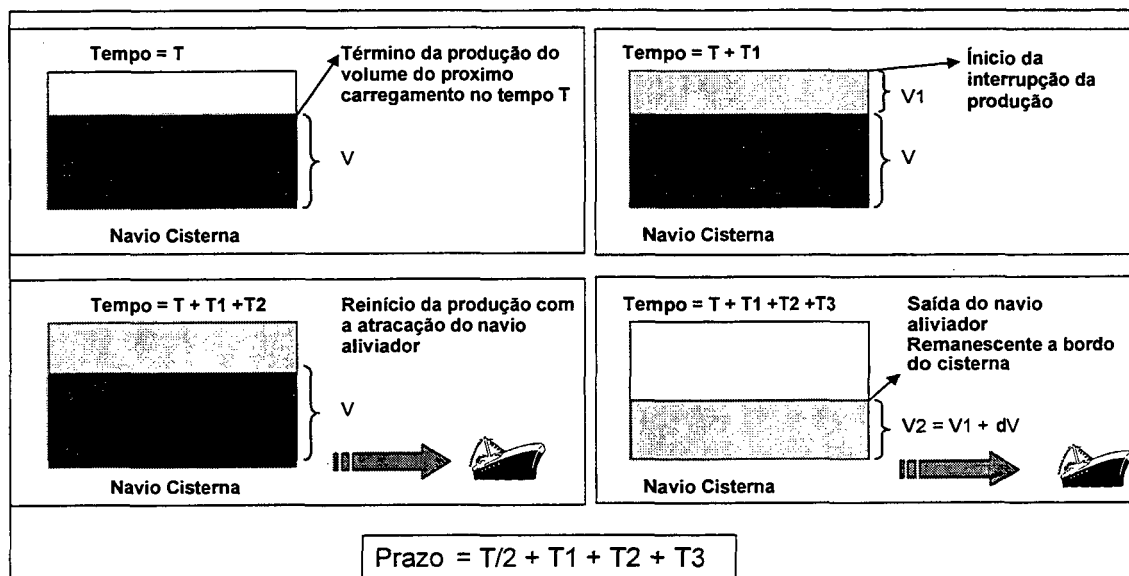


Figura 5.18. Processo de Cálculo do Prazo Logístico nos Campos do Tipo I e III.

#### 5.3.6.4. Prazo Logístico no Terminal de Angra dos Reis

O cálculo do prazo logístico para este sub-sistema está representado de forma genérica na Figura 5.19. Partindo de um instante  $T_0$  com o volume  $V_0$  no terminal, a simulação prossegue ocorrendo eventos de chegadas de aliviadores, onde no momento de sua atracação, é associado um tempo de chegada –  $T_i$  - ao lote de petróleo –  $V_i$  - que este transportou.

Na ocorrência de uma saída de navio de transferência é realizado o cálculo do prazo logístico médio de cada metro cúbico de petróleo que foi carregado neste navio, segundo o critério – PEPS – o primeiro a entrar é o primeiro a sair. Este cálculo é efetuado segundo uma média ponderada dos lotes de petróleo que compõem este carregamento. Caso o navio não consiga transportar todo o volume disponível no terminal, o último volume a ser carregado poderá conter somente um percentual do lote original que chegou em Angra.

Por último, será consolidado todo o volume remanescente num único lote –  $V_0$ , sendo realizada uma estimativa de seu tempo de chegada –  $T_0$  - segundo média ponderada dos lotes remanescentes, preparando o sistema para o cálculo do prazo do próximo carregamento.

Finalmente, o prazo médio de permanência de um metro cúbico de petróleo que transitou por este sub-sistema, será obtido a partir da média ponderada em volume, dos prazos calculados nas transferências de petróleo realizadas.

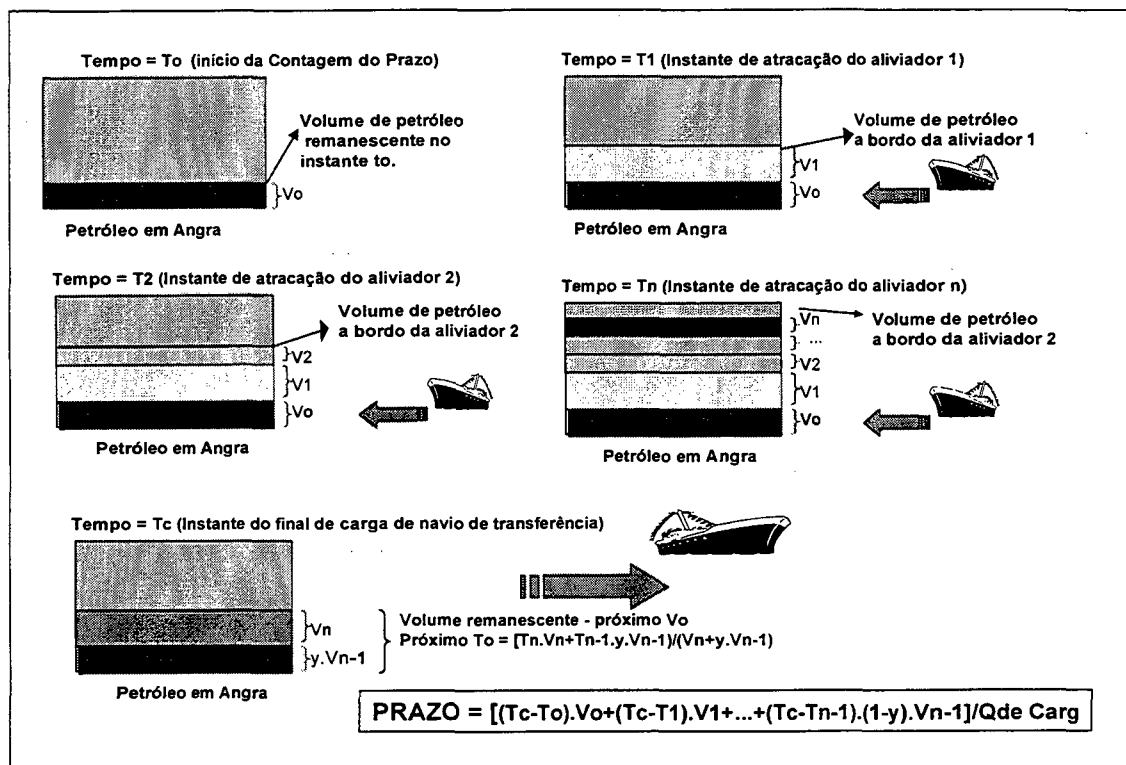


Figura 5.19. Processo de Cálculo do Prazo Logístico no Terminal de Angra dos Reis

### 5.3.6.5. Prazo Logístico no Terminal de São Francisco do Sul

O prazo logístico do petróleo neste sub-sistema será calculado no final da atracação do navio de transferência, somando-se três fatores: o tempo de descarga do navio, o tempo necessário para a transferência, via oleoduto, do volume de petróleo remanescente e a metade do tempo necessário para transferir todo o volume de petróleo do navio a ser descarregado.

A Figura 5.20 ilustra o processo de cálculo deste índice. Cada parcela pode ser calculada de forma indireta utilizando-se a taxa média de descarga do navio e a vazão média de transferência de petróleos via oleoduto ( $V_z$  – Figura 5.20).

O prazo logístico médio que um metro cúbico de petróleo permanece neste sub-sistema será calculado ao final da simulação segundo a média ponderada das descargas de petróleo que ocorrerem.

### 5.3.6.6. Prazo Logístico na Refinaria de Araucária

Este sub-sistema não possui interface com navios, assim sendo, para efeito deste cálculo, será tomado como base o evento de final de descarga de navios de petróleo em São Francisco.



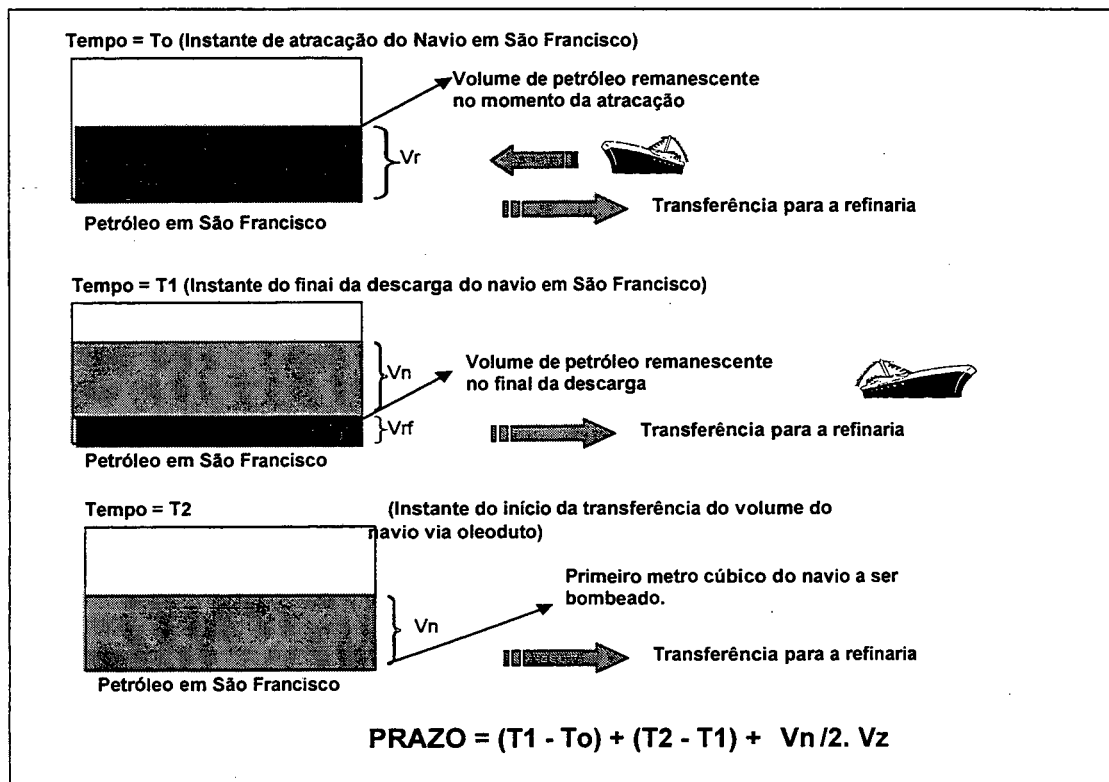


Figura 5.20. Processo de Cálculo do Prazo Logístico no Terminal de São Francisco do Sul

O prazo logístico do petróleo de um carregamento no interior da refinaria será obtido a partir da média dos prazos de chegada do primeiro e do último metro cúbico deste navio na torre de destilação. A Figura 5.21 apresenta, simplificada, este processo de cálculo.

Desconsiderando-se o volume de petróleo imobilizado no oleoduto, considerou-se que o instante de chegada do primeiro metro cúbico do navio na refinaria será o mesmo instante de sua saída do terminal. O tempo que este metro cúbico levará até chegar a torre de destilação será calculado pelo volume de petróleo ( $V_r$  – Figura 5.21) que este encontrará nos tanques da refinaria dividido pela sua vazão de refino ( $P_r$  – Figura 5.21).

O prazo do último metro cúbico será calculado da mesma forma, considerando-se agora o volume total descarregado ( $V_n$  – Figura 5.21). A média entre estes dois valores fornecerá o prazo médio de um carregamento de transferência no sub-sistema REPAR.

O prazo logístico médio que um metro cúbico de petróleo permanecerá neste sub-sistema será calculado ao final da simulação segundo a média ponderada das descargas de petróleo que ali ocorrerem.

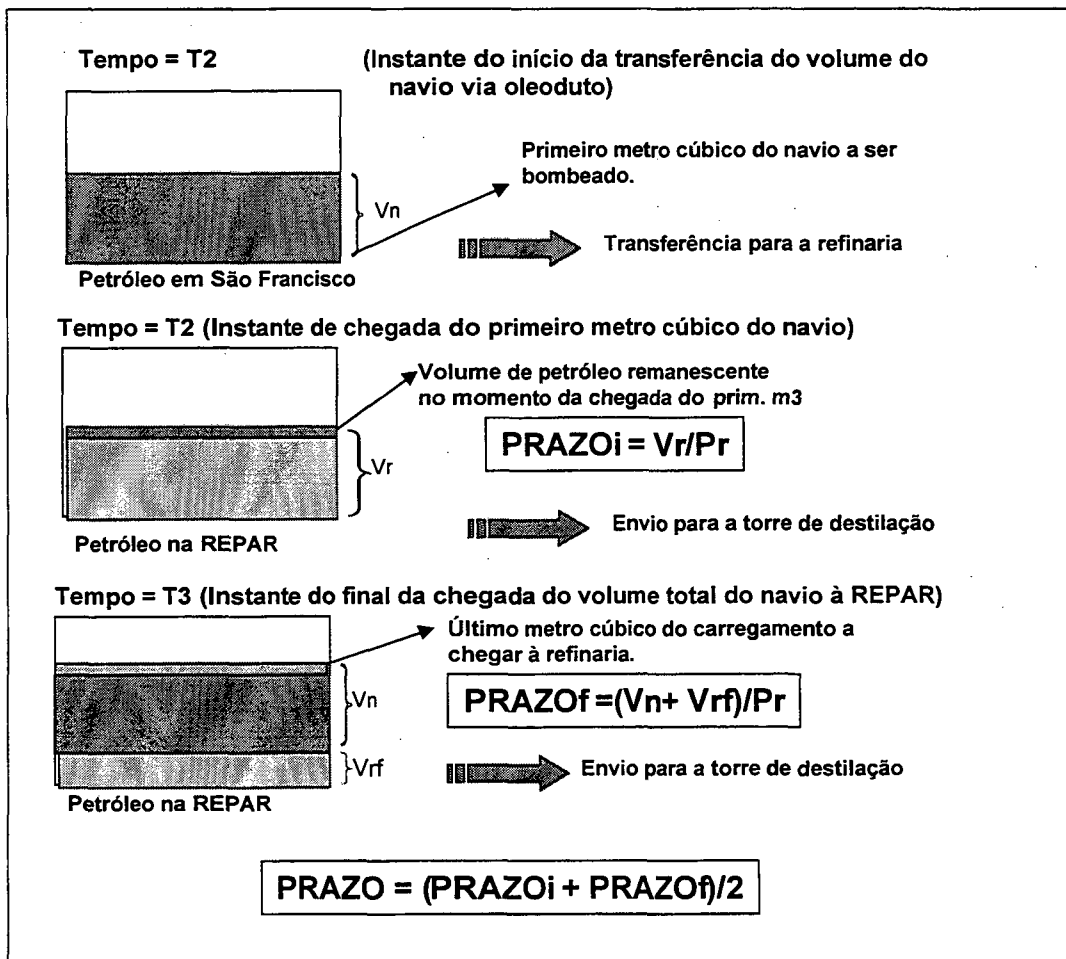


Figura 5.21. Processo de Cálculo do Prazo Logístico na REPAR

### 5.3.6.7. Prazo Logístico do Petróleo em Trânsito

Este prazo consiste no tempo médio de permanência do petróleo nos tanques dos navios durante as viagens num determinado percurso. O cálculo deste indicador será efetuado segundo a fórmula [5.21], que segue:

$$PM_{(x-y)} = \frac{\sum_{i=1}^w T_{v_i} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^w V_i} \quad [5.21]$$

onde:  $PM_{(x-y)}$  = prazo médio no percurso (x-y)

$T_{v_i}$  = tempo de viagem do carregamento i

$V_i$  = volume de petróleo do carregamento i

### 5.3.6.8. Prazo Logístico do Petróleo Fundeado

Este prazo consiste no tempo médio de permanência do petróleo nos tanques dos navios durante sua etapa de espera para atracação nos terminais de Angra dos Reis e São Francisco do Sul. Estes prazos serão calculados, para cada sub-sistema mencionado, segundo a fórmula [5.22], que segue:

$$PM_j = \frac{\sum_{i=1}^w (Tio_i - Tch_i) \cdot V_i}{\sum_{i=1}^w V_i} \quad [5.22]$$

onde:  $PM_j$  = prazo médio de espera no terminal  $j$ ;

$Tio_i$  = tempo de início de operação do navio  $i$  no terminal  $j$ ;

$Tch_i$  = tempo de chegada ao terminal  $j$  do navio  $i$ ;

$V_i$  = volume carregado no navio  $i$ .

### 5.3.6.9. Prazo Logístico Total

Ao final da simulação pode-se calcular, a partir da soma de diversos componentes de prazo, o tempo total que cada metro cúbico de petróleo despendeu para percorrer a cadeia logística, desde a sua origem até a torre de destilação da refinaria, onde será transformado em derivados acabados.

Exemplificando, um metro cúbico produzido no campo de Bonito terá seu prazo logístico total calculado da seguinte forma:

$PRAZO_{BN}$  = Prazo logístico no campo de Bonito + Prazo logístico da viagem Bonito/Angra + Prazo logístico de espera em Angra + Prazo logístico de Angra + Prazo logístico da viagem Angra/São Francisco + Prazo logístico de espera em São Francisco + Prazo logístico de São Francisco + Prazo logístico na REPAR.

Um indicador global de prazo logístico, envolvendo todos os petróleos processados pela REPAR, que pretende ser um parâmetro único para comparação entre as diferentes formas de operar este sistema, pode ser calculado segundo a fórmula [5.23], que segue:

$$PLG = \frac{\sum_{i=1}^w Prazo_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^w V_i} \quad [5.23]$$

onde: PLG = prazo logístico global;

Prazo<sub>i</sub> = prazo logístico total do petróleo i;

V<sub>i</sub> = volume total do petróleo i processado na REPAR.

O desdobramento do prazo logístico nos diversos sub-sistemas é interessante pois permite analisar o sistema de forma localizada, identificando formas de reduzir ineficiências ou esperas desnecessárias. Também podem ser utilizados no ARENA, blocos estatísticos acumuladores de todos os prazos acima mencionados, obtendo-se ao final da simulação, não só o seus valores médios, como também suas diferentes variações.

### 5.3.7. Comparação Final Entre Alternativas

Nesta etapa de projeto preliminar foram descritas as medidas de comparação das alternativas de operação do sistema, que deverão ser utilizadas para a construção do gráfico da Figura 3.6. Para tal, os dados deverão ser tabulados segundo a Tabela 5.1, que segue:

Tabela 5.1. Quadro Resumo dos Resultados das Alternativas Simuladas

ALTERNATIVA	CUSTOS LOGÍSTICOS MÉDIOS ANUAIS (MIL USD)				RECEITA Média Anual	MARGEM Média Anual	NS (%) Médio Total
	Imobilização	Transportes	Perdas	TOTAL			
Alternativa 1							
Alternativa 2							
Alternativa 3							

Cada alternativa a ser testada, corresponderia a uma composição específica de frota. Para esta composição, seriam simulados diversos períodos de um ano de operação. A média dos resultados obtidos seriam dispostos conforme a Tabela 5.1, sendo posteriormente construído o gráfico citado.

## 5.4. Preparação dos Dados de Entrada

### 5.4.1. Introdução

Neste ítem do trabalho serão apresentadas as principais variáveis estocásticas do modelo. Os parâmetros das distribuições estatísticas que modelam

os comportamentos destas variáveis foram obtidos com a ferramenta “INPUT ANALYSER” do ARENA.

Concluindo este tópico, são apresentados os principais parâmetros utilizados no cálculo dos indicadores que serão utilizados para comparação das alternativas. No Anexo II são apresentados em detalhe todos os atributos, variáveis e parâmetros que compõem o modelo final, codificado na linguagem ARENA. Ali estão indicados, seu valor numérico inicial, unidade de medida e uma descrição sumária de sua função no modelo.

#### 5.4.2. Variáveis Estocásticas do Modelo

##### 5.4.2.1. Produção de Petróleo Diária

Para cada sub-sistema da Bacia de Campos foi analisado, com o apoio do ARENA, um elenco de dados de produção diária de cada petróleo considerado (Anexo I).

A Figura 5.22 apresenta o relatório de saída da pesquisa realizada com os dados de produção do campo de Bonito. Neste caso, o “Input Analyser” do ARENA indicou a distribuição Normal como a de melhor aderência ao conjunto de dados obtidos. Aliás, na maior parte dos casos analisados a variável pesquisada aderiu à distribuição normal, cujos parâmetros podem ser resumidos na Tabela 5.2. Quando isto não ocorreu, foi desprezível a diferença de aderência entre a melhor distribuição indicada e a distribuição Normal. Este fato, aliado a maior simplificação e padronização do modelo levaram a adoção da distribuição Normal para todos os casos pesquisados.

Tabela 5.2. Parâmetros da Distribuição Normal da Variável - Produção Diária de Petróleo.

<b>PETRÓLEO</b>	<b>MÉDIA DIÁRIA (MIL M3/DIA)</b>	<b>DESVIO-PADRÃO (MIL M3/DIA)</b>
Marlim	25.015	272
Albacora	23.294	444
Marimbá-Leste	2.997	54
Roncador	3.664	74
Bonito	6.880	203
Bicudo	7.844	122
Corvina	4.826	122

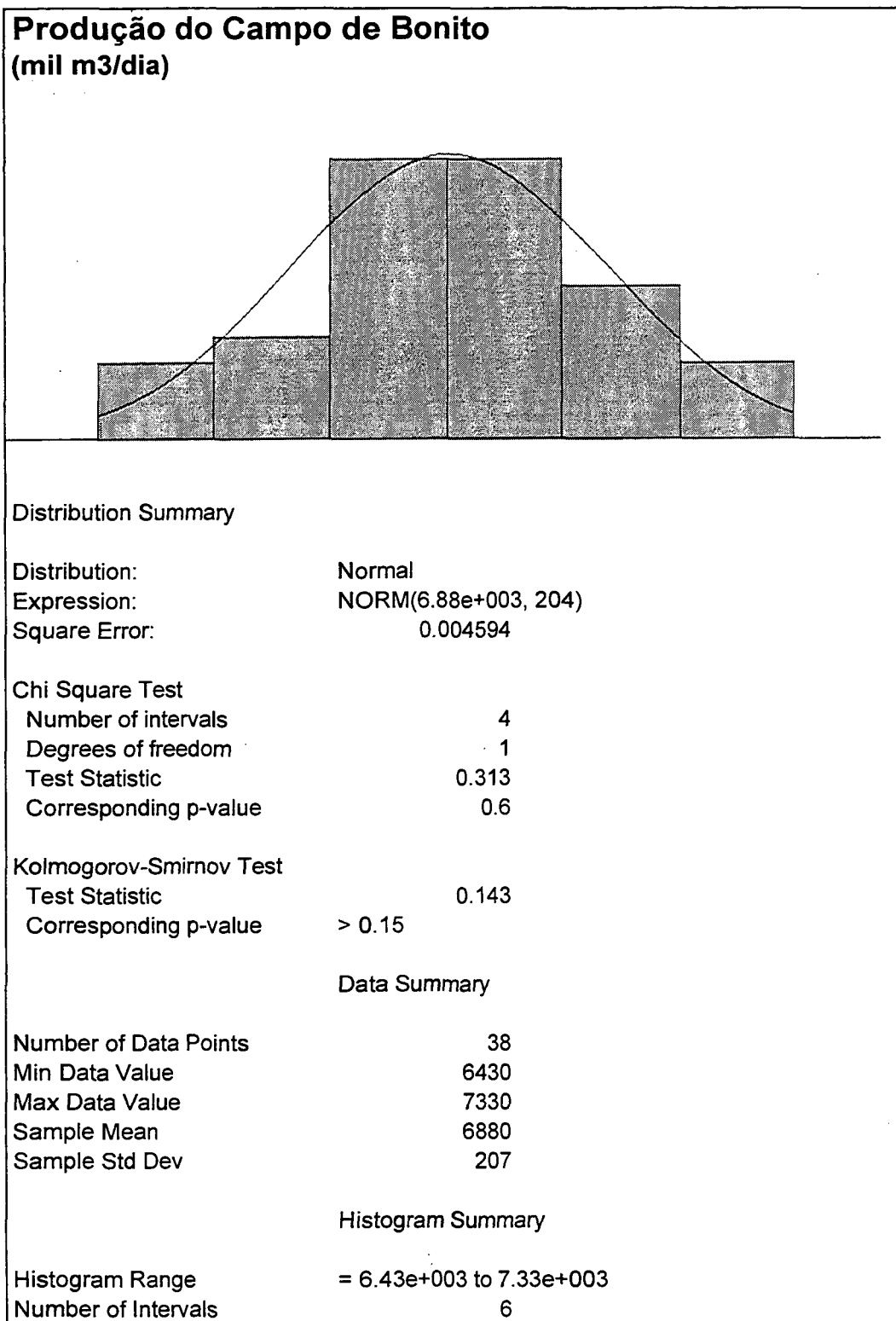


Figura 5.22. Análise de Aderência de Distribuição Estatística para a Variável Taxa de Produção do Campo de Bonito

#### 5.4.2.2. Tempos de Viagem

De forma análoga ao item anterior, foram coletados dados sobre as possíveis viagens entre os sub-sistemas do estudo de caso. A análise estatística de suas

distribuições amostrais se ajustaram também à distribuição Normal, cujos parâmetros seguem listados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3. Parâmetros da Distribuição Normal da Variável – Tempo de Viagem

PERCURSO	TEMPO MÉDIO (MINUTOS)	DESVIO-PADRÃO (MINUTOS)
Angra dos Reis – Bicudo	1.034	148
Angra dos Reis – Bonito	1.031	90
Angra dos Reis – Corvina	1.038	55
Angra dos Reis – Marimbá Leste	1.008	76
Angra dos Reis – Roncador	1.150	97
Angra dos Reis – Albacora	970	39
Angra dos Reis – Marlim	951	80
Angra dos Reis – São Francisco	1.481	128
Angra dos Reis – São Sebastião	465	75
São Francisco – Albacora	2.433	100
São Francisco – Marlim	2.415	128
São Francisco – São Sebastião	1.079	117
São Sebastião - Albacora	1.535	145
São Sebastião - Marlim	1.458	119

Visando simplificar a modelagem, sem prejuízo dos resultados atingidos, considerou-se, para ambos os sentidos de um percurso, a mesma distribuição estatística.

#### 5.4.2.3. Tempos de Atracação

Esta variável aleatória representa o tempo decorrido entre o início desta operação até o início da carga ou descarga de produto, propriamente dita.

Os tempos de atracação nos sub-sistemas da Baía de Campos foram agrupados numa só variável. As características de amarração são semelhantes e diversos recursos necessários a esta operação são compartilhados entre estes sub-sistemas.

O modelo considera quatro variáveis aleatórias de tempo de atracação, cuja análise de aderência do “Input Analyser”, também indicou a distribuição Normal. Na Tabela 5.4 estão apresentados os seus respectivos parâmetros.

Tabela 5.4. Parâmetros da Distribuição Normal da Variável – Tempo de Atracação

TERMINAL (SUB-SISTEMA)	TEMPO MÉDIO (MINUTOS)	DESVIO- PADRÃO (MINUTOS)
Bacia de Campos	393	111
São Francisco do Sul	324	116
Angra dos Reis	263	47
São Sebastião	245	71

#### 5.4.2.4. Condições de Chegada nos Terminais com Monobóias

Para cada sub-sistema que utiliza este recurso de atracação deverá ser realizada uma escolha prévia da situação de tempo a qual o navio encontrará na sua chegada ao sub-sistema.

Este processo será representado por uma variável discreta distribuída aleatoriamente segundo a distribuição contínua de probabilidades, apresentada na Tabela 5.5.

Tabela 5.5. Distribuição de Probabilidades da Variável - Condição de Tempo

CONDIÇÃO DE TEMPO	PROBABILIDADE
Chegou de dia – bom tempo	0,41
Chegou de noite – bom tempo	0,57
Mau tempo	0,02

A Tabela 5.5 reflete a situação de chegada dos navios nestes sub-sistemas, onde dois por cento dos navios encontram mau tempo. Os demais carregamentos, não sujeitos a esta condição, possuem somente o período diurno (10 horas) para esta operação. Assim sendo, a probabilidade de operação direta na chegada é de:  $0,98 \cdot 10/24 = 0,41$ .

#### 5.4.2.5. Tempos de Espera para Atracação em Monobóias

Após a definição da condição de tempo de chegada, o navio sofrerá o respectivo tempo de espera para acessar a monobóia marítima. Estes tempos são representados por variáveis aleatórias cujas distribuições amostrais ajustam-se à distribuição Normal, no caso de espera por mau tempo, ou à distribuição Uniforme, no caso de espera por chegada no período noturno.



Os parâmetros de espera por mau tempo são: média = 2160 minutos e desvio-padrão = 720 minutos. No caso da chegada à noite, a variável aleatória a ser escolhida deverá estar contida no intervalo de 0 a 14 horas.

#### 5.4.2.6. Tempos de Espera em Fila para Atracação

Somente o tempo de espera em fila no terminal de São Sebastião foi modelado a partir de variável aleatória. Neste caso, optou-se pela não representação física deste sub-sistema. Nos demais casos, esse tempo foi determinado pela seqüência de eventos da própria simulação.

A análise dos dados fornecidos deste terminal ao "Input Analyser", indicou a utilização da distribuição Beta como a mais aderente à distribuição amostral apresentada. Na Figura 5.23 são apresentados os resultados desta análise.

#### 5.4.3. Variáveis Econômicas do Modelo

A Tabela 5.6 apresenta os valores numéricos das variáveis econômicas do modelo que serão utilizadas nos cálculos dos principais parâmetros de comparação entre as alternativas simuladas.

Tabela 5.6. Variáveis Econômicas do Modelo

VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
Preço do petróleo no mercado internacional	USD/bbl	30,0
Taxa de custo de capital	% ao ano	12,0
Margem de refino	USD/m <sup>3</sup>	12,58
Margem de produção – E&P	USD/m <sup>3</sup>	106,93
Custo fixo do refino	USD/m <sup>3</sup>	3,55
Custo fixo de produção – E&P	USD/m <sup>3</sup>	81,77
Custo diário médio de navio classe R	USD	13.325,0
Custo diário médio de navio classe P	USD	17.522,0
Custo diário médio de navio classe B	USD	17.086,0
Custo diário médio de navio classe J	USD	25.224,0
Custo de atracação médio - Angra dos Reis	USD	25.000,0
Custo de atracação médio - São Sebastião	USD	25.000,0
Custo de atracação médio – São Francisco do Sul	USD	8.000,0
Custo de atracação médio – Bacia de Campos	USD	5.000,0

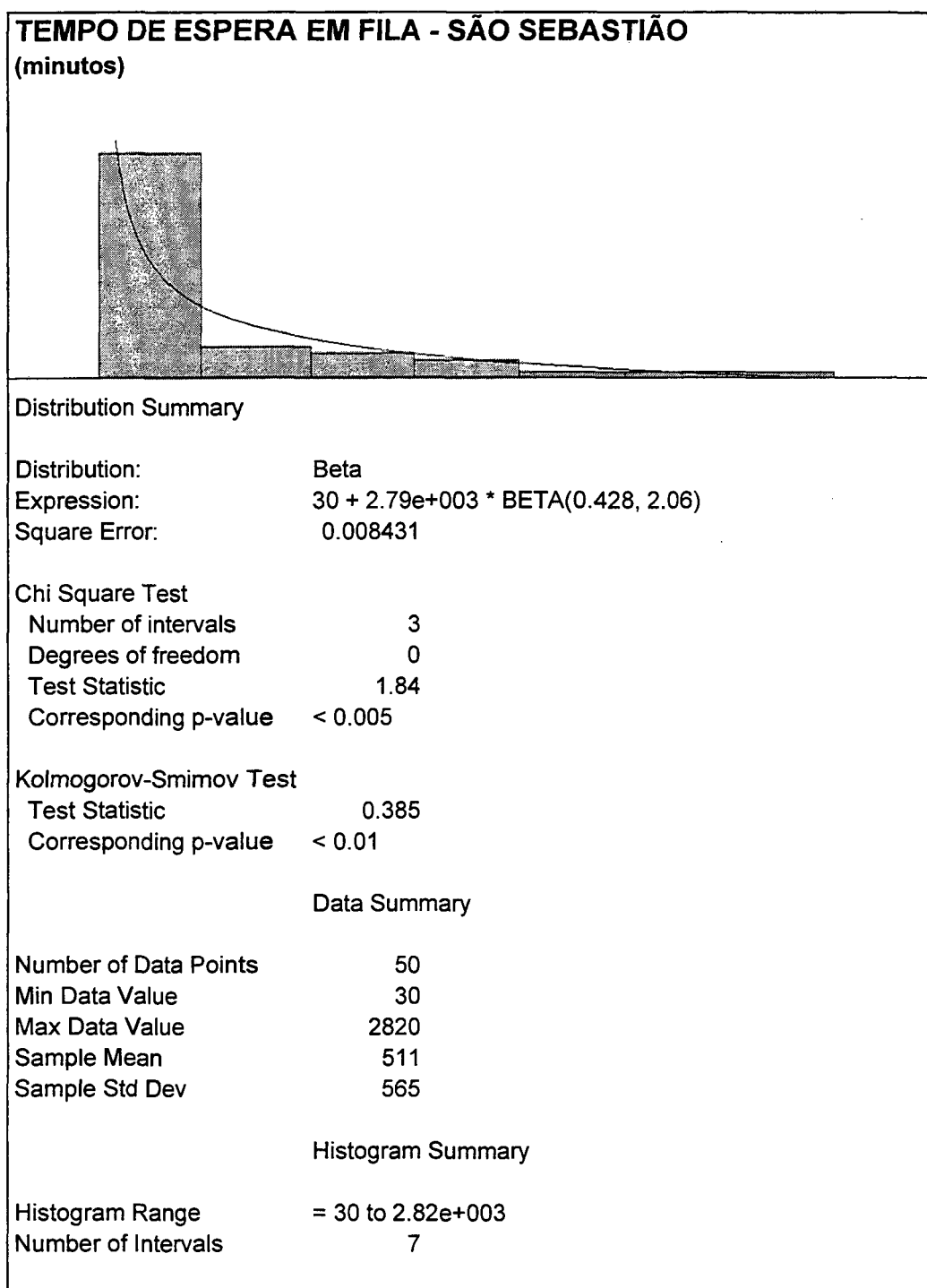


Figura 5.23. Análise de Aderência de Distribuição Estatística para a Variável Tempo de Espera em Fila no Terminal de São Sebastião

## CAPÍTULO 6

# FORMALIZAÇÃO, VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO

### 6.1. Introdução

Este capítulo agrupa os passos (vii) e (viii) da metodologia de simulação adotada no capítulo 4, que tratam da tradução do modelo conceitual para o programa ARENA e da verificação, validação e teste do mesmo.

Na tradução do modelo foi descrito cada sub-sistema envolvido, iniciando-se pela modelagem de seus eventos de estado seguida, quando aplicável, pela apresentação da seqüência lógica a ser obedecida pela entidade navio que o acessava. A descrição do sub-sistema era finalizada com a apresentação dos principais recursos de animação utilizados.

A modelagem dos eventos de estado no programa ARENA é descrita a partir de blocos "DETECTS" que monitoram os níveis de produto dos "LEVELS". Os "LEVELS" são variáveis que crescem ou decrescem continuamente durante a simulação, segundo taxas definidas por variáveis do tipo "RATE".

Quando uma variável do tipo "LEVEL" atravessar um determinado valor específico, denominado "crossing variable", o bloco "DETECT" gerará uma entidade que temporariamente transitará pelo modelo executando uma seqüência pré-determinada de operações até atingir o bloco "DISPOSE", onde será descartada. Estas entidades serão denominadas, doravante, de entidades transitórias.

### 6.2. Formalização do Modelo para o Programa ARENA

#### 6.2.1. Campos de Produção do Tipo I

Correspondem aos sub-sistemas de produção de petróleo de Roncador e Marimbá Leste, caracterizados por possuírem produção de pequeno porte, armazenada em navio cisterna (ver ítem 5.2.2).

Neste caso são modelados os "LEVELS" que representam o enchimento do navio cisterna e do navio aliviador alocados ao campo. No primeiro caso, a variação do "LEVEL" pode ser crescente – quando apenas recebe volume produzido da plataforma

ou decrescente – quando recebe o petróleo produzido e o expede para o navio aliviador.

O “LEVEL” que representa o navio aliviador varia de forma crescente – recebendo petróleo do cisterna ou nula – ausência de navio aliviador em operação.

A perda de produção de petróleo neste sub-sistema ocorrerá quando a capacidade do “LEVEL” do cisterna se esgotar, sem ocorrer a atracação de navio aliviador em tempo hábil para transferência.

### 6.2.1.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

Os principais eventos de estado deste caso ocorrem em cinco distintas situações, que se encontram detalhadas na Figura 5.1. Em seguida será descrita a sua a tradução para o campo de Roncador, sendo a modelagem idêntica para Marimbá Leste.

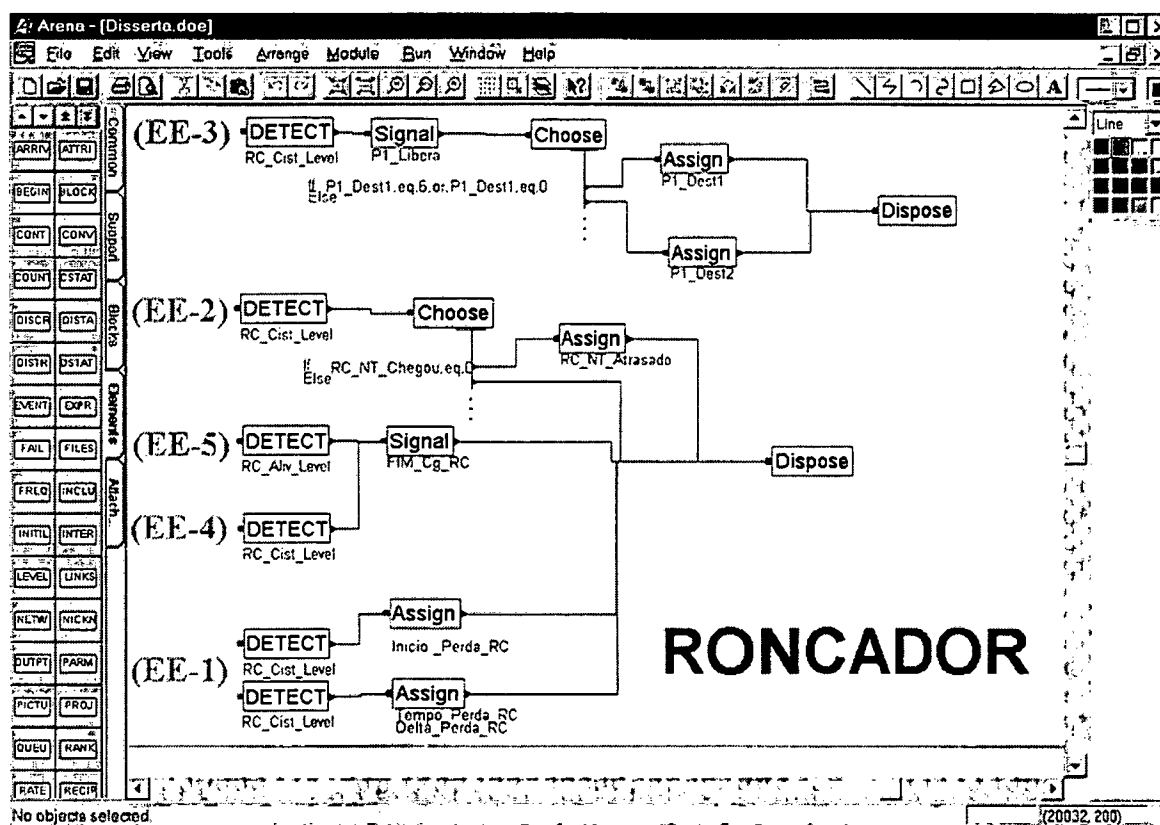


Figura 6.1. Principais Eventos de Estado do Campo de Roncador

Na primeira seqüência (EE-3) da Figura 6.1, o bloco “DETECT” gera uma entidade transitória toda vez que o volume de petróleo armazenado no navio cisterna atingir um valor suficiente que justifique a chamada de um navio aliviador. Na

passagem pelo bloco "SIGNAL" esta entidade libera o sinal "P1\_Libera" que informa à fila de pedidos de navios da Área de Programação I esta solicitação. No bloco "CHOOSE" que segue este pedido é armazenado na primeira posição desocupada da respectiva fila. A entidade é descartada no bloco "DISPOSE".

A seqüência (EE-2) verifica se já se encontra posicionado navio aliviador no campo, faltando apenas 48 horas para o enchimento total do navio cisterna. O bloco "DETECT" gera uma entidade transitória quando esta condição for alcançada, verificando na seqüência se a variável "RC\_Nt\_Chegou" é positiva. Em caso negativo, é incrementada uma unidade a variável que conta o número de navios atrasados – "RC\_Nt\_Atrasado".

A terceira seqüência modela a ocorrência do evento de estado de final de carregamento (EE-5) – esgotamento da capacidade do navio aliviador. A quarta seqüência também modela a ocorrência de evento de estado de final de carregamento (EE-4), desta vez, por falta de petróleo para transferência no navio cisterna. Ambos blocos "DETECTS" geram entidades transitórias que ao passarem pelo bloco "SIGNAL" liberam o valor da expressão "FIM\_Cg\_RC", responsável pela liberação, propriamente dita, da entidade navio em seu respectivo seqüenciamento lógico.

As duas últimas seqüências (EE-1) da Figura 6.1 representam dois distintos eventos de estado que ocorrem sobre o máximo valor possível para o "LEVEL" – "RC\_Cist\_Level". No primeiro caso, quando este é atingido de forma crescente, o bloco "DETECT" gera uma entidade que ao passar pelo bloco "ASSIGN" anula a taxa de produção do campo e abre a contagem de tempo em que a produção de petróleo será perdida por falta de espaço. No segundo caso, quando este nível começar a decrescer, fecha-se a contagem de tempo, acumulando-se o seu valor na variável "Tempo\_Perda\_RC". Todas as entidades transitórias são descartadas nos respectivos blocos "DISPOSE".

#### 6.2.1.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo

A Figura 6.2 descreve a lógica de operação da entidade navio desde a sua chegada até a sua saída dos campos de produção em referência, a qual será apresentada a seguir.

O bloco "CREATE" da seqüência (I) da Figura 6.2 gera uma entidade navio no início da simulação. Em seguida, essa entidade entra no bloco "STATION" na "St\_RC" que representa o campo de Roncador.

A entidade é encaminhada ao bloco "ASSIGN" onde será escolhido aleatoriamente o seu tempo de atracação e comunicada a sua chegada ao campo. No

bloco “CHANCE” seguinte é escolhida uma dentre três situações de chegada do navio: chegou de dia, chegou de noite ou encontrou mau tempo. A cada alternativa estão associadas probabilidades de ocorrência e tempos médios de espera para a entidade. Caso a entidade navio chegue à noite seu tempo estimado de retorno à Área de Programação I é atualizado pelo bloco “ASSIGN” e a entidade sofre uma espera igual a variável – “Chegou\_Noite” – executada pelo bloco “DELAY”. Caso a entidade encontre mau tempo esta passa por seqüência de blocos idêntica a anterior, aguardando, contudo, “Mau\_Tempo” minutos.

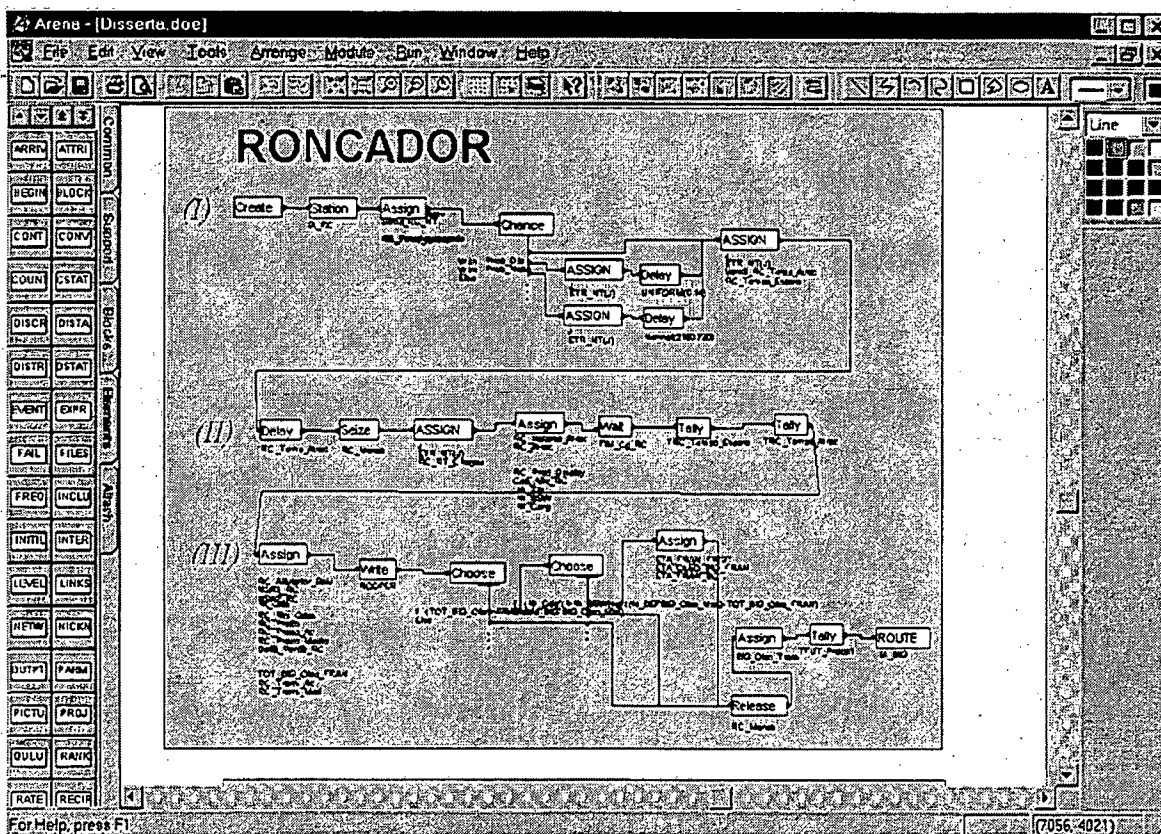


Figura 6.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo de Roncador

Após examinada esta etapa de espera, a entidade inicia sua fase de atracação, onde no bloco “ASSIGN” são executados: a atualização do tempo estimado de retorno da entidade à Área de Programação I; cálculo do tempo de espera realizado e cálculo do tempo acumulado de atracação. No bloco “DELAY” que segue, a entidade aguarda o tempo de atracação inicialmente escolhido. Cumprida a espera da atracação, a entidade ocupa finalmente o recurso monobóia – “RC\_Monob” - no bloco “SEIZE”. Na seqüência de blocos “ASSIGN” inferior a 48 horas de produção do campo. No bloco

percorrida pela entidade são realizadas as seguintes atribuições: atualização do tempo estimado de retorno à Área de Programação I; atualização dos atributos de tipo de petróleo, BSW e tipo de operação; atualização da variável de capacidade do campo, que passa a receber o valor do atributo de capacidade da entidade navio – “Nt\_Cap” e atualização dos “RATES” – “RC\_Aliv\_Rate” e “RC\_Cist\_Rate” que passam a receber, respectivamente, o valor da taxa de bombeamento de petróleo do navio cisterna para o navio aliviador e a diferença entre a taxa de produção do campo e esta primeira taxa de transferência.

No bloco “WAIT”, a entidade permanece recebendo petróleo até a ocorrência de um dos eventos de estado que liberam o sinal “FIM\_Cg\_RC”. Ao ser liberada, a entidade seguirá ao bloco “ASSIGN” onde serão feitas uma série de atribuições importantes, quais sejam: atualização do atributo de quantidade carregada do navio, que passa a receber a quantidade de petróleo armazenada no “LEVEL” – “RC\_Aliv\_Level”; cálculo do prazo médio de espera da matéria-prima no campo e da sua transferência até o terminal de Angra; cálculo dos níveis de serviço de atendimento de navios em pontualidade e de perda de produção; atualização do “LEVEL” – “RC\_Aliv\_Level” que também será anulado; cálculo da quantidade de óleo atualmente disponível para transferência ao terminal de São Francisco em trânsito para Angra dos Reis e atualização dos “RATES”: “RC\_Aliv\_Rate” que será anulado e “RC\_Cist\_Rate” que passa a receber o valor da taxa de produção do campo.

Os blocos “TALLY” e “WRITE”, na seqüência, são utilizados na etapa de Verificação e Validação do Modelo, comparando-se diversos valores obtidos com o que seria esperado na prática.

A seqüência (III) da Figura 6.2 é composta por uma seqüência de blocos “CHOOSE” cujo o intuito é o de verificar se a quantidade de petróleo carregada na entidade é suficiente para consolidar uma carga de petróleo a ser transferida do terminal de Angra dos Reis. Assim sendo, é estimada a data que esta entidade chegaria no terminal de São Francisco. Este cálculo fornece uma estimativa mais atualizada desta variável, que é fundamental no processo de decisão do destino das entidades navio que sairão dos campos de Marlim e Albacora.

No bloco “RELEASE” o recurso monobóia é liberado, seguindo a entidade para o último bloco “ASSIGN”, onde são atualizados a estimativa de retorno da entidade a Área de Programação I e o volume total de óleo em trânsito, destinado a Angra dos Reis. Finalmente, a entidade navio atinge o bloco “ROUTE”, onde é destinada à “STATION” – “St\_BIG”, que representa o terminal de Angra dos Reis. O tempo de

duração desta viagem corresponde a variável - "P1\_RC" - escolhida aleatoriamente em período anterior.

### 6.2.1.3. Tela de Animação do Campo

A Figura 6.3 apresenta os principais recursos de animação de um sub-sistema deste tipo.

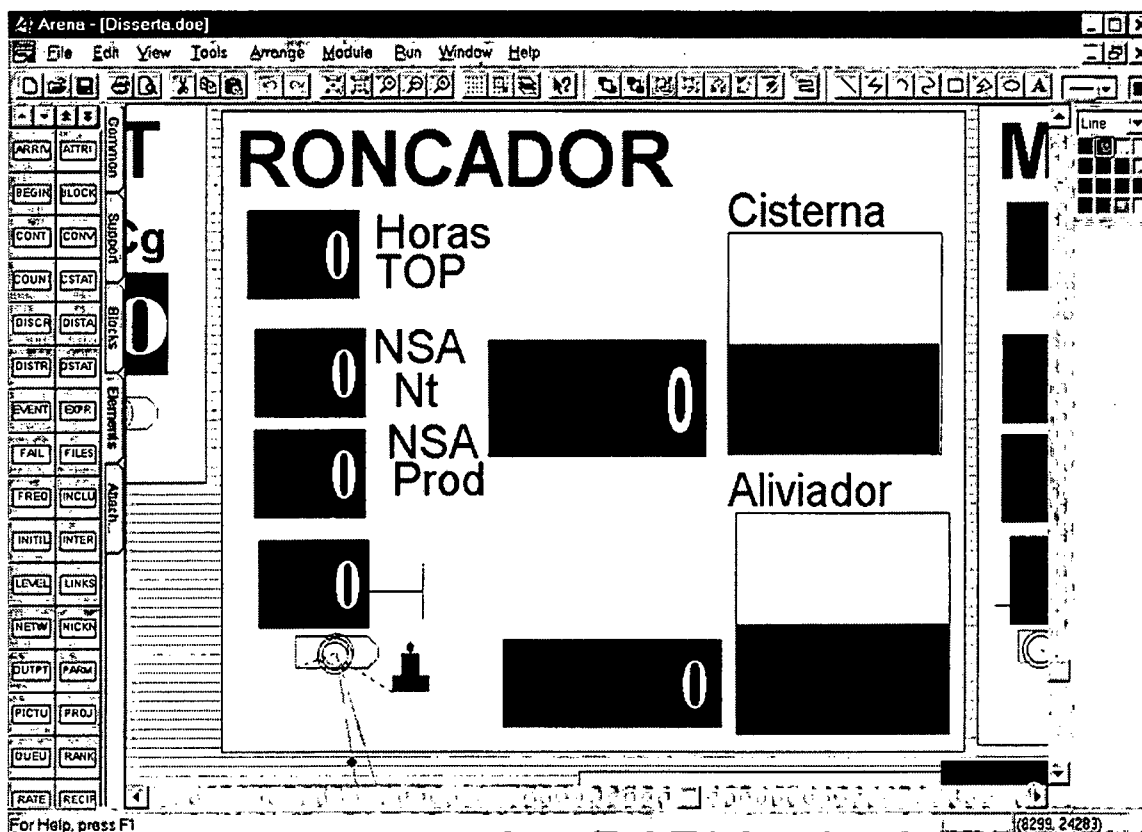


Figura 6.3. Tela de Animação do Campo de Roncador

No canto inferior esquerdo da Figura 6.3 aparece a representação do recurso monobóia, que assume as cores vermelha (ocupada) e azul (livre). As linhas que entram e saem do campo, ligadas à monobóia, representam as rotas de chegada e de saída das entidades navio. Acima, de cima para baixo, aparecem "DISPLAYS" que informam: o número de horas que faltam para o enchimento total do navio cisterna (Horas TOP); o nível de serviço acumulado de pontualidade dos navios (NSA Nt) e o nível de serviço acumulado de produção (NSA Prod).

Do lado direito da figura estão representados em tempo real os volumes de petróleo em metros cúbicos, tanto no navio cisterna (acima), quanto no navio aliviador



(abaixo), com seus respectivos, “DISPLAYS” numéricos correspondentes ao centro da figura.

### 6.2.2. Campos de Produção do Tipo II

Correspondem aos sub-sistemas de produção de petróleo de Bonito, Bicudo e Corvina (ver item 5.2.3). Os navios aliviadores alocados aos campos são representados pelos “LEVELS”: “BN\_Aliv\_Level”, “BI\_Aliv\_Level” e “CV\_Aliv\_Level”, que contêm os níveis de produto carregados.

Cada “LEVEL” sofre variação crescente ou nula, dependendo da situação de espaço e presença de navio aliviador. As respectivas taxas de enchimento são representadas pelos “RATES”: “BI\_Aliv\_Rate”, “BN\_Aliv\_Rate” e “CV\_Aliv\_Rate”. Na troca/substituição dos navios aliviadores estas taxas se anulam e durante o seu período de operação assumem o valor, escolhido aleatoriamente, da taxa de produção de matéria-prima de seu respectivo campo.

Apenas a descrição da modelagem para o campo de Bicudo será apresentada. Os casos de Bonito e Corvina serão omitidos por possuírem bastante semelhança com Bicudo.

#### 6.2.2.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

A Figura 6.4 apresenta os três eventos de estado modelados na Figura 5.3. A primeira seqüência (EE-3), representa o evento de estado 3 da Figura 5.3. No bloco “DETECT” uma entidade transitória é gerada toda vez que o nível de produto no navio aliviador ultrapassar um valor pré-determinado, significando que de acordo com a produção atual, este navio se encontra a “BI\_T\_Chama” horas do enchimento total. O valor da variável “BI\_T\_Chama” foi calculado de forma que o novo navio aliviador alocado atenda a antecedência mínima de 48 horas do enchimento do aliviador em operação.

As entidades geradas são conduzidas aos seus respectivos blocos “WAIT”, onde, no caso de Bicudo, esta entidade aguardará em fila a liberação do sinal – “P3\_Libera\_60\_90”, que será gerado na Área de Programação II, quando for designado uma entidade navio para este campo. No caso de Bonito a entidade aguardará o sinal – “P3\_Libera\_60” e no caso de Corvina, o sinal – “P3\_Libera\_Qualquer”. No caso de Corvina, o bloco “WAIT” é comum a seqüências de outros sub-sistemas. A entidade neste caso, deverá receber um atributo, indicando que se trata de uma solicitação de transporte para Corvina. Estas entidades serão eliminadas, em seguida, no bloco “DISPOSE”.

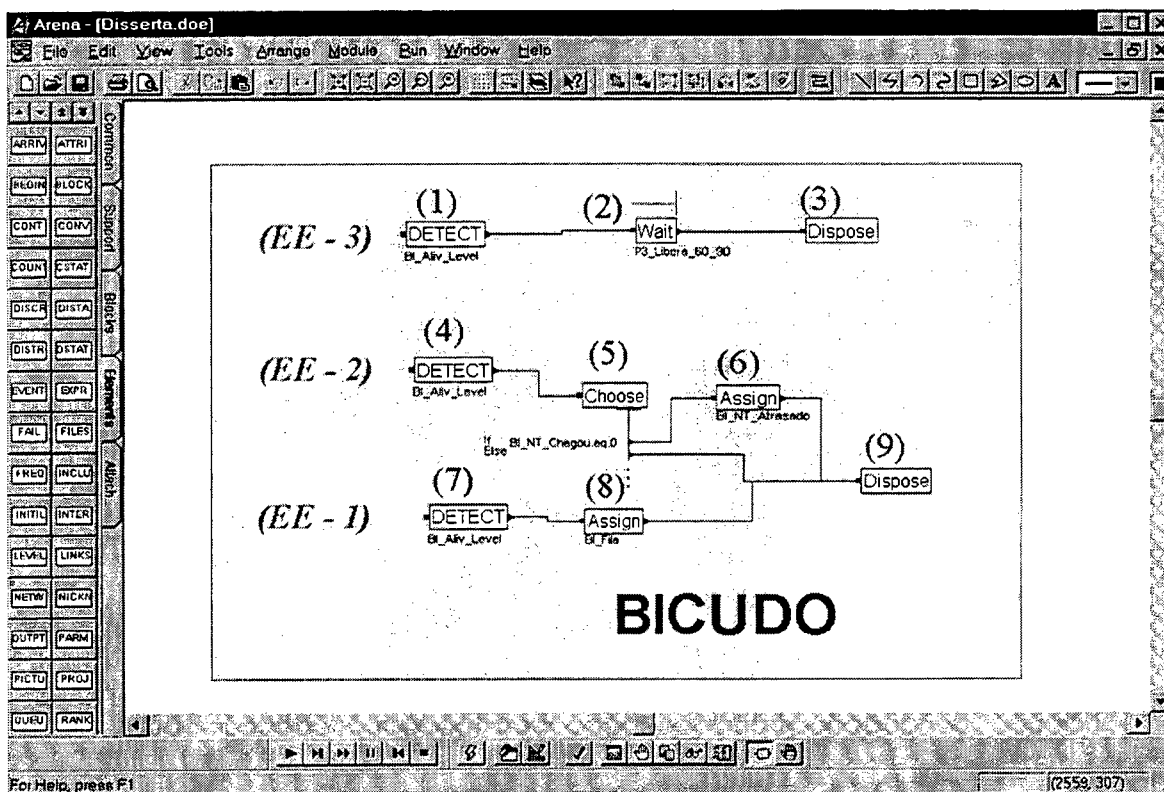


Figura 6.4. Principais Eventos de Estado do Campo de Bicudo

Os diferentes sinais aguardados devem-se a diferentes restrições de navios que possuem cada campo de produção (Tabela 2.2). No caso de Corvina qualquer navio que acessa a Área de Programação II (designada por "Park\_3") pode atender esse campo, o que ocorrerá também com outras solicitações semelhantes de navios (Marlim, Albacora e Angra dos Reis), existindo uma fila comum de pedidos de navios. Desta forma, deve ser associado um atributo à entidade, designando-lhe um destino específico.

A seqüência EE-2 da Figura 6.4 representa o evento de estado 2 da Figura 5.3. O propósito da mesma é verificar se ao ser atingido o limite de 48 horas para o enchimento do navio aliviador em operação, o novo aliviador já se encontra no campo. No bloco "DETECT" é gerada uma entidade transitória toda vez que o espaço disponível do aliviador seja inferior a 48 horas de produção do campo. No bloco

"CHOOSE" seguinte é verificado se a variável, neste caso, "BI\_NT\_Chegou" é nula. Caso positivo, a entidade é encaminhada ao bloco "ASSIGN" onde a variável "BI\_NT\_Atrasado" é acrescida em uma unidade. A entidade é em seguida descartada



O bloco "CREATE" da seqüência (I) da Figura 6.5 gera uma entidade navio no instante zero da simulação. Dessa forma, evita-se a perda imediata de produção do campo pela falta de navio aliviador no instante inicial da simulação. Em seguida a entidade entra no bloco "STATION" na "St\_BI" que representa o campo de Bicudo. Esse bloco é a porta de entrada das entidades que se dirigem a este sub-sistema. No bloco "CHOOSE" sub-seqüente, é verificado se o instante atual é o início da simulação. Caso positivo, a entidade salta os blocos que modelam o processo de espera e atracação, iniciando a operação imediata da entidade navio.

As entidades posteriores serão encaminhadas ao bloco "ASSIGN" onde será escolhido aleatoriamente seu tempo de atracação e comunicada a sua chegada ao campo. No bloco "CHANCE" seguinte é escolhida uma dentre três situações de chegada do navio: chegou de dia, chegou de noite ou encontrou mau tempo na área. A cada alternativa estão associadas probabilidades de ocorrência e tempos médios de espera para a entidade. Este processo é semelhante ao do campo de Roncador descrito anteriormente.

Após examinada esta etapa de espera, a entidade inicia sua fase de atracação, onde no bloco "ASSIGN" são realizados: a atualização do tempo estimado de retorno da entidade à Área de Programação II; cálculo do tempo de espera realizado; cálculo do tempo acumulado de atracação e comunicada a disponibilidade do navio para atracação a partir da atribuição de valor unitário a variável "BI\_Fila". No bloco "DELAY" que segue, a entidade aguarda o tempo de atracação inicialmente escolhido.

Cumprida a espera da atracação, a entidade ocupa finalmente o recurso monobóia – "BI\_Monob" - no bloco "SEIZE". Na seqüência de blocos "ASSIGN" percorrida pela entidade são realizadas as seguintes atribuições: atualização do tempo estimado de retorno à Área de Programação II; atualização dos atributos de tipo de petróleo, BSW e tipo de operação; atualização do "RATE" – "BI\_Aliv\_Rate" – que passa a receber o valor aleatoriamente escolhido para a taxa de produção do campo (este valor será escolhido na saída da entidade da área de programação); atualização da variável de capacidade do campo que passa a receber o valor do atributo de capacidade da entidade navio – "Nt\_Cap".

Quando a entidade atingir o bloco "SCAN", ali permanecerá então recebendo petróleo até a ocorrência de chegada e disponibilidade de atracação da próxima entidade navio ou após o seu enchimento total. Qualquer uma destas condições será comunicada a este bloco pelo valor da variável "BI\_Fila" que, quando possuir valor unitário, liberará a entidade. Caso contrário, esta permanecerá na posição atual.

Finalmente, ao ser liberada, a entidade seguirá ao bloco “ASSIGN” onde serão feitas uma série de atribuições importantes, quais sejam: atualização do atributo de quantidade carregada do navio que passa a receber a quantidade de petróleo armazenada no “LEVEL” – “BI\_Aliv\_Level”; cálculo do prazo médio de espera da matéria-prima no campo e da sua transferência até o terminal de Angra; cálculo dos níveis de serviço de atendimento de pontualidade e de perda de produção; atualização do “RATE” – “BI\_Aliv\_Rate” - que será anulado, representando a parada temporária da produção até a próxima atracação; atualização do “LEVEL” – “BI\_Aliv\_Level” que também será anulado e cálculo da quantidade de óleo atualmente disponível para transferência ao terminal de São Francisco em trânsito para Angra dos Reis.

A seqüência (III) da Figura 6.5 é composta por uma seqüência de blocos “CHOOSE” cujo o intuito é de verificar se a quantidade de petróleo carregada na entidade é suficiente para consolidar uma carga de petróleo a ser retirada do terminal de Angra dos Reis. Esta seqüência final é idêntica ao caso de Roncador.

No bloco “RELEASE” o recurso monobóia é liberado, seguindo a entidade para o último bloco “ASSIGN”, onde são atualizados a estimativa de retorno da entidade a Área de Programação II e o volume total de óleo em trânsito destinado a Angra dos Reis. Finalmente, a entidade navio atinge o bloco “ROUTE”, onde é destinada à “STATION” – “St\_BIG”, que representa o terminal de Angra dos Reis. O tempo de duração desta viagem corresponde a variável “P3\_BI”, escolhida aleatoriamente em período anterior.

#### 6.2.2.3. Tela de Animação do Campo

A Figura 6.6 apresenta os principais recursos de animação de um sub-sistema deste tipo. No seu canto superior esquerdo aparece a representação do recurso monobóia, que assume as cores vermelha (ocupada) e azul (livre). Abaixo, aparecem “DISPLAYS” que informam: o número de horas que faltam para o enchimento total do navio em operação; o nível de serviço acumulado de pontualidade dos navios e o nível de serviço acumulado de produção.

Do lado direito da figura está representado o “LEVEL” – “BI\_Aliv\_Level” com o seu respectivo “DISPLAY”, localizado abaixo, que informa, instantaneamente, a quantidade produzida do campo em metros cúbicos. Dessa forma, pode ser verificado ao longo da simulação a quantidade de matéria-prima armazenada nos tanques do navio aliviador.

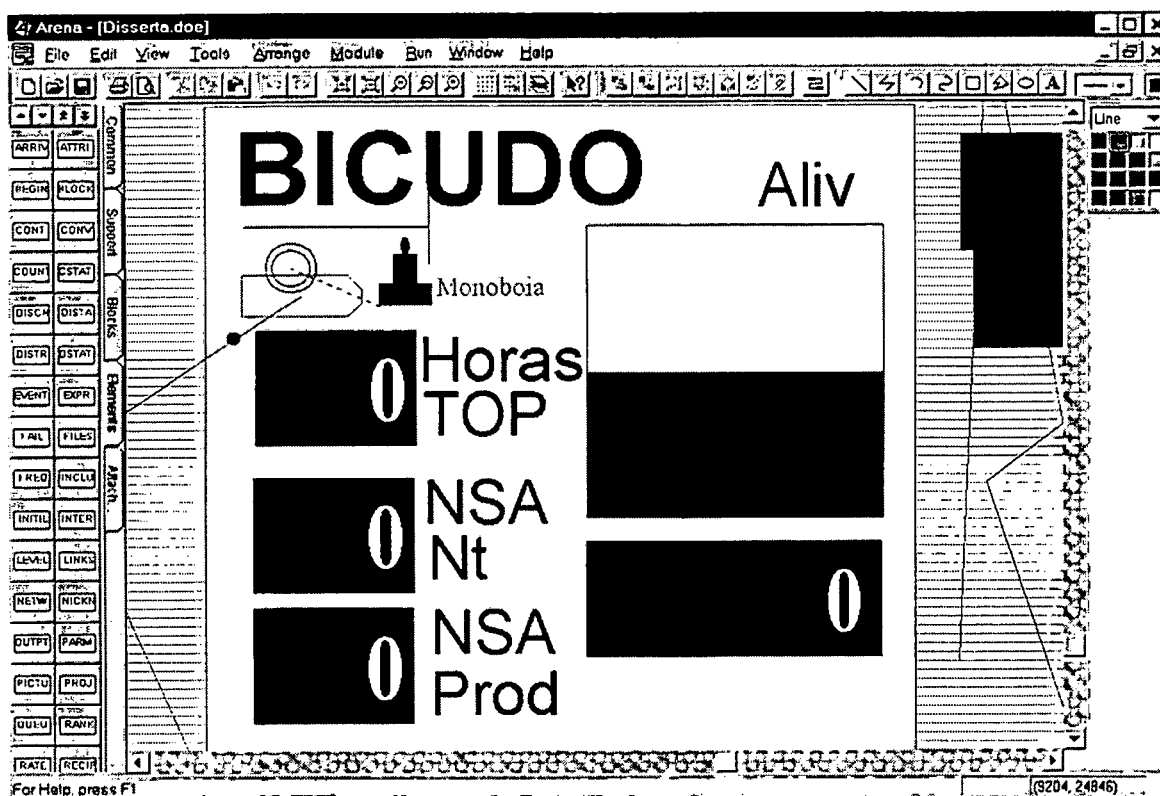


Figura 6.6. Tela de Animação do Campo de Bicudo.

### 6.2.3. Campos de Produção do Tipo III

Correspondem aos sub-sistemas de produção de Marlim e de Albacora (ver ítem 5.2.4). O sistema de produção de petróleo deste caso é semelhante ao dos campos de tipo I, diferenciando-se, todavia, pelo seu porte de produção e pelo destino final a ser seguido pelo navio aliviador.

#### 6.2.3.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

Os principais eventos de estado deste caso ocorrem em seis distintas situações, que se encontram detalhadas na Figura 5.5.

A tradução para o ARENA será descrita para o campo de Albacora, possuindo o campo de Marlim modelagem semelhante. A decisão sobre o destino final da entidade navio que deixa este sub-sistema foi modelada de forma comum a ambos os campos.

Na primeira seqüência (EE-3) da Figura 6.7, o bloco "DETECT" gera uma entidade transitória toda vez que o volume de petróleo armazenado no navio cisterna atingir o valor "fant\*120.000", onde a variável "fant" será utilizada para calibrar a antecedência de chegada dos navios para alívio do FPSO. Quando "fant" for atualizado

com valores inferiores a um, existirá a possibilidade dos navios aliviadores saírem do campo de produção com algum nível de praça disponível.

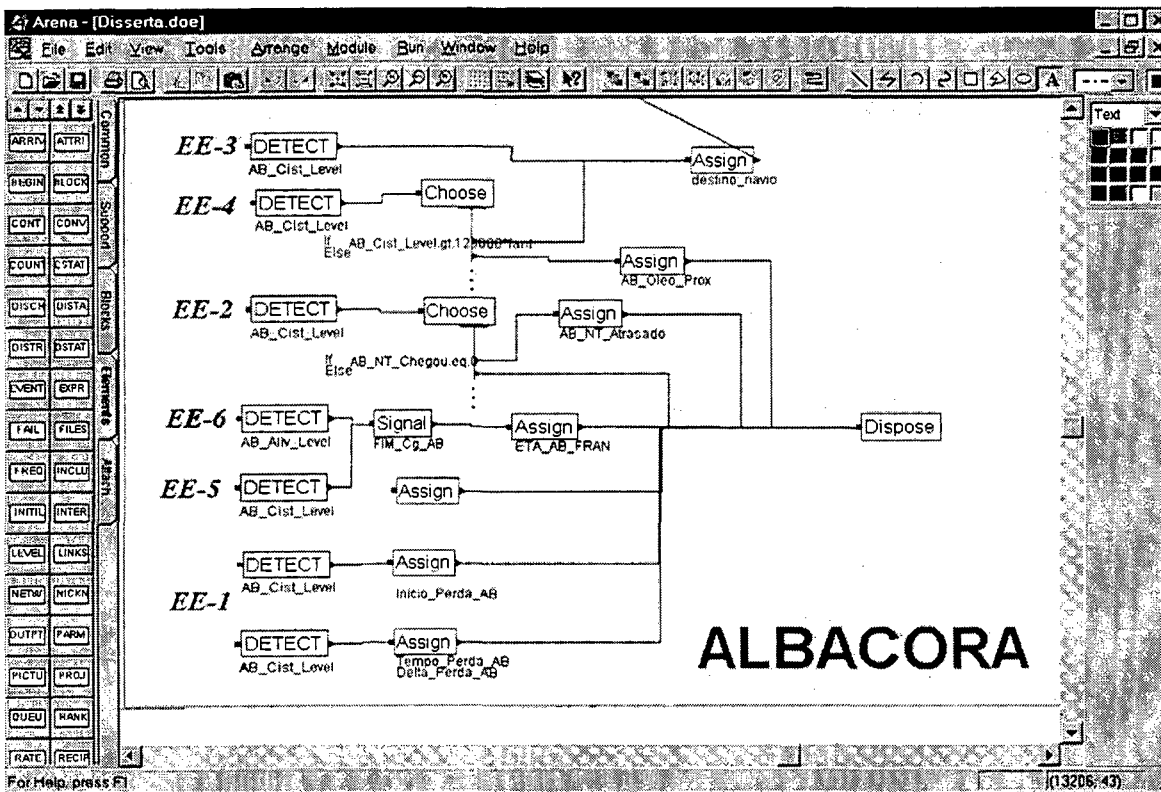


Figura 6.7. Principais Eventos de Estado do Campo de Albacora

No bloco “ASSIGN” que segue esta entidade receberá o atributo “destino-navio” com valor numérico igual a 8, permanecendo esta entidade numa fila comum de pedidos de navios de grande porte, denominada, “P3\_Libera\_Qualquer”, que será melhor detalhada no item 6.2.4.1.

A segunda seqüência (EE-4) da Figura 45 reavalia o volume de petróleo remanescente no navio cisterna após o carregamento do aliviador. O bloco “DETECT” gerará uma entidade transitória, logo após a saída da entidade navio. No bloco “CHOOSE” será verificado se o volume remanescente é suficiente para solicitar novo aliviador. Em caso positivo a entidade repete o processo anterior, recebendo o atributo “destino-navio” e dirigindo-se a fila descrita anteriormente.

A seqüência (EE-2) verifica se os navios chegaram ao campo antes do prazo máximo acordado. Esta seqüência é idêntica aos casos descritos anteriormente.

A terceira e quarta seqüência modelam as ocorrências de evento de estado de final de carregamento. Ambos blocos “DETECTS” geram entidades transitórias que pela

passagem pelo bloco "SIGNAL" liberam o valor da expressão "FIM\_Cg\_AB", responsável pela liberação propriamente dita da entidade navio em seu respectivo seqüenciamento lógico.

As duas últimas seqüências (EE-1) da Figura 45 representam dois distintos eventos de estado que ocorrem sobre o máximo valor possível para o "LEVEL" – "AB\_Cist\_Level". No primeiro caso, quando este é atingido de forma crescente, o bloco "DETECT" gera uma entidade que ao passar pelo bloco "ASSIGN" anula a taxa de produção do campo e abre a contagem de tempo em que a produção de petróleo será perdida pelo esgotamento do cisterna. No segundo caso, quando este nível a produção começar a decrescer, fecha-se a contagem de tempo, acumulando-se o seu valor na variável "Tempo\_Perda\_AB". Todas as entidades transitórias são descartadas nos respectivos blocos "DISPOSE".

### 6.2.3.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo

A Figura 6.8 apresenta a lógica de operação da entidade navio desde a sua chegada até a sua saída neste sub-sistema, a qual será descrita a seguir.

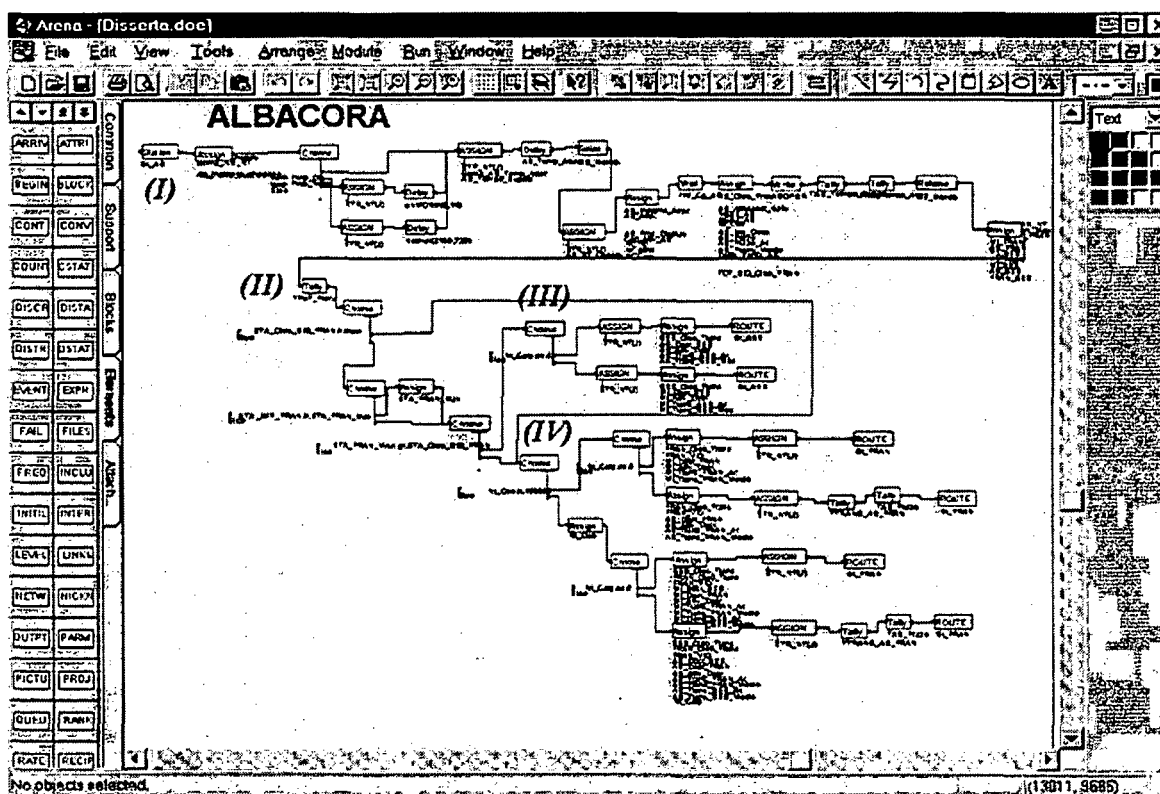


Figura 6.8. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Campo de Albacora



O bloco "STATION" da seqüência (I) da Figura 6.8 indica a porta de entrada das entidades navio no sub-sistema -"St\_AB" – que representa o campo de Albacora. Em seguida a entidade é submetida a uma seqüência de espera e atracação semelhante aos casos descritos anteriormente. Cumpridas estas etapas, a entidade ocupa finalmente o recurso monobóia – "AB\_Monob" - no bloco "SEIZE", percorrendo novamente uma seqüência semelhante a dos casos anteriores. Ao receber o sinal "FIM\_Cg\_AB" esta entidade iniciará a fase de saída do sub-sistema, que será concluída com a liberação do recurso monobóia no bloco "RELEASE".

Ao atingir o último bloco "ASSIGN" da seqüência (I) a entidade iniciará a seqüência de blocos comuns às entidades que deixam os campos de Marlim e Albacora. Neste bloco são escolhidos aleatoriamente os tempos de percurso das possíveis rotas que serão escolhidas, calculado o tempo limite de chegada do próximo navio ao terminal de São Francisco, de modo que o bombeamento via OSPAR não seja interrompido, e calculado também o tempo de chegada do próximo navio de petróleo importado neste terminal.

A seqüência (II) da Figura 46 inicia o processo de decisão dos destinos dos aliviadores. No primeiro bloco "CHOOSE" é verificada a atualização da variável "ETA\_Oleo\_BIG\_FRAN". Se esta for menor que o tempo atual da simulação o aliviador é desviado automaticamente para São Francisco. Caso negativo, é verificado no bloco "CHOOSE" se o próximo navio com petróleo importado chega à São Francisco antes do tempo limite de chegada. Caso positivo, este tempo é recalculado incorporando o volume estimado do petróleo importado.

Finalmente é comparado no terceiro bloco "CHOOSE" se a variável "ETA\_Oleo\_BIG\_FRAN", que estima o tempo de chegada da próxima entidade navio proveniente do terminal de Angra dos Reis é inferior ao tempo limite de chegada da próxima entidade navio ao terminal de São Francisco. Caso positivo esta entidade será direcionada para o terminal de São Sebastião, tomando a seqüência (III).

A seqüência (III) é iniciada pelo bloco "CHOOSE" que verifica se o navio é proveniente de Marlim ou Albacora, atualizando as respectivas variáveis de estimativa de tempo de retorno à Área de Programação II prazos de permanência do óleo em trânsito e volume de óleo em trânsito para São Sebastião. Finalmente, em seus respectivos blocos "ROUTE" as entidades são direcionadas para este terminal.

Se a variável "ETA\_Oleo\_BIG\_FRAN" for superior ao tempo limite de chegada de navios à São Francisco, a entidade que deixa o campo é direcionada à este terminal. Neste caso, a entidade seguirá a seqüência (IV) da Figura 6.8.

No primeiro bloco “CHOOSE” da seqüência (IV) é verificado o volume carregado no navio. Se este for inferior a 99.000 m<sup>3</sup> a entidade se destinará ao terminal de São Francisco efetuando ali descarga total. Caso contrário, somente a metade da carga será descarregada, sendo a entidade posteriormente direcionada para São Sebastião completando ali essa operação. Dessa forma procurou-se modelar o que ocorre na prática, evitando-se a descarga de grandes volumes destes óleos naquele terminal, o que não é conveniente para a operação da refinaria.

Em qualquer uma das situações acima a entidade seguirá na seqüência de blocos “ASSIGN” atualizando variáveis até atingir o respectivo bloco “ROUTE”, que iniciará sua viagem para São Francisco.

### 6.2.3.3. Tela de Animação do Campo

A Figura 6.9 apresenta os principais recursos de animação deste sub-sistema.

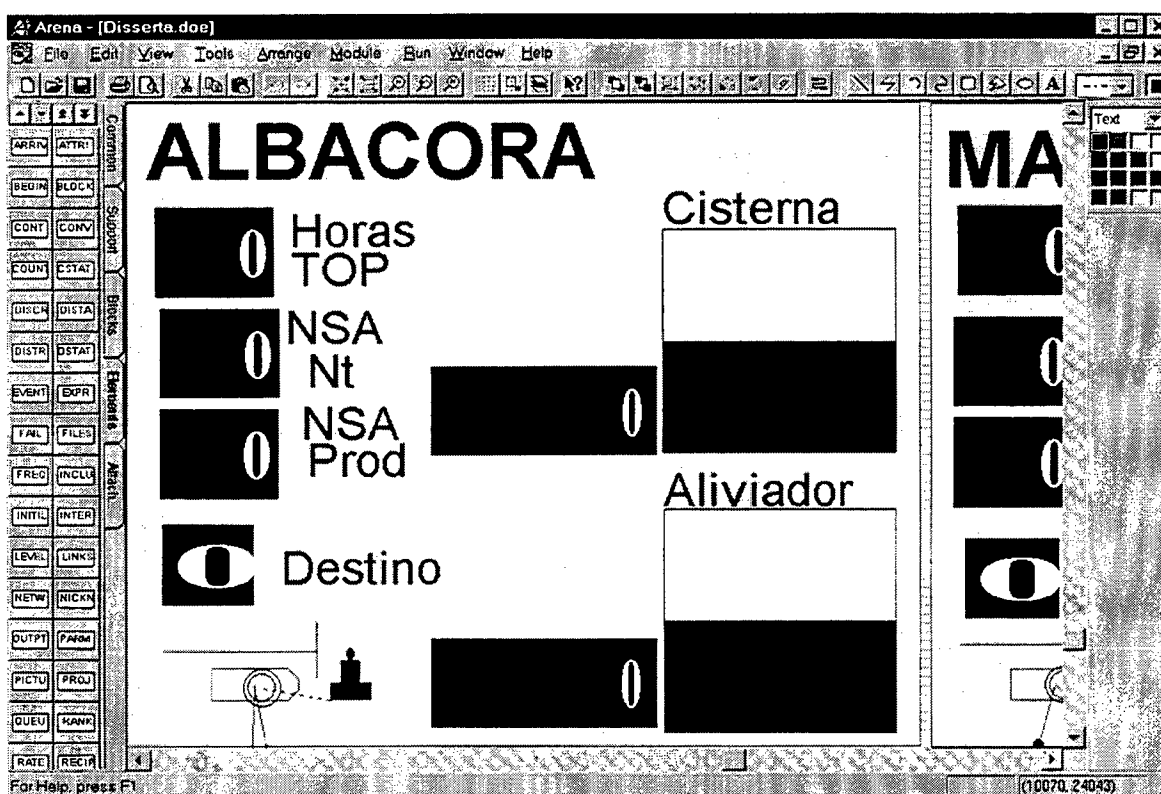


Figura 6.9. Tela de Animação do Campo de Albacora

No canto inferior esquerdo da Figura 6.9 aparece a representação do recurso monobóia, que assume as cores vermelha (ocupada) e azul (livre). Acima, de cima para baixo, aparecem “DISPLAYS” que informam: o número de horas que faltam para o

enchimento total do navio cisterna; o nível de serviço acumulado de pontualidade dos navios e o nível de serviço acumulado de produção.

Do lado direito da figura estão representados em tempo real os volumes de petróleo em metros cúbicos, tanto no navio cisterna (acima), quanto no navio aliviador (abaixo), com seus respectivos valores numéricos associados no centro da figura.

#### 6.2.4. O Terminal de Angra dos Reis

A tradução deste sub-sistema para o ARENA foi trabalhosa dada a possibilidade de tipos e de combinações de operações ali executadas.

Neste sub-sistema foram modelados os seguintes “LEVELS”: “BIG\_Oleo\_Level” - representando a quantidade de petróleo descarregada nos tanques do terminal; “BIG\_Aliv1\_Level” e “BIG\_Aliv2\_Level” - representando os volumes de matéria-prima a bordo dos navios aliviadores que estão em processo de descarga e “BIG\_Nto\_Level” - representando o volume de petróleo carregado no navio de transferência que seguirá para São Francisco.

A tradução contempla a operação simultânea de até dois navios, dada a existência de dois berços de atracação. Foram representadas as operações simultâneas de descarga de dois navios aliviadores e de descarga de navio aliviador com carga de navio de transferência. Por premissa do modelo, não foi representado o carregamento simultâneo de dois navios de transferência.

##### 6.2.4.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

A tradução dos principais eventos de estado deste caso está representada na Figura 6.10. Estes eventos correspondem às seis distintas situações detalhadas nas Figuras 5.7 e 5.8.

As duas primeiras seqüências da Figura 6.10 (EE-5) correspondem ao eventos de estado de final de descarga de navios aliviadores. Toda vez que a variável “LEVEL” que representa este navio se anular o bloco “DETECT” liberará uma entidade transitória que ao passar pelo bloco “SIGNAL” indicará o fim da descarga da entidade navio.

As seqüências (EE-1) da Figura 6.10 ocorrem sobre o nível máximo de estocagem de petróleo nos tanques do terminal. Quando este for atingido de forma crescente, o respectivo bloco “DETECT” disparará uma entidade transitória que efetuará a interrupção temporária das eventuais descargas. Quando este nível for atingido de forma decrescente, a descarga de aliviadores no terminal será retomada por semelhante modo.

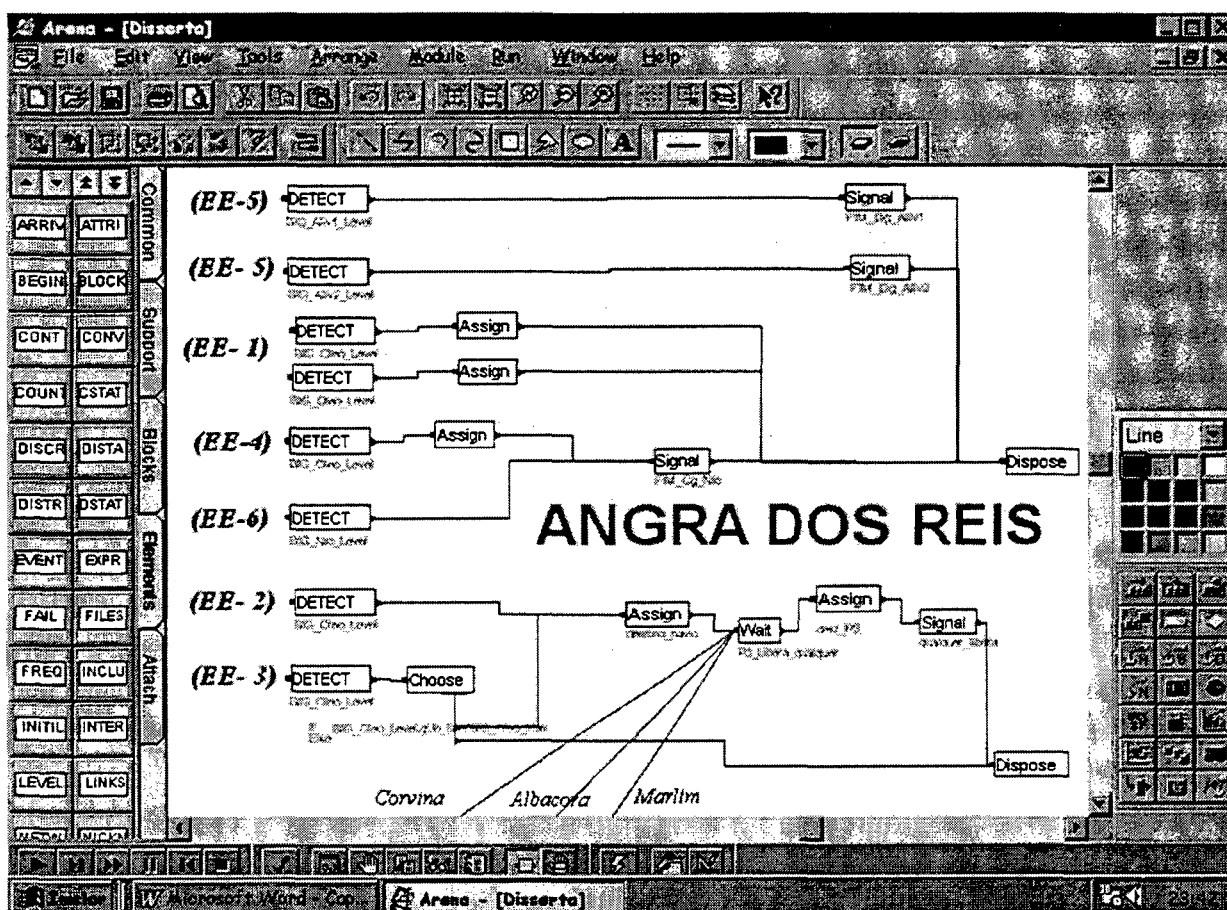


Figura 6.10. Principais Eventos de Estado do Terminal de Angra dos Reis

As seqüências (EE-4) e (EE-6) traduzem eventos de estado de final de carga dos navios de transferência. A primeira ocorrerá por falta de óleo para carga nos tanques de terra, a segunda, pelo esgotamento de capacidade do referido navio. Os blocos “DETECTS” assinalados disparam entidades transitórias que ao atingirem o bloco “SIGNAL” comum, liberarão o valor de “FIM\_Cg\_Nto”, responsável pela saída da entidade navio de transferência deste sub-sistema.

A seqüência (EE-2) da Figura 48 traduz o evento de estado de solicitação de pedido de navio para transferência. O bloco “DETECT” disparará uma entidade transitória toda vez que o volume em terra superar o valor da expressão: “fo\_BIG\*BIG\_Oleo\_Max”, onde “fo\_BIG” indica um percentual a ser aplicado à máxima capacidade de armazenagem do terminal. Esta entidade é então encaminhada ao bloco “ASSIGN” onde receberá o valor 11 para o atributo de “destino\_navio”, dirigindo-se finalmente para o bloco “WAIT” que representa a fila de pedidos “P3\_Libera\_Qualquer”.

Quando um navio for designado para atender um pedido desta fila a entidade transitória que estiver ocupando sua primeira posição será liberada do bloco “WAIT”. No

bloco "ASSIGN" sub-seqüente esta entidade comunicará à variável global "dest\_P3" o valor de seu atributo "destino-navio". No bloco "SIGNAL", que segue, será liberado o valor da expressão "qualquer-libera". Imediatamente o navio designado na Área de Programação II será liberado deste sub-sistema, recebendo então a comunicação via "dest\_P3", do destino a ser seguido. Na parte inferior da Figura 48 observa-se os conectores dos sub-sistemas de Marlim, Albacora e Corvina encaminhando suas respectivas entidades transitórias para este bloco "WAIT" comum.

Na última seqüência (EE - 3) desta Figura 48 é feita a verificação do volume remanescente após a saída do navio de transferência. No bloco "CHOOSE", se isso se verificar positivo, um novo pedido é encaminhado à fila "P3\_Libera\_Qualquer". Todas as entidades transitórias serão eliminadas da simulação em seus respectivos blocos "DISPOSE".

#### 6.2.4.2 Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de Angra dos Reis

A Figura 6.11 apresenta o seqüenciamento das entidades navio que ingressam na estação – "St\_BIG" que representa o terminal de Angra dos Reis.

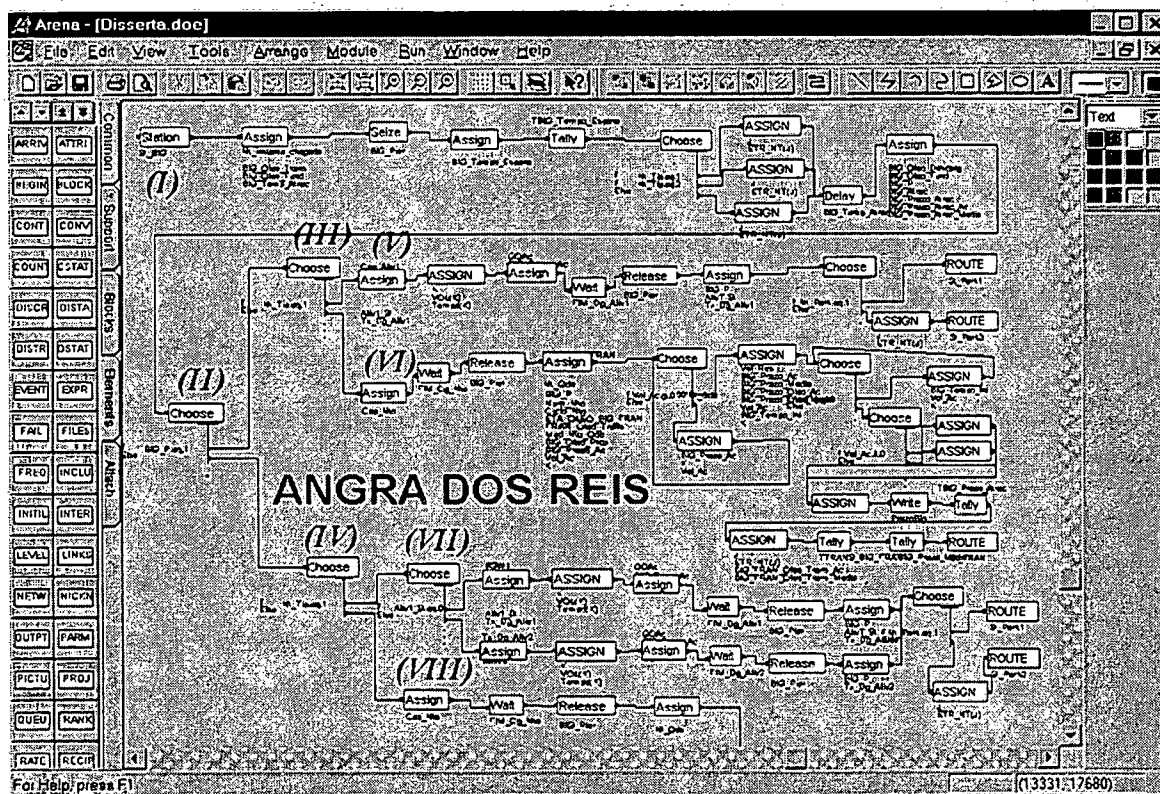


Figura 6.11. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de Angra dos Reis

A seqüência (I) da Figura 6.11 é iniciada pelo bloco "STATION" que define a porta de entrada das entidades navio neste sub-sistema. No bloco "ASSIGN" seguinte são atualizados os estoques em trânsito e associado ao atributo de chegada da entidade, o tempo de relógio atual.

No bloco "SEIZE" a entidade ocupa um dos dois berços existentes, caso estejam disponíveis. Em seguida, no bloco "ASSIGN" é calculado o tempo de espera da entidade e no bloco "TALLY" é acumulado esse valor, para estatísticas posteriores.

O bloco "CHOOSE" que segue identifica o tipo de operação que o navio deverá executar, destinando a entidade para o respectivo bloco "ASSIGN" que estimará seu tempo de retorno à Área de Programação II.

No bloco "DELAY" que segue a entidade sofre um tempo de espera equivalente ao valor de "BIG\_Temp\_Atrac", que representa o tempo de atracação do navio. Finalizada esta etapa, calcula-se o prazo de permanência do petróleo entre a fase de chegada no terminal e o início da operação.

A seqüência (II) da Figura 6.11 é iniciada pelo bloco "CHOOSE" que encaminha a entidade conforme o número de berços ocupados. Caso a entidade tenha encontrado o terminal vazio ela seguirá pela seqüência (III), se isto não for verdadeiro, esta será encaminhada para a seqüência (IV).

A seqüência (III) da Figura 6.11 procura, inicialmente, identificar o tipo de operação que a entidade veio executar. Esta identificação é realizada pelo bloco "CHOOSE", que encaminha a entidade para duas possíveis seqüências, segundo o atributo "Nt\_Tip".

A seqüência (V) será seguida se "Nt\_Tip" for igual a 1, ou seja, a entidade navio veio executar descarga de petróleo. Inicialmente, esta seqüência é composta por blocos "ASSIGN" sucessivos que executam as seguintes atribuições: a variável "Aliv1\_St" recebe valor 1 indicando que o "LEVEL" – "BIG\_Aliv1\_Level" será ocupado; "BIG\_Aliv1\_Level" recebe o valor da quantidade de produto carregada no navio; as variáveis "BIG\_Aliv1\_Rate" e "BIG\_Oleo\_Rate" são atualizadas com o atributo de taxa de descarga da entidade; a posição K do vetor VOL(K) recebe a quantidade de petróleo a ser descarregada; a posição K do vetor Tempo(K) recebe o tempo de relógio atual.

O "LEVEL" que representa o aliviador decresce à taxa de descarga da entidade e o "LEVEL" que representa os tanques de terra recebe a respectivas quantidade de petróleo descarregada. O vetor VOL(K) e Tempo(K) tem a função de armazenar valores para o posterior cálculo do prazo logístico do petróleo no terminal, conforme metodologia descrita no Capítulo 5 (5.3.6.4).

Ainda nesta seqüência, a entidade permanecerá no bloco "WAIT", aguardando o sinal - "FIM\_Dg\_Aliv1" – emitidos pelo evento de estado 5 (Figura 6.10). No bloco "RELEASE" a entidade libera o recurso - berço de atracação. No bloco "ASSIGN" que segue, os respectivos "RATES" envolvidos são atualizados.

Na saída deste sub-sistema a entidade é direcionada pelo bloco "CHOOSE" à sua respectiva área de programação, conforme o atributo "Nt\_Park".

A seqüência (VI) será seguida se "Nt\_Tip" for igual a 2, ou seja, a entidade navio veio executar carga de petróleo para transferência. No bloco "ASSIGN" que segue são executadas as seguintes atribuições: as variáveis "BIG\_Nto\_Rate" e "BIG\_Oleo\_Rate" são atualizadas com o valor da taxa de carregamento do terminal e a variável que representa a capacidade máxima de "BIG\_Nto\_Level" recebe o valor do atributo de capacidade da entidade navio.

No bloco "WAIT" a entidade aguarda a liberação do sinal "FIM\_Cg\_Nto" que será emitido pelos eventos de estado 4 e 6 da Figura 48. Na seqüência, a entidade libera o recurso - berço de atracação - no bloco "RELEASE". No bloco "ASSIGN" que segue, os respectivos "RATES" envolvidos são atualizados, sendo iniciado o processo de cálculo do prazo logístico médio dos petróleos que compõem esta carga. Ao atingir o último bloco desta seqüência ("ROUTE") a entidade será direcionada ao sub-sistema terminal de São Francisco.

A seqüência (IV) da Figura 6.11 é idêntica a (III). Neste caso, porém, a entidade navio que chegou ao terminal encontrou outra entidade operando. Importa saber, neste caso, se ambas vieram descarregar petróleo. Caso positivo, a entidade navio que chegou depois, deverá ocupar o "LEVEL" de navio aliviador estiver disponível. Feita a opção por "BIG\_Aliv1\_Level" ou "BIG\_Aliv2\_Level" – a entidade executará uma seqüência de operações idêntica ao caso da seqüência (V).

#### 6.2.4.3. Tela de Animação do Terminal de Angra dos Reis

A Figura 6.12 apresenta em seu lado esquerdo o "LEVEL" que representa o volume de petróleo nos tanques de terra do terminal. Abaixo deste se encontra o "DISPLAY" que informa seus respectivos volume em metros cúbicos.

Do lado direito são representados os "LEVELS" dos navios aliviadores (no canto superior) e o "LEVEL" do navio de transferência (canto inferior). Abaixo destes são apresentados seus respectivos "DISPLAYS", informando numericamente suas quantidades.

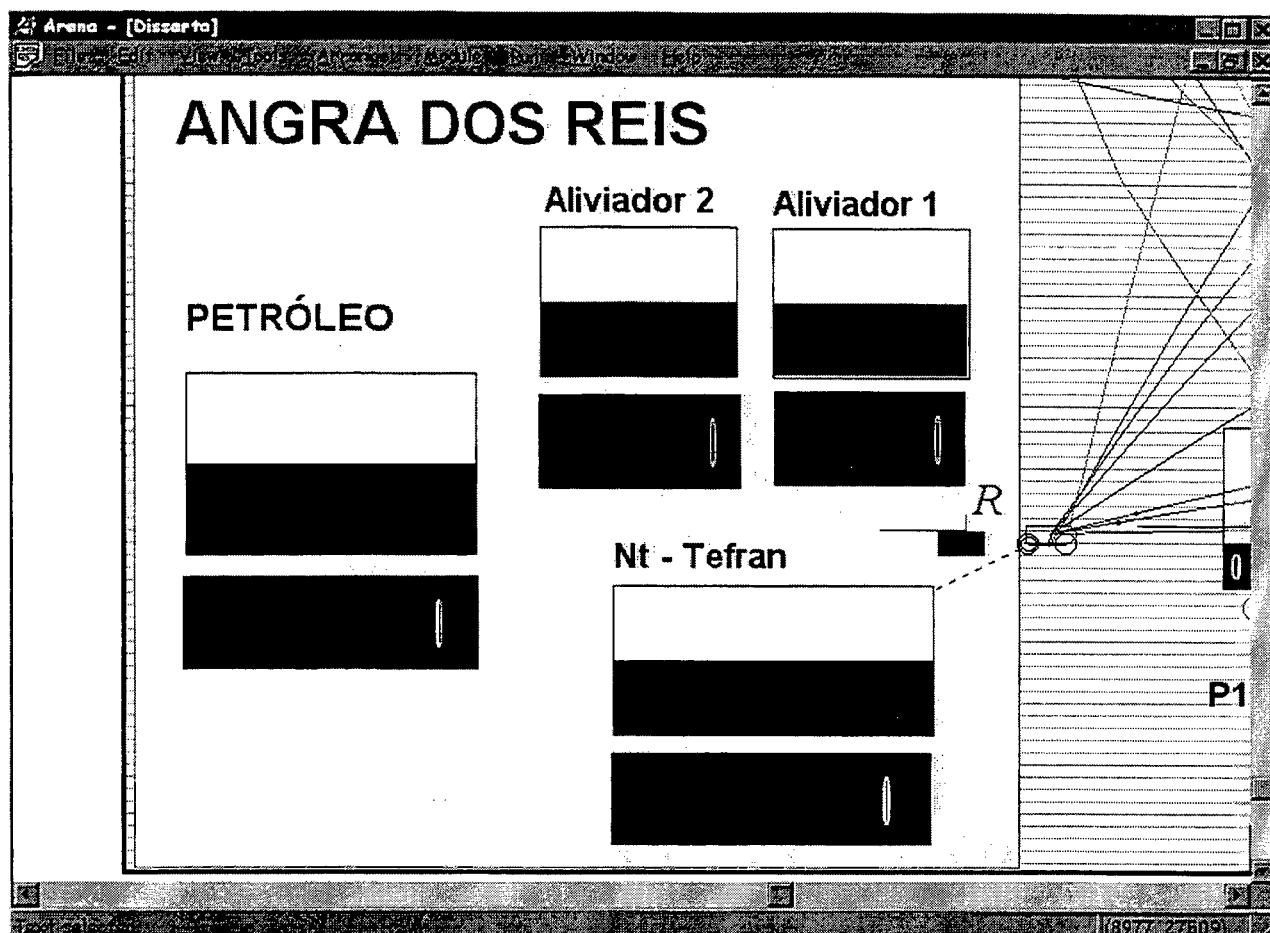


Figura 6.12. Tela de Animação do Terminal de Angra dos Reis.

O recurso berço é representado pelo retângulo R, cuja cor indica sua ocupação (azul – livre ou vermelho – ocupado). Da figura partem ou chegam diversas linhas que representam as possíveis rotas de entrada e saída das entidades.

#### 6.2.5. O Terminal de São Francisco do Sul

Este terminal recebe entidades navio provenientes de três origens distintas: Bacia de Campos (Marlim e Albacora), Angra dos Reis ou do exterior. No primeiro caso, dependendo da quantidade carregada, os navios podem ser repartidos com o terminal de São Sebastião. No caso das importações as entidades serão eliminadas da simulação após a sua descarga, representando o transporte sob a modalidade VCP.

São acompanhados três "LEVELS" distintos: "FRAN\_Nt\_Level" – que representa o petróleo em descarga nos tanques do navio atracado; "FRAN\_Oleo\_Level" – que representa o volume de petróleo em terra disponível para bombeamento e "FRAN\_Rep\_Level" que representa o petróleo em processo de descarga, aguardando o



tempo mínimo de repouso requerido. Cumprido este tempo, todo o volume de “FRAN\_Rep\_Level” será transferido para “FRAN\_Oleo\_Level”, disponibilizando o petróleo para transferência.

#### 6.2.5.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

Os principais eventos de estado deste caso ocorrem em cinco distintas situações, que se encontram detalhadas na Figura 5.10, sendo traduzidas para o ARENA, conforme seqüenciamento apresentado na Figura 6.13.

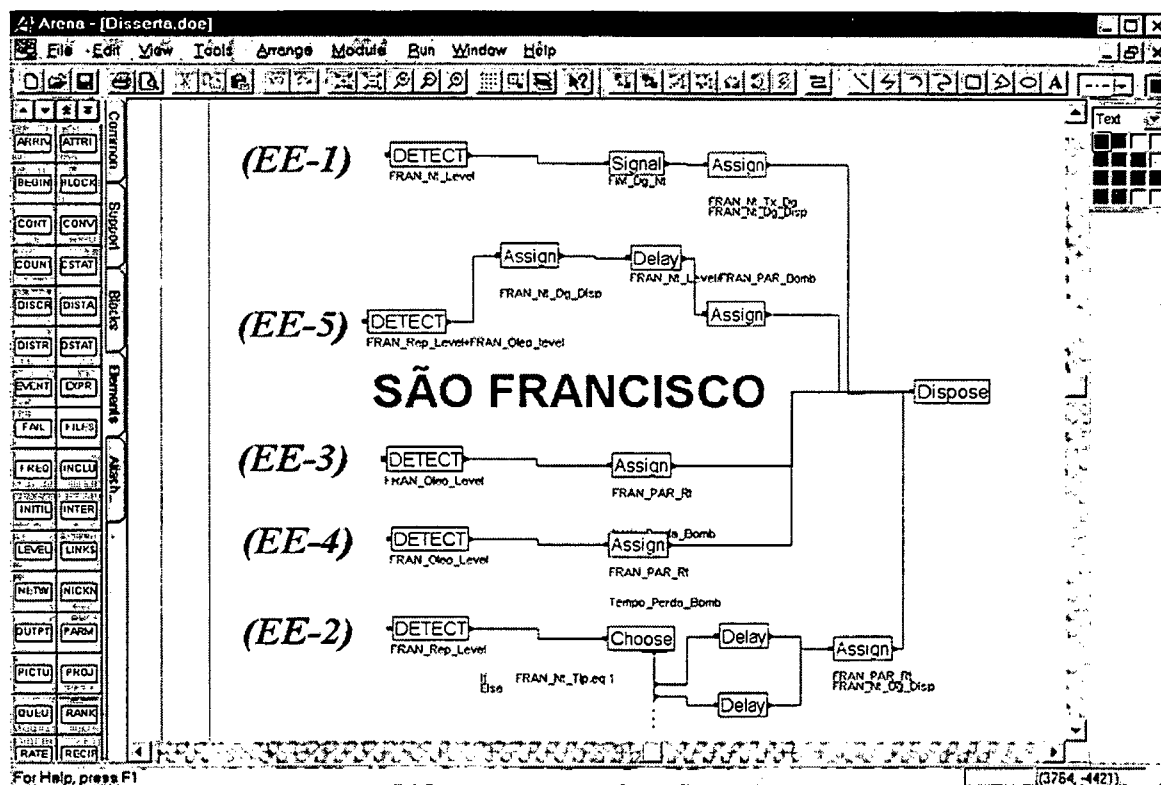


Figura 6.13. Principais Eventos de Estado do Terminal de São Francisco

O bloco “DETECT” da primeira seqüência (EE-1) da Figura 6.13 gera uma entidade transitória toda vez que a descarga da entidade navio chegar ao seu final. No bloco “SIGNAL” será emitido o sinal “FIM\_Dg\_Nt”, responsável pela liberação da entidade navio. Antes de ser eliminada no bloco “DISPOSE”, a entidade transitória passará pelo bloco “ASSIGN” atualizando as taxas de descarga/carga dos “LEVELS” envolvidos.

A seqüência (EE-5) da Figura 6.13, dispara uma entidade transitória toda vez que o estoque total em terra do terminal atingir sua capacidade máxima. A operação da

entidade-navio será suspensa, aguardando-se a liberação de espaço em terra para que este possa ser integralmente descarregado. O bloco “DELAY” é responsável pelo retardamento da operação.

A seqüência (EE-3) modela o evento de estado de fim de óleo disponível para envio à refinaria. Quando o volume de óleo disponível se anular uma entidade transitória é disparada pelo bloco “DISPOSE”. No bloco “ASSIGN” são atualizadas as vazões dos “LEVELS” da refinaria que passa a decrescer à carga de processamento praticada e do terminal que será anulada.

Na quarta seqüência (EE-4) é realizada a contrapartida da seqüência anterior. Reinicia-se a transferência de petróleo do terminal para a refinaria, toda vez que este for disponibilizado – transferido de “FRAN\_Rep\_Level” para “FRAN\_Oleo\_Level”.

Na última seqüência (EE-2) da Figura 6.13 é sinalizado o início da contagem de tempo de repouso para o petróleo descarregado. Toda vez que no processo de descarga o volume de “FRAN\_Rep\_Level” atingir a capacidade de um tanque de terra (variável - “FRAN\_Tq”) é iniciado o repouso petróleo a partir da geração de uma entidade transitória. No bloco “CHOOSE” esta entidade identifica o tempo a ser aguardado em função do atributo de origem da carga. A entidade é conduzida ao bloco “DELAY”, onde aguarda de fato o cumprimento deste tempo. Se esta for proveniente da Bacia de Campos deverá ser cumprido repouso mínimo de 48h, caso contrário, este tempo deverá ser reduzido a metade. Ao final do repouso, todo o volume acumulado em “FRAN\_Rep\_Level” será transferido para “FRAN\_Oleo\_Level”, tornando-se todo o petróleo disponível para bombeamento. No bloco “DISPOSE” todas as entidades transitórias geradas pelas seqüências apresentadas são eliminadas do modelo.

#### 6.2.5.2. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal

A Figura 6.14 descreve a lógica de operação da entidade navio neste sub-sistema, a qual, será descrita a seguir.

No bloco “CREATE” da seqüência (I) da Figura 6.14, optou-se pela criação de uma entidade navio nos primeiros instantes da simulação. Esta entidade representará um carregamento de petróleo proveniente do terminal de Angra dos Reis.

O bloco “STATION” que segue define a porta de entrada das entidades navio destinadas a este sub-sistema. Na seqüência são atualizadas algumas variáveis que controlam os estoques em trânsito e fundeado e marcado o instante de chegada da entidade no terminal.

A etapa de atracação do navio é iniciada pela ocupação do recurso monobóia no bloco “SEIZE”. No bloco “CHANCE” da seqüência (II) é feita a escolha da situação de

chegada da entidade, que pode atracar diretamente sem espera, aguardar o período diurno por ter chegado à noite ou as condições de tempo desejáveis, caso tenha encontrado mau tempo. Os tempos estimados de retorno à Área de Programação II são atualizados em cada caso.

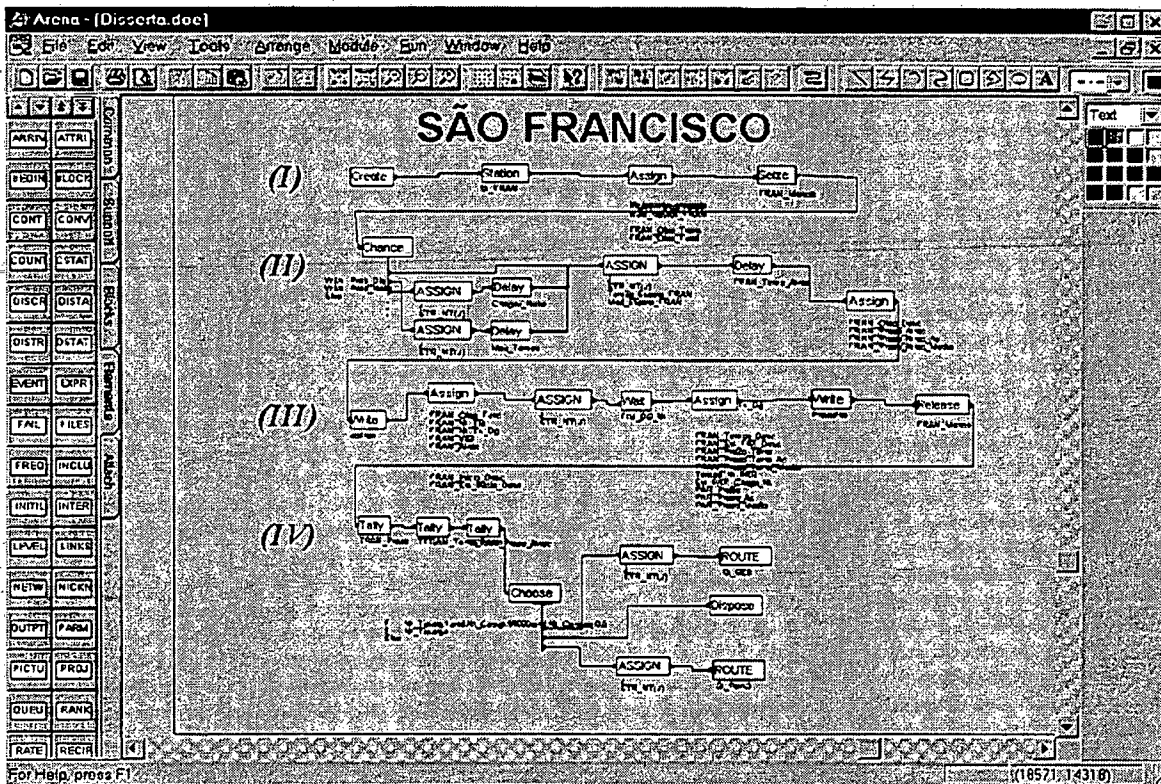


Figura 6.14. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de São Francisco do Sul

A entidade é finalmente atracada, o que é codificado no último bloco "DELAY" desta seqüência. No bloco "ASSIGN" seguinte são calculados os prazos de permanência durante a fase de atracação.

A seqüência (III) da Figura 6.14 inicia e finaliza a descarga da entidade navio o que é comandado por blocos "ASSIGN". No bloco "WAIT" a entidade navio aguarda o sinal emitido pela seqüência (EE-1) da Figura 6.13, que indica o final da descarga da entidade. No bloco "RELEASE" o recurso monobóia é desocupado, viabilizando a entrada da próxima entidade.

A seqüência (IV) da Figura 6.14 qualifica a entidade navio, destinando-a conforme o seu atributo de tipo de operação. O bloco "CHOOSE" verifica se esta é proveniente da Baía de Campos e seu porte é superior a 100.000 m<sup>3</sup>. Caso positivo, a

mesma será direcionada ao terminal de São Sebastião, onde completará a descarga do petróleo.

### 6.2.5.3. Tela de Animação do Terminal de São Francisco do Sul

A Figura 6.15 apresenta os principais recursos de animação deste sub-sistema.

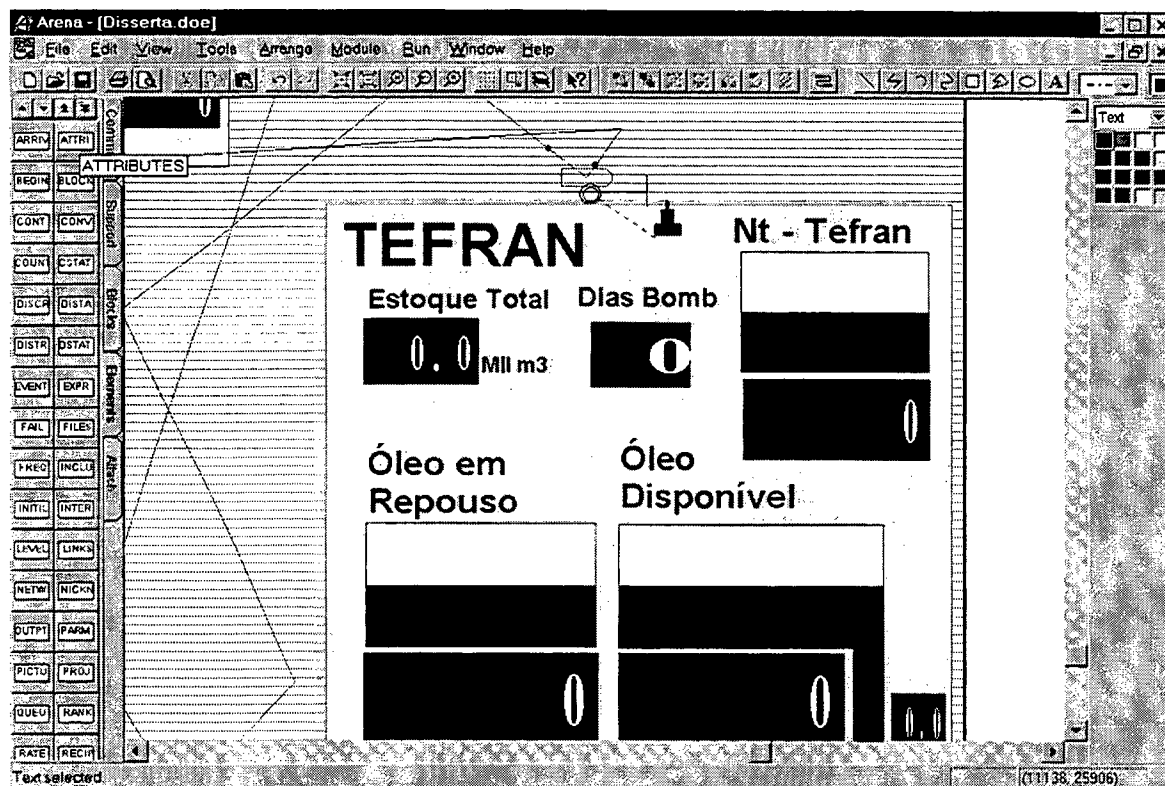


Figura 6.15. Tela de Animação do Terminal de São Francisco do Sul

Na Figura 6.15 estão representados os três “LEVELS” modelados com seus respectivos “DISPLAYS” que informam o seu volume em metros cúbicos. Acima à direita são apresentados dois “DISPLAYS” auxiliares com as seguintes informações: “Estoque Total” – informa a soma do volume dos três “LEVELS” do sub-sistema; “Dias Bomb” – informa o número de dias que pode ser mantida a transferência de petróleo entre a refinaria e o terminal com o seu volume total de petróleo. Abaixo, no canto direito da figura, um “DISPLAY” auxiliar informa a taxa de transferência diária de petróleo (m<sup>3</sup>/dia) entre terminal e refinaria.

O recurso monobóia é apresentado no lado superior da figura ao centro. Semelhante aos casos anteriores, sua cor indica seu estado de ocupação.

### 6.2.6. A Refinaria de Araucária

A modelagem deste sub-sistema consiste no acompanhamento de um único “LEVEL” – “PAR\_Level”. Este cresce ou decresce segundo a taxa de transferência de petróleo via oleoduto e a carga de processamento da refinaria.

Este sub-sistema não possui interface com a entidade navio, não havendo, obviamente, uma descrição de seqüenciamento lógico para esta entidade.

#### 6.2.6.1. Modelagem dos Principais Eventos de Estado

A Figura 28 apresenta seis situações específicas de controle da variável “PAR\_Level”, as quais são descritas a seguir:

- “PAR\_Est\_Max” – quando atingir o valor numérico desta variável o volume armazenado no “LEVEL” atingiu a capacidade máxima de estocagem da refinaria;
- “PAR\_Est\_Min” – valor do estoque mínimo desejável para a operação da refinaria. Quando o valor do “LEVEL” for inferior a esta variável a refinaria começa a operar em condições adversas, impactando o nível de serviço logístico oferecido;
- “PAR\_Est\_Cg\_Reduzida” – valor abaixo do qual, a refinaria não conseguirá manter sua carga de referência;
- “PAR\_Est\_Cg\_Minima” - abaixo deste valor a refinaria reduzirá sua carga ao valor mínimo operacional;
- “PAR\_Est\_Parada” – valor, abaixo do qual, não é mais possível manter a refinaria em operação;
- “PAR\_Est\_Retorna” – valor, acima do qual, a refinaria reinicia sua operação na carga mínima operacional.

A Figura 6.16 apresenta a tradução dos dez eventos de estado deste sub-sistema. Na primeira seqüência (EE-1) uma entidade transitória é disparada toda vez que o “LEVEL” atingir o valor numérico da variável “PAR\_Est\_Max”. No bloco “ASSIGN”, apresentado na seqüência, é anulada a taxa de transferência de petróleo para a refinaria, modelando a impossibilidade de recepção de matéria-prima. A partir de então, “PAR\_Level” passa a decrescer segundo a carga de processamento de referência da refinaria. Neste ponto, também é atualizado o “RATE” do sub-sistema de São Francisco que passa a acumular petróleo no “LEVEL” expedidor – “FRAN\_Oleo\_Level”.

A segunda seqüência (EE-2) é responsável pela retomada da movimentação do oleoduto de petróleo, paralisada pela ocorrência do evento de estado anterior. Toda vez

que o estoque da refinaria decrescer e atingir 90% do seu limite máximo uma entidade transitória é gerada, atualizando no bloco "ASSIGN", os respectivos "RATES" envolvidos;

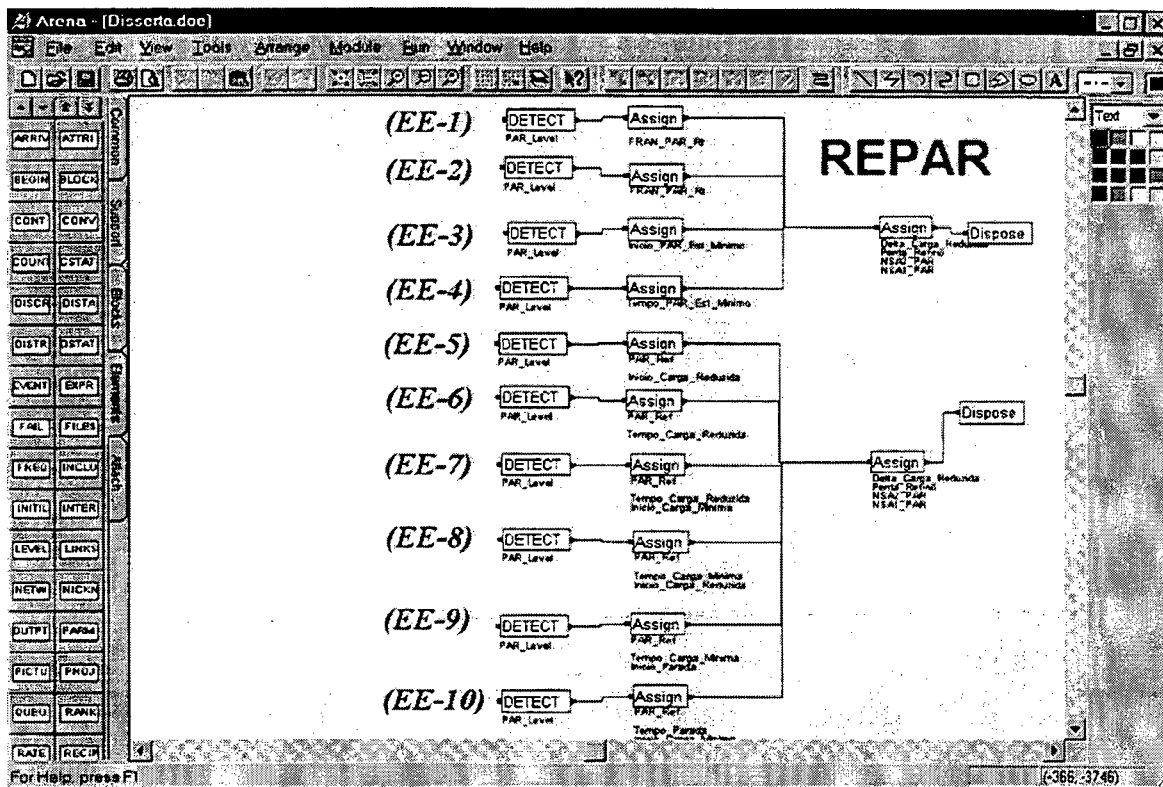


Figura 6.16. Principais Eventos de Estado da Refinaria de Araucária

Quando o estoque de petróleo decrescer e atingir o valor da variável "PAR\_Est\_Min" uma entidade é gerada pelo bloco "DETECT" da seqüência (EE-3). O bloco "ASSIGN" iniciará a contagem do tempo em que a refinaria estará operando abaixo deste estoque;

A seqüência (EE-4) faz a contra-partida da operação anterior. Quando o "LEVEL" crescer atingindo o estoque mínimo de referência, encerra-se a contagem do tempo em que a refinaria operou abaixo deste limite. No bloco "ASSIGN" que segue (comum a todas as seqüências anteriores), são atualizados os níveis de serviço acumulados do sub-sistema REPAR. Todas as entidades geradas são eliminadas no último bloco "DISPOSE" comum;

A seqüência (EE-5) gera entidades toda vez que o "LEVEL" decair atingindo o valor da variável, "PAR\_Est\_Cg\_Reduzida". No bloco "ASSIGN" é alterada a carga da refinaria e iniciada a contagem de tempo com esta nova carga.

A seqüência (EE-6) faz a contra-partida da seqüência anterior. Quando “PAR\_Level” crescer atingindo “PAR\_Est\_Cg\_Reduzida” cessa a contagem de tempo em carga reduzida, e reinicia-se o processamento de petróleo na carga de referência.

Quando “PAR\_Level” continuar decrescendo e atingir “PAR\_Est\_Cg\_Min”, o bloco “DETECT” da seqüência (EE-7) disparará uma entidade que ao passar pelo bloco “ASSIGN”, reduzirá a carga da refinaria ao mínimo operacional. Inicia-se a contagem do tempo em carga mínima e encerra-se, temporariamente, a contagem de tempo em carga reduzida;

A seqüência (EE-8) faz a contra-partida da seqüência anterior. Ao crescer “PAR\_Level” atingindo a variável “PAR\_Est\_Cg\_Min”, a carga da refinaria é elevada ao valor da carga reduzida, terminando a contagem do tempo em carga mínima e reiniciando a contagem do tempo em carga reduzida;

A seqüência (EE-9) gera entidades transitórias toda vez que “PAR\_Level” decrescer e atingir a variável “PAR\_Est\_Parada”. Esta representa um estoque crítico, abaixo do qual, a refinaria opta pela parada do refino. No bloco “ASSIGN” são computados, o tempo em carga mínima e iniciada a contagem do tempo de parada de processamento;

A última seqüência da Figura 6.16 (EE-10) faz a contra-partida da operação anterior. Neste caso, porém, a refinaria aguardará seus estoques atingirem um valor mais elevado, o que está sendo representado pela variável “PAR\_Est\_Retorna”. Quando “PAR\_Level” crescer e atingir este valor, o refino é reiniciado na carga mínima. É iniciada a contagem do tempo com esta carga e acumulado o tempo em que a refinaria permaneceu parada.

As entidades geradas pelas seqüências anteriores passam pelo bloco “ASSIGN” comum a todas, onde são atualizados os cálculos dos níveis de serviço acumulados do sub-sistema.

A variável “NSA1\_PAR” informa a porcentagem de tempo que a refinaria operou com seus estoques de matéria-prima num nível superior ao mínimo desejável. A variável “NSA2\_PAR” informa a razão entre a carga real processada e a capacidade de refino disponível até aquele momento.

#### 6.2.6.2. Tela de Animação da Refinaria de Araucária

A Figura 6.17 apresenta os recursos de animação utilizados neste sub-sistema.

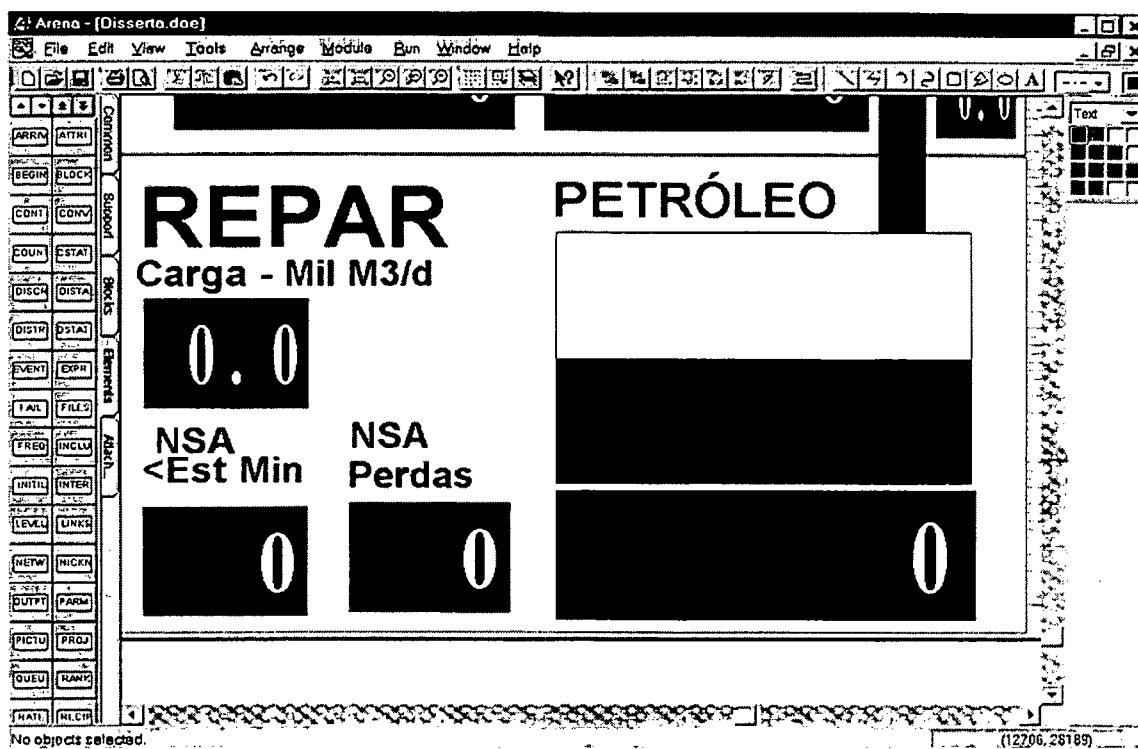


Figura 6.17. Tela de Animação da Refinaria de Araucária

No canto direito da Figura 6.17 está representado o recurso que anima em tempo real o volume total de petróleo armazenado nos tanques da refinaria. Abaixo da animação de “PAR\_Level” está colocado um “DISPLAY” que informa numericamente o seu volume em m<sup>3</sup>.

Do lado esquerdo da Figura 6.17 estão apresentados os “DISPLAYS” que informam a carga pontual da refinaria (m<sup>3</sup>/dia), o nível de serviço acumulado de estoque (% de tempo de operação acima do estoque mínimo) e o nível de serviço acumulado de perdas de produção (%).

#### 6.2.7. O Terminal de São Sebastião

A tradução deste sub-sistema para o ARENA consiste somente no seqüenciamento lógico das entidades navio que o acessam, o que está representado na Figura 6.18.

A porta de entrada neste sub-sistema está demarcada pelo bloco “STATION” que define “St\_SEB” – Terminal de São Sebastião. No bloco “ASSIGN” são escolhidos aleatoriamente, os tempos de atracação (“SEB\_Temp\_Atrac”) e de espera na fila de navios (“SEB\_Temp\_Fila”). Nos blocos “DELAYS” que seguem, estes tempos são observados até que a entidade seja finalmente encaminhada (bloco “ROUTE”) para a



fase final de operação, que será executada no bloco "SERVER". Neste bloco, a entidade navio sofre um tempo de processo igual a razão entre os atributos de carga transportada e de taxa de descarga do navio. Finalmente, ao deixar este bloco, a entidade navio é encaminhada à Área de Programação II.

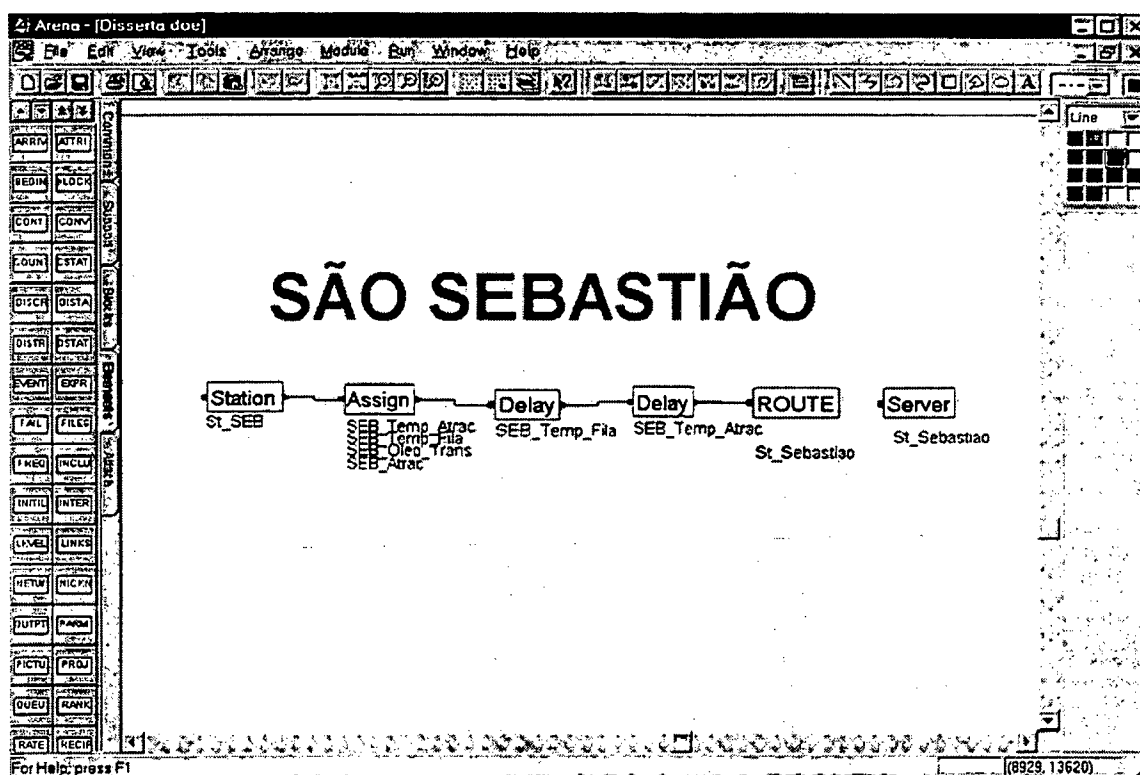


Figura 6.18. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio no Terminal de São Sebastião

A animação deste sub-sistema é bastante simplificada, consistindo somente num ponto geográfico onde a entidade navio será conduzida, sofrendo ali as devidas esperas, até ser liberada.

#### 6.2.8. A Área de Programação I

A tradução deste sub-sistema para o ARENA está apresentada na Figura 6.19, que codifica o processo decisório descrito no ítem 5.2.9. Esta área consiste somente no seqüenciamento lógico das entidades navio que por ela trafegam, não envolvendo eventos de estado.

A porta de entrada neste sub-sistema está demarcada pelo bloco "STATION", que define "St\_Park1" – Área de Programação 1. No bloco "ASSIGN" são anulados os atributos de carga carregada, BSW e de tempo de chegada a este sub-sistema.

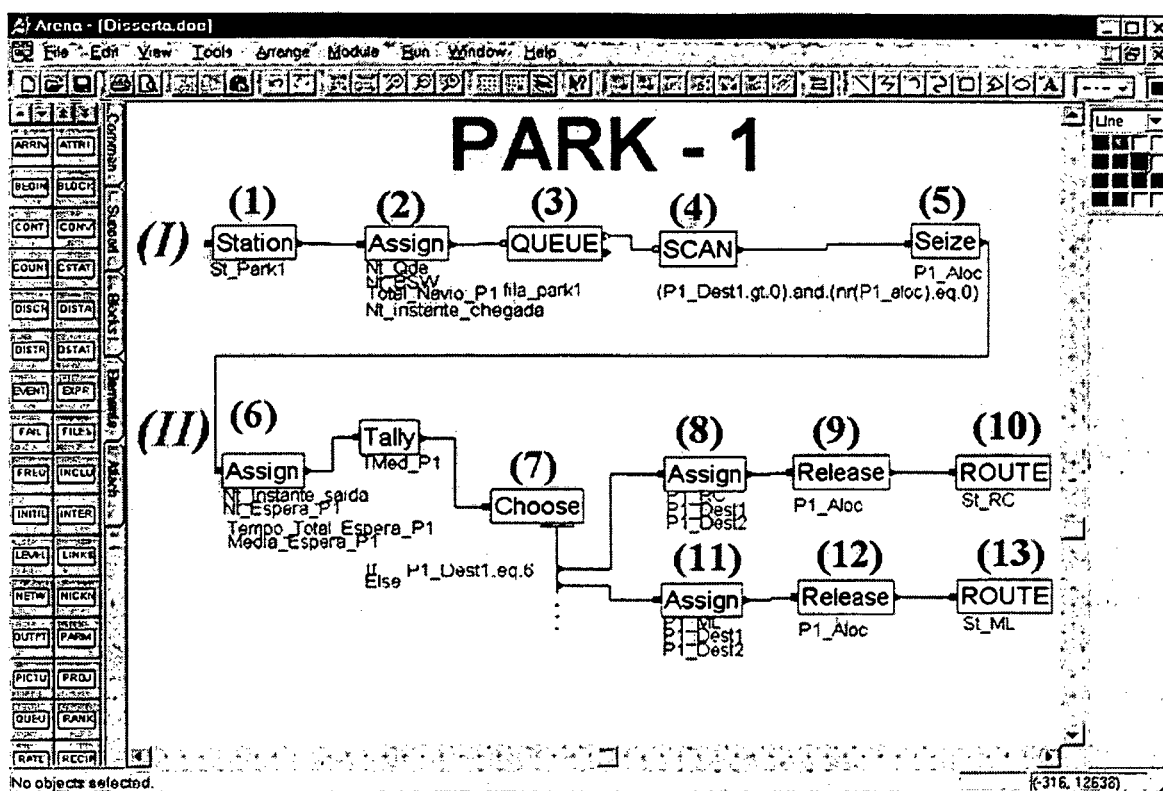


Figura 6.19. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação I

O bloco "QUEUE" define uma fila de espera para as entidades que ali permanecerão estacionadas até a sua liberação no bloco "SCAN". Este bloco somente liberará as entidades se houverem pedidos de navio à "Park\_1".

No bloco "ASSIGN" a entidade calculará seu tempo de espera e atualizará a média deste tempo para os navios que ali operarem. No bloco "CHOOSE" o destino a ser seguido será identificado e nos respectivos blocos "ROUTE", as entidades serão conduzidas para atendê-los.

A animação de "Park\_1" consiste num ponto geográfico de convergência das entidades navio que possuem como atributo de área de programação – "Park\_1". Ali estacionadas, as entidades partirão para atender os pedidos segundo o destino indicado.

### 6.2.9. A Área de Programação II

A tradução deste sub-sistema envolve um complexo processo decisório, seguindo a modelagem estabelecida na Figura 5.16. A descrição da codificação foi repartida em três partes no intuito de facilitar sua apresentação.



Ao atingir o último bloco “CHOOSE” a entidade navio deverá optar por uma das seguintes alternativas, apresentadas nas Figuras 6.21 e 6.22:

- (AI) - “IF (Nt\_Cap.lt.66000).and.(nq(Fila\_P3\_60).gt.0)” – Quando sua capacidade for menor que 66000 m<sup>3</sup> (Navios da classe P) e existir pedido de navio à fila “Fila\_P3\_60” (pedidos do campo de Bonito);
- (AII) - “IF (Nt\_Cap.lt.66000).and.(nq(Fila\_P3\_60\_90).gt.0).and.(Num\_CP.gt.2)” - Quando sua capacidade for menor que 66000 m<sup>3</sup> (Navios da classe P), existir pedido de navio à fila “Fila\_P3\_60\_90” (pedidos do campo de Bicudo) e o número de navios desta classe for superior a 2;
- (AIII) - “IF(Nt\_Cap.lt.66000) .and. (nq(Fila\_P3\_Qualquer) .gt. 0) .and. (CJ.eq.0) .and. (Num\_CP.gt.2)” - Quando sua capacidade for menor que 66000 m<sup>3</sup> (Navios da classe P), existir pedido de navio à fila “Fila\_Qualquer” (pedidos de Corvina, Marlim, Albacora e Angra), não existir navio da classe J presente em Park\_3 e o número de navios desta classe for superior a 2;
- (AIV) - “IF(Nt\_Cap.gt.90000) .and. (Nt\_Cap.lt.135000) .and. (nq(Fila\_P3\_60\_90) .gt.0)” - Quando sua capacidade for maior que 90000 m<sup>3</sup> e menor que 135000 m<sup>3</sup> (Navios da classe B) e existir pedido de navio à fila “Fila\_P3\_60\_90” (pedidos do campo de Bicudo);
- (AV) - “IF(Nt\_Cap.gt.90000) .and. (Nt\_Cap.lt.135000) .and. (nq(Fila\_P3\_Qualquer) .gt.0) .and. (CJ.eq.0) .and. ((Num\_CP+Num\_CB).gt.4)” - Quando sua capacidade for maior que 90000 m<sup>3</sup> e menor que 135000 m<sup>3</sup> (Navios da classe B), existir pedido de navio à fila “Fila\_P3\_Qualquer”, não existir navio da classe J presente em Park\_3 e o número de navios da classe P e B superar 4;
- (AVI) - “IF (Nt\_Cap.gt.139000).and.(nq(Fila\_P3\_60).gt.0)” – Quando sua capacidade for maior que 139.000 m<sup>3</sup> (Navios da classe J) e existir pedido de navio à fila “Fila\_P3\_Qualquer”;
- (AVII) - “Else” – quando nenhuma das alternativas for escolhida pela entidade.

A Figura 6.21 apresenta a codificação das quatro primeiras alternativas, descritas anteriormente. A seqüência (AI) é seguida por uma entidade navio da classe P com destino ao campo de Bonito. No bloco “SIGNAL” o valor da expressão “P3\_Libera\_60” é disparado, o que provocará a liberação da entidade transitória, estacionada no respectivo bloco “WAIT”, da seqüência de evento de estado de pedidos para Bonito. Nos blocos “ASSIGN” sub-seqüentes são escolhidos aleatoriamente os tempos de viagem à Bonito e a taxa de produção deste campo. Ainda neste bloco são calculados, o tempo de espera da programação desta entidade navio e estimado seu

tempo de retorno à Park\_3. Finalmente, ao atingir o bloco "ROUTE" esta entidade é dirigida à "St\_BN".

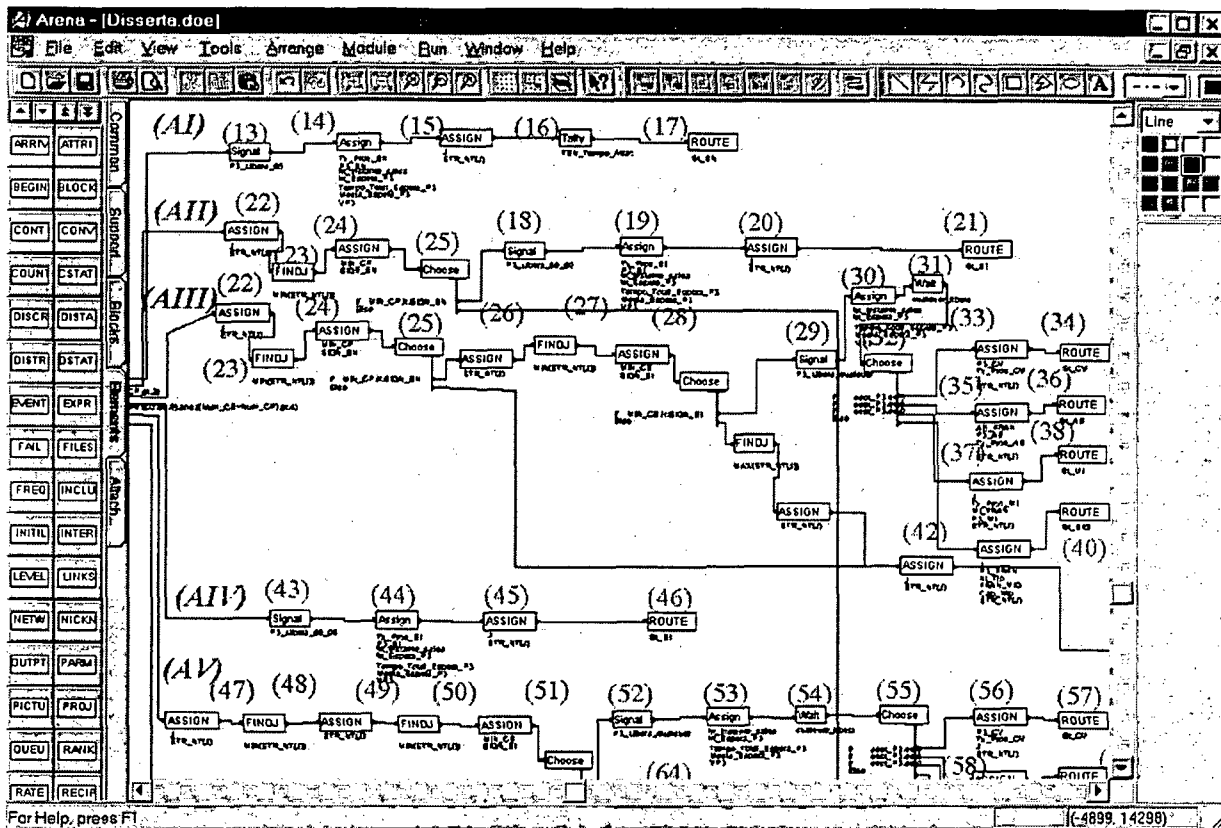


Figura 6.21. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação II - Parte II

A seqüência (AII) é seguida por uma entidade navio da classe P com destino ao campo de Bicudo. Todavia, antes de seu direcionamento final é realizada uma verificação da disponibilidade de outra entidade navio da classe P para atender a próxima solicitação do campo de Bonito. Se tal não ocorrer, a entidade atual não será designada para o campo de Bicudo, sendo encaminhada ao bloco "DELAY" (canto inferior da Figura 6.22), sofrendo uma espera de 60 minutos até ser novamente encaminhada ao bloco "CHOOSE" principal.

A seqüência (AIII) é seguida por uma entidade navio da classe P, atendendo pedidos de Corvina, Marlim, Albacora ou Angra. O processo anterior de verificação de disponibilidade é novamente observado, encaminhando-se a entidade conforme sua resposta.

A seqüência (AIV) é seguida por uma entidade navio da classe B com destino ao campo de Bicudo. No bloco "SIGNAL" o valor da expressão "P3\_Libera\_60\_90" é disparado, o que provocará a liberação da entidade transitória estacionada, no respectivo bloco "WAIT" da seqüência de evento de estado de pedidos para Bicudo. Repete-se as seqüências anteriores até que, no bloco "ROUTE", esta entidade seja dirigida à "St\_BI".

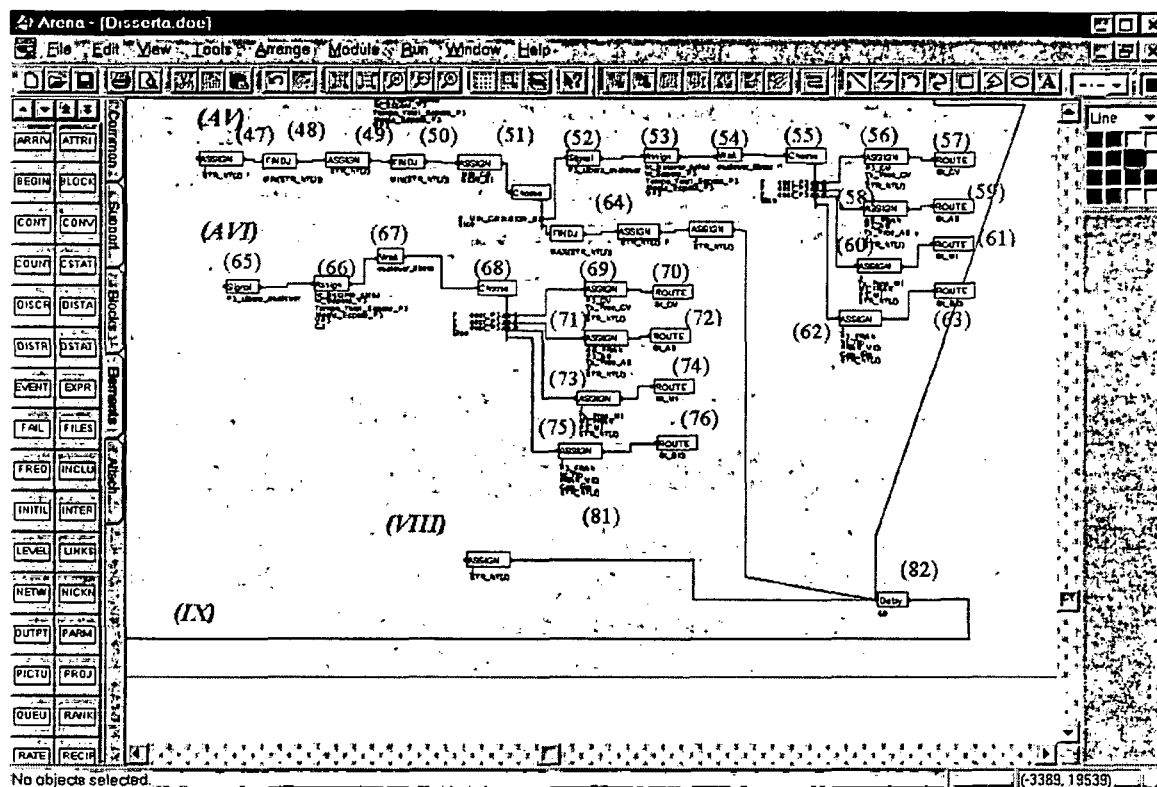


Figura 6.22. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio na Área de Programação II – Parte III

A seqüência (AV) da Figura 6.22 é semelhante a seqüência (AIII) para uma entidade navio da classe B.

A seqüência (AVI) é seguida por uma entidade navio da classe J podendo atender pedidos de Corvina, Marlim, Albacora ou Angra. No bloco "SIGNAL" o valor da expressão "P3\_Libera\_Qualquer" é disparado, o que provocará a liberação da entidade transitória estacionada no respectivo bloco "WAIT", da seqüência de evento de estado de pedidos comuns. Em seguida, esta entidade aguardará no bloco "WAIT" a liberação da expressão, "destino\_navio", que corresponde ao atributo de destino da entidade

transitória que ocupa a primeira posição da fila de pedidos comuns. De posse deste valor a entidade navio é conduzida pelo bloco “CHOOSE” à direção correspondente.

As duas últimas seqüências da Figura 6.22 são caminhos de retorno ao bloco “CHOOSE” central deste seqüenciamento lógico. Todas entidades navio que optarem pela condição “ELSE” ou que forem refugadas de atender alguma outra alternativa escolhida deverão sofrer uma espera de 60 minutos até repetirem este processo.

A animação da Área de Programação II também consiste num ponto geográfico de convergência das entidades navio que possuem como atributo de área de programação – “Park\_3”. Ali estacionadas, as entidades partirão para atender os pedidos segundo a rota especificada.

#### 6.2.10. Importação de Petróleo

A tradução deste sub-sistema é bastante simplificada, consistindo num ponto de geração de cargas importadas. A Figura 6.23 apresenta o seqüenciamento lógico seguido pelas entidades navio ali geradas.

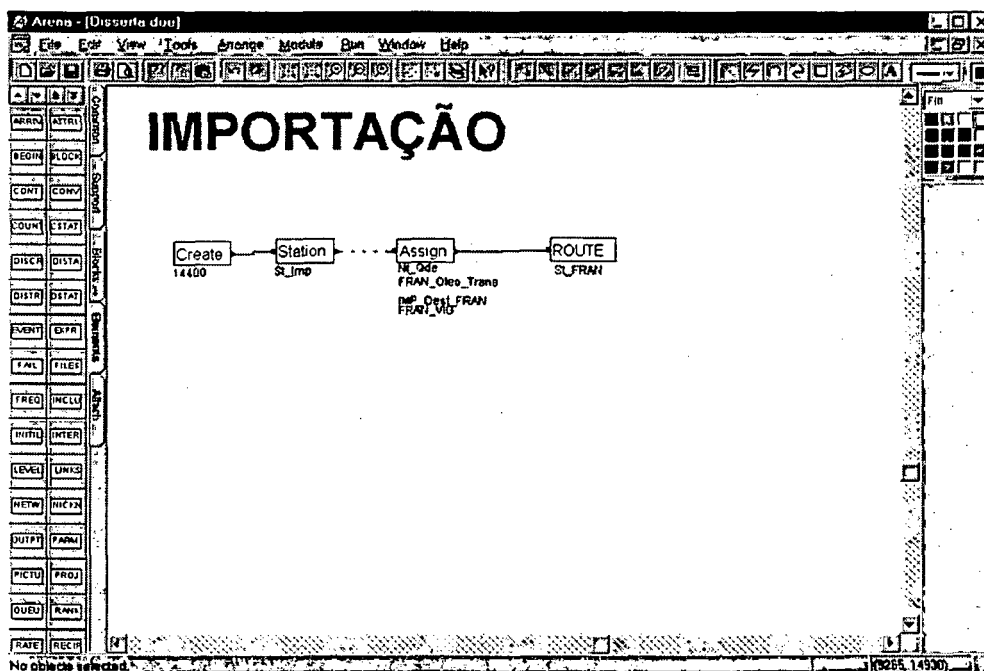


Figura 6.23. Seqüenciamento Lógico da Entidade Navio Importado

A cada dez dias a partir do instante zero da simulação é gerada no bloco “CREATE”, uma entidade navio transportando “Cap\_Imp” m<sup>3</sup> de petróleo para o terminal de São Francisco. No bloco “ASSIGN” a entidade recebe a quantidade carregada sendo

estimada a chegada da próxima carga importada. No bloco "ROUTE" esta entidade é conduzida à São Francisco do Sul.

### 6.2.11. Blocos de Controle e Seqüências Auxiliares

Os principais blocos de controle da simulação estão apresentados na Figura 6.24. Estes são responsáveis pelo controle da simulação (início, fim, número de replicações e forma de coleta de estatísticas), informação do número de elementos contínuos, relacionamento de "LEVELS" e "RATES", inicialização de variáveis e atributos do modelo etc.

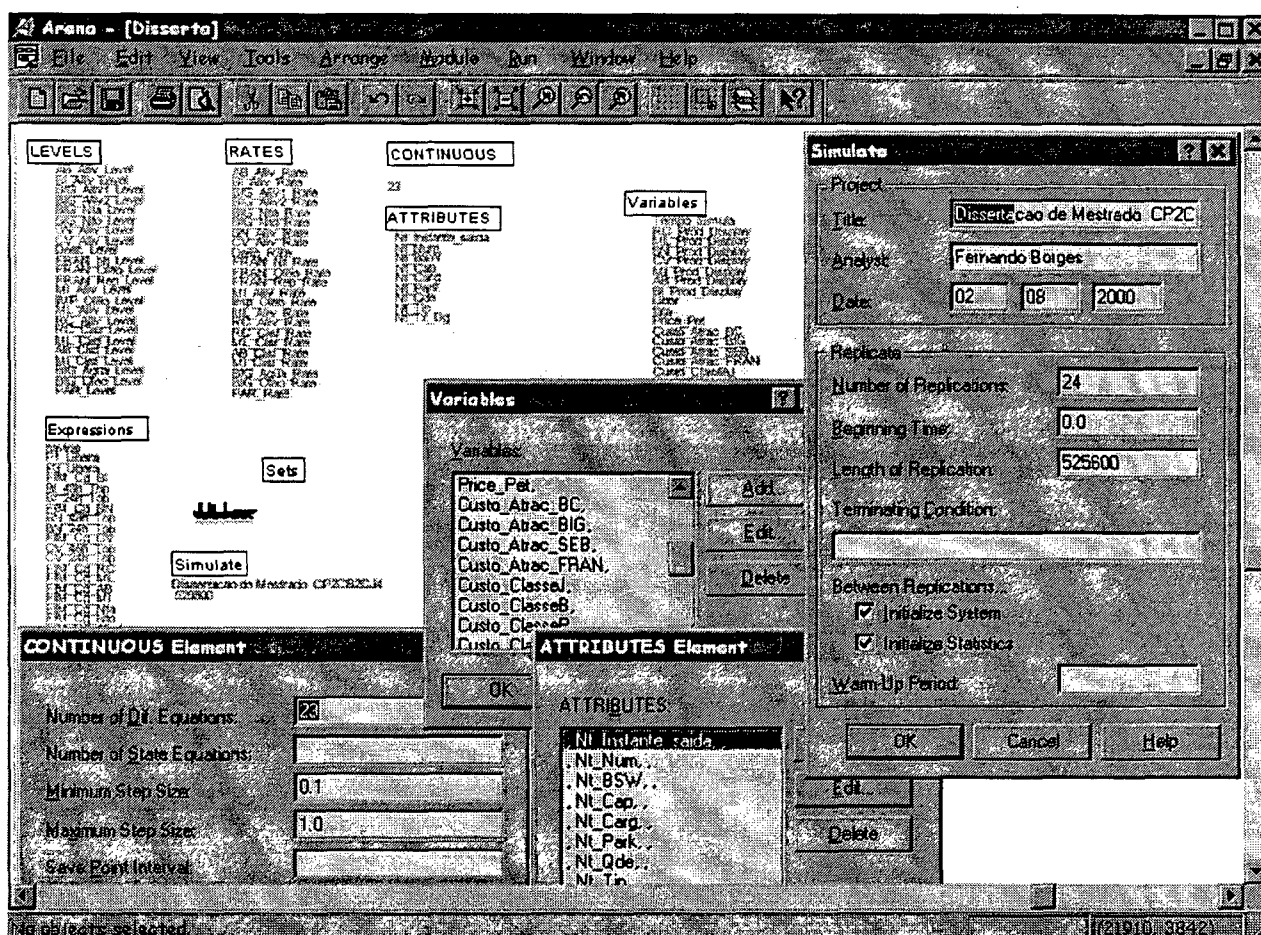


Figura 6.24. Principais Blocos de Controle do Modelo

As duas principais seqüências auxiliares estão apresentadas na Figura 6.25. Na seqüência - Fim de Dia, uma entidade transitória é gerada a cada 1440 minutos, passando por uma extensa seqüência de blocos acumuladores estatísticos do ARENA, onde são armazenados os estoques em trânsito e de abertura de cada sub-sistema. Na



seqüência - Fim de Ano, uma entidade transitória é gerada ao final de cada corrida individual, realizando cálculos de resultados finais e depositando estes valores em arquivos de saída que serão, posteriormente, trabalhados sob a forma de planilha eletrônica.

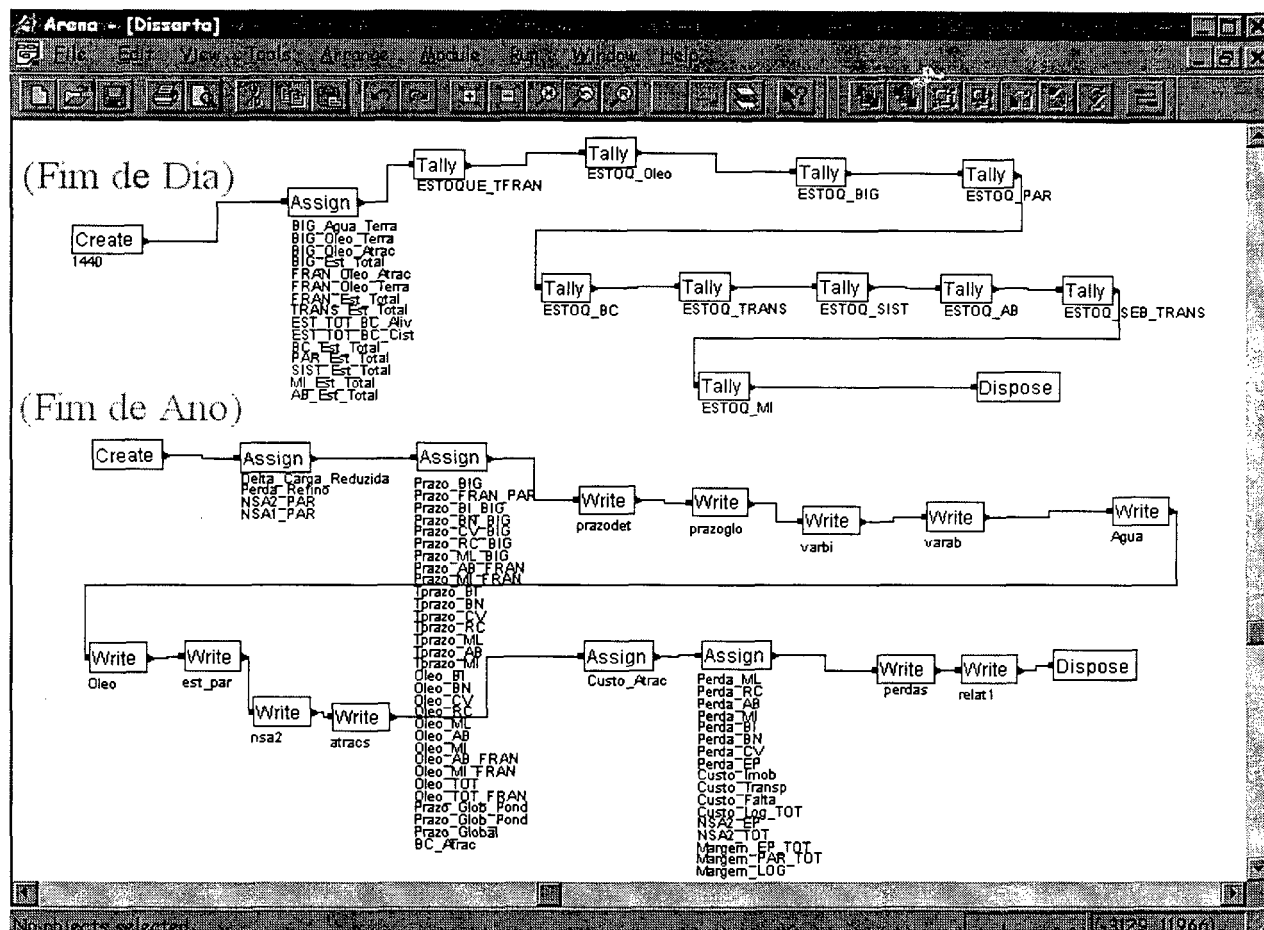


Figura 6.25. Principais Seqüências Auxiliares do Modelo

### 6.3. Verificação, Validação e Testes

Durante a etapa de verificação procurou-se identificar e corrigir diversos erros que apareceram nas primeiras corridas do modelo. Inicialmente foi utilizado o recurso "Trace" do próprio programa ARENA, seguindo, passo a passo, todas as sub-rotinas de programação percorridas pelas entidades.

Os arquivos de texto gerados pelo "Trace" eram muito extensos, mesmo na opção de mínimo detalhe, o que tornou este processo difícil e demorado. Para contornar este problema foram introduzidos na programação diversos blocos "WRITE",

forçando o ARENA a produzir uma série de arquivos que permitissem conferir cálculos de variáveis e verificar as opções escolhidas pelas entidades.

Foram utilizados maciçamente os recursos de animação, principalmente os "DISPLAYS", verificando os valores das variáveis ao longo de corridas preliminares.

Na etapa de validação foi analisado o comportamento do modelo, comparando o seu funcionamento com o sistema real. Neste ponto, foi preciso reelaborar uma série de rotinas, principalmente as que tratavam da questão do processo decisório de alocação da entidade navio para um determinado destino.

O processo decisório não deveria se limitar a uma combinação específica de frota de petroleiros, mas ser aplicado a qualquer combinação de tipos de navio. A grande dificuldade consistiu na liberação de navios de menor porte para atendimento de solicitações de transporte que qualquer navio poderia atender e na seqüência este navio fazia falta no atendimento de uma tarefa que só este poderia ser alocado.

Contornando esta dificuldade foram criadas as variáveis "ETR\_NT(J)", "SIGN\_BN" e "SIGN\_BI" e "CJ". A primeira consiste numa variável indexada que recebe uma estimativa de retorno à área de programação do navio J. Esta estimativa sofre atualizações no decorrer do modelo a medida que a entidade navio realiza uma série de tarefas. Desta forma, torna-se possível liberar navios da classe P ou B para outros destinos, distintos dos campos de Bonito e Bicudo, comparando-se os respectivos "ETR's" com as variáveis "SIGN\_BN" e "SIGN\_BI" que fornecem o tempo que falta para serem sinalizadas solicitações de novos aliviadores para os campos de Bonito e Bicudo, respectivamente. A variável "CJ" indicava a presença de navios da classe J no sub-sistema de programação, desviando navios da classe P ou B do atendimento de solicitações diferentes de Bicudo ou Bonito.

Outra alteração relevante realizada no modelo durante esta etapa foi a criação das variáveis "fant" e "fator\_CV". Ambas variáveis forçam uma maior antecedência das solicitações de navios para Marlim, Albacora e Corvina. Antecedendo o pedido de transporte, o navio é dirigido ao respectivo sub-sistema de produção, encontrando naquele local óleo insuficiente para transferir (casos de Marlim e Albacora), sendo liberados com praça morta. Tais variáveis permitiram comparar alternativas de maior diponibilidade de transporte, transferindo estoques de petróleo com maior velocidade, com alternativas de frota mais justas, onde se faz necessário utilizar com maior integridade a praça disponível. No caso do campo de Corvina, cuja taxa de produção de petróleo é baixa, procurou-se liberar com uma antecedência maior, o navio aliviador. Isto evita que este permaneça, um tempo excessivamente elevado naquele local, o que vem sendo praticado no sistema real.

## CAPÍTULO 7

# EXPERIMENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

### 7.1. Projeto Final e Experimentação

#### 7.1.1. Tempo de Simulação e Número de Replicações

A unidade de tempo escolhida foi o minuto, o que proporcionou uma maior representação dos detalhes do modelo. Foram observados trabalhos anteriores onde a escolha desta unidade representou com grande velocidade o nível de detalhamento desejado.

Foi escolhido o intervalo de um ano (525.600 minutos) como o tempo total de simulação. Ao final deste período foram totalizados os resultados da operação do sistema. Cada alternativa de operação foi replicada por 24 vezes, totalizando 24 anos de operação do sistema, dos quais quatro foram descartados. Foi utilizado como critério de eliminação das corridas os dois maiores e os dois menores custos com perdas, variável bastante sensível às escolhas aleatórias do modelo e de grande impacto em seus resultados finais.

#### 7.1.2. Premissas Básicas e Alternativas de Operação

As alternativas de operação que foram testadas dependeram basicamente de combinações de tipo e de número dos navios petroleiros utilizados. A definição do número de combinações possíveis foi realizada segundo as seguintes premissas:

- . apenas um tipo de navio da classe R foi utilizado para alívio dos campos de Marimbá Leste e Roncador - isto foi feito visando limitar o número de alternativas, fixando um “modus operandi” para estes campos de menor produção;

- . foram disponibilizados entre 2 e 3 navios da classe P – devido a necessidade de no mínimo dois navios deste tipo para não haver perda de produção no campo de Bonito e não disponibilizando mais do que 3, devido sua escassez na frota atual;

- . foram disponibilizados entre 2 e 3 navios da classe B e

- . entre 3 a 5 navios da classe J – classe de maior disponibilidade.

A Tabela 7.1 apresenta o número de possíveis combinações de frota que foram testadas, onde CR, CP, CB e CJ representam os navios das classes R, P, B e J, respectivamente.

Tabela 7.1. Possíveis Combinações de Frota

COMBINAÇÕES DE FROTA	Nº. DE NAVIOS	CAPACIDADE TOTAL DA FROTA (MIL M3)	CUSTO DIÁRIO TOTAL DA FROTA (MIL USD)
CR-1 CP-2 CB-2 CJ-3	8	775,0	158,0
CR-1 CP-2 CB-2 CJ-4	9	915,0	183,0
CR-1 CP-2 CB-2 CJ-5	10	1055,0	209,0
CR-1 CP-2 CB-3 CJ-3	9	871,0	175,0
CR-1 CP-2 CB-3 CJ-4	10	1011,0	201,0
CR-1 CP-2 CB-3 CJ-5	11	1151,0	227,0
CR-1 CP-3 CB-2 CJ-3	9	840,0	175,7
CR-1 CP-3 CB-2 CJ-4	10	900,0	200,9
CR-1 CP-3 CB-2 CJ-5	11	840,0	176,0
CR-1 CP-3 CB-3 CJ-3	10	936,0	193,0
CR-1 CP-3 CB-3 CJ-4	11	1076,0	218,0
CR-1 CP-3 CB-3 CJ-5	12	1216,0	243,0

A primeira combinação de oito navios se mostrou deficiente em transporte, acarretando elevados custos com perdas de produção de petróleo e refino. As alternativas de nove ou dez navios foram capazes de proporcionar níveis de serviço aceitáveis. As alternativas com mais de dez navios foram desconsideradas por agregar custos sem adicionar valor, reduzindo a margem global do sistema.

Foi verificado que as alternativas de dez navios eram sempre mais custosas que as de nove, utilizando-se a praça total disponível. Assim sendo, foi realizado um segundo experimento sobre a forma de operação de uma frota específica de dez navios. Era possível obter ganhos forçando uma maior circulação dos mesmos com níveis diferenciados de praça morta – navio carregando quantidade menor que a sua capacidade. O objetivo deste experimento era o de circular de forma mais rápida os estoques, reduzindo os estoques médios de cada sub-sistema e conseqüentemente, reduzir os custos com imobilização elevando a margem total.

## 7.2. Análise dos Resultados

### 7.2.1. Comparação das Alternativas

A Tabela 7.2 apresenta as médias dos resultados obtidos de cada alternativa estudada. A título de ilustração foi simulada a alternativa de maior transporte CR1-CP3-CB3-CJ5, o que possibilitou uma comparação mais abrangente dos resultados

obtidos. Os resultados de cada corrida isolada estão apresentados em detalhe no Anexo III.

Tabela 7.2. Quadro Resumo dos Resultados das Alternativas Simuladas

ALTERNATIVA CR1-CPX-CBY-CJZ	CUSTOS LOGÍSTICOS MÉDIOS ANUAIS (MIL USD)				RECEITA	MARGEM	NS
	<i>Imobil.</i>	<i>Transp.</i>	<i>Perdas</i>	TOTAL	Média Anual (Milhões USD)	Média Anual (Milhões USD)	(%) Médio Total
CP2CB2CJ3	17.364,3	69.683,6	13.157,5	<b>100.385,4</b>	<b>2.725,4</b>	<b>2.625,0</b>	<b>99,36</b>
CP2CB2CJ4	17.483,6	78.972,9	1.007,3	<b>97.463,7</b>	<b>2.740,9</b>	<b>2.643,5</b>	<b>99,89</b>
CP2CB2CJ5	15.433,7	89.040,6	374,2	<b>104.848,4</b>	<b>2.741,6</b>	<b>2.636,7</b>	<b>99,90</b>
CP2CB3CJ3	17.266,7	76.403,9	477,2	<b>94.147,9</b>	<b>2.741,8</b>	<b>2.647,6</b>	<b>99,93</b>
CP3CB2CJ3	17.672,9	76.760,7	570,1	<b>95.003,7</b>	<b>2.741,6</b>	<b>2.646,6</b>	<b>99,92</b>
CP3CB3CJ3	16.475,8	83.354,9	168,9	<b>99.999,6</b>	<b>2.742,3</b>	<b>2.642,3</b>	<b>99,95</b>
CP3CB3CJ5	15.157,6	103.306,0	45,7	<b>118.509,3</b>	<b>2.742,7</b>	<b>2.624,2</b>	<b>99,99</b>

Os resultados da Tabela 7.2 apresentam receitas e margens bastante elevadas, cabendo lembrar que estes valores foram calculados na sua forma bruta, como um indicador a ser utilizado na comparação das alternativas. Nota-se que os custos logísticos da cadeia representam uma pequena parcela do valor por ela gerado, entretanto, a falta de recursos logísticos impactam fortemente os seus resultados. Por exemplo: a alternativa de menor transporte reduz a margem total da cadeia em valores superiores a vinte milhões de dólares.

A Figura 7.1 reproduz a representação clássica: Receita, Custos, Margem X Nível de Serviço, apresentada no capítulo 3. Foram utilizadas as médias obtidas dos resultados das corridas (Tabela 7.1) para a construção deste gráfico.

Analisando a Figura 7.1 podemos constatar que existe uma situação otimizada de operação desta cadeia de suprimentos de matéria-prima, que não corresponde à obtenção do grau máximo de nível de serviço total. Tal constatação está coerente com a teoria de Logística Industrial referenciada no capítulo 3.

A alternativa CP2-CB2-CJ3 é deficiente em capacidade de transporte, acarretando perdas de receita e elevados custos logísticos com perdas (cerca de 13.000.000 USD). As alternativas CP3-CB2-CJ3 e CP2-CB3-CJ3 foram as que apresentaram as margens mais elevadas do experimento. Em seguida apresentaram-se com margens também próximas a estas primeiras, as alternativas, CP2-CB2-CJ4 e CP3-CB3-CJ3. As demais alternativas não apresentaram margens totais competitivas.

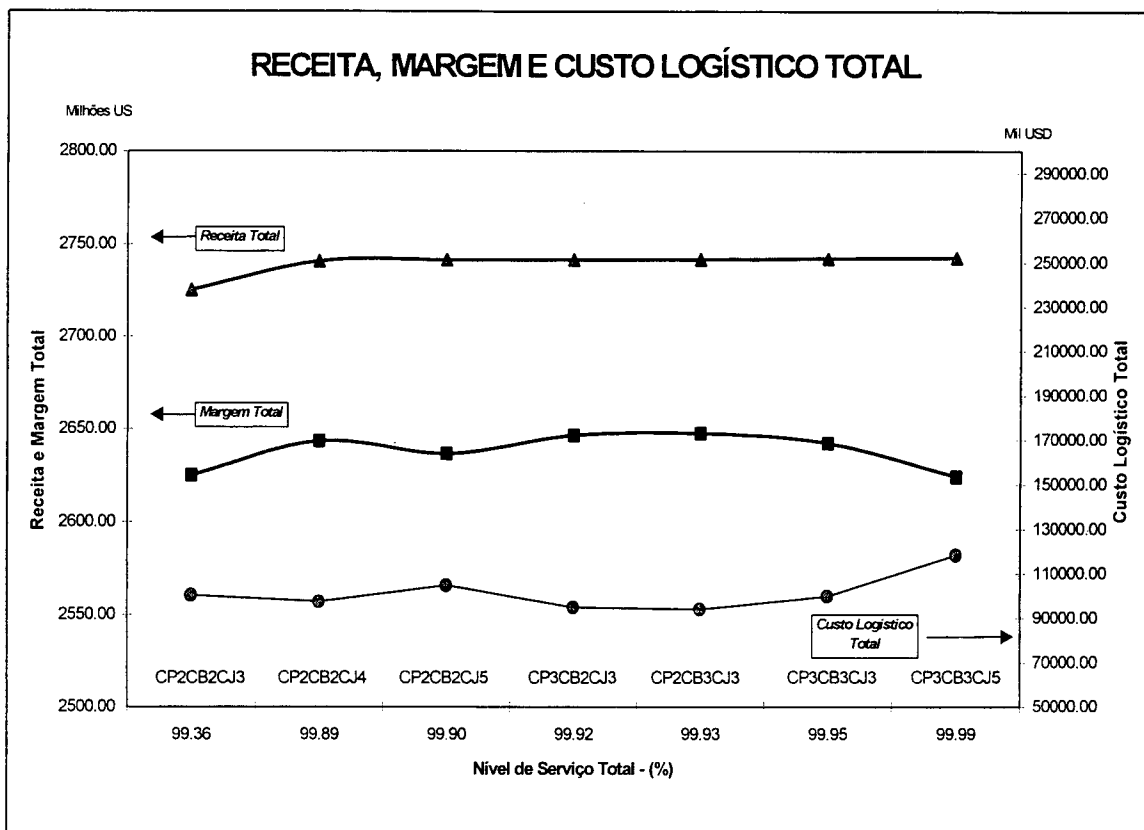


Figura 7.1. Receita, Margem e Custos Totais Médios – Comparação de Alternativas

A obtenção de uma margem total média mais elevada não permitiu afirmar que a alternativa que a alcançou foi superior às demais. Como o resultado final de uma corrida de simulação é sempre uma média amostral de resultados de corridas individuais, essa média de um conjunto de corridas pode ser superior a média de um outro conjunto sem, contudo, nos permitir afirmar que a média da população do primeiro seja superior a do segundo.

A Figura 7.2 apresenta as distribuições de freqüências das margens totais obtidas nas corridas das quatro melhores alternativas deste primeiro experimento.

A distribuição de freqüências das margens totais das corridas CP2-CB3-CJ3 e CP3-CB2-CJ3 demonstram que seus resultados se distribuem em grande parte nas classes mais superiores do gráfico, comprovando que estas alternativas são superiores às demais. Todavia, ainda não foi possível afirmar qual se destaca da outra, pois diversos resultados individuais obtidos tanto num caso, quanto no outro, concorrem nas mesmas classes.

Foi utilizada a Análise da Variância para testar se é possível afirmar com algum grau de certeza que a média dos resultados obtidos com a alternativa de frota CP2-CB3-CJ3 ( $\mu_{CP2-CB3-CJ3}$ ) é superior a média obtida com a alternativa CP3-CB2-CJ3 ( $\mu_{CP3-CB2-CJ3}$ ). Este teste foi utilizado pois não era possível afirmar que as variâncias populacionais das alternativas eram iguais, sendo necessário, porém,

assumir que as distribuições amostrais dos dois conjuntos de corridas eram aderentes à distribuição normal

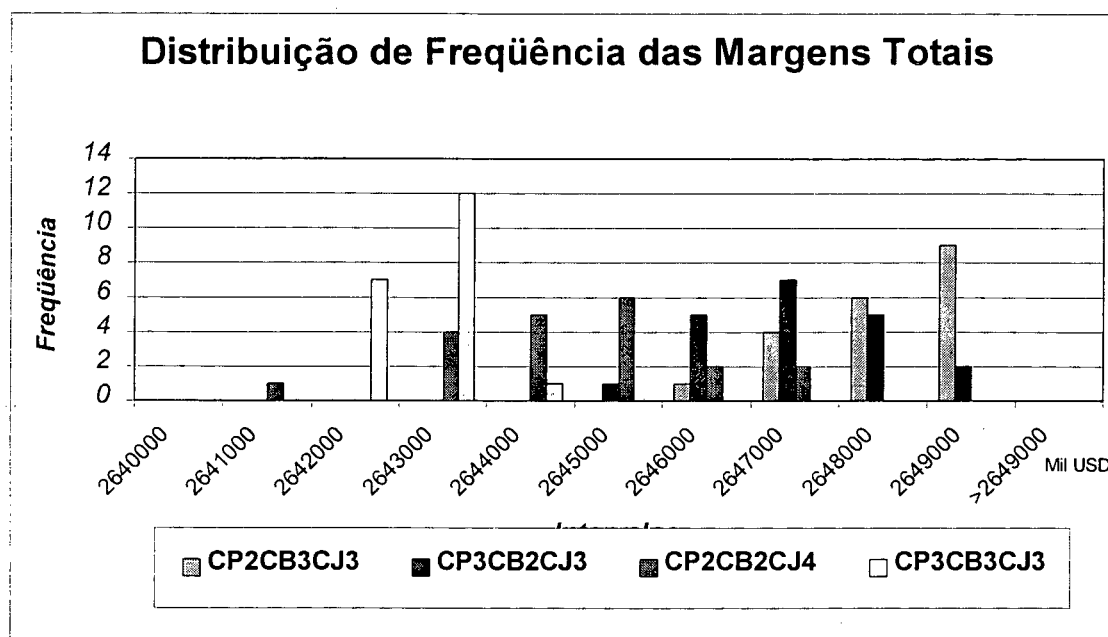


Figura 7.2. Distribuições de Frequências da Margem Total

Assim sendo, testou-se a seguinte hipótese nula:

$$H_0: \mu_{CP2-CB3-CJ3} = \mu_{CP3-CB2-CJ3};$$

contra a seguinte hipótese alternativa:

$$H_a: \mu_{CP2-CB3-CJ3} \neq \mu_{CP3-CB2-CJ3}.$$

Foi utilizada a ferramenta de análise de dados (ANOVA - fator único) do Excel para realizar este teste, cujos resultados para um grau de certeza de 99% estão apresentados na Tabela 7.3.

Diante dos resultados assinalados foi possível afirmar com 99% de certeza que a alternativa de frota CR1-CP2-CB3-CJ3 proporcionou os melhores resultados de margem total simulados. O valor de F calculado para os conjuntos de dados acima foi de 11,10, sendo superior ao respectivo valor crítico da Distribuição F de 4,098, o que permitiu rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa.

Tabela 7.3 Análise da Variância:  $\mu_{CP2-CB3-CJ3} = \mu_{CP3-CB2-CJ3}$ 

Anova: fator único						
RESUMO						
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
CP2CB3CJ3	20	52952062.47	2647603.123	999481.7854		
CP3CB2CJ3	20	52931874.75	2646593.738	835689.3322		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	10188592.84	1	10188592.84	11.10369791	0.001928216	4.098168915
Dentro dos grupos	34868251.22	38	917585.5584			
Total	45056844.06	39				

Assim sendo, a adoção da alternativa de frota CR1-CP2-CB3-CJ3 maximiza a margem total obtida da cadeia de suprimento de matérias-primas do sistema analisado.

#### 7.2.2. Comparação Entre Formas de Operação da Frota CR1-CP3-CB3-CJ3

A alternativa otimizada não leva em conta possíveis falhas de operação dos navios, retirando-os de circulação. Assim sendo, pode se tornar mais prudente adotar uma alternativa de transporte mais folgada, perdendo-se uma parcela da margem total pelo acréscimo do custo de manutenção anual do novo navio. Será obtido, contudo, como vantagem tangível, a elevação do nível de serviço e a redução dos riscos de uma eventual perda de transporte não considerada, com seus inerentes custos de perdas.

Para execução deste experimento optou-se pela inclusão na frota otimizada de um navio da Classe P. Esta unidade de transporte é capaz de substituir a operação de qualquer outra nos diversos pontos considerados.

Agora, com mais um navio na frota, é possível movimentar com maior rapidez os estoques de petróleo, reduzindo os custos com imobilizado, elevando-se, contudo, os custos com atracação. Assim sendo, foi realizada uma nova série de experimentos onde forçou-se chegadas antecipadas aos FPSO's de Marlim e Albacora. Chegando antecipadamente nestes cisternas, os navios saíam destes pontos com praça disponível. O objetivo destas corridas era o de definir um ponto ótimo de antecipação para a composição de frota CR1-CP3-CB3-CJ3.

A Tabela 7.4 apresenta os resultados obtidos para este experimento, simulando a operação de diversos níveis de utilização da praça disponível nos



carregamentos nos campos de Marlim e Albacora. Estes resultados se encontram detalhados no Anexo IV.

Tabela 7.4. Quadro Resumo dos Resultados da Alternativa CR1-CP3-CB3-CJ3

UTILIZAÇÃO DA PRAÇA (%) (MARL - ALBAC)	CUSTOS LOGÍSTICOS MÉDIOS ANUAIS (MIL USD) Custo Anual de Manutenção da Frota = 70.376,1 Mil USD				RECEITA Média Anual (Milhões USD)	MARGEM Média Anual (Milhões USD)	NS Médio Total (%)
	<i>Imobil.</i>	<i>Atracs.</i>	<i>Perdas</i>	<b>TOTAL</b>			
	100,00 %	16.475,8	12.978,8	168,9			
91,94 %	16.156,8	13.393,8	124,9	100.051,5	2.742,4	2.642,4	99,97
86,55 %	16.631,0	13.759,4	16,8	100.783,2	2.742,8	2.642,0	100,00
76,65 %	16.052,1	14.325,3	27,0	100.780,4	2.742,8	2.642,0	99,99

Diante dos resultados da Tabela 7.4, nota-se que a operação da frota com níveis diferenciados de utilização da praça disponível não proporcionou benefícios significativos que justificassem tal operação.

À semelhança do item anterior foi realizado um teste estatístico com a teoria de Análise da Variância para comparar as margens médias totais obtidas da seguinte forma:

A hipótese nula considerada foi a de que as médias populacionais das diferentes formas de operação eram iguais, ou seja:

$$H_0: \mu_{100\%} = \mu_{91,94\%} = \mu_{86,55\%} = \mu_{76,65\%};$$

contra a seguinte hipótese alternativa:

$$H_a: \mu_{100\%} \neq \mu_{91,94\%} \neq \mu_{86,55\%} \neq \mu_{76,65\%}$$

Foi utilizado novamente a ferramenta de análise do Excel para um grau de certeza de 1%, chegando-se aos seguintes resultados expostos na Tabela 7.5.

O valor de F calculado para os conjuntos de dados é de 1,83, valor este menor que o F crítico (4,05) para um grau de certeza de 99%. Assim sendo, pode-se afirmar com 99 % de certeza que as diferentes formas de operação da frota CR1-CP3-CB3-CJ3 alcançam os mesmos resultados econômicos.

A Figura 7.3 apresenta graficamente a variação dos custos com imobilizado e dos custos com atracação em cada forma de operação simulada. Como se pode

perceber o esperado "trade-off" entre custos de imobilizado contra custos de atracação não ocorre na prática.

Tabela 7.5. Análise da Variância:  $\mu_{100\%} = \mu_{91,94\%} = \mu_{86,55\%} = \mu_{76,65\%}$

Anova: fator único						
RESUMO						
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
100,00 %	20	52845465	2642273.2	285719.12		
91,94 %	20	52847731	2642386.6	586725.75		
86,55 %	20	52840621	2642031	471228.43		
76,65 %	20	52839997	2641999.8	196354.15		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2115850.375	3	705283.46	1.8318724	0.1484944	4.0502641
Dentro dos grupos	29260521.63	76	385006.86			
Total	31376372	79				

Os custos com atracação se elevam a medida em que os navios aliviadores chegam aos FPSO's com maior antecipação, sendo necessário realizar um maior número de viagens para transferir a produção.

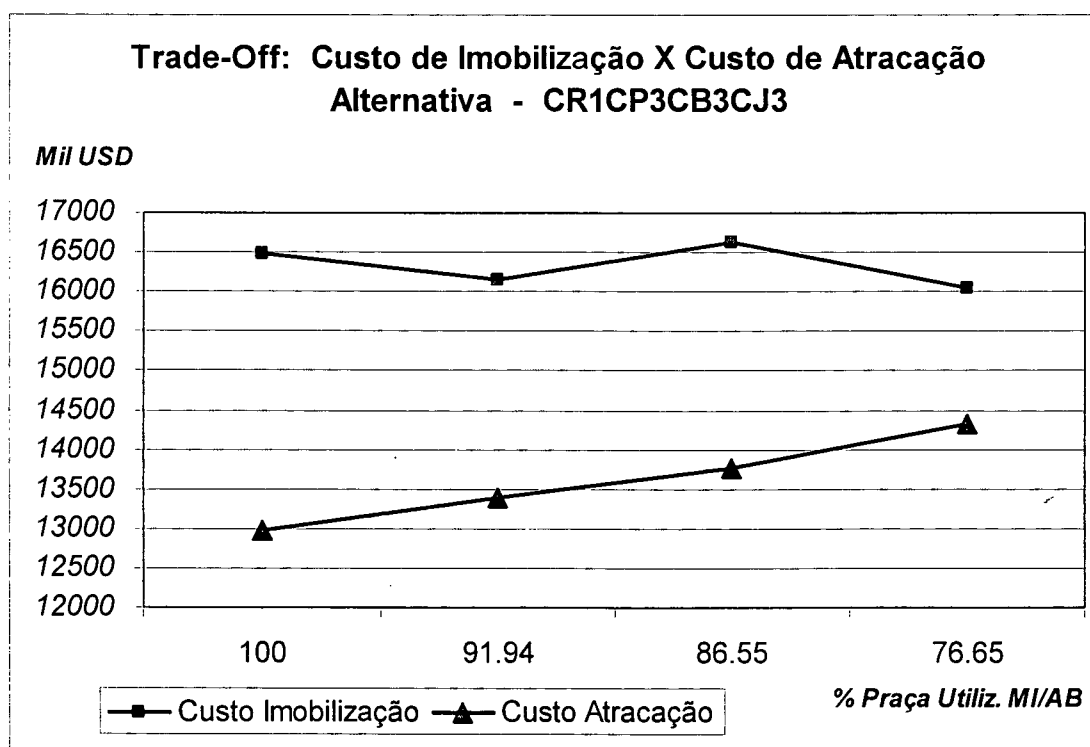


Figura 7.3. "Trade-Off": Custos com Imobilização X Custos com Atracação

Na realidade, a ação de antecipar o envio de navios aliviadores para os FPSO's tem o seu efeito constantemente amortecido pelo sistema pois, o que ocorre na prática, é uma alternância de saídas de aliviadores, ora com praça disponível, ora totalmente ocupados.

Outro ponto a ser considerado é o de que o aumento crescente do número de operações de atracação exige um maior investimento de recursos nesta área, o que não foi considerado neste trabalho.

A título de ilustração apresenta-se a Figura 7.4, onde é realizada uma comparação entre dois anos de operação da frota CR1-CP3-CB3-CJ3. Para cada ano de operação estão apresentados gráficos de estoques de abertura de petróleo nos principais sub-sistemas do modelo.

Do lado esquerdo está apresentada a simulação de um ano de operação da alternativa de utilização total da praça disponível. Do outro lado está apresentada uma alternativa simulada, onde a utilização média de praça nos carregamentos dos FPSO's situou-se em 86,55%.

Os dois primeiros gráficos da Figura 7.4 apresentam os estoques totais do modelo (incluindo os estoques em navios). Como se pode notar, a média dos dois casos não possui diferenças significativas. A grande diferença ocorre em termos da amplitude entre os valores máximos e mínimos em cada caso. Quando se utiliza integralmente a praça disponível essa amplitude é maior.

Os dois gráficos de estoque do sub-sistema Bacia de Campos, apresentam diferenças representativas. A média do estoque de petróleo quando se antecipa os aliviadores é menor do que a alternativa de se ocupar a praça total.

Com relação ao sub-sistema de Angra dos Reis, verifica-se que os estoques de petróleo atingiram valores maiores na segunda alternativa. Ou seja, ocorreu uma postergação da transferência do petróleo descarregado neste terminal, quando se forçou a antecipação de chegada de navios nos FPSO's.

Os dois penúltimos gráficos da Figura 7.4 apresentam a situação dos estoques no terminal de São Francisco do Sul. Os pontos mínimos do gráfico, no segundo caso, são superiores aos da corrida com utilização da praça total. Neste caso, em nenhum momento os estoques atingem o nível zero.

Os dois últimos gráficos da Figura 7.4 apresentam os estoques de petróleo na refinaria. As quedas apresentadas nestes gráficos correspondem aos intervalos de tempo que o oleoduto ficou parado por falta de petróleo disponível para bombeamento. No caso de ocupação total da praça chegou a ocorrer perdas de refino em dois momentos. No segundo caso ocorrem perdas de envio de petróleo pelo oleoduto, decorrentes mais da qualidade do petróleo (óleo em repouso) do que da ausência deste.

Os níveis de serviço oferecidos à refinaria se elevam, pois ocorre um maior deslocamento dos estoques dos petróleos Marlim e Albacora para o terminal de São Francisco do Sul. A Figura 7.5 apresenta a evolução da participação média dos petróleos Marlim e Albacora no processamento da REPAR em cada experimento realizado. A medida que se força a ida antecipada de um navio aliviador ao FPSO, perde-se capacidade de transporte para transferir o petróleo de Angra dos Reis. Conseqüentemente, o modelo desvia um volume maior dos petróleos Marlim e Albacora para a REPAR.

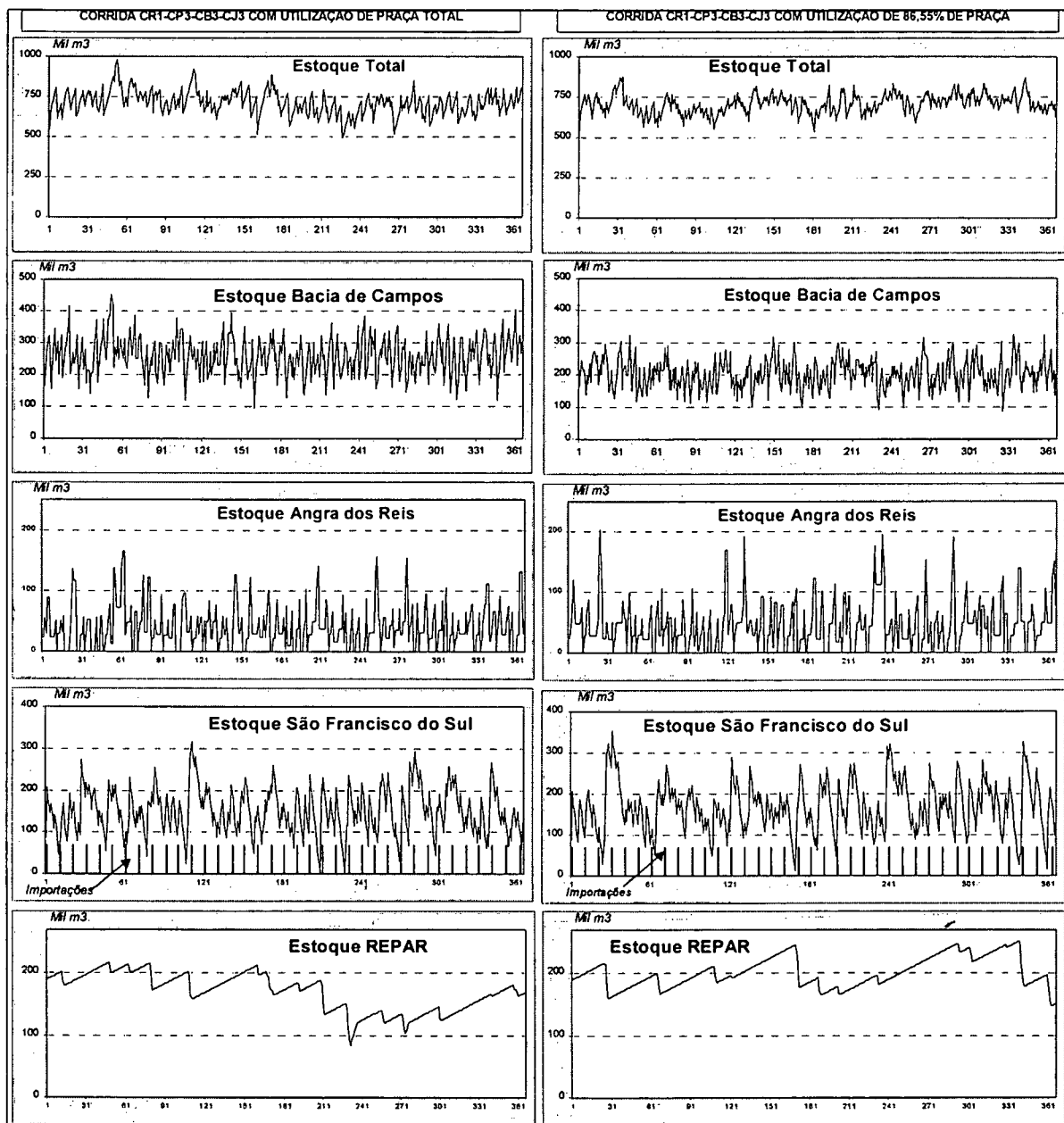


Figura 7.4. Comparação entre Alternativas – Estoques de Petróleo

A Figura 7.5 apresenta ainda uma curva indicando o estoque total do sistema, comprometido com o processamento da REPAR. Este estoque, medido em dias de carga de processamento, se eleva a medida que se desvia maiores volumes do petróleos Marlim e Albacora para aquela refinaria.

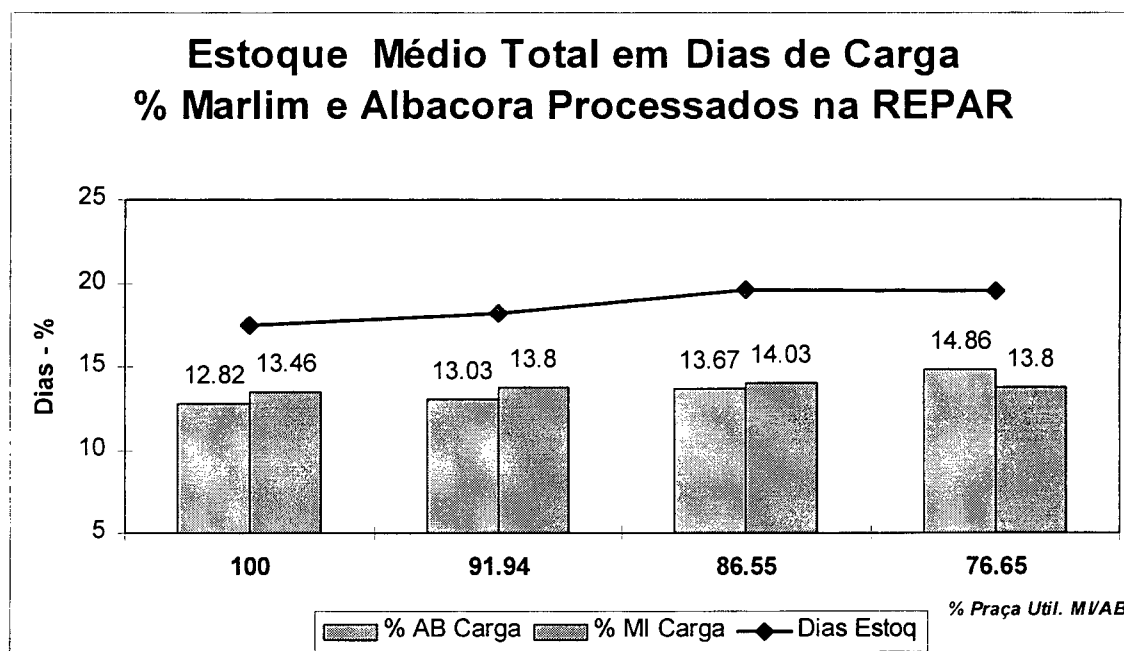


Figura 7.5. Participação dos Petróleos Marlim e Albacora no Processamento da REPAR

### 7.2.3. A Relação: Estoque de Petróleo em Número de Dias X Nível de Serviço

O estoque de petróleo medido em número de dias de carga é um indicador bastante utilizado para se medir a eficiência das cadeias de suprimento de petróleo, onde se espera proporcionar o máximo nível de serviço à refinaria com o menor dispêndio com imobilizado.

Com os resultados médios obtidos em todas as simulações realizadas foram construídos dois gráficos: estoque de petróleo em dias X nível de serviço de produção (Figura 7.6) e o de estoque de petróleo em dias X nível de serviço de estoque mínimo (Figura 7.7). Para a construção destes gráficos só foram levados em consideração os percentuais de estoque dos petróleos Marlim e Albacora destinados à REPAR.

Foi verificado que para valores próximos em dias de petróleo em estoque podem ser oferecidos diferentes níveis de serviço para ambos indicadores. Isto se deveu às diferentes combinações de frota utilizadas, sendo algumas mais eficientes em capacidade de transferência de petróleo do que outras, posicionando os estoques mais na parte final da cadeia de suprimento.

Ambos os gráficos apresentam os coeficientes de correlação calculados entre as respectivas variáveis de nível de serviço e de estoque, demonstrando o que já era de se esperar, a existência de uma correlação entre estas variáveis. Quando o estoque em dias de petróleo se eleva maior será o nível de serviço oferecido.

Os melhores níveis obtidos situam-se acima de 19 dias de petróleo em estoque, fato ocorrido nos experimentos de maior antecipação de chegada de aliviadores para os FPSO's. Neste caso, conforme já mencionado, aumentou-se o número de dias de petróleo em estoque via maior participação dos petróleos Marlim e Albacora na carga da REPAR. Olhando o sistema maior onde este estudo de caso se insere, seria necessário aumentar o nível de estoques de petróleo no país, pois, seria imperioso importar petróleo adicional para suprir a retirada dos volumes destes petróleos desviados das refinarias de São Paulo.

Foi verificado que se fosse imobilizado um volume adicional de 50.000 m<sup>3</sup> (1,67 dias) de petróleo na REPAR o nível de serviço ao refino relacionado com perdas seria de 100 % para as alternativas CR1-CP2-CB3-CJ3 (ótima) e CR1-CP3-CB3-CJ3 (conservadora). Tal imobilizado acrescentaria um custo de USD 1.132.200,00, encontrando alguns benefícios em troca, todavia, esta seria uma estratégia operacional muito mais interessante do que elevar o número de operações de transporte para se conseguir níveis de serviço mais elevados. A elevação dos custos com atracação seria superior ao valor adicional do custo de imobilização de estoques.

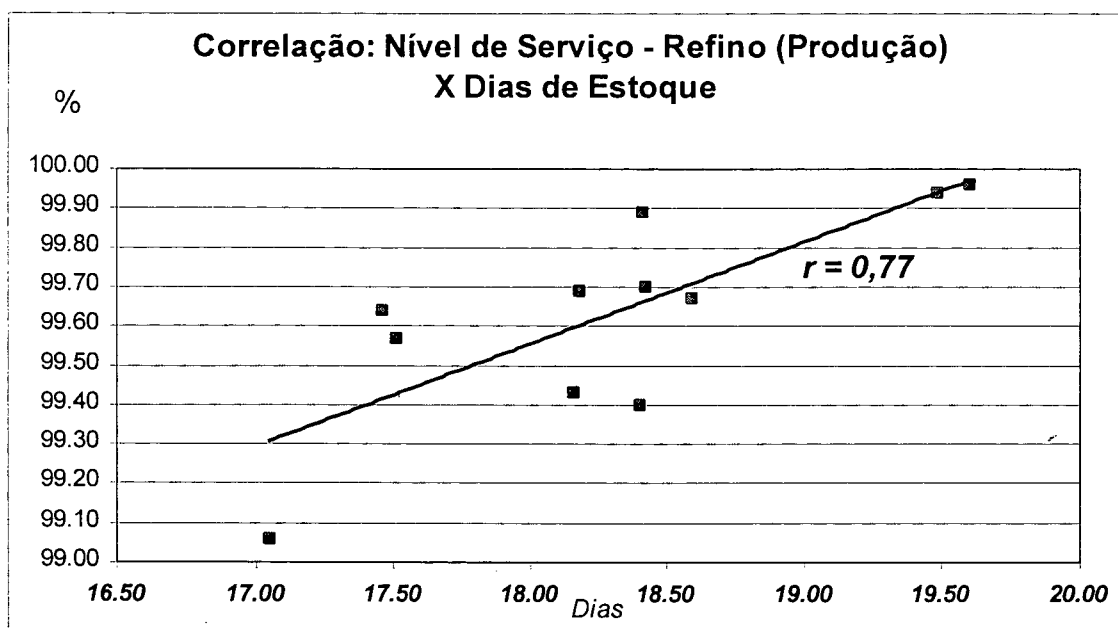


Figura 7.6. Correlação: NS Refino (Produção) X Dias em Estoque

Na realidade, a melhor solução a ser adotada para elevar o nível de serviço oferecido ao refino deveria conter uma mescla de elevação dos estoques de petróleo na refinaria com um melhor ajuste no “scheduling” de carregamento dos petróleos importados, fazendo com que estes cheguem ao terminal de São Francisco em momentos mais adequados, evitando a alternância de períodos com baixos estoques com períodos de estoques mais elevados.

O gráfico da Figura 7.7 demonstra a dificuldade da manutenção do estoque mínimo de 150.000 m<sup>3</sup>, acordado entre logística e refinaria. A maior parte das alternativas simuladas não foi capaz de proporcionar níveis de serviço superiores a 90% para este requisito.

Valores elevados para este nível de serviço só poderão ser garantidos via imobilização de estoque. Neste caso, os custos adicionais envolvidos deveriam ser cobertos por economias geradas dentro do sub-sistema REPAR. Por exemplo: pode ser mais oneroso operar com estoques mais reduzidos aumentando-se o número de operações internas da refinaria. Seriam necessários investimentos em diversos recursos, tais como: automação, aumento de equipe, laboratório etc. A determinação do valor de estoque mínimo acordado deveria envolver os “trade-offs” internos deste último sub-sistema, otimizando os ganhos totais da cadeia.

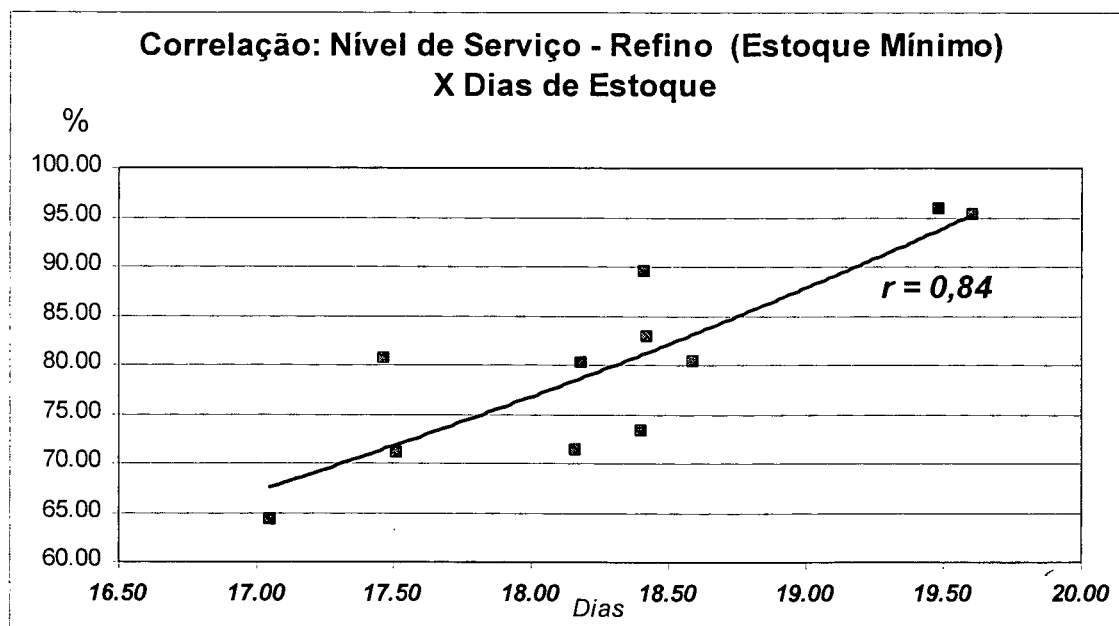


Figura 7.7. Correlação: NS Refino (Estoque Mínimo) X Dias em Estoque

#### 7.2.4. Prazos Logísticos

A Tabela 7.6 apresenta os prazos logísticos médios por tipo de petróleo apurados na experimentação da alternativa CR1-CP2-CB3-CJ3.

Os petróleos Marlim e Albacora tem os seus prazos encurtados por se destinarem diretamente ao terminal de consumo. Os demais petróleos possuem prazos logísticos superiores em média, quatro dias. O petróleo do campo de Corvina é o que despende de mais tempo para chegar à torre de destilação da refinaria. Tal fato é proveniente do porte de sua produção e dos navios que ali operam em seu alívio.

Em média um barril de petróleo despende de 6,44 dias em operações no terminal de São Francisco do Sul: atracação, descarga, repouso e transferência por oleoduto. Na refinaria o barril de petróleo despende em média 4,69 dias para chegar à destilação. Nestes dois últimos sub-sistemas da cadeia, o barril totaliza, em média, 11,13 dias de prazo logístico. Desta forma, a vantagem competitiva em prazo dos petróleos nacionais, em relação aos seus concorrentes importados, pode ser estimada descontando-se este último valor dos prazos médios totais da Tabela 7.6.

A Figura 7.8 apresenta graficamente uma comparação entre os prazos de colocação em São Francisco do Sul dos petróleos produzidos pelo E&P com as principais frentes de importação. Nesta comparação foi considerado como início da contagem do prazo para os petróleos importados, o instante de saída deste carregamento do porto de origem, ou seja, a data de seu conhecimento de embarque – “Bill of Lading”.

Tabela 7.6. Prazos Logísticos Médios dos Petróleos (Dias)

PETRÓLEO	Prazo (dias)
Bicudo	21,42
Bonito	19,28
Corvina	29,34
Roncador	21,47
Marimbá Leste	21,40
Marlim	16,65
Albacora	16,78
TOTAL	20,93

Os petróleos nacionais que necessitam sofrer alguma etapa de beneficiamento antes de serem destinados ao terminal de São Francisco possuem prazos equivalentes aos dos petróleos importados da África ou da Venezuela e superiores aos prazos dos petróleos argentinos. Os petróleos Marlim e Albacora possuem prazos equivalentes aos dos petróleos Argentinos.

Os prazos logísticos são interessantes pois fornecem subsídios para a construção dos fluxos financeiros de dispêndio e receita. A produção nacional



envolve uma série de dispêndios ao longo das diversas etapas da cadeia, enquanto que no caso do petróleo importado este dispêndio ocorre, em média, um mês após o conhecimento de embarque, quando é efetuado o pagamento final do barril ao fornecedor externo.

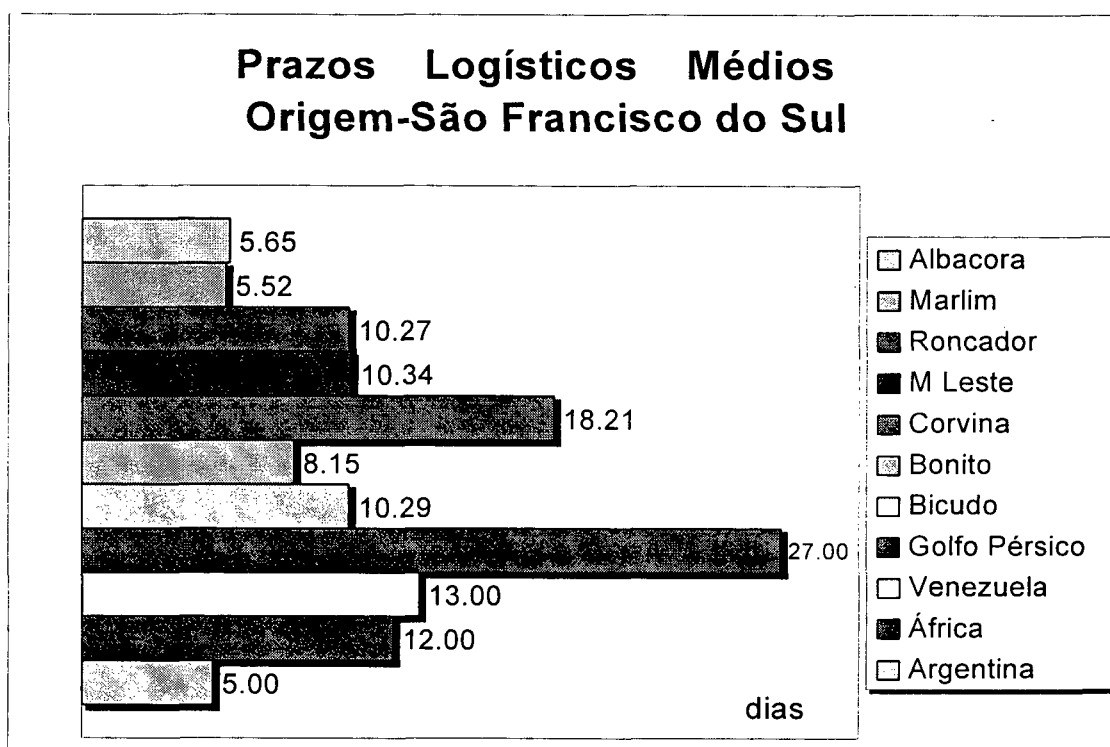


Figura 7.8. Comparação dos Prazos Logísticos Médios dos Petróleos

Outro fator importante a ser analisado é o da variabilidade dos prazos logísticos entre os diferentes tipos de petróleo fornecidos. Quando o petróleo nacional é destinado diretamente para o terminal de consumo os prazos de colocação de uma barril de petróleo entre a produção e a sua chegada ao terminal possui uma variabilidade pequena.

A Figura 7.9 apresenta esta variabilidade para o caso do petróleo Albacora. No campo de produção o barril de petróleo pode despendar de 3,0 a 7 dias de prazo. Na etapa de transporte os prazos variam entre 1,8 e 2,2 dias. A variabilidade do prazo logístico total deste petróleo pode alcançar 4,1 dias.

Quando o petróleo nacional necessita sofrer uma etapa anterior de beneficiamento o seu prazo logístico varia grandemente, pois o número de etapas intermediárias se eleva. A Figura 7.10 apresenta a variação dos prazos em cada etapa para o caso do petróleo Bicudo. Neste caso a variação dos entre os prazos totais alcançou 13,1 dias.

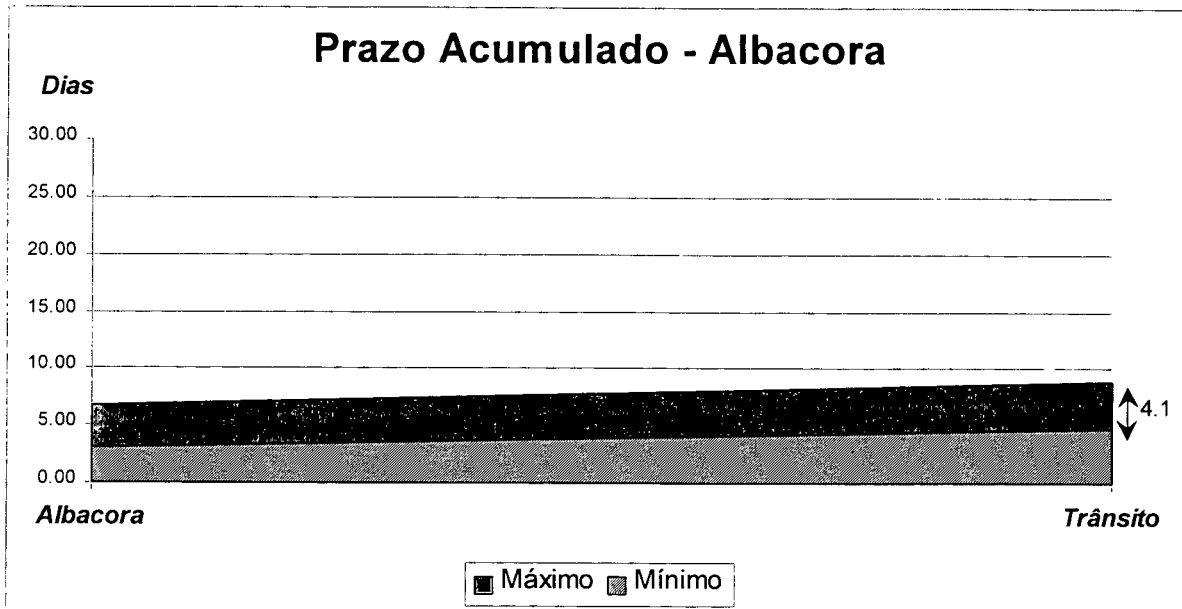


Figura 7.9. Variação dos Prazos Logísticos do Petróleo Albacora

Como se pode observar um maior número de etapas eleva a variabilidade do prazo logístico. A etapa de Angra é a que confere maior variabilidade ao prazo logístico total. Isto é decorrente das esperas provenientes da consolidação da carga e da programação de navio para transferência.

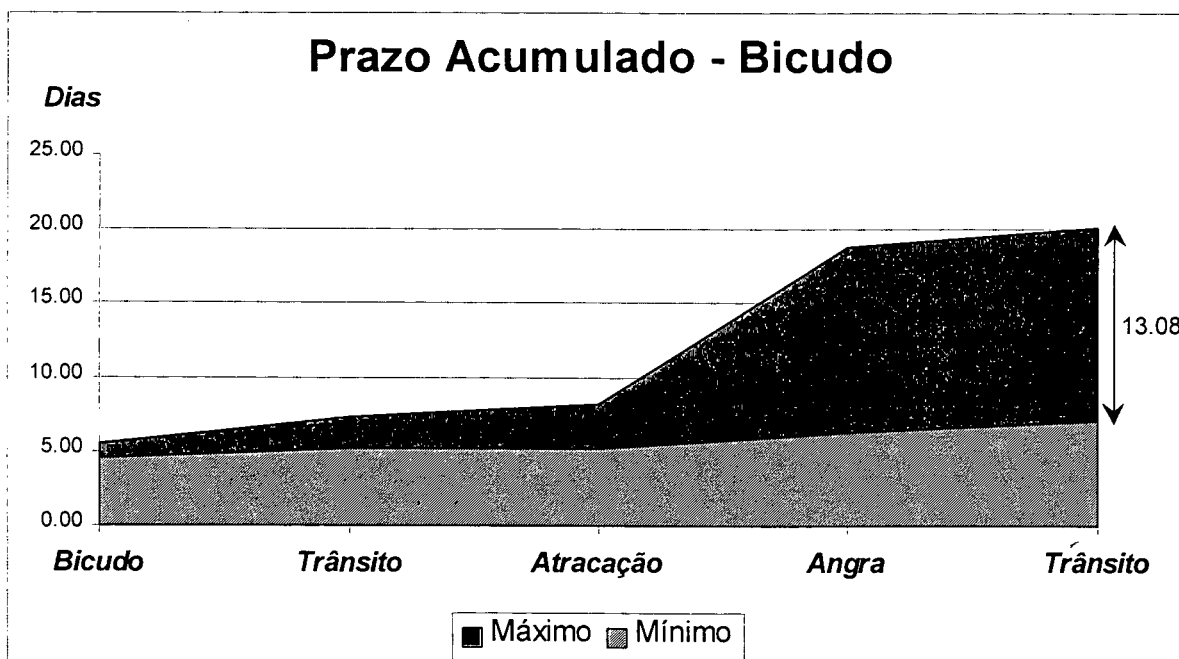


Figura 7.10. Variação dos Prazos Logísticos do Petróleo Bicudo

### 7.2.5. Relação Entre Custos Logísticos

A Figura 7.11 apresenta o valor proporcional de cada custo principais alternativas simuladas. Como se pode observar os custos manutenção de estoques nunca foi superior à 20% dos custos logísticos totais.

Os custos com perdas, apesar de relevante na alternativa CR1-CP2-CB2-CJ3 – onde a economia com transporte foi em perdas diretas, teve sua participação sempre inferior à 1% dos custos

Os custos com transporte, em todas as situações consideradas responsáveis por 80%, em média, dos custos logísticos totais. Esses resultados demonstram que concentrar esforços no sentido de reduzir custos nesta é resultados financeiros mais expressivos do que concentrar ações na minimização dos custos com imobilização.

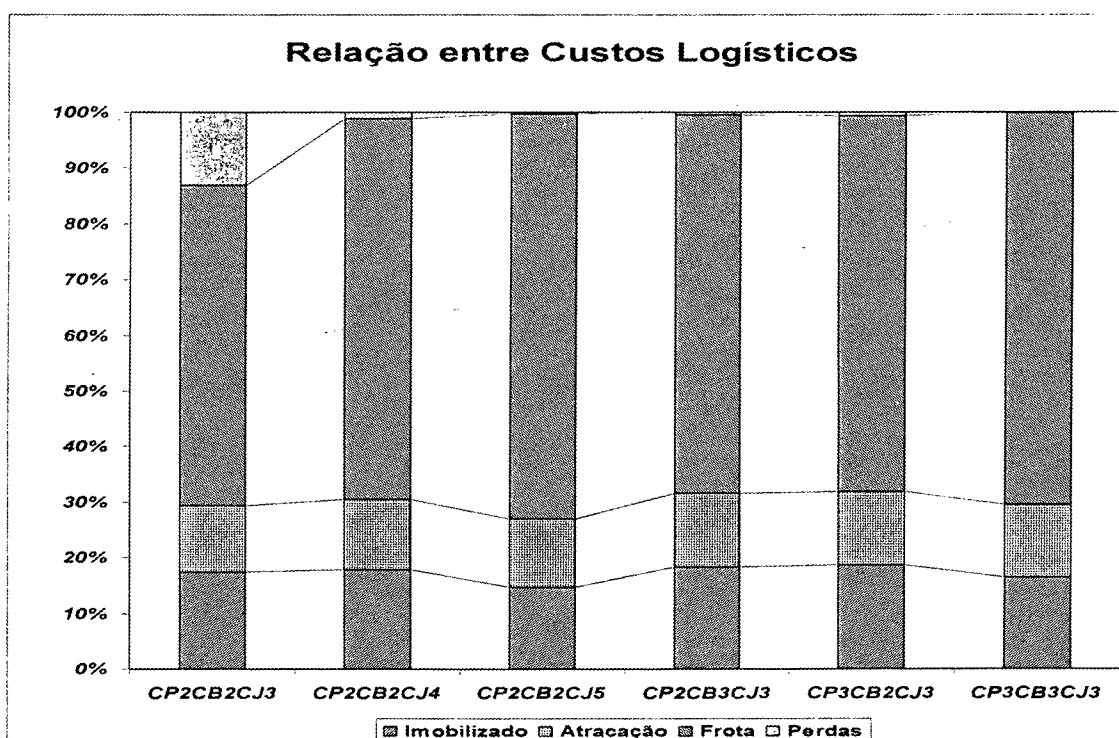


Figura 7.11. Participação dos Custos Logísticos

## CAPÍTULO 8

# CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 8.1. Limitações do Trabalho

Por tratar-se de uma dissertação de mestrado o objeto de estudo sofreu, obviamente, uma série de simplificações tendo em vista a cumprir um conjunto de exigências acadêmicas, dentre elas o prazo de conclusão do trabalho.

Não foi possível trabalhar com toda a cadeia de suprimento de matérias primas da PETROBRÁS que envolve 11 refinarias, mais de 20 pólos de produção de petróleo, inúmeras frentes de importação e uma diversa frota de petroleiros que varia em número e em porte. Todavia, o trabalho desenvolvido, apesar do corte realizado, traz consigo o êxito de obter maior conhecimento sobre a dinâmica de operação desta cadeia, extraindo informações inéditas sobre esta, tais como: o tempo que um barril de petróleo despense para ser transformado em produtos ao longo de sua trajetória; a relação de “trade-off” existente entre estoques e transporte, etc.

O trabalho de programação em ARENA poderia ainda ser muito melhor refinado, caso fosse executado por um profissional especializado neste programa. Todavia, o desenvolvimento pessoal da programação sob a supervisão do orientador deste trabalho foi muito proveitoso do ponto de vista do treinamento nesta linguagem, tornando-nos um pouco mais conhecedores de suas limitações e potencialidades, que poderão ser melhor exploradas em trabalhos futuros.

### 8.2. Conclusões

O presente trabalho de dissertação permitiu estabelecer uma série de conclusões pertinentes do ponto de vista da aplicação dos conceitos de logística, utilizando técnicas de simulação para otimizar os ganhos de uma cadeia de suprimento completa. Também foi possível estabelecer conclusões sobre a adoção de uma metodologia de abordagem deste objeto de estudo e, sobre este último enfoque, é que será iniciado este tópico de conclusão.

A metodologia de simulação empregada foi extremamente importante do ponto de vista funcional, pois a partir dela foi possível planejar e executar as diversas etapas do trabalho, inclusive a de dar forma ao texto final desta dissertação. Com relação à seqüência de abordagem proposta pela metodologia verificou-se que a constante necessidade de retorno às fases anteriores é um fator obrigatório, ainda mais quando o grau de complexidade da representação se eleva. Assim sendo, a

modelagem nunca acontece de forma linear como se pode, erroneamente supor a partir das metodologias propostas.

A utilização do programa ARENA, que dispõe de rotinas adequadas para a modelagem de sistemas mesclados – discretos/contínuos – trabalhando com o conceito de evento de estado, foi fundamental para o sucesso da representação final obtida. Além disso o ARENA com seus recursos de animação permitiu uma comunicação atraente do modelo, facilitando o diálogo e o reconhecimento dos seus resultados por pessoas especializadas e gerentes da área de programação de suprimento da indústria de petróleo.

A etapa de verificação, validação e testes é decisiva quanto ao retorno às etapas anteriores. Nesta etapa, é possível verificar erros ou respostas não previstas, reabrindo etapas de trabalho supostamente concluídas. O grande esforço de modelagem se concentra na ultrapassagem deste ciclo, onde combinações de eventos, até então inusitadas, podem levar a comportamentos não previstos invalidando a representação.

Finalmente, o modelo acabado depende muito de um bom número de horas de programação e experimentação para se poder extrair resultados seguros, com os quais se possa dar respostas às questões inicialmente formuladas, as quais serão agora descritas.

Quanto ao aspecto de que existiria uma forma otimizada de operação da cadeia de suprimento de petróleo considerada, atendendo a requisitos mínimos de níveis de serviço aos clientes, pode se dizer que esta forma foi encontrada na prática, utilizando-se a clássica abordagem de custo/benefício dos serviços na forma apresentada por CHRISTOPHER (1997). A composição de frota formada por um navio da classe “R”, dois navios da classe “P”, três navios da classe “B” e três navios da classe “J” foi a que, segundo as restrições estabelecidas para o problema, maximizou, respaldada pelo respectivo teste de significância, a margem total obtida da cadeia de suprimento de petróleo em estudo. Não foi possível, neste caso, oferecer um Nível de Serviço médio global de 100 %, operando-se com pequenas perdas de refino e de produção de petróleo.

Os resultados, neste caso, confirmaram a teoria de que a oferta de níveis de serviço mais elevados é acompanhada de custos que superam os benefícios obtidos. Até mesmo para o caso da produção nacional, onde as elevadas margens obtidas, justificam a aplicação do paradigma de que não se pode perder um barril sequer a ser produzido, os resultados alcançados demonstram o contrário – a obtenção desse barril adicional custa um valor muito elevado dado que é necessário redimensionar os recursos da cadeia logística.

Outra questão formulada foi a de que era possível estabelecer relações de

“trade-off” entre custos de transporte e custos de imobilização. Esse aspecto foi analisado a partir de uma frota de navios superdimensionada (item 7.2.2), forçando uma velocidade maior de sua circulação – navios chegando aos FPSO’s, não encontrando carga suficiente para transferir. Foi verificado que o imobilizado não foi sensível a uma maior velocidade da frota. A operação de navios com praça morta acaba não proporcionando os benefícios esperados de redução de custos com imobilizado. O que ocorre na prática é uma elevação dos estoques em navios e uma maior postergação das transferências de petróleo entre Angra dos Reis e São Francisco, elevando o estoque médio de petróleo neste primeiro sub-sistema.

Da experiência anterior foi constatado que elevou-se o estoque de petróleo destinado à REPAR, aumentando-se a participação dos petróleos Marlim e Albacora. Esta elevação contribuiu para melhorar os níveis de serviço oferecidos à refinaria. Foi verificado, neste caso, que a manutenção de um estoque de petróleo adequado em número de dias de consumo é a política mais conveniente a ser adotada para elevar os níveis de serviço oferecidos ao refino. A utilização de transporte para esse fim é uma estratégia onerosa e até mesmo inaplicável, pois deverá envolver um redimensionamento dos recursos disponíveis para a atracação dos navios.

Os custos logísticos de imobilização dos estoques correspondem a menos de 20% dos custos logísticos totais, o que indica que a elevação dos estoques oneram bem menos os custos totais que o afretamento de uma capacidade de transporte adicional, por exemplo. Dado que o transporte representa mais de 80% dos custos logísticos de uma cadeia de suprimento de petróleo, maiores esforços devem ser feitos no sentido de minimizar e controlar estes custos. Considerando este fato, a adoção de cláusulas de “reload” (recarga de petróleo em terra) nos contratos de afretamento dos navios em VCP que chegam ao terminais brasileiros, podem ser recursos bastante atraentes para se ganhar capacidade de transporte temporária, transferindo petróleo nacional entre terminais do sistema e evitando afretamentos por períodos mais alongados.

Investimentos diretos no aumento dos imobilizados das refinarias são alternativas mais interessantes do ponto de vista da elevação do nível de serviço a ser oferecido e que possuem um retorno adequado de capital. No primeiro experimento foi verificado que para a solução ótima, CR1-CP2-CB3-CJ3, o menor nível de estoques na refinaria, em todas as simulações, foi de 72.000 m<sup>3</sup>. Se fossem imobilizados 48.000 m<sup>3</sup> adicionais neste sub-sistema o menor nível de estoques seria de 120.000 m<sup>3</sup>. O nível de serviço oferecido seria de 100%, não havendo portanto perda de refino. O nível de serviço médio observado foi de 99,43%. Isso implicaria num aumento com custos de imobilizado da ordem de USD 1.087.000,00

(48.000 m<sup>3</sup> x 6,29 bbls/ m<sup>3</sup> x 30,0 USD/bbl x 0,12). Todavia, seriam obtidos com receita, via margem de refino USD 785.180,00 (30.000 m<sup>3</sup> /dia x 6,29 bbls/ m<sup>3</sup> x 2,0 USD/bbl x 365 dias x 0,57%) e economizados USD 221.573,25 (30.000 m<sup>3</sup> /dia x 3,55 USD/ m<sup>3</sup> x 365 dias x 0,57%) com custos com perdas no refino, totalizando, USD 1.006.753,25 de benefícios obtidos.

A imobilização adicional de petróleo para conquistar o nível de serviço máximo custaria cerca de 80.000 USD/ano, todavia, na prática os benefícios obtidos podem ser bem maiores pois com estoques adequados seriam viabilizadas, no interior da refinaria, uma série de operações/campanhas que poderiam agregar um valor ainda maior ao barril processado. Além disso, não seria necessário imobilizar todo esse volume adicional proposto por um ano. Isto, seria feito, sim, por períodos bem determinados pelo "scheduling". A dinâmica da cadeia de suprimento simulada indicou haver ciclos de elevados estoques, alternados por outros de estoques mais baixos. Tal articulação de política de estoque se encontra bem caracterizada como política de estoque de empresa de classe mundial (Tabela 3.3), onde as metas para estoques são calculadas com base nos "lead-times" de suprimento, custos de transporte e níveis de serviço.

Com relação ao estudo dos prazos logísticos dos petróleos analisados, os resultados apresentados auxiliam num posicionamento estratégico futuro, onde novas produções de petróleo nacional, externas à PETROBRÁS, negociarão suas entradas nas cadeias de suprimento desta empresa. Quantidade, qualidade e prazo serão fatores fundamentais para definir a inclusão de novos parceiros nesta atividade. Os novos parceiros que surgirão na Bacia de Campos ou em áreas próximas deverão ser tão competitivos em prazo logístico quanto à produção de petróleo Argentino se desejarem obter uma vantagem competitiva neste quesito.

Produções que necessitem de algum tipo de tratamento da matéria-prima, externo ao sub-sistema de produção ou de consolidação de volumes, terão seus prazos alongados, retardando o retorno de capital investido na aquisição de matéria-prima. Os maiores investimentos internos nos estreitamentos dos prazos logísticos devem ser realizados nas produções de menor volume de produção ou que necessitem de beneficiamento. Neste último caso, esta operação deverá ser realizada no sub-sistema de produção.

### **8.3. Recomendações**

O modelo construído demonstrou ser uma ferramenta bastante consistente e poderosa para a realização de estudos não contemplados neste trabalho, como os de estratégia de localização apontados por BALLOU (1999) (ver Figura 3.3). Poderiam ser analisados novos investimentos em facilidades logísticas, tais como:

tancagens, aumento da capacidade de bombeamento do OSPAR, ampliação de capacidade de refino etc.

Poderiam também ser analisadas uma série de contingências sobre o sistema modelado, tais como: parada não programada da refinaria, perda de capacidade de transferência do OSPAR, manutenção de terminal marítimo, retirada de navio para manutenção com retenção de petróleo etc.

Este trabalho poderia ser estendido de forma quantitativa – envolvendo/entrelaçando mais de uma cadeia de suprimento da PETROBRÁS. Poderia também ser completado o sistema analisado, adicionando-se à cadeia modelada o segmento de produção, entrega, exportação e importação de derivados. Em ambos os casos, novos ganhos operacionais poderiam ser obtidos, aumentando-se a envoltória do problema. Na codificação de um modelo em ARENA despende-se um bom tempo na montagem de estruturas iniciais, todavia, estas podem ser facilmente copiadas, agregando-se novos sub-sistemas ao modelo preliminar.

Outra alternativa de estudo, também bastante interessante, seria a de utilizar o mesmo corte abordado, envolvendo agora aspectos qualitativos, tais como: considerar misturas de petróleos; observar estoques específicos para cada tipo de petróleo; relacionar o processamento de um determinado elenco de petróleos ao perfil de derivados que este produz – definição de campanhas, etc.

Com relação ao dimensionamento da frota de petroleiros poderiam ser analisadas novas alternativas de transporte, tais como: substituição de todos os navios classe “J” – Suezmax - por navios do tipo classe “B” – Aframax - que pareceu ser uma solução atraente, dados os diferenciais de frete considerados. Aliás, este estudo é relevante no momento atual onde se faz necessário substituir algumas embarcações.

Outro aspecto que pode ser recomendado para futuros trabalhos, é o de conhecer e determinar os “lead-times” de suprimento, se é que eles podem ser determinados, reconhecendo melhor os ciclos dos estoques, trabalhando conjuntamente, os volumes de petróleos que deverão ser importados e as faixas de carregamento no exterior a serem solicitadas.

Considerando o trabalho da Booz-Allen (TREAT, 1994), que aponta a utilização de pesadas ferramentas de “scheduling”, como um dos fatores de diferenciação das melhores práticas de logística da indústria de petróleo, poderiam ser construídas interfaces entre este modelo de simulação e as ferramentas de “scheduling” existentes. Desta forma, as soluções “scheduling” poderiam ser melhor visualizadas, analisadas e comparadas antes de serem finalmente, executadas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balintfy, Joseph L., et. al. – **Técnicas de Simulação em Computadores**. Editora Vozes, Petrópolis, RJ, 1971.
- Bailou, Ronald H. – **Business Logistics Management**. Prentice Hall, New Jersey, 4<sup>th</sup> ed., 1998.
- Ballou, Ronald H. – **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo, Editora Atlas, 1993.
- Botter, Rui Carlos – **Desenvolvimento de Um Modelo de Simulação Probabilística para Análise e Dimensionamento do Sistema de Escoamento de GLP da Região de Produção de Urucu**. Relatório final, trabalho não publicado solicitado pela PETROBRÁS/DETRAN/DITED, 1995.
- Botter, Rui Carlos, et. al. – **Modelo Para o Dimensionamento da Frota de Embarcações R.A.S. Para a PETROBRÁS**. Trabalho apresentado no Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, Rio de Janeiro, 1998.
- Botter, Rui Carlos – **Introdução às Técnicas de Simulação e ao Programa ARENA**. Apostila de curso, novembro de 1999.
- Bowersox, Donald J. e Closs, David J. – **Logistical Management: the integrated supply chain process**. McGraw-Hill, 1<sup>st</sup> ed., 1998.
- Christopher, Martin – **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. Editora Pioneira, São Paulo, 1997.
- Collyer - **Manual de Termos do Comércio Internacional**
- Forrester, Jay W. – **Industrial Dynamics**. The MIT Press, Massachusetts, 1961.

- Goldbarg, Marco Cesar e Luna, Henrique Pacca L. – **Otimização Combinatória e Programação Linear: modelos e algoritmos**. Editora Campus, Rio de Janeiro, 2000.
- Johnson, James C. e Wood, Donald F. – **Contemporary Logistics**. Prentice Hall, New Jersey, 6<sup>th</sup> ed., 1996.
- Kelton, W. David e Law, Averill M. – **Simulation Modeling and Analysis**. McGraw-Hill International Editions, 2<sup>nd</sup> ed., 1991.
- Kelton, W. David, Sadowski, Randall P. e Sadowski, Deborah A. – **Simulation With Arena**. WCB/McGraw-Hill, 1998.
- Köche, José Carlos - **Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. Editora Vozes, 14<sup>a</sup> ed., Petrópolis, RJ, 1997.
- La Londe, Bernard J. e Innis, Daniel E. – **Customer Service: the key to customer satisfaction, customer loyalty and market share**. Journal of Business Logistics, Vol. 15, No.1, pp. 1-27, 1994.
- Lambert, Douglas M. e Stock, James R. – **Strategic Logistics Management**. Irwin Inc., 3<sup>rd</sup> ed., 1992.
- Lamming, Richard e Cox, Andrew – **Managing Supply in the Firm of the Future**. European Journal of Purchasing & Supply Management. Vol 3. No. 2 pp.53-62, 1997.
- Morettin, Pedro A. E Bussab, Wilton O. – **Estatística Básica: métodos quantitativos**. Editora Atual, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo, 1987.
- Novaes, Antônio Galvão - **Sistemas Logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos**. Editora Edgar Blücher, São Paulo, 1989.

- Novaes, Antônio Galvão N. E Alvarenga, Antônio Carlos – **Logística Aplicada: suprimento e distribuição física**. Editora Pioneira, 2ª ed., São Paulo, 1994.
- Pegden, C. D., Shannon, R. E. e Sadowski, R. P. – **Introduction to Simulation Using SIMAN**. Ed. McGraw-Hill, New York, 1995.
- Pidd, M. – **Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Editora Bookman, Porto Alegre, 1998.
- Saliby, Eduardo – **Repensando a Simulação: a amostragem descritiva**. Editora Atlas, São Paulo, 1989.
- Silver, Edward A. e Peterson, Rein – **Decision Systems for Inventory Management and Production Planning**. John Wiley & Sons, 2<sup>nd</sup> ed., 1985.
- Silver, Edward A., Pyke, David F. e Peterson, Rein – **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. John Wiley & Sons, New York, 1998.
- Souza, Celso L. S. P. – **Modelo Integrado para o Planejamento de Investimentos em Frota e Tancagens no Transporte Marítimo de Petróleo e Derivados**. Trabalho apresentado no Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, Rio de Janeiro, 1990.
- Souza, Celso L. S. P., et. al. – **Dimensionamento da Frota de Navios-Tanques em uma Empresa Integrada de Petróleo: descrição da metodologia**. Trabalho apresentado no Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval.
- Thomas, J. J. – **Introdução à Análise Estatística para Economistas**. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1978.
- Treat, John Elting, et.al. – **Creating The High Performance International Petroleum Company: Dinosaurs Can Fly**. PenWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1994.

Welsh, S. – **Continuous Improvement of Petroleum Logistics: use of organisational change, key indicators, performance contracts and managing outsourced services.** The College of Petroleum and Energy Studies Oxford, apostila de curso ministrado na PETROBRÁS, Rio de Janeiro, dezembro de 1998.

Welsh, S. – **Managing Downstream Logistics and Distribution.** The College of Petroleum and Energy Studies Oxford, apostila de curso ministrado na PETROBRÁS, Rio de Janeiro, novembro de 1998.

Winston, Wayne L. e Albright, S. Christian – **Practical Management Science: spreadsheet modeling and applications.** Duxbury Press, 1997.

Zinn, Walter. **A Logística e o Marketing: conceitos e ferramental para alavancar a competitividade.** Universidade de Miami, apostila de curso ministrado na PETROBRÁS, Rio de Janeiro, agosto de 1998.

\_\_\_\_\_ - **Glossário da Logística: aprenda a moderna logística.** Instituto IMAM, 1ª ed., São Paulo, 1996.

# **ANEXO I**

**DADOS DE ENTRADA**

# ANEXO I

148

## PRODUÇÃO NACIONAL - m3

DIA	MARLIM	ALBACORA	MAR LESTE	RONCADOR	BICUDO	BONITO	CORVINA
1	25090	23461	2947	3683	7856	7093	4711
2	24633	23075	3083	3621	7623	6854	4798
3	24850	23601	3063	3619	7804	6614	4814
4	25078	23916	2892	3719	8009	6759	4824
5	25371	23299	2966	3726	7782	6768	4890
6	24997	23343	2994	3593	7912	6750	4779
7	24775	22990	2988	3576	7726	7056	4602
8	24844	22543	2955	3724	7789	7141	5046
9	25020	23500	3155	3629	8006	7250	4768
10	24579	22942	2950	3720	7807	7207	4673
11	25014	23033	3095	3793	7857	6820	4742
12	24905	23376	3076	3761	7604	7011	4763
13	25223	22834	3006	3674	7969	6943	4910
14	24955	22550	3017	3696	7738	6758	4824
15	24816	24065	2946	3674	7694	7056	4840
16	25221	23040	2996	3714	7997	6576	5066
17	24750	23544	2927	3636	7897	6561	4885
18	24995	24555	2926	3670	7863	6973	4697
19	25272	23488	3051	3523	7796	6397	5015
20	25142	23501	2940	3816	7664	7338	4788
21	25254	23595	2997	3585	8016	6251	4591
22	25284	22658	3056	3710	7962	7067	4700
23	24475	23275	2979	3653	7741	6842	4694
24	25184	22552	2949	3557	7839	7134	4692
25	24876	23475	3030	3797	7842	6693	4641
26	24977	23971	2995	3645	7907	6865	4886
27	25487	23566	2944	3670	7782	6950	4702
28	25342	23334	2968	3785	7805	7126	4920
29	25199	22640	2994	3618	7842	7010	4813
30	24953	24011	2998	3585	7822	7097	4641
31	25114	23002	3040	3667	7903	6684	4746
32	25136	23587	3019	3786	7756	7212	4812
33	24928	23269	2912	3541	7961	6715	4876
34	25176	23227	2973	3620	7875	7118	4721
35	24898	23241	2918	3663	7648	6788	4694
36	24824	22708	3089	3730	7894	6754	4829
37	25021	22641	3031	3747	7909	6750	4975
38	25175	23696	3044	3686	7978	6913	4697
39	24876	22536	2982	3672	7750	7016	4852
40	25197	23525	3036	3599	7621	6725	4914
41	24947	23261	2930	3752	7668	7126	4722
42	24980	23783	2920	3735	7756	6799	5015
43	24804	22862	2972	3724	7896	6885	4901
44	24978	23277	2984	3677	7925	6848	4887
45	25265	22987	2971	3573	7575	6716	4937
46	25294	22846	2986	3511	8128	6800	4817
47	24792	23297	3067	3591	7983	6856	4767
48	25207	23308	3037	3729	7697	6799	4762
49	24984	22757	3109	3573	7781	6825	5027
50	24936	23625	3027	3635	7926	6821	4879
51	24102	22812	2977	3640	7986	6573	5028
52	24494	23525	2957	3488	7702	6737	4774
53	25018	23574	3019	3700	7935	6987	4767
54	25336	23715	3030	3754	7927	6963	5018
55	24758	22709	3055	3639	7848	6923	4776
56	25512	23605	3015	3636	8001	6833	4856
57	24940	24126	2964	3628	7952	6830	4745
58	24976	23405	2979	3698	7981	6950	4941
59	25835	23476	2939	3675	7777	6910	5093
60	24823	23535	2970	3627	7939	7012	4990
<b>MÉDIA</b>	<b>25015</b>	<b>23294</b>	<b>2997</b>	<b>3664</b>	<b>7844</b>	<b>6880</b>	<b>4826</b>

# ANEXO I

## TEMPOS DE VIAGEM - ORIGEM ANGRA DOS REIS (min)

DEST	MARL	ALBA	BICU	BONI	CORV	MARI	RONC	FRAN	SEB
1	1021	966	1201	1126	999	952	1087	1429	531
2	1008	945	1224	1087	1023	965	1146	1448	371
3	761	973	1218	1042	1044	1062	1144	1797	461
4	1166	992	1022	931	959	962	1133	1353	409
5	944	925	988	861	1057	1053	1140	1560	303
6	851	1063	908	1029	1034	1040	1020	1580	381
7	915	993	1078	1016	1092	1178	1178	1556	382
8	958	918	1151	1026	921	851	1117	1566	544
9	945	961	834	1122	982	918	1091	1277	494
10	816	993	1055	1050	1035	1067	1132	1641	421
11	879	912	717	1097	1029	1040	1341	1651	513
12	1139	930	989	864	1067	1139	1234	1495	415
13	993	1055	961	1130	1090	1040	1115	1450	354
14	939	984	797	965	1098	1001	1278	1407	541
15	1041	969	1288	940	1013	941	1205	1276	493
16	828	892	1012	1005	1129	1034	1052	1626	465
17	906	1033	1287	1075	1105	1113	922	1545	424
18	859	958	999	976	1072	1087	1180	1602	473
19	980	978	1191	1070	978	1021	1065	1373	430
20	866	951	1099	898	1028	1087	1255	1329	426
21	896	1038	1008	1244	1038	947	1212	1264	441
22	881	954	717	890	1009	1143	1174	1426	381
23	891	954	1086	928	1059	932	1108	1438	519
24	933	982	919	904	1059	950	1017	1556	407
25	969	996	1062	948	1089	1040	1156	1363	541
26	927	1021	1175	1167	1133	923	1365	1328	513
27	1023	1022	741	1024	963	1107	1287	1600	410
28	992	933	1087	1044	1147	991	1251	1666	519
29	1001	983	1131	1128	1016	962	955	1569	581
30	995	987	1246	1150	1016	975	1035	1318	561
31	799	1010	926	924	977	1006	1034	1626	639
32	949	946	1010	922	939	1118	1097	1324	473
33	914	914	978	1138	926	1112	1219	1355	456
34	1078	994	1369	1019	1064	835	1219	1590	445
35	869	960	1074	1002	1132	918	1145	1412	518
36	983	1006	1049	1093	1022	1048	1337	1421	478
37	1055	950	889	1134	1057	1005	1219	1577	549
38	1011	930	1014	1046	1104	952	1250	1548	498
39	894	956	1149	993	983	999	1130	1298	384
40	896	998	967	1068	1067	1034	1160	1444	385
41	857	964	1092	1012	1045	1001	1221	1616	586
42	951	958	889	1180	997	997	1141	1399	485
43	865	967	995	1113	1043	908	1078	1574	408
44	1018	983	1151	1137	1042	969	1139	1412	473
45	812	996	1265	1084	1003	1015	1097	1388	449
46	975	884	1318	989	941	1034	1184	1560	435
47	962	917	917	1001	974	1040	1158	1556	642
48	979	978	1101	972	1042	1081	1203	1707	404
49	1044	972	1001	1142	1043	1086	1001	1644	474
50	977	979	894	925	1001	936	1349	1678	547
51	972	959	1002	956	1066	1025	1080	1337	422
52	956	929	1037	1132	1023	915	1001	1527	502
53	1044	933	1146	900	1045	1109	1234	1497	521
54	975	1005	887	1100	1017	1044	1130	1522	417
55	1049	931	986	886	1185	1002	1169	1464	567
56	971	1060	1077	1086	1087	986	1074	1459	487
57	983	994	885	1048	996	947	1071	1209	343
58	969	975	1073	980	1034	1044	1060	1360	307
59	1019	965	957	1108	1085	999	1132	1489	525
60	922	951	760	1053	1061	819	1280	1390	405
<b>MÉDIA</b>	<b>951</b>	<b>970</b>	<b>1034</b>	<b>1031</b>	<b>1038</b>	<b>1008</b>	<b>1150</b>	<b>1481</b>	<b>465</b>
<b>DESV-PAD</b>	<b>80</b>	<b>39</b>	<b>148</b>	<b>90</b>	<b>55</b>	<b>76</b>	<b>97</b>	<b>128</b>	<b>75</b>

# ANEXO I

## TEMPOS DE VIAGEM - (min)

DEST	ORIGEM-SÃO FRANCISCO			ORIGEM-SÃO SEBASTIÃO	
	ALBA	MARL	SEB	ALBA	MARL
1	2548	2408	1060	1617	1663
2	2543	2331	1256	1582	1539
3	2420	2422	915	1687	1275
4	2402	2565	827	1310	1506
5	2560	2254	1067	1494	1568
6	2360	2323	947	1672	1391
7	2612	2258	1123	1534	1501
8	2287	2426	1015	1661	1444
9	2397	2419	1059	1518	1343
10	2405	2374	1065	1627	1481
11	2205	2290	1033	1715	1336
12	2525	2439	1109	1691	1602
13	2533	2333	1058	1542	1389
14	2523	2350	933	1656	1419
15	2307	2432	1093	1460	1462
16	2590	2588	1236	1470	1457
17	2351	2374	928	1474	1438
18	2607	2480	1163	1778	1397
19	2390	2437	1118	1468	1237
20	2241	2489	1305	1555	1609
21	2477	2583	968	1626	1474
22	2455	2643	1189	1479	1463
23	2447	2488	1138	1341	1311
24	2303	2424	1047	1478	1599
25	2328	2530	1057	1403	1528
26	2426	2399	940	1728	1446
27	2372	2537	1010	1360	1565
28	2212	2438	1106	1277	1230
29	2534	2327	1323	1571	1473
30	2518	2563	1075	1508	1158
31	2416	2360	795	1499	1613
32	2528	2681	990	1508	1390
33	2559	2400	1148	1298	1409
34	2387	2447	1275	1577	1267
35	2429	2429	1037	1655	1455
36	2277	2408	1073	1523	1413
37	2402	2449	963	1455	1428
38	2345	2529	984	1720	1440
39	2500	2577	1142	1175	1400
40	2438	2356	1180	1675	1487
41	2350	2192	1157	1282	1496
42	2481	2542	973	1447	1379
43	2388	2508	1182	1629	1630
44	2421	2087	1176	1556	1451
45	2320	2446	1024	1697	1481
46	2330	2395	842	1642	1551
47	2501	2353	1121	1660	1644
48	2594	2138	1083	1375	1619
49	2511	2377	1022	1544	1581
50	2387	2095	1118	1229	1410
51	2368	2315	1116	1624	1433
52	2460	2117	1080	1795	1497
53	2478	2482	1285	1312	1545
54	2624	2356	964	1684	1732
55	2528	2536	1109	1743	1354
56	2458	2556	1123	1344	1602
57	2416	2540	990	1474	1299
58	2436	2537	1188	1558	1437
59	2377	2434	1103	1521	1538
60	2390	2328	1321	1627	1225
<b>MÉDIA</b>	<b>2433</b>	<b>2415</b>	<b>1079</b>	<b>1535</b>	<b>1458</b>
<b>DESV-PAD</b>	<b>100</b>	<b>128</b>	<b>117</b>	<b>145</b>	<b>119</b>



# ANEXO I

151

## TEMPOS DE ATRACAÇÃO (min) TEMPO EM FILA (min)

	BACIA DE CAMPOS	S. SEBASTIÃO	ANGRA DOS REIS	S. FRANCISCO	S. SEBASTIÃO
1	265	284	172	306	1580
2	579	416	193	75	180
3	345	292	254	406	310
4	308	161	280	448	1025
5	434	215	355	161	625
6	237	348	300	538	200
7	300	319	202	359	525
8	359	281	207	237	315
9	483	74	252	250	275
10	263	215	291	306	230
11	465	193	239	406	380
12	410	237	357	418	185
13	471	387	257	411	395
14	422	230	240	308	180
15	374	242	211	296	170
16	337	309	319	215	345
17	248	218	226	177	1380
18	497	173	189	481	2820
19	386	234	273	413	135
20	283	178	274	288	555
21	380	342	339	398	220
22	505	346	344	433	210
23	325	292	293	315	1700
24	539	162	275	181	935
25	238	217	260	332	2030
26	406	286	305	297	225
27	226	205	251	315	165
28	410	296	307	514	175
29	649	201	224	235	990
30	328	334	289	250	255
31	499	68	162	478	170
32	264	292	289	344	140
33	462	223	307	231	185
34	413	240	218	422	480
35	345	335	340	175	375
36	408	268	246	186	180
37	469	249	268	262	265
38	547	267	287	362	255
39	266	270	289	399	30
40	515	136	236	500	195
41	203	188	235	312	175
42	372	179	219	202	310
43	358	289	251	522	200
44	236	198	245	360	215
45	568	162	232	203	1270
46	391	317	298	163	225
47	358	305	280	300	200
48	344	331	229	271	1030
49	489	124	281	455	185
50	745	220	293	302	755
51	511	226	211	389	
52	467	304	303	516	
53	418	267	357	218	
54	280	246	316	47	
55	385	291	266	482	
56	347	219	249	210	
57	435	195	207	502	
58	364	205	257	270	
59	264	140	210	271	
60	368	233	208	333	
<b>MEDIA</b>	<b>393</b>	<b>245</b>	<b>263</b>	<b>324</b>	<b>511</b>
<b>DESV-PAD</b>	<b>111</b>	<b>71</b>	<b>47</b>	<b>116</b>	<b>565</b>

# **ANEXO II**

## **LISTA DE VARIÁVEIS**

<b>Principais Variáveis do Modelo</b>		
<b>ATRIBUTOS</b>	<b>Valor e Unidade</b>	<b>Descrição</b>
Nt_Carg	3 – Bicudo 4 – Bonito 5 – Corvina 6 – Roncador 7 – Marimbá-Leste 8 – Albacora 9 – Marlim 11 – Mistura de Petrol	Tipo de petróleo carregado na região de produção. Importante para o cálculo do BSW.
Nt_Tip	1 – Aliviando produção 2 – Óleo p/ TEFTRAN 4 - Importação	Tipo de operação que está sendo executada pelo Nt (navio tanque).
Nt_Tx_Dg	m <sup>3</sup> /min	Taxa de descarga do navio tanque.
Nt_Park	1 – Navio de peq porte 3 – Navios de gde porte	Área de fundeio que o navio permanecerá aguardando nova programação.
Nt_Cap	m <sup>3</sup>	Máxima capacidade volumétrica do navio tanque
Nt_Qde	m <sup>3</sup>	Quantidade efetivamente carregada no navio tanque.
Nt_BSW;	% Vol.	Bottom Sediment and Water. Percentual volumétrico de água e sedimentos emulsionados no petróleo produzido.
Nt_Instante_Saida	min	Tempo de saída do navio do último sub-sistema em que ele esteve operando.
Nt_Instante_Chegada	min	Tempo de chegada do navio no sub-sistema atual.
Nt_Num		Identificador do navio
Destino_Navio	5 – Corvina 8 – Marlim 9 – Albacora 11 – Angra dos Reis	Atributo de destino da entidade transitória para o pedido de navio aliviador.
<b>VARIÁVEIS</b>		
<b>,valor inicial</b>	<b>Valores e Unidade</b>	<b>Descrição</b>
AB_Aliv_Dest, 1	1 – São Sebastião 2 – São Francisco do Sul	Destino a ser dado ao navio aliviador que acaba de sair do campo de Albacora.
AB_Cist_Max, 210.000	m <sup>3</sup>	Capacidade máxima do navio cisterna situado no campo de Albacora.
AB_Dest_FRAN, 0	m <sup>3</sup>	Quantidade acumulada do petróleo produzido no campo de Albacora destinada à REPAR.
AB_Dest_SEB, 0	m <sup>3</sup>	Quantidade acumulada de petróleo produzido no campo de Albacora que se destinou ao terminal de São Sebastião.
AB_FRAN	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre o campo de Albacora e o terminal de São Francisco do Sul.
AB_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Albacora possível de ser produzido desde o início da simulação.
AB_Real, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Albacora realmente produzido desde o início da simulação.

AB_SEB	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre o campo de Albacora e o terminal de São Sebastião.
Aliv1_St, 0	0 – não ocupado 1 - ocupado	Indicador de ocupação do primeiro LEVEL que representa o tanque do navio aliviador em Angra dos Reis.
BC_Temp_Atrac	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a atracação de navios nas monobóias da Bacia de Campos.
BI_Fila, 0	0 – sem aliviador 1 – aliviador na área	Indicador de novo navio aliviador no campo de Bicudo.
BI_Plan,0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Bicudo possível de ser produzido desde o início da simulação.
BI_Real,0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Bicudo realmente produzido desde o início da simulação.
BI_T_Chama, 66	h	Tempo que antecede o enchimento do navio aliviador no campo de Bicudo em que deve ser gerado um pedido de transporte à Park3.
BIG_Dest_FRAN, 0	m <sup>3</sup>	Volume de petróleo acumulado que se destinou à REPAR oriundo do terminal de Angra dos Reis.
BIG_Oleo_Fund, 0	m <sup>3</sup>	Quantidade atual de petróleo em navios fundeados aguardando atracação no terminal de Angra dos Reis.
BIG_Oleo_Max, 280.000	m <sup>3</sup>	Capacidade máxima de tancagem de petróleo no terminal de Angra dos Reis.
BIG_Oleo_Trans, 0	m <sup>3</sup>	Quantidade de petróleo em trânsito da Bacia de Campos, destinado ao terminal de Angra dos Reis.
BIG_P, 0	0,1 ou 2	Indicador do número de berços ocupados no terminal de Angra dos Reis.
BIG_Temp_Atrac,	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a atracação de navios em Angra dos Reis.
BN_Fila, 0	0 – sem aliviador 1 – aliviador na área	Indicador de novo navio aliviador no campo de Bonito.
BN_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Bonito possível de ser produzido desde o início da simulação.
BN_Real, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Bonito realmente produzido desde o início da simulação.
BN_T_Chama, 66	h	Tempo que antecede o enchimento do navio aliviador no campo de Bicudo em que deve ser gerado um pedido de transporte à Park3.
BSW_AB, 0	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Albacora.
BSW_BI, 0,52	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Bicudo.
BSW_BN, 0,4	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Bonito.
BSW_CV, 0,28	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Corvina.
BSW_MI, 0	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Marlim.
BSW_ML, 0	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Marimbá Leste.
BSW_RC, 0	%	Percentual volumétrico do BSW do campo de Roncador.
BSW1, 0	%	Percentual do BSW no petróleo atualmente em descarga do primeiro navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.
BSW2, 0	%	Percentual do BSW no petróleo atualmente em descarga do segundo navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.

Cap_Aliv_AB	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Albacora.
Cap_Aliv_BI, 65.000	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Bicudo.
Cap_Aliv_BN, 65.000	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Bonito.
Cap_Aliv_CV, 140.000	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Corvina.
Cap_Aliv_MI,	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Marlim.
Cap_Aliv_ML	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Marimbá Leste.
Cap_Aliv_RC	m <sup>3</sup>	Capacidade volumétrica do atual navio aliviador posicionado no campo de Roncador.
Cap_Aliv1	m <sup>3</sup>	Capacidade atual do primeiro navio aliviador que atracou para descarregar petróleo no terminal de Angra dos Reis.
Cap_Aliv2	m <sup>3</sup>	Capacidade atual do segundo navio aliviador que atracou para descarregar petróleo no terminal de Angra dos Reis.
Cap_Imp, 70000	m <sup>3</sup>	Lote de petróleo importado destinado ao terminal de São Francisco do Sul.
Cap_Nto	m <sup>3</sup>	Capacidade atual do navio destinado ao terminal de Angra para carregamento da mistura de petróleos.
CDF	USD/dia	Custo diário de manutenção da frota própria.
CF_M3_EP	USD/m <sup>3</sup>	Custo fixo por metro cúbico no E&P.
CF_M3_Ref	USD/m <sup>3</sup>	Custo fixo por metro cúbico na REPAR.
Chegou_Tempo	min	Tempo aleatoriamente escolhido para a espera por luz do dia para atracação.
CTM	USD/ano	Custo anual de manutenção da frota própria.
Custo_Atrac_BC	USD	Custo de atracação na Baía de Campos.
Custo_Atrac_BIG	USD	Custo de atracação no terminal de Angra dos Reis.
Custo_Atrac_FRAN	USD	Custo de atracação no terminal de São Francisco do Sul.
Custo_Atrac_SEB	USD	Custo de atracação no terminal de São Sebastião.
Custo_ClasseB	USD/dia	Custo diário de afretamento de um navio da classe B.
Custo_ClasseJ	USD/dia	Custo diário de afretamento de um navio da classe J.
Custo_ClasseP	USD/dia	Custo diário de afretamento de um navio da classe P.
Custo_ClasseR	USD/dia	Custo diário de afretamento de um navio da classe R.
CV_Fila, 0	0 – sem aliviador 1 – aliviador na área	Indicador de novo navio aliviador no campo de Corvina.
CV_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Corvina possível de ser produzido desde o início da simulação.
CV_Real, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Corvina realmente produzido desde o início da simulação.
CV_T_Chama, 66	h	Tempo que antecede o enchimento do navio aliviador no campo de Corvina em que deve ser gerado um pedido de transporte à Park3.
ETA_BIG_FRAN	min	Tempo estimado para chegada no terminal de São Francisco do Sul de um navio que carregou petróleo no terminal de Angra dos Reis.
ETA_FRAN_Max	min	Tempo limite para chegada de novo navio em São Francisco de sorte que não seja interrompido o bombeamento para a REPAR.

## ANEXO II

155

ETA_IMP_FRAN	min	Tempo estimado para chegada do próximo navio com óleo importado em São Francisco do Sul.
ETR_NT(J)	min	Tempo estimado para a chegada do navio J à sua respectiva área de programação.
Fant		Fator de antecipação de pedidos de transporte para os campos de Marlim e Albacora.
Fator_CV.		Fator de antecipação de pedidos de transporte para o campo de corvina
fo_BIG, 0.25	-	Fator a ser multiplicado à capacidade máxima de petróleo do terminal de Angra dos Reis, que serve para geração de sinais de chamadas de navios para carregamento.
FRAN_Nt_Dg_Disb	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de descarga para a tancagem de óleo disponível de um navio de petróleo no terminal de São Francisco do sul.
FRAN_Nt_Tip	1 – Óleo da Bacia de Campos (Marlim ou Albacora) 4 – Importação 11 – Óleo de Angra	Origem do petróleo que chegou em São Francisco. Utilizado na determinação do tempo de repouso do óleo. 1 – 48h de repouso; 4 ou 11 – 24h de repouso.
FRAN_Nt_Tx_Dg	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de descarga para a tancagem de óleo em repouso de um navio de petróleo no terminal de São Francisco do sul.
FRAN_PAR_Bomb, 21.6	m <sup>3</sup> /min	Taxa de referência para transferência de petróleo via oleoduto entre o terminal de São Francisco e a REPAR.
FRAN_SEB	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre o terminal de São Francisco e o terminal de São Sebastião.
FRAN_Temp_Atrac	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a atracação de navios no terminal de São Francisco do Sul.
FRAN_Terra_Max, 300.000	m <sup>3</sup>	Capacidade máxima de estocagem de petróleo no terminal de São Francisco do Sul.
FRAN_Tq, 65.000	m <sup>3</sup>	Volume que representa o enchimento do primeiro tanque de petróleo em São Francisco. A partir deste volume inicia-se a contagem do tempo de repouso do petróleo no terminal.
frep,0	0 – anula DETECT 1 – ativa DETECT	Indicador que anula ou ativa o DETECT que gera o sinal que inicia o período de repouso.
IMP_Dest_FRAN, 0	m <sup>3</sup>	Quantidade acumulada de petróleo importado alocado à REPAR.
IMP_FRAN, 720	min	Tempo médio de viagem entre a área de geração de navios importados e o terminal de São Francisco. Criada visando possibilitar recurso de animação.
K		Número do lote de petróleo que chegou em Angra.
Libor, 0,12		Taxa de atratividade.
Margem_EP	USD/ano	Margem anual obtida no E&P.
Margem_PAR	USD/ano	Margem anual obtida na REPAR.
Mau_Tempo	min	Tempo aleatoriamente escolhido para a espera por melhores condições de tempo para atracação.
MI_Aliv_Dest, 1	1 – São Sebastião 2 – São Francisco do Sul	Destino a ser dado ao navio aliviador que acaba de sair do campo de Marlim.
MI_Cist_Max, 210.000	m <sup>3</sup>	Capacidade atual máxima do navio aliviador situado no campo de Marlim.

MI_Dest_FRAN	m <sup>3</sup>	Quantidade acumulada de petróleo do campo de Marlim que se destinou ao terminal de São Francisco.
MI_Dest_SEB	m <sup>3</sup>	Quantidade acumulada de petróleo do campo de Marlim que se destinou ao terminal de São Sebastião.
MI_FRAN	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre o campo de Marlim e o terminal de São Francisco do Sul.
MI_Plan	m <sup>3</sup>	Quantidade total de óleo acumulada que poderia ser produzida em Marlim.
MI_Real	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Marlim realmente produzido desde o início da simulação.
MI_SEB	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre o campo de Marlim e o terminal de São Sebastião.
MIN_CB	min	Menor tempo estimado de chegada de um navio da classe B à área de programação.
MIN_CP	min	Menor tempo estimado de chegada de um navio da classe P à área de programação.
ML_Cist_Max ,28.000	m <sup>3</sup>	Capacidade máxima do navio cisterna situado no campo de Marimbá Leste.
ML_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Marimbá Leste possível de ser produzido desde o início da simulação.
ML_Real, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Marimbá Leste realmente produzido desde o início da simulação.
NSA1_AB, 0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Albacora.
NSA1_BI,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Bicudo.
NSA1_BN,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Bonito.
NSA1_CV,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Corvina.
NSA1_MI,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Marlim.
NSA1_ML,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Marimbá Leste.
NSA1_PAR,0	%	Nível de serviço acumulado por estoque mínimo acordado na REPAR.
NSA1_RC,0	%	Nível de serviço acumulado por pontualidade no campo de Roncador.
NSA2_BI,0	%	Nível de serviço acumulado no campo de Bicudo. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_BI = 100%.
NSA2_BN,0	%	Nível de serviço acumulado no campo de Bonito. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_BN = 100%.
NSA2_CV,0	%	Nível de serviço acumulado no campo de Corvina. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_CV = 100%.
NSA2_MI,0	%	Nível de serviço acumulado no campo de Marlim. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_MI = 100%.
NSA2_ML,0	%	Nível de serviço acumulado em Marimbá Leste. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_ML = 100%.

## ANEXO II

157

NSA2_PAR,0	%	Nível de serviço acumulado na REPAR. Sem perdas de processamento por falta de estoque de matéria-prima - NSA_PAR = 100%.
NSA2_RC,0	%	Nível de serviço acumulado no campo de Roncador. Sem perdas de produção por falta de transporte - NSA_RC = 100%.
P1_BIG, 180	min	Tempo médio de viagem entre a área de fundeio Park 1 e o terminal de Angra dos Reis.
P1_Dest1, 0	6 ou 7	Primeira solicitação de navio à área de fundeio Park1.
P1_Dest2, 0	6 ou 7	Segunda solicitação de navio à área de fundeio Park1.
P1_ML,	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park 1 e o campo de Marimbá Leste.
P1_RC	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park1 e o campo de Roncador.
P3_AB	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park 3 e o campo de Albacora.
P3_BI	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park3 e o campo de Bicudo.
P3_BIG,180	min	Tempo médio de viagem entre a área de fundeio Park 3 e o terminal de Angra dos Reis.
P3_BN	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre Park3 e Bonito.
P3_CV	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park 3 e o campo de Corvina.
P3_FRAN,	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park 3 e o terminal de São Francisco.
P3_MI	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre Park3 e Marlim.
P3_SEB	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a viagem entre a área de fundeio Park 3 e o terminal de São Sebastião.
PAR_Est_Cg_Minima, 90.000	m <sup>3</sup>	Estoque de petróleo na REPAR abaixo do qual a refinaria opera na carga mínima.
PAR_Est_Cg_Reduzida, 120.000	m <sup>3</sup>	Estoque de petróleo na REPAR abaixo do qual a refinaria não consegue manter sua carga de referência.
PAR_Est_Crit, 40.000	m <sup>3</sup>	Estoque de petróleo na REPAR abaixo do qual a refinaria cessa o seu processamento.
PAR_Est_Max, 300.000	m <sup>3</sup>	Máxima capacidade de estocagem de petróleo na REPAR.
PAR_Ref, 20.83	m <sup>3</sup> /min	Taxa atual de processamento de petróleo na REPAR (carga).
PAR_Ref_Min, 12.5	m <sup>3</sup> /min	Mínima taxa de refino de petróleo abaixo da qual a refinaria cessa o processamento.
PAR_Ref_REF, 20.83	m <sup>3</sup> /min	Taxa de processamento de referência da refinaria REPAR.
Price_Pet, 30,0	USD/bbl	Preço do barril de petróleo.
Prob_Dia		Probabilidade de chegada de um navio no período diurno.
Prob_Noite		Probabilidade de chegada de um navio no período noturno.



## ANEXO II

158

PSEB	0,1 e 2	Número de berços ocupados do terminal de São Sebastião.
RC_Cist_Max, 40.000	m <sup>3</sup>	Capacidade máxima do navio cisterna do campo de Roncador.
RC_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Roncador possível de ser produzido desde o início da simulação.
RC_Real, 0	m <sup>3</sup>	Volume acumulado de petróleo Roncador realmente produzido desde o início da simulação.
REF_Plan, 0	m <sup>3</sup>	Processamento de petróleo planejado acumulado. Utilizado no cálculo do Nível de Serviço da REPAR.
REF_Real, 0	m <sup>3</sup>	Refino acumulado realizado desde o início da simulação.
SEB_Temp_Atrac,	min	Tempo escolhido aleatoriamente para a atracação de navios em São Sebastião.
SIGN_BI	min	Tempo estimado para a colocação de um pedido de navio para o campo de Bicudo.
SIGN_BN	min	Tempo estimado para a colocação de um pedido de navio para o campo de Bonito.
T_Chama, 96	h	Antecedência em horas para chamada de navios aliviadores para os campos de Marlim, Albacora, Roncador e Marimbá Leste.
Tempo_Simula, 525.600	min	Tempo total da simulação.
Tempo(K)	min	Tempo da simulação que chegou o lote K
TTF	m <sup>3</sup>	Capacidade total da frota própria.
Tx_Cg_Aliv_AB, 83	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de carregamento do navio aliviador no campo de Albacora.
Tx_Cg_Aliv_MI, 85	m <sup>3</sup> /min	Taxa de carga do navio aliviador no campo de Marlim.
Tx_Cg_Aliv_ML, 50	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de referência de carregamento de navios aliviadores no campo de Marimbá Leste.
Tx_Cg_Aliv_RC, 58	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de carregamento do navio aliviador no campo de Roncador.
Tx_Cg_BIG, 83	m <sup>3</sup> /min	Taxa média de carregamento de navios no terminal de Angra dos Reis.
Tx_Dg_Aliv1, 0	m <sup>3</sup> /min	Taxa de descarga do primeiro navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.
Tx_Dg_Aliv2, 0	m <sup>3</sup> /min	Taxa de descarga do segundo navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.
Tx_Prod_AB	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Albacora.
Tx_Prod_BI	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Bicudo.
Tx_Prod_BN	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Bonito.
Tx_Prod_CV	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Corvina.
Tx_Prod_MI	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Marlim.
Tx_Prod_ML	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Marimbá Leste.
Tx_Prod_RC	m <sup>3</sup> /min	Taxa de produção escolhida aleatoriamente para o campo de Roncador.
Vol(K)	m <sup>3</sup>	Volume do lote K.
VP3		Número de navios na fila de espera de Park3 - aguardando nova programação.

<b>RECURSOS</b>		<b>Descrição</b>	
AB_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Albacora.	
RC_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Roncador.	
BIG_Pier,Capacity(2,)- ,Stationary		Berços do terminal de Angra dos Reis.	
FRAN_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do terminal de São Francisco do Sul.	
CV_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Corvina.	
MI_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Marlim.	
BI_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Bicudo.	
ML_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Marimbá Leste.	
BN_Monob,Capacity(1,)- ,Stationary		Monobóia do campo de Bonito.	
<b>ESTAÇÕES</b>		<b>Descrição</b>	
St_SEB		STATION – Terminal de São Sebastião.	
St_BIG		STATION – Terminal de Angra dos Reis.	
St_BN		STATION – Campo de Bonito.	
St_MI		STATION – Campo de Marlim.	
St_ML		STATION – Campo de Marimbá Leste.	
St_FRAN		STATION – Terminal de São Francisco do Sul.	
St_AB		STATION – Campo de Albacora.	
St_CV		STATION – Campo de Corvina.	
St_RC		STATION – Campo de Roncador.	
St_Park1		STATION – Área de Programação I.	
St_Park3		STATION – Área de Programação II.	
St_BI		STATION – Campo de Bicudo.	
St_Imp;		STATION – Área de geração de navios de importação.	
<b>EXPRESSÕES</b>		<b>Valor</b>	<b>Descrição</b>
BI_48h_Top,5;	5		Sinal indicando que restam apenas 48 horas para o enchimento do navio aliviador no campo de Bicudo.
BN_48h_Top,8	8		Sinal indicando que restam apenas 48 horas para o enchimento do navio aliviador no campo de Bonito.
CV_48h_Top,11	11		Sinal indicando que restam apenas 48 horas para o enchimento do navio aliviador no campo de Corvina.
FIM_Cg_AB,15	15		Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Albacora.
FIM_Cg_BI,4	4		Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Bicudo.

## ANEXO II

160

FIM_Cg_BN,7	7	Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Bonito.
FIM_Cg_CV,10	10	Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Corvina.
FIM_Cg_MI,16	16	Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Marlim.
FIM_Cg_ML,14	14	Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Marimbá Leste.
FIM_Cg_Nto,18	18	Sinal indicando o final de carregamento do navio de petróleo no terminal de Angra dos Reis.
FIM_Cg_RC,13	13	Sinal indicando o final de carregamento do navio aliviador no campo de Roncador.
FIM_Dg_Aliv1,19	19	Sinal indicando o final de descarga do primeiro navio aliviador no terminal de Angra dos Reis.
FIM_Dg_Aliv2,20	20	Sinal indicando o final de descarga do segundo navio aliviador no terminal de Angra dos Reis.
FIM_Dg_Nt,22	22	Sinal indicando o final de descarga navio de petróleo no terminal de São Francisco do Sul.
P1_Libera,1	1	Sinal indicando solicitação de navio à Park1.
P3_Libera_60,27	27	Sinal indicando liberação de navio para o campo de Bonito.
P3_Libera_60_90,28	28	Sinal indicando liberação de navio para o campo de Bicudo.
P3_Libera_Qualquer,30	30	Sinal indicando liberação de navio para qualquer sub-sistema.
Qualquer_Libera,31	31	Sinal indicando liberação de destino para o navio liberado pelo sinal P3_libera_qualquer.

LEVELS	Valor e Unidade	Descrição
1,AB_Aliv_Level,0	m3	Nível do navio aliviador do campo de Albacora.
2,BI_Aliv_Level,50000	m3	Nível do navio aliviador do campo de Albacora.
3,BIG_Aliv1_Level,0	m3	Nível do primeiro navio aliviador que chegou no terminal de Angra dos Reis.
4,BIG_Aliv2_Level,0	m3	Nível do segundo navio aliviador que chegou no terminal de Angra dos Reis.
6,BIG_Nto_Level,0	m3	Nível do navio carregando petróleo no terminal de Angra dos Reis.
7,BN_Aliv_Level,35000	m3	Nível do navio aliviador do campo de Bonito.
8,CV_Aliv_Level,70000	m3	Nível do navio aliviador do campo de Corvina.
10,FRAN_Nt_Level,0	m3	Nível do navio descarregando petróleo no terminal de São Francisco do Sul.
11,FRAN_Oleo_Level,20000	m3	Nível total dos tanques de petróleo (incluindo óleo em repouso) no terminal de São Francisco do Sul.
12,FRAN_Rep_Level,0	m3	Nível dos tanques de petróleo em repouso no Terminal de São Francisco do Sul.
14,MI_Aliv_Level,0	m3	Nível do navio aliviador do campo de Marlim.
15,ML_Aliv_Level,0	m3	Nível do navio aliviador do campo de Marimbá Leste.
16,RC_Aliv_Level,0	m3	Nível do navio aliviador do campo de Roncador.
17,RC_Cist_Level,30000	m3	Nível do navio cisterna do campo de Roncador.
18,ML_Cist_Level,19000	m3	Nível do navio cisterna do campo de Marimbá Leste.
19,AB_Cist_Level,20000	m3	Nível do navio cisterna do campo de Albacora.
20,MI_Cist_Level,100000	m3	Nível do navio cisterna do campo de Marlim.

## ANEXO II

161

22,BIG_Oleo_Level,32000	m3	Nível dos tanques de petróleo do terminal de Angra dos Reis.
23,PAR_Level,135000;	m3	Nível dos tanques de petróleo da REPAR.
<b>RATES</b>		
	<b>Valor e Unidade</b>	<b>Descrição</b>
1,AB_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Albacora.
2,Bi_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Bicudo.
3,BIG_Aliv1_Rate	m3/min	Taxa de descarregamento do primeiro navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.
4,BIG_Aliv2_Rate	m3/min	Taxa de descarregamento do segundo navio aliviador que chegou ao terminal de Angra dos Reis.
6,BIG_Nto_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio de petróleo no terminal de Angra dos Reis.
7,BN_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Bonito.
8,CV_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Corvina.
10,FRAN_Nt_Rate	m3/min	Taxa de descarregamento do navio cisterna no campo de Roncador.
11,FRAN_Oleo_Rate,-21.53	m3/min	Taxa de enchimento/esvaziamento dos tanques de petróleo disponível para bombeamento do terminal de São Francisco do Sul.
12,FRAN_Rep_Rate	m3/min	Taxa de enchimento dos tanques de petróleo em repouso do terminal de São Francisco do Sul.
14,MI_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Marlim.
15,ML_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Marimbá Leste.
16,RC_Aliv_Rate	m3/min	Taxa de carregamento do navio aliviador no campo de Roncador.
17,RC_Cist_Rate,2.08	m3/min	Taxa de carregamento do navio cisterna no campo de Roncador.
18,ML_Cist_Rate,1.53	m3/min	Taxa de carregamento do navio cisterna no campo de Marimbá Leste.
19,AB_Cist_Rate,17.4	m3/min	Taxa de carregamento do navio cisterna no campo de Albacora.
20,MI_Cist_Rate,20.83	m3/min	Taxa de carregamento do navio cisterna no campo de Marlim.
22,BIG_Oleo_Rate	m3/min	Taxa de enchimento/esvaziamento dos tanques de petróleo do terminal de Angra dos Reis.
23,PAR_Rate,0.69;	m3/min	Taxa de enchimento/esvaziamento dos tanques de petróleo da REPAR.

# **ANEXO III**

**RESULTADOS – EXPERIMENTO 7.2.1**

# ANEXO III

CORRIDA crzazcz3	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual		Custo Anual Manut. Frctal (mil USD)	Custo Anual com atracs. (mil USD)	Num. Atracs.	IFUT (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
		Imobilizado (mil USD)	Operacional (mil USD)													
1,00	835,98	18929,98	57744,21	12204,00	843,00	92,86	69948,21	12314,44	101192,63	100,00	99,36	99,43	2726764,44	2625571,80	23,08	
2,00	751,83	17024,49	57744,21	12019,00	829,00	93,46	69763,21	11102,38	97890,08	99,28	99,44	99,42	2727722,60	2629832,52	22,52	
3,00	735,15	16646,76	57744,21	12041,00	831,00	92,61	69785,21	14619,38	101051,35	99,67	99,25	99,29	2723465,10	2622413,75	19,84	
4,00	740,62	16770,66	57744,21	12186,00	840,00	93,85	69930,21	12650,42	99351,29	98,69	99,37	99,30	2725189,93	2625838,64	20,03	
5,00	726,68	16454,85	57744,21	12209,00	840,00	93,18	69953,21	13778,92	100186,97	98,69	99,31	99,25	2723712,16	2623525,19	19,39	
6,00	783,89	17750,51	57744,21	12137,00	837,00	93,02	69881,21	14627,26	102258,98	100,00	99,24	99,32	2723739,98	2621481,00	21,19	
7,00	723,42	16381,22	57744,21	12171,00	837,00	93,13	69915,21	12320,43	98616,86	99,45	99,37	99,38	2726278,81	2627661,99	19,86	
8,00	752,85	17047,50	57744,21	12116,00	834,00	92,57	69860,21	12788,33	99696,04	99,91	99,34	99,40	2726063,85	2626367,81	20,65	
9,00	732,22	16580,33	57744,21	12072,00	832,00	92,93	69816,21	12207,21	98603,75	100,00	99,37	99,43	2726904,66	2628300,92	19,56	
10,00	764,84	17319,01	57744,21	12052,00	831,00	93,02	69796,21	15536,99	102652,21	100,00	99,20	99,28	2722550,33	2619898,12	20,68	
11,00	747,00	16915,00	57744,21	12025,00	829,00	92,53	69769,21	13795,62	100479,83	99,43	99,30	99,31	2724329,53	2623849,70	22,05	
12,00	718,94	16279,77	57744,21	12019,00	829,00	92,27	69763,21	14404,36	100447,34	98,97	99,27	99,24	2723134,59	2622687,21	19,88	
13,00	763,20	17281,87	57744,21	12177,00	841,00	93,35	69921,21	12351,90	99554,98	100,00	99,36	99,43	2726715,46	2627160,48	20,82	
14,00	757,97	17163,47	57744,21	12067,00	835,00	93,38	69811,21	11651,52	98626,20	99,86	99,40	99,45	2727506,93	2628880,74	21,51	
15,00	729,91	16528,16	57744,21	12013,00	830,00	92,59	69757,21	13511,68	99797,05	99,45	99,31	99,33	2724717,80	2624920,74	19,60	
16,00	827,95	18748,12	57744,21	12263,00	845,00	93,71	70007,21	13253,55	102008,88	100,00	99,31	99,38	2725536,37	2623527,48	22,98	
17,00	822,68	18628,82	57744,21	12207,00	843,00	93,31	69951,21	14375,91	102955,94	100,00	99,25	99,33	2724068,67	2621127,73	22,70	
18,00	843,64	19103,49	57744,21	12255,00	844,00	93,51	69999,21	12380,71	101483,40	100,00	99,36	99,43	2726677,78	2625194,37	23,42	
19,00	762,04	17255,61	57744,21	12027,00	834,00	93,09	69771,21	12858,74	99885,55	100,00	99,34	99,41	2726052,67	2626167,12	21,48	
20,00	815,95	18476,48	57744,21	12128,00	837,00	92,80	69872,21	12620,67	100969,36	100,00	99,34	99,41	2726363,98	2625394,62	22,26	
<b>Média</b>	<b>766,84</b>	<b>17364,30</b>	<b>57744,21</b>	<b>12119,40</b>	<b>837,01</b>	<b>93,06</b>	<b>69863,61</b>	<b>13157,52</b>	<b>100385,44</b>	<b>99,67</b>	<b>99,32</b>	<b>99,36</b>	<b>2725374,78</b>	<b>2624989,34</b>	<b>21,18</b>	

# ANEXO III

CORRIDA	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	39,13%	91,98%	38,89%	98,29%	64,71%	99,93%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2	46,81%	93,48%	36,11%	97,98%	86,67%	99,79%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,48%	99,28%
3	41,86%	90,71%	45,95%	97,71%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,71%	99,67%
4	46,67%	91,45%	44,74%	98,98%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	62,19%	98,69%
5	46,67%	91,50%	52,63%	97,92%	68,75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	25,45%	98,69%
6	37,21%	90,81%	50,00%	97,46%	58,82%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
7	35,56%	91,18%	52,63%	99,33%	81,25%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,39%	99,45%
8	50,00%	91,76%	51,35%	98,05%	82,35%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,14%	99,91%
9	27,91%	93,09%	42,86%	96,99%	55,56%	99,98%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	91,54%	100,00%
10	39,53%	88,34%	44,74%	99,68%	62,50%	99,93%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	91,81%	100,00%
11	42,22%	92,28%	50,00%	96,69%	72,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,74%	99,43%
12	36,36%	90,58%	52,63%	98,33%	70,59%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45,21%	98,97%
13	36,36%	90,54%	52,50%	99,96%	56,25%	99,93%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,77%	100,00%
14	33,33%	92,54%	48,65%	98,20%	68,75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	83,91%	99,86%
15	31,82%	91,24%	45,95%	98,19%	83,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,75%	99,45%
16	38,64%	92,34%	44,74%	96,94%	75,00%	99,92%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
17	38,64%	89,85%	50,00%	98,84%	62,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
18	39,53%	91,21%	51,28%	99,35%	75,00%	99,69%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
19	40,00%	91,59%	47,37%	98,31%	60,00%	99,91%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	90,76%	100,00%
20	28,57%	90,51%	56,41%	99,63%	88,24%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
<b>Média</b>	<b>38,84%</b>	<b>91,35%</b>	<b>47,97%</b>	<b>98,34%</b>	<b>71,12%</b>	<b>99,95%</b>	<b>99,73%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,73%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>80,44%</b>	<b>99,67%</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP2CAZCJ4	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut.Frota (mil USD)	Custo Anual com atracs. (mil USD)	Num. Atracs.	FUT Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	754,18	17.077,55	66.950,97	12.054,00	828	80,62	79.004,97	2.364,86	98.447,38	98,84	99,90	99,79	2.738.768,09	2.640.320,71	20,73
2	754,54	17.085,75	66.950,97	11.987,00	821	80,78	78.937,97	1.257,84	97.281,55	98,69	99,96	99,83	2.740.080,88	2.642.799,33	20,08
3	776,14	17.574,88	66.950,97	11.958,00	822	81,62	78.908,97	325,95	96.809,80	99,67	99,99	99,96	2.742.156,35	2.645.346,55	20,64
4	750,22	16.987,88	66.950,97	11.921,00	817	80,88	78.871,97	1.676,61	97.536,46	97,13	99,97	99,67	2.738.182,94	2.640.646,49	19,91
5	766,82	17.363,85	66.950,97	12.181,00	835	81,18	79.131,97	441,61	96.937,43	99,55	99,99	99,94	2.741.900,94	2.644.963,51	20,20
6	779,08	17.641,60	66.950,97	12.025,00	824	81,12	78.975,97	617,96	97.235,53	99,15	99,99	99,90	2.741.324,14	2.644.088,61	20,75
7	747,11	16.917,48	66.950,97	11.987,00	821	80,68	78.937,97	608,64	96.464,09	98,43	100,00	99,84	2.740.711,58	2.644.247,49	20,85
8	754,55	17.086,02	66.950,97	11.939,00	820	80,81	78.889,97	1.494,85	97.470,84	99,47	99,93	99,89	2.740.453,88	2.642.983,04	21,18
9	766,09	17.347,34	66.950,97	11.970,00	821	80,50	78.920,97	1.144,84	97.413,14	99,28	99,96	99,88	2.740.741,88	2.643.328,74	20,35
10	816,33	18.484,86	66.950,97	12.003,00	823	81,12	78.953,97	389,46	97.828,29	100,00	99,98	99,98	2.742.358,65	2.644.530,36	22,25
11	757,29	17.148,15	66.950,97	12.059,00	829	80,84	79.009,97	1.722,67	97.880,79	99,56	99,92	99,88	2.740.230,18	2.642.349,39	20,21
12	764,00	17.300,13	66.950,97	12.066,00	827	81,29	79.016,97	313,94	96.631,04	99,60	99,99	99,95	2.742.112,88	2.645.481,84	21,15
13	769,70	17.429,15	66.950,97	12.047,00	826	81,30	78.997,97	784,40	97.211,53	99,65	99,97	99,93	2.741.541,51	2.644.329,98	20,35
14	784,89	17.773,04	66.950,97	12.044,00	826	80,86	78.994,97	924,00	97.632,01	99,82	99,96	99,94	2.741.502,12	2.643.810,11	21,93
15	748,49	16.948,90	66.950,97	12.061,00	826	80,81	79.011,97	425,83	96.386,69	99,45	99,99	99,93	2.741.835,17	2.645.448,47	20,63
16	768,80	17.408,81	66.950,97	11.948,00	820	81,19	78.898,97	922,10	97.229,88	99,71	99,96	99,93	2.741.413,23	2.644.183,35	22,69
17	799,67	18.107,62	66.950,97	12.008,00	824	81,27	78.958,97	1.529,19	98.595,77	99,67	99,93	99,90	2.740.580,03	2.641.984,26	22,65
18	847,90	19.199,84	66.950,97	12.123,00	832	80,89	79.073,97	1.913,33	100.187,14	100,00	99,90	99,91	2.740.365,89	2.640.178,75	23,06
19	770,33	17.443,33	66.950,97	12.082,00	829	80,88	79.032,97	404,19	96.880,49	98,96	100,00	99,89	2.741.436,06	2.644.555,56	20,93
20	766,01	17.345,58	66.950,97	11.975,00	822	80,95	78.925,97	883,37	97.154,92	98,99	99,98	99,87	2.740.836,39	2.643.681,47	21,27
<b>Média</b>	<b>772,11</b>	<b>17.483,59</b>	<b>66.950,97</b>	<b>12.021,90</b>	<b>825</b>	<b>80,98</b>	<b>78.972,87</b>	<b>1.007,28</b>	<b>97.463,74</b>	<b>99,28</b>	<b>99,96</b>	<b>99,89</b>	<b>2.740.926,64</b>	<b>2.643.462,90</b>	<b>21,09</b>



# ANEXO III

CORRIDA CPZCBZCJ4	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	23,08%	98,15%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,65%	98,84%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	99,28%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	29,57%	98,69%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46,15%	99,82%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	74,88%	99,67%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46,15%	99,46%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	39,27%	97,13%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	25,00%	99,74%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	68,97%	99,55%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	7,69%	99,72%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	64,74%	99,15%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,86%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	44,89%	98,43%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	30,77%	98,75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48,04%	99,47%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	23,08%	99,16%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	61,63%	99,28%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	38,46%	99,62%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	21,43%	99,25%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	53,55%	99,56%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	16,67%	99,85%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	61,84%	99,60%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	21,43%	99,37%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	61,55%	99,65%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	30,77%	99,18%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,24%	99,82%
15	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,86%	99,79%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	57,07%	99,45%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	8,33%	99,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	74,11%	99,71%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	16,67%	98,65%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,92%	100,00%	67,67%	99,67%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	35,71%	98,94%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,86%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,07%	98,96%
20	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	30,77%	99,53%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	48,07%	98,99%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,58%</b>	<b>99,93%</b>	<b>27,54%</b>	<b>99,37%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,85%</b>	<b>61,64%</b>	<b>99,28%</b>	<b>99,28%</b>

# ANEXO III

CORRIDA cp20azcjs	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut. Frota (mil USD)	Custo Anual com atacs. (mil USD)	Núm. Atracs.	FUT Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	682,18	15.447,34	76.157,72	12.890,00	884	75,81	89.047,72	44,98	104.540,04	99,88	100,00	99,99	2.742.708,99	2.638.168,96	20,04
2	753,34	17.058,60	76.157,72	12.882,00	883	75,24	89.039,72	0,20	106.098,52	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.636.769,15	21,57
3	670,57	15.184,39	76.157,72	12.907,00	884	75,04	89.064,72	110,92	104.360,03	99,74	100,00	99,97	2.742.498,70	2.638.138,67	18,65
4	688,41	15.588,31	76.157,72	12.877,00	881	74,98	89.034,72	831,76	105.454,79	97,86	100,00	99,77	2.739.920,90	2.634.466,11	19,75
5	695,57	15.750,59	76.157,72	12.893,00	883	75,07	89.050,72	193,89	104.995,20	99,52	100,00	99,95	2.742.199,89	2.637.204,69	19,54
6	668,33	15.133,58	76.157,72	12.775,00	876	74,73	88.932,72	232,22	104.298,52	99,40	100,00	99,94	2.742.045,48	2.637.746,96	19,38
7	643,95	14.581,64	76.157,72	12.921,00	884	75,06	89.078,72	462,73	104.123,08	98,81	100,00	99,87	2.741.228,64	2.637.105,56	18,47
8	675,73	15.301,32	76.157,72	12.986,00	889	74,63	89.143,72	354,72	104.799,76	99,09	100,00	99,90	2.741.611,36	2.636.811,60	19,03
9	673,74	15.256,22	76.157,72	12.929,00	885	74,80	89.086,72	310,73	104.653,67	99,20	100,00	99,92	2.741.767,26	2.637.113,60	19,09
10	658,58	14.912,78	76.157,72	12.897,00	881	74,58	89.054,72	691,18	104.658,67	98,22	100,00	99,81	2.740.419,09	2.635.760,41	18,73
11	664,97	15.057,48	76.157,72	12.828,00	877	74,42	88.985,72	904,78	104.947,97	97,67	100,00	99,76	2.739.662,17	2.634.714,19	18,84
12	672,11	15.219,18	76.157,72	12.836,00	878	74,61	88.993,72	819,12	105.032,02	97,89	100,00	99,78	2.739.965,70	2.634.933,68	19,12
13	667,66	15.118,46	76.157,72	12.877,00	881	74,53	89.034,72	318,18	104.471,36	99,20	100,00	99,92	2.741.754,93	2.637.283,58	19,45
14	666,86	15.100,33	76.157,72	12.954,00	886	75,00	89.111,72	352,79	104.564,84	99,09	100,00	99,90	2.741.618,22	2.637.053,38	18,72
15	682,98	15.465,36	76.157,72	12.854,00	882	74,96	89.011,72	65,38	104.542,46	99,83	100,00	99,98	2.742.636,70	2.638.094,24	19,76
16	678,92	15.373,50	76.157,72	12.863,00	881	74,85	89.020,72	218,81	104.613,02	99,44	100,00	99,94	2.742.093,01	2.637.479,99	20,33
17	646,80	14.646,07	76.157,72	12.923,00	885	74,63	89.080,72	762,03	104.488,81	98,04	100,00	99,79	2.740.168,03	2.635.679,22	19,34
18	680,57	15.410,75	76.157,72	12.860,00	881	74,29	89.017,72	327,35	104.755,82	99,45	99,99	99,94	2.741.963,67	2.637.207,85	19,62
19	769,06	17.414,65	76.157,72	12.840,00	882	74,84	88.997,72	0,20	106.412,57	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.636.455,11	23,36
20	691,24	15.652,51	76.157,72	12.866,00	881	74,46	89.023,72	481,46	105.157,69	98,76	100,00	99,87	2.741.162,24	2.636.004,54	20,35
<b>Média</b>	<b>681,58</b>	<b>15.433,65</b>	<b>76.157,72</b>	<b>12.882,90</b>	<b>882</b>	<b>74,83</b>	<b>89.040,62</b>	<b>374,17</b>	<b>104.848,44</b>	<b>99,06</b>	<b>100,00</b>	<b>99,90</b>	<b>2.741.558,02</b>	<b>2.636.709,57</b>	<b>19,66</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP2CBZCJS	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est.Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	72,22%	99,88%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	61,54%	99,74%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,64%	97,86%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,05%	99,52%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55,70%	99,40%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	29,59%	98,81%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	60,17%	99,09%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,06%	99,20%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	54,99%	98,22%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	41,85%	97,67%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,41%	97,89%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	56,52%	99,20%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	53,06%	99,09%
15	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	73,04%	99,83%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	51,34%	99,44%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	51,39%	98,04%
18	100,00%	100,00%	100,00%	99,89%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,08%	99,45%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	64,96%	98,76%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>64,33%</b>	<b>99,06%</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP2CB3C33 (a)	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut. Frota (mil USD)	Custo Anual com atacs. (mil USD)	Num. Atacs.	FUI Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LGG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	765,77	17.340,01	63.980,59	12.327,00	850	82,57	76.307,59	257,61	93.905,21	100,00	99,99	99,99	2.742.531,07	2.648.625,86	21,15
2	745,95	16.891,27	63.980,59	12.341,00	850	82,68	76.321,59	257,44	93.470,31	99,34	100,00	99,93	2.741.956,10	2.648.485,80	20,34
3	771,32	17.465,67	63.980,59	12.445,00	857	83,00	76.425,59	2,02	93.893,29	100,00	100,00	100,00	2.742.865,29	2.648.972,00	21,19
4	766,10	17.347,65	63.980,59	12.419,00	853	82,39	76.399,59	816,58	94.563,82	99,91	99,96	99,96	2.741.721,73	2.647.157,91	20,47
5	760,87	17.229,16	63.980,59	12.430,00	853	83,81	76.410,59	590,65	94.230,39	99,43	99,98	99,92	2.741.600,51	2.647.370,11	20,30
6	780,29	17.668,94	63.980,59	12.533,00	862	83,28	76.513,59	123,36	94.305,89	100,00	99,99	99,99	2.742.706,62	2.648.400,73	23,17
7	771,09	17.460,55	63.980,59	12.337,00	848	82,64	76.317,59	912,53	94.690,67	99,42	99,97	99,91	2.741.171,79	2.646.481,12	21,30
8	782,41	17.716,80	63.980,59	12.470,00	858	82,31	76.450,59	123,37	94.290,76	100,00	99,99	99,99	2.742.706,61	2.648.415,86	21,51
9	765,04	17.323,66	63.980,59	12.450,00	858	82,59	76.430,59	724,57	94.478,82	100,00	99,96	99,97	2.741.920,42	2.647.441,60	20,66
10	848,63	19.216,29	63.980,59	12.558,00	863	83,07	76.538,59	420,50	96.175,38	100,00	99,98	99,98	2.742.318,06	2.646.142,67	23,23
11	731,21	16.557,48	63.980,59	12.562,00	861	83,36	76.542,59	593,22	93.693,29	98,47	100,00	99,84	2.740.766,21	2.647.072,91	19,60
12	865,02	19.587,40	63.980,59	12.391,00	852	83,22	76.371,59	232,51	96.191,50	100,00	99,99	99,99	2.742.563,89	2.646.372,38	23,59
13	741,87	16.799,01	63.980,59	12.494,00	860	83,93	76.474,59	961,41	94.235,01	99,07	99,97	99,87	2.740.802,16	2.646.567,15	20,13
14	753,48	17.061,79	63.980,59	12.498,00	859	82,93	76.478,59	223,91	93.764,29	100,00	99,99	99,99	2.742.575,14	2.648.810,85	22,55
15	726,34	16.447,17	63.980,59	12.177,00	839	82,54	76.157,59	412,81	93.017,57	98,95	100,00	99,89	2.741.411,71	2.648.394,13	19,51
16	718,50	16.269,68	63.980,59	12.346,00	846	82,18	76.326,59	987,78	93.584,05	97,62	100,00	99,75	2.739.506,08	2.645.922,03	19,32
17	728,70	16.500,70	63.980,59	12.370,00	849	83,25	76.350,59	758,33	93.609,63	98,77	99,99	99,86	2.740.807,65	2.647.198,03	20,16
18	732,94	16.596,76	63.980,59	12.425,00	853	83,03	76.405,59	347,01	93.349,36	99,37	99,99	99,93	2.741.864,61	2.648.515,26	20,53
19	763,68	17.292,80	63.980,59	12.454,00	856	83,22	76.434,59	555,77	94.283,16	99,03	99,99	99,89	2.741.298,98	2.647.015,82	20,56
20	731,38	16.561,32	63.980,59	12.440,00	852	82,35	76.420,59	242,95	93.224,87	99,28	100,00	99,93	2.741.925,11	2.648.700,24	19,32
<b>Média</b>	<b>762,53</b>	<b>17.266,71</b>	<b>63.980,59</b>	<b>12.423,35</b>	<b>854</b>	<b>82,92</b>	<b>76.403,94</b>	<b>477,22</b>	<b>94.147,86</b>	<b>99,43</b>	<b>99,99</b>	<b>99,93</b>	<b>2.741.750,99</b>	<b>2.647.603,12</b>	<b>20,93</b>

# ANEXO III

CORRIDA	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	97,22%	100,00%	75,00%	99,75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	91,56%	100,00%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	73,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	52,32%	99,34%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	73,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,40%	100,00%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	26,67%	99,24%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	85,04%	99,91%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	53,33%	99,64%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,38%	99,43%
6	100,00%	100,00%	100,00%	99,89%	26,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	43,75%	99,33%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,91%	99,42%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	99,89%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,29%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	40,00%	99,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	109,00%	100,00%	100,00%	96,55%	100,00%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	53,33%	99,59%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	60,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,17%	98,47%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46,67%	99,78%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
13	100,00%	99,98%	100,00%	100,00%	53,33%	99,44%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,67%	100,00%	48,28%	99,07%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	53,33%	99,78%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,48%	100,00%	100,00%	100,00%	91,44%	100,00%
15	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	41,61%	98,95%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	68,75%	99,94%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	35,96%	97,62%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	68,75%	99,73%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	27,80%	98,77%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	42,86%	99,90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	46,39%	99,37%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	66,67%	99,83%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	74,01%	99,03%
20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	62,50%	100,04%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,21%	99,28%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,73%</b>	<b>99,99%</b>	<b>56,50%</b>	<b>99,76%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,92%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,93%</b>	<b>100,00%</b>	<b>71,42%</b>	<b>99,43%</b>

# ANEXO III

CORRIDA OP30B2CJ3	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut. Frota (mil USD)	Custo Anual com atacs. (mil USD)	Num. Atacs.	FUI Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Recêita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico (Md dias)
1	763,33	17.284,88	64.139,73	12.524,00	863	83,35	76.663,73	188,68	94.137,30	99,52	100,00	99,95	2.742.199,76	2.648.062,46	20,29
2	749,62	16.974,37	64.139,73	12.607,00	866	83,64	76.746,73	224,23	93.945,33	99,42	100,00	99,94	2.742.073,77	2.648.128,44	19,50
3	727,31	16.469,23	64.139,73	12.553,00	861	82,79	76.692,73	864,26	94.026,23	97,78	100,00	99,77	2.739.805,73	2.645.779,51	19,38
4	813,45	18.419,75	64.139,73	12.593,00	870	83,90	76.732,73	563,46	95.715,94	100,00	99,97	99,97	2.742.131,10	2.646.415,17	21,94
5	728,00	16.484,72	64.139,73	12.475,00	858	83,49	76.614,73	857,61	93.957,06	97,79	100,00	99,77	2.739.829,31	2.645.872,26	19,22
6	797,27	18.053,37	64.139,73	12.812,00	880	84,62	76.951,73	623,57	95.628,67	99,93	99,97	99,97	2.741.990,14	2.646.361,48	21,28
7	809,24	18.324,41	64.139,73	12.480,00	860	83,57	76.619,73	533,81	95.477,95	100,00	99,97	99,98	2.742.169,88	2.646.691,93	21,61
8	765,29	17.329,16	64.139,73	12.696,00	870	83,80	76.835,73	585,86	94.750,74	99,71	99,98	99,95	2.741.845,58	2.647.094,84	20,41
9	869,34	19.685,41	64.139,73	12.578,00	871	83,95	76.717,73	411,24	96.814,38	100,00	99,98	99,98	2.742.330,17	2.645.515,79	23,83
10	866,79	19.627,50	64.139,73	12.505,00	865	83,42	76.644,73	429,68	96.701,92	100,00	99,98	99,98	2.742.306,04	2.645.604,13	23,35
11	781,29	17.691,45	64.139,73	12.562,00	865	83,97	76.701,73	544,08	97.228,80	100,00	99,97	99,98	2.742.297,56	2.647.468,20	20,89
12	878,11	19.883,99	64.139,73	12.661,00	875	84,05	76.800,73	544,08	97.228,80	100,00	99,97	99,98	2.742.156,45	2.644.927,66	24,75
13	746,15	16.895,87	64.139,73	12.688,00	873	84,24	76.827,73	624,84	94.348,44	98,99	99,99	99,88	2.741.171,16	2.646.822,72	19,58
14	739,29	16.740,57	64.139,73	12.692,00	872	83,79	76.831,73	950,63	94.522,94	99,24	99,97	99,89	2.740.960,38	2.646.437,45	20,45
15	776,46	17.582,25	64.139,73	12.703,00	876	84,70	76.842,73	387,76	94.812,74	99,56	99,99	99,94	2.741.975,63	2.647.162,88	22,14
16	802,04	18.161,50	64.139,73	12.677,00	873	83,75	76.816,73	519,50	95.497,73	100,00	99,97	99,98	2.742.188,59	2.646.690,86	21,79
17	771,27	17.464,62	64.139,73	12.702,00	873	83,52	76.841,73	442,60	94.748,95	99,77	99,98	99,96	2.742.089,68	2.647.340,73	20,24
18	739,80	16.752,12	64.139,73	12.637,00	868	83,88	76.776,73	818,79	94.347,64	98,61	99,99	99,84	2.740.591,81	2.646.244,17	19,42
19	764,33	17.307,55	64.139,73	12.506,00	864	83,78	76.645,73	455,19	94.408,47	100,00	99,98	99,98	2.742.272,69	2.647.864,21	20,76
20	720,92	16.324,47	64.139,73	12.768,00	873	84,05	76.907,73	940,43	94.172,63	97,61	100,00	99,75	2.739.562,53	2.645.389,90	19,08
<b>Média</b>	<b>780,47</b>	<b>17.672,86</b>	<b>64.139,73</b>	<b>12.620,95</b>	<b>869</b>	<b>83,81</b>	<b>76.760,68</b>	<b>570,12</b>	<b>95.003,66</b>	<b>99,40</b>	<b>99,98</b>	<b>99,92</b>	<b>2.741.597,40</b>	<b>2.646.593,74</b>	<b>21,00</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP3CB2CJ3	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	35,29%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	73,27%	99,32%
2	100,00%	100,00%	97,67%	100,00%	64,71%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	47,57%	99,42%
3	100,00%	100,00%	95,35%	100,00%	56,25%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	45,55%	97,78%
4	100,00%	100,00%	92,68%	100,00%	43,75%	100,00%	99,45%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	37,50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	26,67%	97,79%
6	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	33,33%	100,00%	99,42%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,28%	99,93%
7	100,00%	100,00%	87,80%	99,71%	64,71%	100,00%	99,78%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	100,00%	100,00%	97,62%	100,00%	37,50%	100,00%	99,54%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	84,23%	99,71%
9	98,21%	100,00%	100,00%	99,87%	33,33%	100,00%	99,74%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	100,00%	100,00%	92,86%	100,00%	58,82%	100,00%	99,58%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	95,00%	99,88%	35,29%	100,00%	99,70%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,74%	100,00%
12	100,00%	100,00%	95,24%	100,00%	23,08%	100,00%	99,47%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
13	100,00%	99,98%	97,67%	100,00%	46,67%	100,00%	99,81%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	35,11%	98,99%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	47,06%	100,00%	99,37%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	57,11%	99,24%
15	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	40,00%	100,00%	99,79%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	77,87%	99,56%
16	100,00%	99,96%	100,00%	100,00%	25,00%	100,00%	99,55%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	58,82%	100,00%	99,66%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	84,72%	99,77%
18	100,00%	100,00%	92,86%	100,00%	20,00%	100,00%	99,73%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	39,83%	98,61%
19	100,00%	100,00%	97,50%	100,00%	40,00%	100,00%	99,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	84,72%	100,00%
20	100,00%	100,00%	89,74%	99,99%	55,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	23,01%	97,61%
<b>Média</b>	<b>99,91%</b>	<b>100,00%</b>	<b>96,23%</b>	<b>99,97%</b>	<b>42,83%</b>	<b>99,71%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,59%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,87%</b>	<b>100,00%</b>	<b>73,33%</b>	<b>99,40%</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP3CB3CJ3	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manuf. Frota (mil USD)	Custo Anual com atrasos (mil USD)	Num. Atrasos	FUT Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2		Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico (Md dias)
										Ref. (%)	E&P. (%)			
1	703,52	15.930,42	70.376,11	13.162,00	902	75,35	83.538,11	234,89	99.703,43	99,40	100,00	2.742.035,99	2.642.332,56	18,92
2	755,09	17.098,28	70.376,11	12.908,00	886	75,06	83.284,11	0,20	100.382,59	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.485,08	20,35
3	796,65	18.039,32	70.376,11	13.031,00	894	75,36	83.407,11	0,20	101.446,64	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.421,03	22,56
4	711,09	16.101,91	70.376,11	13.038,00	892	75,48	83.414,11	118,37	99.634,40	99,74	100,00	2.742.486,49	2.642.852,09	19,20
5	686,83	15.552,49	70.376,11	12.994,00	890	75,50	83.370,11	247,38	99.169,99	99,38	100,00	2.742.008,76	2.642.838,78	18,25
6	747,55	16.927,45	70.376,11	12.857,00	885	75,15	83.233,11	0,20	100.160,77	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.706,91	20,47
7	783,73	17.746,83	70.376,11	12.976,00	891	75,48	83.352,11	0,20	101.099,14	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.768,53	21,30
8	769,31	17.420,14	70.376,11	13.136,00	899	75,52	83.512,11	1,61	100.933,86	100,00	100,00	2.742.865,84	2.641.931,98	21,10
9	711,32	16.107,03	70.376,11	13.083,00	897	75,23	83.459,11	288,22	99.854,36	99,26	100,00	2.741.847,03	2.641.992,67	19,06
10	721,26	16.332,26	70.376,11	13.079,00	894	75,46	83.455,11	157,74	99.945,11	99,59	100,00	2.742.309,40	2.642.364,29	19,25
11	710,86	16.096,66	70.376,11	12.918,00	888	75,45	83.294,11	11,45	99.402,23	99,97	100,00	2.742.827,80	2.643.425,57	19,61
12	714,04	16.168,75	70.376,11	13.048,00	893	75,40	83.424,11	378,74	99.971,59	99,03	100,00	2.741.526,27	2.641.554,68	19,19
13	748,96	16.959,49	70.376,11	12.920,00	889	75,21	83.296,11	0,20	100.255,80	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.611,87	20,36
14	690,69	15.640,06	70.376,11	12.905,00	886	74,80	83.281,11	401,08	99.322,25	98,97	100,00	2.741.447,09	2.642.124,84	18,51
15	699,15	15.831,57	70.376,11	12.900,00	884	74,76	83.276,11	530,61	99.638,29	98,64	100,00	2.740.988,09	2.641.349,80	19,92
16	695,89	15.757,84	70.376,11	13.119,00	899	75,85	83.495,11	221,45	99.474,41	99,43	100,00	2.742.083,62	2.642.609,21	19,64
17	718,76	16.275,68	70.376,11	12.962,00	890	75,57	83.338,11	124,42	99.738,21	99,68	100,00	2.742.427,49	2.642.689,28	19,29
18	692,71	15.685,82	70.376,11	12.783,00	880	75,29	83.159,11	475,89	99.320,82	98,78	100,00	2.741.182,01	2.641.861,19	18,58
19	764,16	17.303,64	70.376,11	12.883,00	889	75,07	83.259,11	46,58	100.609,33	99,88	100,00	2.742.703,33	2.642.094,00	20,74
20	730,47	16.540,86	70.376,11	12.873,00	883	74,41	83.249,11	138,24	99.928,22	99,64	100,00	2.742.378,50	2.642.450,28	21,04
<b>Média</b>	<b>727,60</b>	<b>16.475,83</b>	<b>70.376,11</b>	<b>12.978,75</b>	<b>891</b>	<b>75,27</b>	<b>83.354,86</b>	<b>168,88</b>	<b>99.999,57</b>	<b>99,57</b>	<b>100,00</b>	<b>2.742.272,80</b>	<b>2.642.273,23</b>	<b>19,87</b>



# ANEXO III

CORRIDA CP3CB3CJ3	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	49,36%	99,40%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,10%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	100,00%	100,00%	100,00%	99,98%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,97%	99,74%
5	100,00%	99,99%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	41,49%	99,38%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,55%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	98,28%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,18%	99,26%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	56,06%	99,59%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,45%	99,97%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	58,03%	99,03%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,74%	100,00%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	54,20%	98,97%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55,21%	98,64%
15	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55,18%	99,43%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,05%	99,68%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	30,05%	98,78%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,03%	99,88%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	78,46%	99,64%
20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
<b>Média</b>	<b>99,91%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,76%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,59%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>71,06%</b>	<b>99,57%</b>

# ANEXO III

CORRIDA CP3C3C3J5	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut Frota (mil USD)	Custo Anual com atracs. (mil USD)	Num. Atracs.	FUI Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico (Md (dias))
1	722,31	16.355,99	88.789,61	14.265,00	993	66,22	103.054,61	4,25	119.414,86	100,00	100,00	100,00	2.742.862,37	2.623.447,52	22,36
2	695,05	15.738,82	88.789,61	14.684,00	1016	66,87	103.473,61	0,20	119.212,63	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.623.655,05	21,16
3	714,10	16.170,02	88.789,61	14.573,00	1011	66,19	103.362,61	4,97	119.537,60	100,00	100,00	100,00	2.742.861,44	2.623.323,84	21,73
4	634,40	14.365,33	88.789,61	14.571,00	1009	66,73	103.360,61	58,94	117.784,88	99,87	100,00	99,99	2.742.876,78	2.624.891,90	19,24
5	617,80	13.989,48	88.789,61	14.426,00	1000	66,08	103.215,61	242,95	117.448,04	99,38	100,00	99,93	2.742.007,46	2.624.559,41	19,41
6	613,18	13.884,74	88.789,61	14.599,00	1010	66,11	103.388,61	222,76	117.496,11	99,43	100,00	99,94	2.742.078,99	2.624.582,87	18,47
7	678,61	15.366,37	88.789,61	14.340,00	996	66,70	103.129,61	33,63	118.529,61	100,00	100,00	100,00	2.742.823,96	2.624.294,36	21,35
8	704,80	15.959,58	88.789,61	14.501,00	1008	66,34	103.290,61	2,17	119.252,36	100,00	100,00	100,00	2.742.865,10	2.623.612,74	21,51
9	704,88	15.961,26	88.789,61	14.536,00	1011	66,42	103.325,61	0,20	119.287,07	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.623.580,61	21,48
10	641,21	14.519,65	88.789,61	14.695,00	1016	65,84	103.484,61	0,20	118.004,46	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.624.863,21	19,68
11	644,06	14.584,13	88.789,61	14.618,00	1012	66,77	103.407,61	7,01	117.998,75	99,98	100,00	100,00	2.742.843,56	2.624.844,80	19,42
12	706,81	16.005,09	88.789,61	14.389,00	999	66,09	103.178,61	0,20	119.183,90	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.623.683,77	21,53
13	730,00	16.530,13	88.789,61	14.500,00	1005	66,25	103.289,61	19,20	119.838,94	100,00	100,00	100,00	2.742.842,83	2.623.003,89	22,15
14	639,91	14.490,04	88.789,61	14.501,00	1007	65,84	103.290,61	12,79	117.793,44	99,97	100,00	100,00	2.742.823,05	2.625.029,60	19,28
15	661,25	14.973,37	88.789,61	14.622,00	1010	66,43	103.411,61	0,20	118.385,19	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.624.482,49	20,28
16	659,51	14.933,87	88.789,61	14.504,00	1003	66,16	103.293,61	0,20	118.227,69	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.624.639,99	20,67
17	699,85	15.847,31	88.789,61	14.417,00	1000	66,20	103.206,61	0,20	119.054,13	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.623.813,55	21,27
18	621,44	14.071,96	88.789,61	14.596,00	1010	66,13	103.385,61	194,90	117.652,46	99,50	100,00	99,95	2.742.177,73	2.624.525,27	19,38
19	644,57	14.595,61	88.789,61	14.529,00	1008	66,47	103.318,61	0,20	117.914,42	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.624.953,26	19,57
20	654,03	14.809,74	88.789,61	14.462,00	1002	66,55	103.251,61	107,89	118.169,25	99,72	100,00	99,97	2.742.486,05	2.624.316,80	20,12
<b>Média</b>	<b>669,39</b>	<b>15.157,62</b>	<b>88.789,61</b>	<b>14.516,40</b>	<b>1006</b>	<b>66,32</b>	<b>103.306,01</b>	<b>45,65</b>	<b>118.509,29</b>	<b>99,89</b>	<b>100,00</b>	<b>99,99</b>	<b>2.742.714,54</b>	<b>2.624.205,25</b>	<b>20,50</b>

# ANEXO III

CORRIDA CPC3BC3CJ3	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est. Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,59%	99,87%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	52,48%	99,38%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	70,44%	99,43%
7	100,00%	99,97%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	85,98%	100,00%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,97%	99,98%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
14	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
15	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	72,21%	99,97%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,24%	100,00%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	96,56%	100,00%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,70%	99,50%
20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,97%	100,00%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,59%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>89,57%</b>	<b>99,89%</b>

# **ANEXO IV**

RESULTADOS – EXPERIMENTO 7.2.2

# ANEXO IV

CORRIDA CPAC3CJ3	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut.Frota (mil USD)	Custo Anual com atrasos: (mil USD)	Num. Atracs.	Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	703,52	15.930,42	70.376,11	13.162,00	902	75,35	83.538,11	234,89	99.703,43	99,40	100,00	99,94	2.742.035,99	2.642.332,56	18,92
2	755,09	17.098,28	70.376,11	12.908,00	886	75,06	83.284,11	0,20	100.382,59	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.485,08	20,35
3	796,65	18.039,32	70.376,11	13.031,00	894	75,36	83.407,11	0,20	101.446,64	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.421,03	22,56
4	711,09	16.101,91	70.376,11	13.038,00	892	75,48	83.414,11	118,37	99.634,40	99,74	100,00	99,97	2.742.486,49	2.642.852,09	19,20
5	686,83	15.552,49	70.376,11	12.994,00	890	75,50	83.370,11	247,38	99.169,99	99,38	100,00	99,93	2.742.008,76	2.642.838,78	18,25
6	747,55	16.927,45	70.376,11	12.857,00	885	75,15	83.233,11	0,20	100.160,77	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.706,91	20,47
7	783,73	17.746,83	70.376,11	12.976,00	891	75,48	83.352,11	0,20	101.099,14	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.768,53	21,30
8	769,31	17.420,14	70.376,11	13.136,00	899	75,52	83.512,11	1,61	100.933,86	100,00	100,00	100,00	2.742.865,84	2.641.931,98	21,10
9	711,32	16.107,03	70.376,11	13.083,00	897	75,23	83.459,11	288,22	99.854,36	99,26	100,00	99,92	2.741.847,03	2.641.992,67	19,06
10	721,26	16.332,26	70.376,11	13.079,00	894	75,46	83.455,11	157,74	99.945,11	99,59	100,00	99,96	2.742.309,40	2.642.364,29	19,25
11	710,86	16.096,66	70.376,11	12.918,00	888	75,45	83.294,11	11,45	99.402,23	99,97	100,00	100,00	2.742.827,80	2.643.425,57	19,61
12	714,04	16.168,75	70.376,11	13.048,00	893	75,40	83.424,11	378,74	99.971,59	99,03	100,00	99,90	2.741.526,27	2.641.554,68	19,19
13	748,96	16.959,49	70.376,11	12.920,00	889	75,21	83.296,11	0,20	100.255,80	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.611,87	20,36
14	690,69	15.640,06	70.376,11	12.905,00	886	74,80	83.281,11	401,06	99.322,25	98,97	100,00	99,89	2.741.447,09	2.642.124,84	18,51
15	699,15	15.831,57	70.376,11	12.900,00	884	74,76	83.276,11	530,61	99.638,29	98,64	100,00	99,86	2.740.988,09	2.641.349,80	19,92
16	695,89	15.757,84	70.376,11	13.119,00	899	75,85	83.495,11	221,45	99.474,41	99,43	100,00	99,94	2.742.083,62	2.642.609,21	19,64
17	718,76	16.275,68	70.376,11	12.962,00	890	75,57	83.338,11	124,42	99.738,21	99,68	100,00	99,97	2.742.427,49	2.642.689,28	19,29
18	692,71	15.685,82	70.376,11	12.783,00	880	75,29	83.159,11	475,89	99.320,82	98,78	100,00	99,87	2.741.182,01	2.641.861,19	18,58
19	764,16	17.303,64	70.376,11	12.883,00	889	75,07	83.259,11	46,58	100.609,33	99,88	100,00	99,99	2.742.703,33	2.642.094,00	20,74
20	730,47	16.540,86	70.376,11	12.873,00	883	74,41	83.249,11	138,24	99.928,22	99,64	100,00	99,96	2.742.378,50	2.642.450,28	21,04
<b>Média</b>	<b>727,60</b>	<b>16.475,83</b>	<b>70.376,11</b>	<b>12.978,75</b>	<b>891</b>	<b>75,27</b>	<b>83.354,86</b>	<b>168,88</b>	<b>99.999,57</b>	<b>99,57</b>	<b>100,00</b>	<b>99,95</b>	<b>2.742.272,80</b>	<b>2.642.273,23</b>	<b>19,87</b>

TIF	936	mil tpb
CDF	193	mil USD
FUT-Praca/MI-AB	100,00%	
Fant	0,80	
Fator_CV	0,85	

# ANEXO IV

CORRIDA CP3CB3CJ3	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est.Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	49,36%	99,40%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,10%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	100,00%	100,00%	100,00%	99,98%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	59,97%	99,74%
5	100,00%	99,99%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	41,49%	99,38%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	89,55%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	98,28%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,18%	99,26%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	56,06%	99,59%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	67,45%	99,97%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	58,03%	99,03%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,74%	100,00%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	54,20%	98,97%
15	100,00%	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55,21%	98,64%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	55,18%	99,43%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	80,05%	99,68%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	30,05%	98,78%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	82,03%	99,88%
20	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	78,46%	99,64%
<b>Média</b>	<b>99,91%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,76%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,59%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>71,06%</b>	<b>99,57%</b>

# ANEXO IV

CORRIDA cpc3c3c3 (b)	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado		Custo Anual Manut. Frota		Custo Anual com atacs. (mil USD)	Num. Atacs.	FUI Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
		(mil USD)	(mil USD)	(mil USD)	(mil USD)												
1	751,29	17.012,13	70.376,11	13.409,00	921	76,36	83.785,11	0,97	100.798,22	100,00	100,00	100,00	2.742.866,66	2.642.068,44	22,83		
2	658,59	14.913,12	70.376,11	13.488,00	926	76,90	83.864,11	431,33	99.208,56	98,89	99,88	99,88	2.741.339,89	2.642.131,33	18,42		
3	673,94	15.258,54	70.376,11	13.403,00	921	76,61	83.779,11	85,13	99.122,79	99,83	99,83	100,00	2.742.606,27	2.643.483,48	19,18		
4	784,77	17.770,33	70.376,11	13.186,00	913	77,43	83.562,11	0,20	101.332,64	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.535,03	23,85		
5	773,08	17.505,66	70.376,11	13.387,00	920	76,84	83.763,11	0,20	101.268,98	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.598,70	21,93		
6	769,16	17.416,80	70.376,11	13.368,00	922	76,86	83.744,11	39,34	100.607,94	99,90	99,90	100,00	2.742.867,68	2.641.706,56	22,04		
7	670,53	15.183,40	70.376,11	13.384,00	919	76,68	83.760,11	0,20	100.607,94	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.643.746,13	18,71		
8	747,16	16.918,63	70.376,11	13.313,00	919	76,50	83.689,11	195,16	99.001,25	99,50	99,50	100,00	2.742.867,68	2.642.259,74	21,58		
9	668,70	15.141,98	70.376,11	13.288,00	914	76,72	83.664,11	294,94	99.413,23	99,24	99,24	100,00	2.741.823,23	2.643.175,55	20,31		
10	677,10	15.332,18	70.376,11	13.410,00	923	76,67	83.786,11	0,20	101.352,37	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.515,31	21,92		
11	772,79	17.499,05	70.376,11	13.477,00	926	77,47	83.853,11	61,81	101.039,95	100,00	100,00	100,00	2.742.787,11	2.641.747,16	22,78		
12	760,11	17.212,03	70.376,11	13.390,00	924	76,96	83.766,11	411,89	99.707,02	98,97	98,97	100,00	2.741.431,12	2.641.724,09	19,83		
13	687,56	15.569,02	70.376,11	13.350,00	919	76,44	83.564,11	0,20	101.280,39	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.587,29	22,38		
14	782,37	17.716,07	70.376,11	13.188,00	910	76,44	83.564,11	237,29	99.088,61	99,39	99,39	100,00	2.742.027,53	2.642.938,91	18,96		
15	663,81	15.031,22	70.376,11	13.444,00	924	77,00	83.820,11	138,39	99.718,67	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.643.149,00	19,52		
16	696,76	15.777,36	70.376,11	13.565,00	931	77,21	83.941,11	0,20	99.111,86	99,66	99,66	100,00	2.742.387,41	2.643.275,55	18,77		
17	667,70	15.119,36	70.376,11	13.478,00	925	77,05	83.854,11	197,62	99.017,46	99,53	99,53	100,00	2.742.200,99	2.643.183,53	19,01		
18	670,23	15.176,73	70.376,11	13.267,00	912	76,28	83.643,11	401,88	99.862,27	98,97	98,97	100,00	2.741.444,26	2.641.581,99	20,28		
19	691,06	15.648,28	70.376,11	13.436,00	923	76,61	83.812,11	0,20	99.954,23	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.913,45	19,86		
20	703,67	15.933,92	70.376,11	13.644,00	937	77,45	84.020,11	124,87	100.051,52	99,69	99,69	100,00	2.742.438,08	2.642.386,56	20,57		
<b>Média</b>	<b>713,51</b>	<b>16.156,79</b>	<b>70.376,11</b>	<b>13.393,75</b>	<b>921</b>	<b>76,85</b>	<b>83.769,86</b>		<b>100.051,52</b>	<b>99,69</b>	<b>99,69</b>	<b>100,00</b>	<b>2.742.438,08</b>	<b>2.642.386,56</b>	<b>20,57</b>		

T/F	936 mil tpb
CDF	193 mil USD
FUT-Praça/MI-AB	91,94%
Fant	0,60
Fator_CV	0,85

# ANEXO IV

CORRIDA CP3CB3C.I3 (b)	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas
1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	39,37%	98,89%
3	100,00%	99,99%	97,62%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	65,34%	99,83%
4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	71,46%	99,90%
8	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	88,33%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	72,43%	99,50%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	68,63%	99,24%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,22%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
12	100,00%	99,95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	69,98%	98,97%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
15	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	50,53%	99,39%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	87,13%	100,00%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	62,55%	99,66%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	75,74%	99,53%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	60,24%	98,97%
20	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,44%	100,00%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,64%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>80,31%</b>	<b>99,69%</b>



# ANEXO IV

CORRIDA cp3c3c3c3 (c)	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut. Frota (mil USD)	Custo Anual com atreco: (mil USD)	Num. Atreco	FUT Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LGG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	726,20	16.444,02	70.376,11	13.673,00	946	78,06	84.049,11	4,87	100.498,01	100,00	100,00	100,00	2.742.867,56	2.642.363,55	21,27
2	760,57	17.222,29	70.376,11	13.880,00	958	78,67	84.256,11	31,11	101.509,51	100,00	100,00	100,00	2.742.827,26	2.641.317,74	22,23
3	738,02	16.711,67	70.376,11	13.745,00	950	78,26	84.121,11	0,20	100.832,98	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.034,70	21,60
4	763,64	17.291,81	70.376,11	13.707,00	947	78,20	84.083,11	0,20	101.375,12	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.492,56	22,77
5	755,45	17.106,39	70.376,11	13.787,00	952	78,92	84.163,11	0,20	101.269,71	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.597,97	22,70
6	760,84	17.228,52	70.376,11	13.698,00	948	78,65	84.074,11	0,20	101.302,84	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.564,83	22,55
7	706,16	15.990,21	70.376,11	13.843,00	953	78,80	84.219,11	0,20	100.209,53	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.642.658,15	21,68
8	738,11	16.713,81	70.376,11	13.776,00	951	78,64	84.152,11	0,20	100.866,13	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.642.001,55	21,97
9	768,01	17.390,78	70.376,11	13.569,00	940	77,81	83.945,11	0,20	101.336,09	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.531,58	22,65
10	758,49	17.175,22	70.376,11	13.771,00	950	78,48	84.147,11	0,20	101.322,54	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.545,14	22,37
11	659,59	14.935,80	70.376,11	13.752,00	948	78,08	84.128,11	79,41	99.143,32	99,80	100,00	99,98	2.742.586,99	2.643.443,68	19,57
12	685,71	15.527,28	70.376,11	13.848,00	954	78,32	84.224,11	83,20	99.834,59	99,79	100,00	99,98	2.742.573,56	2.642.738,97	20,18
13	660,08	14.946,96	70.376,11	13.727,00	947	78,29	84.103,11	133,40	99.183,47	99,68	100,00	99,97	2.742.419,45	2.643.235,98	19,62
14	763,86	17.296,92	70.376,11	13.816,00	955	78,41	84.192,11	0,20	101.489,23	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.378,44	23,36
15	768,67	17.405,75	70.376,11	13.786,00	953	78,62	84.162,11	0,20	101.568,07	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.299,61	22,57
16	754,62	17.087,68	70.376,11	13.723,00	949	78,24	84.099,11	0,20	101.186,99	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.680,68	22,33
17	761,90	17.252,54	70.376,11	13.669,00	944	78,05	84.045,11	0,20	101.297,85	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.569,83	22,44
18	758,04	17.165,17	70.376,11	13.754,00	950	78,45	84.130,11	0,20	101.295,48	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.572,20	22,43
19	710,52	16.089,12	70.376,11	13.862,00	955	78,55	84.238,11	0,20	100.327,43	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.540,25	20,63
20	690,57	15.637,23	70.376,11	13.801,00	952	78,47	84.177,11	0,20	99.814,55	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.643.053,13	20,08
<b>Média</b>	<b>734,45</b>	<b>16.630,96</b>	<b>70.376,11</b>	<b>13.759,35</b>	<b>950</b>	<b>78,40</b>	<b>84.135,46</b>	<b>16,75</b>	<b>100.783,17</b>	<b>99,96</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>2.742.814,20</b>	<b>2.642.031,03</b>	<b>21,75</b>

TTF	936 mil tpb
CDF	193 mil USD
FUT-Preço/MI-AB	86,55%
Fant	0,48
Fator_CV	0,85

# ANEXO IV

CORRIDA CP3CB3CJ3 (c)	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Pontual	Perdas	Est.Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	97,62%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,96%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,09%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	65,49%	99,80%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	74,62%	99,79%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	68,97%	99,68%
15	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
20	100,00%	100,00%	97,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,40%	100,00%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,52%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>95,33%</b>	<b>99,96%</b>

# ANEXO IV

CORRIDA CP3CB3C3 ( d )	Estoque Médio Total (mil m3)	Custo Anual Imobilizado (mil USD)	Custo Anual Manut.Frota (mil USD)	Custo Anual com atreco. (mil USD)	Num. Atreco.	FUT Frota (%)	Custo Anual Transporte (mil USD)	Custo Anual c/ Perdas (mil USD)	Custo Anual TOTAL-LOG (mil USD)	Nível de Serviço 2 Ref. (%)	Nível de Serviço 2 E&P. (%)	Nível de Serviço 2 TOT. (%)	Receita Total (mil USD)	MARGEM TOTAL (mil USD)	Prazo Logístico Md (dias)
1	648,88	14.688,73	70.376,11	14.236,00	985	80,46	84.612,11	212,42	99.513,27	99,45	100,00	99,94	2.742.115,64	2.642.602,37	19,46
2	720,79	16.321,52	70.376,11	14.462,00	1003	80,83	84.838,11	68,27	101.227,91	100,00	100,00	100,00	2.742.778,66	2.641.550,75	23,06
3	722,76	16.366,12	70.376,11	14.259,00	990	80,14	84.635,11	0,20	101.001,43	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.866,25	22,29
4	656,55	14.867,02	70.376,11	14.461,00	1000	81,00	84.837,11	83,34	99.787,47	99,79	100,00	99,98	2.742.573,07	2.642.785,60	19,65
5	717,04	16.236,66	70.376,11	14.295,00	992	80,60	84.671,11	0,20	100.907,97	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.959,71	21,66
6	723,60	16.385,13	70.376,11	14.524,00	1008	80,83	84.900,11	0,20	101.285,45	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.582,23	22,25
7	675,94	15.292,45	70.376,11	14.405,00	998	81,22	84.781,11	51,54	100.125,11	99,87	100,00	99,99	2.742.685,73	2.642.560,62	20,33
8	676,72	15.323,62	70.376,11	14.430,00	999	80,38	84.806,11	0,20	100.129,93	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.737,74	20,66
9	722,88	16.368,80	70.376,11	14.335,00	996	80,94	84.711,11	0,20	101.080,11	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.787,57	21,91
10	703,21	15.923,55	70.376,11	14.306,00	992	80,49	84.682,11	0,20	100.605,86	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.642.261,81	21,80
11	679,07	15.376,88	70.376,11	14.402,00	998	80,85	84.778,11	121,62	100.276,62	99,69	100,00	99,97	2.742.437,39	2.642.160,77	20,72
12	697,06	15.784,13	70.376,11	14.245,00	990	80,54	84.621,11	0,20	100.405,44	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.642.462,23	21,00
13	737,82	16.707,27	70.376,11	14.136,00	982	80,67	84.512,11	0,20	101.219,58	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.648,10	22,42
14	728,31	16.491,75	70.376,11	14.350,00	995	80,81	84.726,11	0,20	101.218,07	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.649,61	22,12
15	741,21	16.783,87	70.376,11	14.258,00	991	80,52	84.634,11	0,20	101.418,18	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.449,50	22,59
16	727,95	16.483,67	70.376,11	14.367,00	999	80,25	84.743,11	0,20	101.226,98	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.640,70	21,97
17	725,89	16.436,97	70.376,11	14.157,00	984	80,24	84.533,11	0,20	100.970,29	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.641.897,38	21,99
18	741,39	16.787,97	70.376,11	14.274,00	993	80,85	84.650,11	0,20	101.438,28	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.429,39	23,18
19	727,33	16.469,63	70.376,11	14.292,00	992	80,89	84.688,11	0,20	101.137,94	100,00	100,00	100,00	2.742.867,68	2.641.729,74	22,05
20	704,18	15.945,47	70.376,11	14.311,00	994	80,87	84.687,11	0,20	100.632,78	100,00	100,00	100,00	2.742.867,67	2.642.234,89	21,33
<b>Média</b>	<b>708,89</b>	<b>16.052,06</b>	<b>70.376,11</b>	<b>14.325,25</b>	<b>994</b>	<b>80,67</b>	<b>84.701,36</b>	<b>27,01</b>	<b>100.780,43</b>	<b>99,94</b>	<b>100,00</b>	<b>99,99</b>	<b>2.742.780,28</b>	<b>2.641.999,85</b>	<b>21,62</b>

TTF	936	mil tpb
CDF	193	mil USD
FUT-Praça/MI-AB	76,65%	
Fant	0,35	
Fator_CV	0,85	

# ANEXO IV

CORRIDA CF3CB3CJ3 ( d )	Nível de Serviço BONITO - (%)		Nível de Serviço BICUDO - (%)		Nível de Serviço CORVINA - (%)		Nível de Serviço RONCADOR - (%)		Nível de Serviço MARI. LESTE - (%)		Nível de Serviço ALBACORA - (%)		Nível de Serviço MARLIM - (%)		Nível de Serviço REPAR - (%)	
	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Pontual.	Perdas	Est.Mínimo	Perdas
1	100,00%	100,00%	97,62%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
4	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
7	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
9	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
11	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
12	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
13	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
15	100,00%	100,00%	97,56%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
16	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
17	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
18	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
19	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
20	100,00%	100,00%	97,67%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
<b>Média</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>99,52%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>95,33%</b>	<b>99,96%</b>