



## Tanque de Provas Numérico

PASTA n°

68018/2016

Fis. 126

Rubrica: mod

### Projeto

Análise de operação a contrabordo no Terminal de São Sebastião – SP (TEBAR)

RELATÓRIO 3  
SIMULAÇÃO DE MANOBRAS EM TEMPO REAL

OUTUBRO 2014



# Tanque de Provas Numérico

PASTA nº	
68018/2016	
Fis. 127	Rubrica: hmv

## Projeto

Análise de operação a contrabordo no Terminal de São Sebastião  
SP (TEBAR)

Relatório 3: Simulação de Manobras em Tempo Real

OUTUBRO 2014

PARTICIPANTES



# Tanque de Provas Numérico

PASTA n°	68018/2016
Fls. <i>128</i>	Rubrica: <i>mon</i>

## Projeto

Análise de operação a contrabordo no Terminal de São Sebastião  
SP (TEBAR)

Relatório 3: Simulação de Manobras em Tempo Real

OUTUBRO 2014

PROJETO						
Análise de operação a contrabordo no Terminal de São Sebastião - SP (TEBAR)						
	CÓDIGO DO RELATÓRIO		TÍTULO DO RELATÓRIO			
	RT3		Simulação de Manobras em Tempo Real			
CLIENTE	COORDENADOR CLIENTE		COORDENADOR TPN			
	Eng. Rodrigo Nunes		Prof Dr. Eduardo Aoun Tannuri			
PETROBRAS	EQUIPE TPN-USP					
	Comte Franciscisco Haranaka (Consultor)			Eng. Naval Edgard Malta		
	Eng. Naval MSc. Felipe Rateiro			Eng. Mec. Gustavo Silva		
	Eng. Mec. Felipe Masetti					
	Graduanda Mariana Basile					
	ORIGINAL	REVISÃO A	REVISÃO B	REVISÃO C	REVISÃO D	REVISÃO E
DATA	06/11/2014					
EXECUÇÃO	Equipe					
VERIFICAÇÃO	FR/FH/EAT					
APROVAÇÃO	EAT					

*Eduardo Aoun Tannuri*  
Prof. Dr. Eduardo A. Tannuri  
Escola Politécnica da USP  
Coordenador do Projeto

## Sumário

1. Introdução .....	6
2. Área de Estudo .....	8
2.1. Batimetria .....	10
2.2. Sinalização Náutica .....	12
2.3. Modelo Visual .....	13
3. Embarcações tipo .....	15
3.1. Embarcação tipo 1: VLCC (300.000DWT) .....	15
3.2. Embarcação tipo 2: Suezmax (150.000DWT) .....	17
3.3. Embarcação tipo 3: Aframax (105.000DWT) .....	18
3.4. Embarcação tipo 4: Panamax (60.000DWT) .....	20
3.5. Embarcação tipo 5: Handymax (45.000DWT) .....	21
4. Condições Ambientais .....	23
4.1. Vento .....	23
4.2. Corrente e maré .....	23
4.3. Condições associadas .....	25
5. Simulações Real-Time - Descrição das manobras .....	27
5.1. Arranjos de Rebocadores .....	28
5.2. Apresentação dos Resultados .....	28
5.3. Manobra 3 .....	31
5.4. Manobra 4 .....	35
5.5. Manobra 5 .....	38
5.6. Manobra 6 .....	42
5.7. Manobra 7 .....	45
5.8. Manobra 8 .....	48
5.9. Manobra 9 .....	52
5.10. Manobra 10 .....	55
5.11. Manobra 11 .....	58
5.12. Manobra 12 .....	61
5.13. Manobra 13 .....	64
5.14. Manobra 14 .....	67
5.15. Manobra 17 .....	70
5.16. Manobra 18 .....	73
5.17. Manobra 19 .....	77



5.18.	Manobra 20 .....	84
5.19.	Manobra 21 .....	87
5.20.	Manobra 22 .....	90
5.21.	Manobra 23 .....	93
5.22.	Manobra 24 .....	96
5.23.	Manobra 25 .....	100
5.24.	Manobra 26 .....	104
5.25.	Manobra 27 .....	107
6.	Análise técnica resumida .....	107
6.1.	Berços externos (PP1 e PP3) .....	107
6.2.	Berços internos (PP2 e PP4) .....	109
7.	Análise Crítica dos Resultados da Simulação Real Time .....	111
7.1.	Considerações gerais .....	111
7.2.	Manobras no PP1 [Pier Sul Externo] .....	111
7.3.	Manobras no PP2 [Pier Sul Interno] .....	112
7.4.	Manobras no PP3 [Pier Norte Externo] .....	112
7.5.	Manobras no PP4 [Pier Norte Interno] .....	113
7.6.	Conclusões e Recomendações .....	113
8.	Referências .....	114
9.	Anexo .....	115

## 1. Introdução

O presente relatório aborda a realização de simulações numéricas de manobras do tipo real-time de embarcações para operação a contrabordo no Terminal de São Sebastião TEBAR, localizado em São Sebastião, SP. Os estudos avaliam as manobras com cinco embarcações petroleiras tipo VLCC, Suezmax, Panamax, Aframax e Handymax. A figura abaixo ilustra o cenário de estudo.



Figura 1 – Cenário de Estudo

O objetivo do estudo é avaliar a viabilidade técnica e riscos associados à atracação de navios a contrabordo de navios já atracados nos berços do Terminal. A Figura 2 mostra a nomenclatura adotada para os berços do TEBAR, sendo os Berços Sul denominados PP1 e PP2 e os Berços Norte denominados PP3 e PP4. Destaca-se que a avaliação da amarração e estrutura portuária é alvo de outros relatórios técnicos, e uma pré-avaliação de manobras em fast-time já foi executada.



Figura 2 – Configuração de navios no TEBAR em operação a contrabordo

Foram realizadas simulações Real-Time, controladas pelos práticos indicados pela Praticagem de Santos. Estas simulações foram realizadas entre os dias 13 e 15/10/2014 no TPN-USP juntamente com a

empresa incubada Technomar Engenharia, no Simulador Marítimo Hidroviário (SMH-USP), do tipo Full-Mission (Figura 3). Estavam presentes para acompanhar e/ou executar a manobra:

- Petrobras: Eng. Rodrigo Nunes.
- Transpetro: Comte Dionísio Ferrúcio
- Práticos
  - Dias 13 e 14/10
    - PRT Nilson Ferreira dos Santos
    - PRT Marcos da Luz Alves
  - Dias 15 /10
    - PRT Carlos Hermann Guilherme Martins
    - PRT Marcos da Luz Alves
- Zenith Litoral Consultores Marítimos Ltda: Comte Viriato Geraldês
- TPN-USP: Comandante Francisco Haranaka, Prof. Dr. Eduardo A. Tannuri, Eng. Felipe Rateiro, Eng. Felipe Masetti, Eng. Gustavo de Oliveira, Mariana Basile e oficial de marinha mercante Nicolas Hoffman.



Figura 3 – Simulador Full-Mission do TPN-USP utilizado para as simulações

Este relatório descreve todas as premissas utilizadas para a realização das simulações, bem como a análise técnica de cada resultado obtido. Os comentários da praticagem sobre cada manobra realizada são também incluídos.

Ao final, apresentam-se análises críticas dos resultados das simulações realizadas pelo consultor náutico que acompanhou todos os trabalhos, Comandante Francisco Haranaka, embasada nos resultados das simulações, comentários da praticagem e sua experiência e avaliação crítica.

Uma apreciação da Zenith Litoral Consultores Marítimos, realizada pelo Comandante Geraldês Viriato, é também apresentada em seguida.

## 2. Área de Estudo

As simulações de manobra envolveram a navegação no final do canal de acesso ao Terminal de São Sebastião, giro na Baía de Evolução e Atracação a contrabordo, bem como a manobra inversa (de saída). As figuras a seguir mostram a área de estudo, e detalhes do terminal.



Figura 4 – Imagem da área de estudo. Fonte: Google



Figura 5 – Área de estudo com mais detalhes. Fonte: Google





Figura 6 – Detalhes do pier Sul. Fonte: Google

O trecho da carta náutica oficial do terminal (DHN 1645-01) é apresentado na Figura 7.

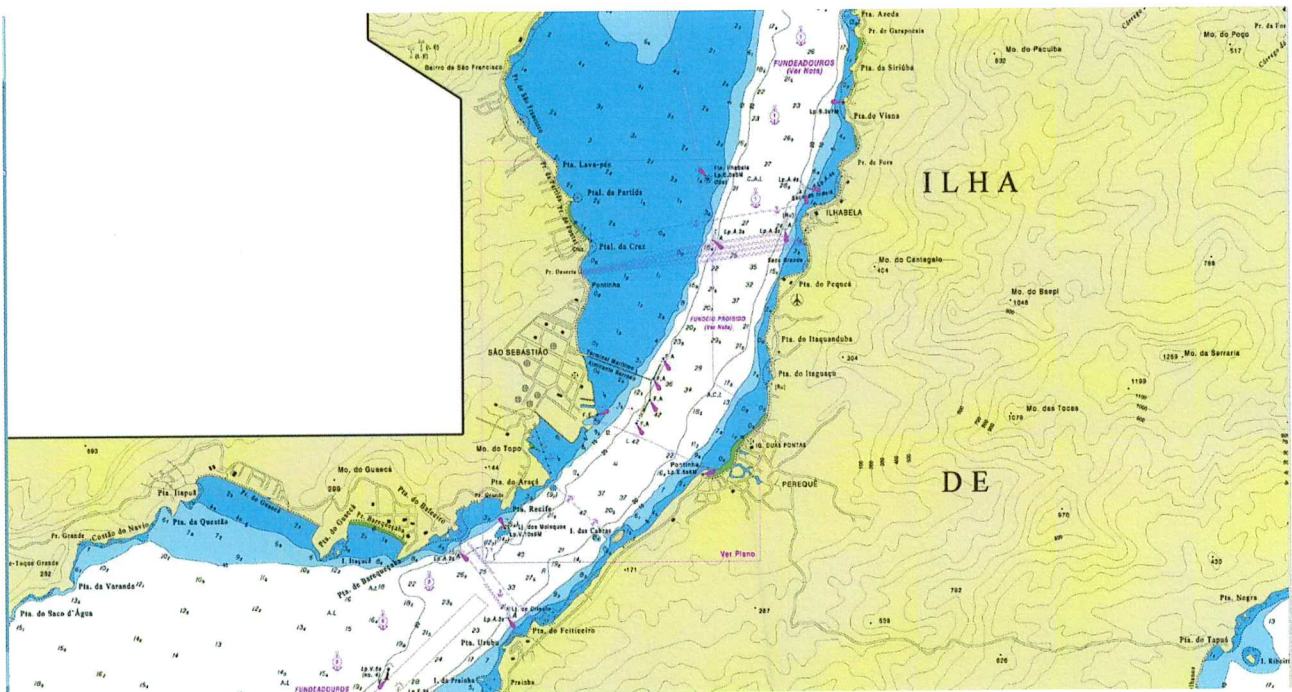
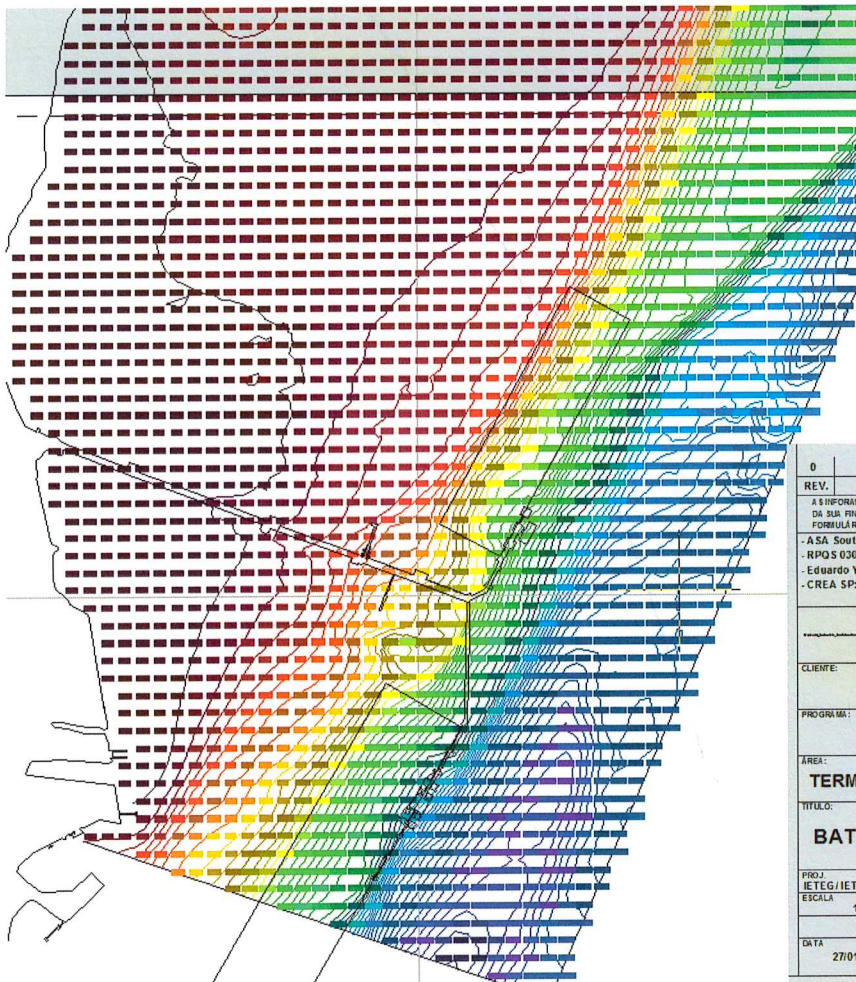


Figura 7 – Carta Náutica DHN 1645-01

## 2.1. Batimetria

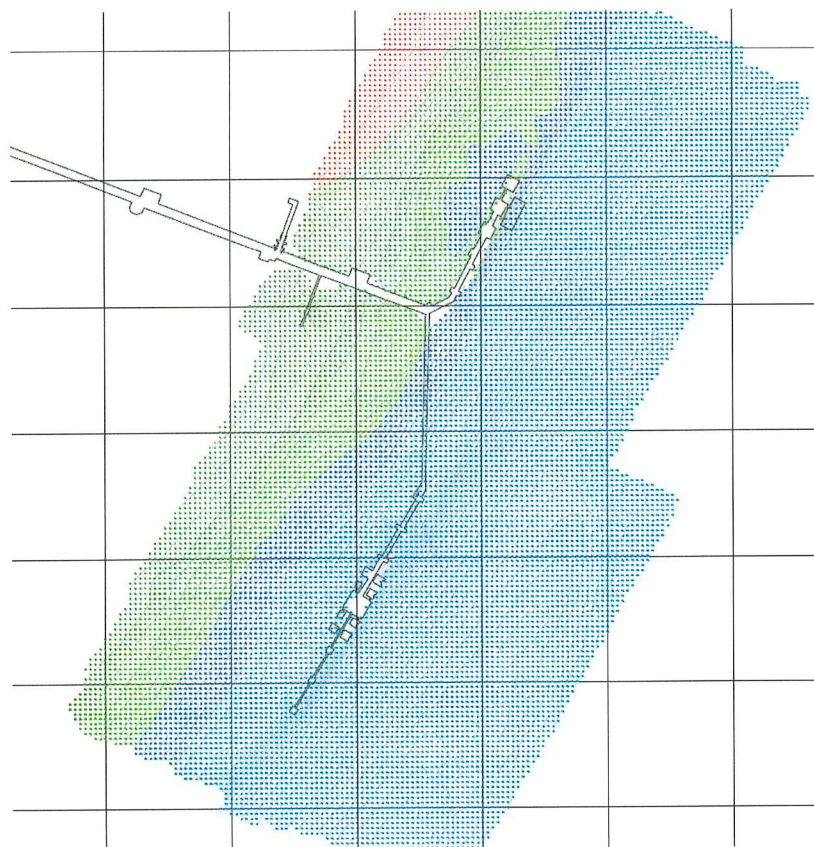
Adotou-se a batimetria indicada na carta náutica disponível na Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN da Marinha do Brasil (carta náutica DHN 1645).

Esta foi confrontada com os levantamentos batimétricos de 2010 (Figura 8) e de 2014 (Figura 9) apresentados pela Petrobras.



0	DOCUMENTO ORIGINAL	27/01	SPNO	CASPEL	EDUARDO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
A S INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADES DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS 11331 REV. J ANEXO A - FIGURA A.3 - A.S.A. South America – Applied Science Associates South America - RPO S 030/09 - Eduardo Yasuda - CREA SP: 0601847385					
			<b>ENGENHARIA/ IETEG/ IETR/ CMSPCO</b>		
<b>CLIENTE: TRANSPETRO</b>					
<b>PROGRAMA: NOVO PIER DE SÃO SEBASTIÃO</b>					
<b>ÁREA: TERMINAL AQUAVIÁRIO DE SÃO SEBASTIÃO - TASSE</b>					
<b>TÍTULO: BATIMETRIA DO CANAL DE SÃO SEBASTIÃO</b>					
PROJ. IETEG/ IETR/ CMSPCO	EXEC. BRENO	VERIF. GABRIEL	APROV. EDUARDO		
ESCALA 1:10000	DESENHO		FOLHA		1 de 1
DATA 27/01/2010	Nº DE-4250.01-5524-932-AFZ-001				

Figura 8 – Batimetria da região dos berços (2010)



- Acima do zero hidrográfico
- 0,00m a 4,99m
- 5,00m a 10,99m
- 11,00m a 15,99m
- 16,00m a 20,99m
- Abaixo de 21,00m

BELOV ENGENHARIA LTDA		EXP. REG.	PETRONIO ACHILLES R. ROSA
		CID.	RJ 8278/2
		RECONHEC.	PROPOSTA V. 01.HB.008/14-Rev.00
<b>PETROBRAS</b>		AB-LO/TV/E0	
CLIENTE PETROBRAS			
PROGRAMA PROJETO STS SÃO SEBASTIÃO			
ÁREA TERMINAL MARÍTIMO ALMIRANTE BARROSO – TEBAR			
TÍTULO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NO ENTORNO DOS PIERES DO TEBAR			
PROJ.	AVG	DESE.	G. LEDA
ESCALA	1:2500	REVIS.	S. CORREIA
DATA	16/06/14	APROV.	PETRONIO
		FCM	01 DE 01
		NUMERO	DE-4250.01-5524-932-AVG-001

Figura 9 – Batimetria da região dos berços (2014)

A batimetria de 2010 foi comparada à carta náutica e verificou-se grande semelhança entre as mesmas. A batimetria de 2014 (ainda em fase de homologação junto à DHM) demonstrou em alguns trechos profundidades maiores, conforme ilustra a Figura 10, sobretudo próximo ao PP4, na qual a linha iso-batimétrica de 15m é mais afastada do berço. A praticagem argumentou que a profundidade nesta locação (PP4) é na realidade mais semelhante à indicada pela batimetria de 2014.

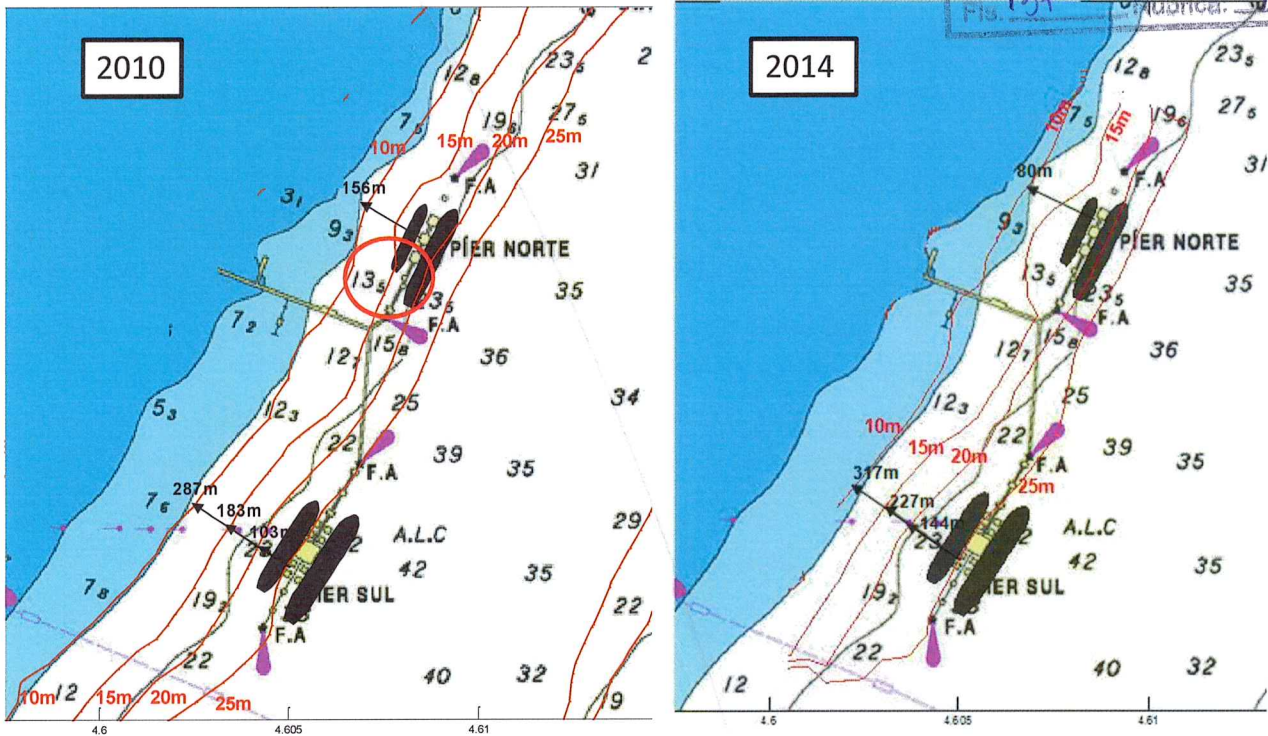


Figura 10 - Comparação entre os levantamentos batimétricos realizados em 2010 e 2014

## 2.2. Sinalização Náutica

A sinalização náutica utilizada foi desenvolvida com base na carta náutica oficial da DHN, cujo detalhe próximo ao terminal é apresentado na Figura 11. Durante as simulações, a praticagem orientou a equipe do TPN para a inclusão de um farol de sinalização usado para referenciamento durante as manobras (Laje dos Moleques).

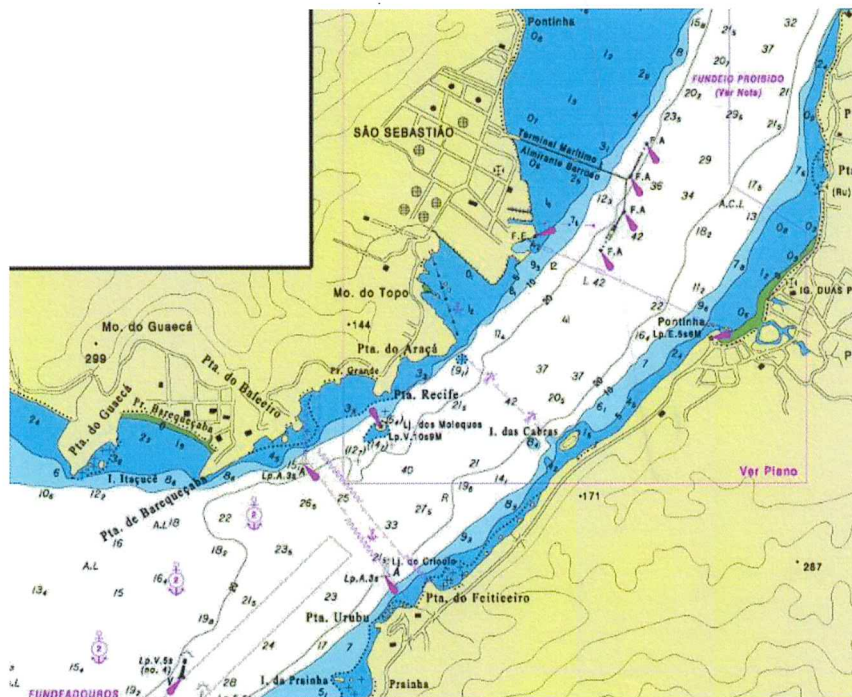


Figura 11 - Sinalização utilizada nas simulações

### 2.3. Modelo Visual

O terminal foi modelado no simulador do TPN-USP, e apresentam-se fotos dos modelos nas figuras seguintes.



Figura 12 – Modelo do terminal no simulador SMH-TPN



Figura 13 – Vista superior da atracação a contrabordo no PP1 no simulador SMH-TPN



Figura 14 – Atracação a contrabordo no PP4 no simulador SMH-TPN

### 3. Embarcações tipo

O objetivo do presente estudo é a avaliação da atracação ou desatracação a contrabordo apenas, e não se realizaram simulações dos navios atracando ou desatracando do terminal, dada que esta é uma situação atualmente realizada. Portanto, modelaram-se embarcações petroleiras do tipo VLCC, Suezmax, Aframax, Panamax e Handymax, cujas características principais serão apresentadas nesta seção.

#### 3.1. Embarcação tipo 1: VLCC (300.000DWT)

A embarcação foi baseada no navio Britanis um navio *tanker* de porte VLCC, com 300.000DWT. Suas características principais são apresentadas na Tabela 1. Nesta são também apresentadas as situações de carregamento simuladas.

Tabela 1 - Características principais - Navio Tipo 1

Tabela 2 – Dados da embarcação tipo 2

Característica	Lastro	Carregado
Deslocamento (ton)	143.920	347.937
Calado (m)	10,0	22,3
Compr. total LOA (m)	332	
Compr. entre perp. LPP (m)	320	
Boca (m)	58	
Pontal (m)	31	
Área Vélica Lateral (m <sup>2</sup> )	7673	3744
Área Vélica Frontal (m <sup>2</sup> )	1833	1132
Potência do motor (kW)	29700	



Figura 15 – Navio tipo 1 – VLCC Britanis

Com posse das dimensões principais, arranjo geral e desenho do casco, foi desenvolvido o modelo de comportamento em ondas, coeficientes de vento e correnteza (com as respectivas áreas) e arranjo de máquina principal e thrusters. Este modelo é então submetido a um processo de calibração de velocidade e manobrabilidade. Os dados de rotação da máquina principal e velocidades (em nós) associadas para o navio em lastro e carregado são apresentados na Tabela 4. A tabela faz uma comparação do modelo numérico (à esquerda - "Modelo") com dados do navio em escala real (à direita - "Navio").

Tabela 3 – Manouvering Engine Order - Navio tipo 1 (Velocidade em nós)

Velocidades (nós)		Modelo				Navio Real			
		Rot	Passo	Loaded	Ballast	Rot	Passo	Loaded	Ballast
Ahead	Full Sea	76		16	17.1	76		16.8	18.1
	Full	57		12.6	13.1	57		12.7	14
	Half	47		10.8	11.4	47		10.4	11.6
	Slow	33		8.1	8.7	33		7.3	8.3
	D-Slow	28		6.3	6.9	28		6.1	7.1
Astern	D-Slow	-28		-	-	-28		-	-
	Slow	-33		-	-	-33		-	-
	Half	-41		-	-	-41		-	-
	Full	-57		-	-	-57		-	-

As tabelas a seguir apresentam os resultados das manobras padronizadas de Zig-Zag, Crash Stop e Giro em águas profundas, comparando-se o navio modelado no simulador (Modelo) e o navio real (Real), quando o dado estiver disponível.

**Tabela 4 – Calibração Zig-Zag - Navio tipo 1**

	ZigZag 10/10		ZigZag 20/20	
	Real	Modelo	Real	Modelo
Vel ini (nós)	16.5	16.5	16.5	16.5
1o Overshoot (deg)	10.7	10	16	26
2o Overshoot (deg)	31.3	33	20	41
Tempo 1o (seg)	170	156.0	150	201.0
Tempo 2o (deg)	470	492.0	400	570.0

**Tabela 5 – Calibração parada brusca - Navio tipo 1**

	Navio	Modelo
Velocidade Inicial (nós)	10	10.8
Tempo de Parada (s)	960	942
Distância de Parada (m)	2995	2565
Head Reach (m)	2255	2468
Side Reach (m)	1304	616

**Tabela 6 – Calibração de giro - Navio tipo 2**

Giro	Águas Profundas			
	Real		Modelo	
Avanço (m / L)	1012	3.0	1109	3.3
Diam. Tático (m / L)	950	2.9	1153	3.5
Transferência (m / L)	254	0.8	477	1.4
Vini (nós)	10		10.8	
V90 (nós)	5.8		7.2	
V180 (nós)	3.5		4.08	
V270 (nós)	2.8		2.7	
V360 (nós)	2.6		2.2	



### 3.2. Embarcação tipo 2: Suezmax (150.000DWT)

A embarcação foi baseada no navio Brasil 2014, um navio *tanker* convencional de porte Suezmax (155.000DWT). Suas características principais são apresentadas na Tabela 7. Nesta são também apresentadas as situações de carregamento simuladas.

Tabela 7 – Dados da embarcação tipo 2

Característica	Carregado	Lastro
Calado (m)	16,5	8,1
Deslocamento (ton)	176.200	74.500
Comprimento total LOA (m)	278,5	
Boca (m)	48	
Pontal (m)	23,1	
Área Vélica Lateral (m <sup>2</sup> )	2949	5080
Área Vélica Frontal (m <sup>2</sup> )	1062	1441
Potência do motor (kW)	15.200	



Figura 16 – Navio tipo 2 - Suezmax Brasil 2014

Os dados de rotação da máquina principal e velocidades (em nós) associadas para o navio em lastro e carregado são apresentados na Tabela 8. Em seguida, apresentam-se os resultados das manobras padronizadas de Zig Zag, Crash Stop e Giro em águas profundas, comparando-se o navio modelado no simulador (Modelo) e o navio real (Real), quando o dado estiver disponível.

Tabela 8 – Manoeuvring Engine Order - Navio tipo 2 (Velocidade em nós)

Velocidades (nós)		Modelo				Navio Real			
		Rot	Passo	Loaded	Ballast	Rot	Passo	Loaded	Ballast
Ahead	Full Sea	82		15.4	16.0	82		15.2	16.1
	Full	69.7		13.2	14.0	69.7		13.7	14.6
	Half	53.3		10.1	10.7	53.3		10.7	11.7
	Slow	45.1		8.3	9.1	45.1		8.9	9.8
	D-Slow	41		7.5	8.2	41		8.5	9.4
Astern	D-Slow	-41		-	-	-41		-	-
	Slow	-45.1		-	-	-45.1		-	-
	Half	-61.5		-	-	-61.5		-	-
	Full	-69.7		-	-	-69.7		-	-

Tabela 9 – Calibração Zig-Zag - Navio tipo 2

	ZigZag 10/10		ZigZag 20/20	
	Real	Modelo	Real	Modelo
Vel ini (nós)	14.7	14.7	14.7	14.6
1o Overshoot (deg)	7.8	7.51	15.9	18.8
2o Overshoot (deg)	13.5	14.05	20.8	20.6
Tempo 1o (seg)	100	96.6	100	120.0
Tempo 2o (deg)	240	272.4	270	326.4

Tabela 10 – Calibração parada brusca - Navio tipo 2

	Navio	Modelo
Velocidade Inicial (nós)	10.3	10.1
Tempo de Parada (s)	777	786
Head Reach (m)	1837	1931
Side Reach (m)	499	403

Tabela 11 – Calibração de giro - Navio tipo 2

Giro	Águas Profundas			
	Real		Modelo	
Avanço (m / L)	650	2.3	793	2.9
Diam. Tático (m / L)	710	2.6	857	3.1
Transferência (m / L)	292	1.1	342	1.2
Vini (nós)	10.3		10.2	
V90 (nós)	6.7		6.4	
V180 (nós)	4.1		3.33	
V270 (nós)	2.9		1.5	
V360 (nós)	2.4		0.2	

### 3.3. Embarcação tipo 3: Aframax (105.000DWT)

A embarcação foi baseada no navio Angra dos Reis um navio *tanker* de porte Aframax. Suas características principais são apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Características principais - Navio Tipo 3

Característica	Carregado	Lastro
Calado (m)	15,1	8,0
Deslocamento (ton)	145.000	82.000
Compr. total LOA (m)	244,7	
Compr. entre perp. LPP (m)	233,0	
Boca (m)	42	
Pontal (m)	22,5	
Área Véllica Lateral (m <sup>2</sup> )	2867	4557
Área Véllica Frontal (m <sup>2</sup> )	971	1101
Potência do motor (kW)	15.200	



Figura 17 – Navio tipo 3 – Angra dos Reis

Os dados de rotação da máquina e velocidade associadas, bem como a calibração de Zig Zag para este navio carregado são apresentados abaixo.

Tabela 13 – Manouering Engine Order- Navio tipo 3.

Velocidades (nós)		Modelo				Navio Real			
		Rot	Passo	Loaded	Ballast	Rot	Passo	Loaded	Ballast
Ahead	Full Sea								
	Full	73	90	11.2	11.7	73	90	10.9	11.6
	Half	63	75	8.3	8.6	63	75	8.2	8.7
	Slow	63	36	5.2	5.3	63	36	5.1	5.4
	D-Slow	63	17	3.3	3.4	63	17	3.1	3.3
Astern	D-Slow	68	-11	-	-	68	-11	-	-
	Slow	74	-31	-	-	74	-31	-	-
	Half	86	-68	-	-	86	-68	-	-
	Full	95	-79	-	-	95	-79	-	-

Tabela 14 – Calibração zig-zag – Navio tipo 3

	ZigZag 10/10		ZigZag 20/20	
	Real	Modelo	Real	Modelo
1o Overshoot (deg)	9.2	9.7	15.2	23.3
2o Overshoot (deg)	26	20.5		23
Tempo 1o (seg)	117	109.2	114	129.6
Tempo 2o (deg)	332	306.1	307	336.0

Tabela 15 – Calibração de parada brusca – Navio tipo 3

	Navio	Modelo
Velocidade Inicial (nós)	13.9	14
Tempo de Parada (s)	601	465.6
Head Reach (m)	1600	1580
Side Reach (m)	500	111

Tabela 16 – Calibração de giro – Navio tipo 3

Giro	Águas Profundas			
	Real		Modelo	
Avanço (m / L)	690	2.8	757.0	3.1
Diam. Tático (m / L)	651.5	2.7	815.0	3.3
Transferência (m / L)	210	0.9	324.0	1.3
Vini (nós)	13.8		13.8	
V90 (nós)	9.9		8.7	
V180 (nós)	5.8		4.8	
V270 (nós)	4.08		2.7	
V360 (nós)	4.32		1.4	

### 3.4. Embarcação tipo 4: Panamax (60.000DWT)

A embarcação foi baseada no navio Dan Cisne um navio *tanker* de porte Panamax. Suas características principais são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Características principais - Navio Tipo 4

Característica	Carregado	Lastro
Calado (m)	12,5	7,5
Deslocamento (ton)	73.000	38.000
Compr. total LOA (m)	207	
Compr. entre perp. LPP (m)	196	
Boca (m)	32,2	
Pontal (m)	19,5	
Área Vélica Lateral (m <sup>2</sup> )	2189	3188
Área Vélica Frontal (m <sup>2</sup> )	825	988
Potência do motor (kW)	9480	



Figura 18 – Navio tipo 4 – Angra dos Reis

Os dados de rotação da máquina e velocidade associadas, bem como a calibração de Zig Zag para este navio carregado são apresentados abaixo.

Tabela 18 – Manouering Engine Order- Navio tipo 4

Velocidades (nós)		Modelo				Navio Real			
		Rot	Passo	Loaded	Ballast	Rot	Passo	Loaded	Ballast
Ahead	Full Sea	144		14		144		14.5	14.5
	Full	120		11.5	12	120		11.6	12.2
	Half	62.5		9.2	9.6	62.5		9.7	10.6
	Slow	36		5.7	6	36		5.4	6
	D-Slow	25		4.3	4.7	25			
Astern	D-Slow	-25		-	-	-25		-	-
	Slow	-36		-	-	-36		-	-
	Half	-62.5		-	-	-62.5		-	-
	Full	-120		-	-	-120		-	-

Tabela 19 – Calibração zig-zag – Navio tipo 4

	ZigZag 10/10	
	Real	Modelo
Vel ini (nós)	14	15
1o Overshoot (deg)	4.3	6.6
2o Overshoot (deg)	17.1	10.5
Tempo 1o (seg)	76	74.4
Tempo 2o (deg)	193	201.6

Tabela 20 – Calibração de parada brusca navio em lastro – Navio tipo 4

	Navio	Modelo
Velocidade Inicial (nós)	14.22	15
Tempo de Parada (s)	576	480
Distância de Parada (m)	1739	1817
Head Reach (m)	1507	1785
Side Reach (m)	435	269

Tabela 21 – Calibração de giro – Navio tipo 4

Giro	Águas Profundas			
	Real		Modelo	
Avanço (m / L)	498	1.5	708	2.1
Diam. Tático (m / L)	506	1.5	829	2.5
Transferência (m / L)	261	0.8	331	1.0
Vini (nós)	13		13.8	
V90 (nós)	7		8.5	
V180 (nós)	5		5.4	
V270 (nós)	3		4	
V360 (nós)	3		3	

### 3.5. Embarcação tipo 5: Handymax (45.000DWT)

A embarcação foi baseada no navio Elka Bene um navio *tanker* de porte Handymax. Suas características principais são apresentadas na Tabela 22.

Tabela 22 - Características principais - Navio Tipo 5

Característica	Carregado	Lastro
Calado (m)	11,5	7,8
Deslocamento (ton)	55600	35000
Compr. total LOA (m)	188.9	
Compr. entre perp. LPP (m)	180	
Boca (m)	32,2	
Pontal (m)	19,15	
Área Vélica Lateral (m <sup>2</sup> )	643	762
Área Vélica Frontal (m <sup>2</sup> )	1896	2595
Potência do motor (kW)	10700	



Figura 19 – Navio tipo 5 – Elka Bene

Os dados de rotação da máquina e velocidade associadas, bem como a calibração de para brusca e giro para este navio carregado são apresentados abaixo.

Tabela 23 – Manouering Engine Order- Navio tipo 5

Velocidades (nós)		Modelo				Navio Real			
		Rot	Passo	Loaded	Ballast	Rot	Passo	Loaded	Ballast
Ahead	Full Sea	100		0		100		16.5	17.1
	Full	80		14.4	15.5	80		13.8	14.3
	Half	62		10.7	11.7	62		11.1	11.6
	Slow	49		8.8	9.7	49		8.9	9.3
	D-Slow	30		5	6	30		5.5	5.7
Astern	D-Slow	-30		-	-	-30		-	-
	Slow	-49		-	-	-49		-	-
	Half	-62		-	-	-62		-	-
	Full	-80		-	-	-80		-	-

Tabela 24 – Calibração de parada brusca – Navio tipo 5

	Navio	Modelo
Velocidade Inicial (nós)	16.5	
Tempo de Parada (s)	602	552
Distância de Parada (m)	2549	2216
Head Reach (m)	1443	1871
Side Reach (m)	1099	779

Tabela 25 – Calibração de giro – Navio tipo 5

Giro	Águas Profundas			
	Real		Modelo	
Avanço (m / L)	474	2.5	688	3.7
Diam. Tático (m / L)	356	1.9	783	4.2
Transferência (m / L)	149	0.8	291	1.5
Vini (nós)			9.3	
V90 (nós)			6	
V180 (nós)			4.4	
V270 (nós)			4	
V360 (nós)			3.9	

## 4. Condições Ambientais

Esta seção apresenta um resumo da análise ambiental de vento e corrente do Canal de São Sebastião contratado pelo TPN-USP para subsidiar as simulações (Castro e Pereira (2014)).

### 4.1. Vento

Os ventos predominantes na região simulada são de NE e W-SW, com intensidades extremas de 32 nós para a direção NE e 40 nós para a direção W-SW, conforme gráfico apresentado na Figura 20.

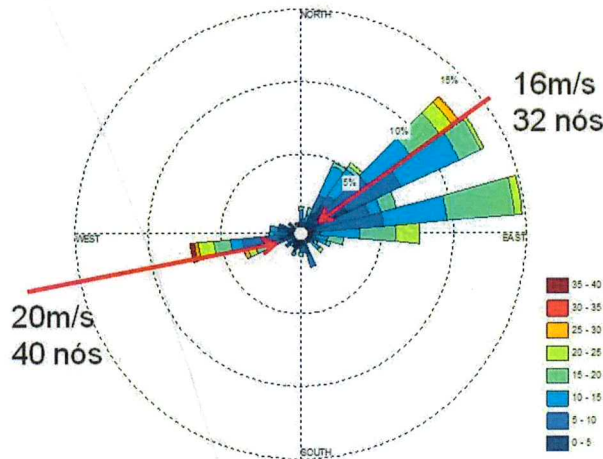


Figura 20 – Histograma direcional do vento no TEBAR (um ano de dados) e direções de ventos principais (velocidades em nós).

Para a simulação serão considerados ventos de 20 nós nas direções W-SW (250°) e NE (60°).

### 4.2. Corrente e maré

Os dados de maré e corrente foram obtidos na Estação Maregráfica de São Sebastião, nas proximidades do Píer do TEBAR. A Figura 22 apresenta a ficha descritiva da maré na locação.

<b>Nome da Estação :</b>	<b>SÃO SEBASTIÃO (PORTO) – SP</b>		
<b>Localização :</b>	No Cais do Porto		
<b>Organ. Responsável :</b>	DHN		
<b>Latitude :</b>	23° 48,6' S	<b>Longitude :</b>	45° 23,9' W
<b>Período Analisado :</b>	01/12/72 a 01/01/73	<b>Nº de Componentes :</b>	36
<b>Análise Harmônica :</b>	Método Almirante Santos Franco		
<b>Classificação :</b>	Maré de Desigualdades Diurnas		
<b>Estabelecimento do Porto: (HWF&amp;C)</b>	II H 46 min	<b>Nível Médio (Zo):</b>	66 cm acima do NR.
<b>Média das Preamares Superiores (MHHW) :</b>	124 cm acima do NR.	<b>Média das Preamares Inferiores (MLHW) :</b>	102 cm acima do NR
<b>Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :</b>	24 cm acima do NR.	<b>Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :</b>	14 cm acima do NR.

Figura 21 – Ficha descritiva da Estação Maregráfica São Sebastião - SP.

No Canal de São Sebastião, a corrente predominante é a NE (indo para), apresentada na Figura 22. Em algumas situações, esta corrente sofre uma inversão, apresentando a direção SW (Figura 23). Ambos os cenários serão simulados.

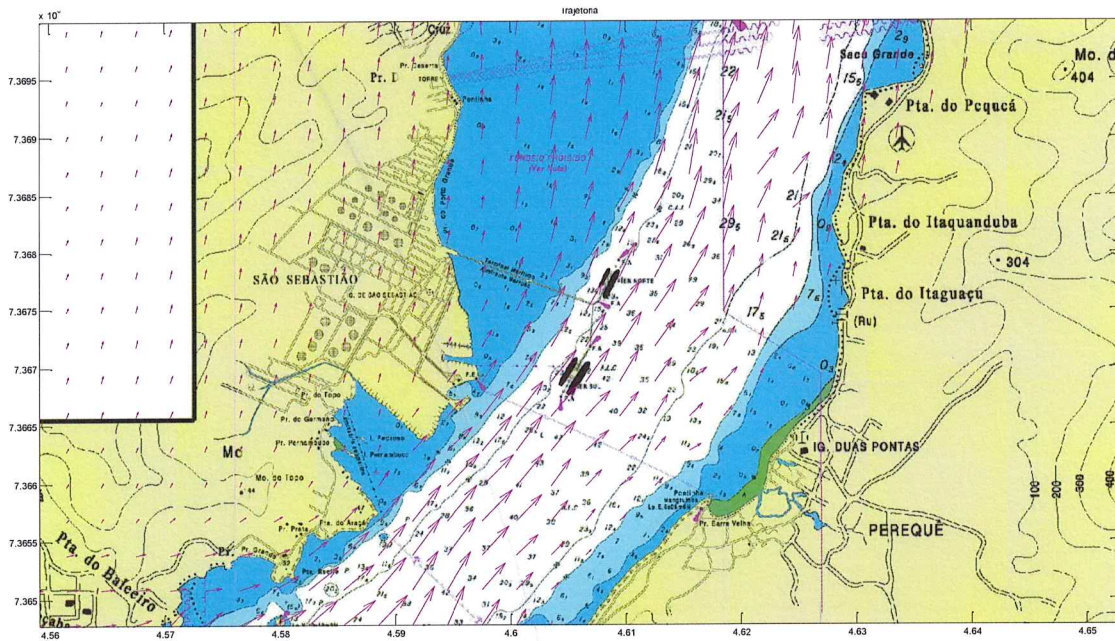


Figura 22 – Corrente na direção NE

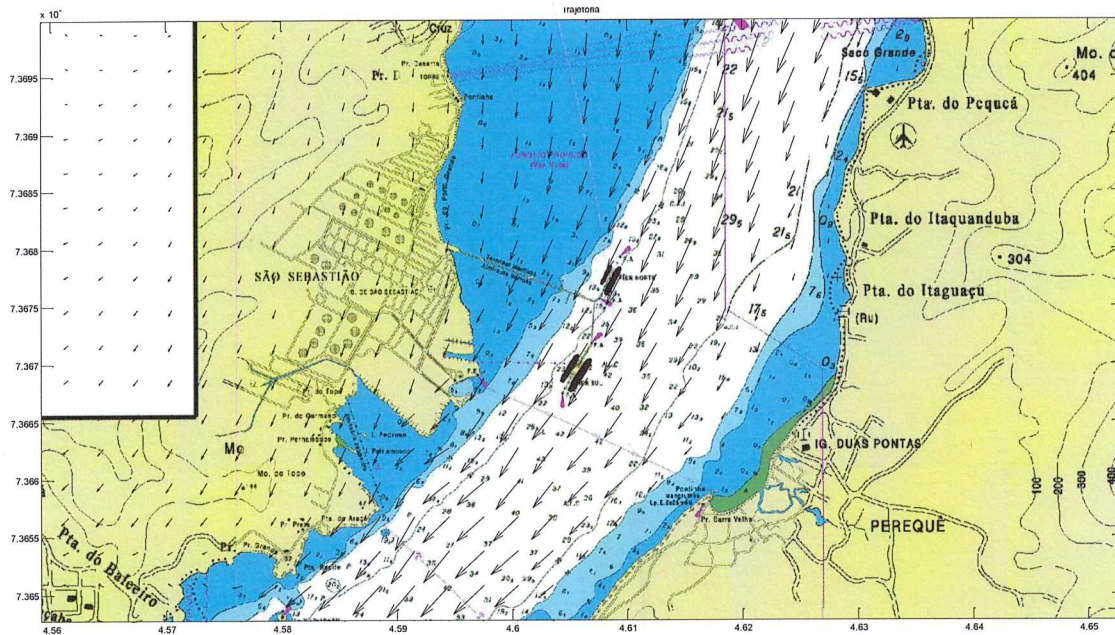


Figura 23 – Corrente na direção SW

Durante as simulações, foi realizada correção de +15º na direção da corrente NE e de -10º na corrente SW, a fim de que os efeitos de manobra sentidos pelos práticos ficassem mais realistas.

A intensidade de corrente varia ao longo do canal. Definiu-se um ponto próximo ao PP1 para indicar, nas simulações realizadas, o valor absoluto da corrente. A Figura 20 indica as direções da corrente neste ponto, bem como os valores máximos obtidos no registro anual fornecido pelo estudo contratado no ano analisado.



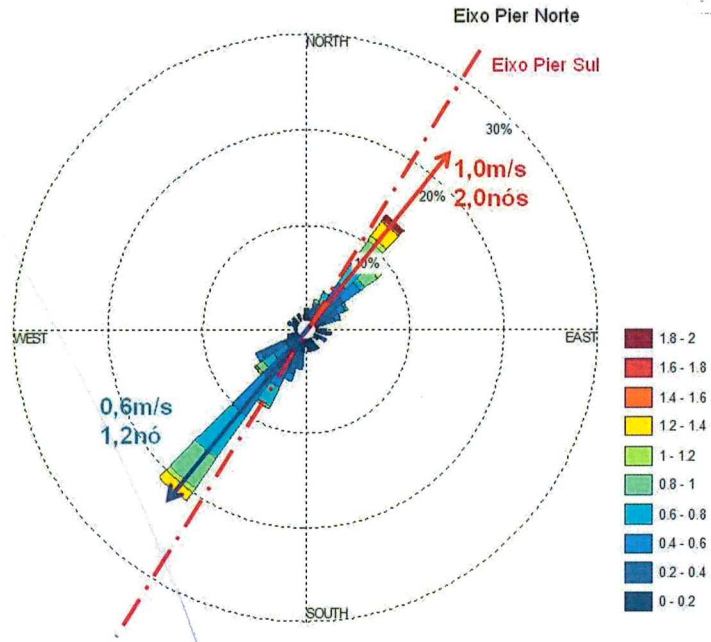


Figura 24 – Histograma direcional da corrente no PP1 (um ano) e direções simuladas (velocidade em nós).

### 4.3. Condições associadas

A partir dos dados ambientais foram criados 2 cenários ambientais para a simulação. Os dois cenários têm vento com velocidade de 20 nós e corrente com velocidade de 1,2 ou 2,0 nós. A Figura 25 mostra o Cenário Indo para NE e a Figura 26 mostra o Cenário Indo para SW.

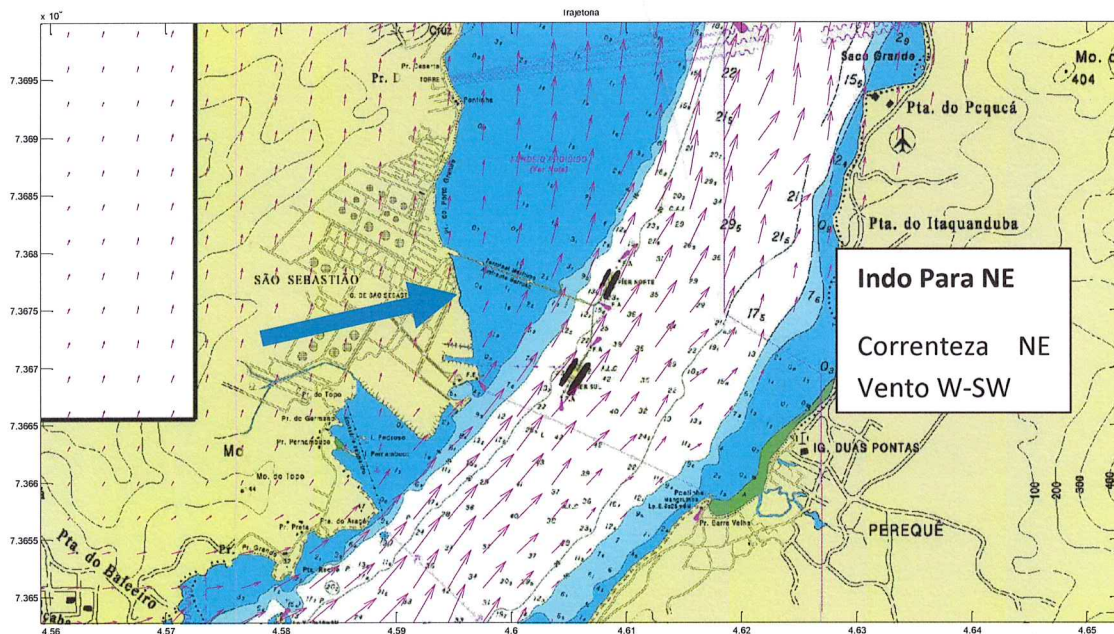


Figura 25 – Condições ambientais indo para NE

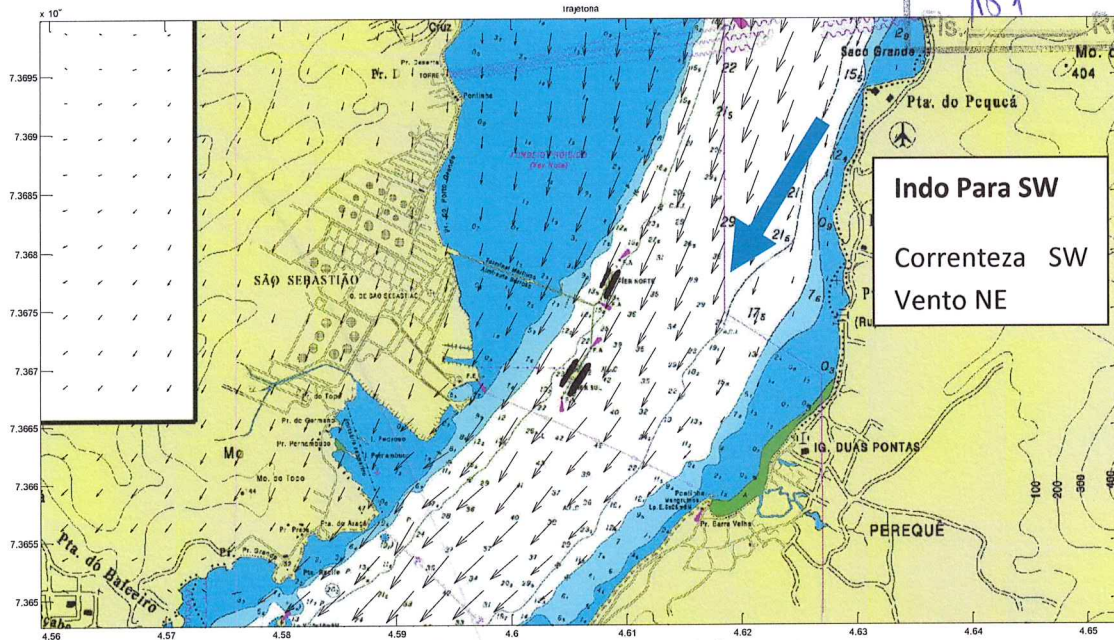


Figura 26 – Condições ambientais indo para SW

## 5. Simulações Real-Time - Descrição das manobras

Antes da realização efetiva das manobras, foram realizadas rodadas de familiarização e calibração do simulador e seus modelos numéricos. A Figura 27 apresenta a execução das simulações, com os práticos no passadiço, bem com a equipe técnica do TPN-USP.



Figura 27 – Práticos e equipe do TPN durante as Simulações

A Tabela 26 apresenta o resumo das manobras realizadas no Simulador Marítimo Hidroviário. As manobras 1, 2, 15 e 16, não serão descritas no presente relatório, serviram apenas para realizar ajustes e calibrações no modelo de simulação.

Tabela 26 – Tabela de manobras

	MANOBRA	OPERAÇÃO	BORDO	BERÇO	NAVIO	CARREGAMENTO	NAVIO BERÇO	CASO	VENTO		CORRENTEZA MEDIDA PIER	
									Vel	Dir	Dir	Vel
Dia 1	1	Atracação	BE	PP1	VLCC	Full	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	1.2
	2	Atracação	BE	PP1	VLCC	Full	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	3	Atracação	BE	PP1	VLCC	Full	VLCC	p/ NE / Vento Contra	20	NE	NE	2.0
	4	Atracação	BE	PP1	Suez	Full	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	5	Atracação	BB	PP1	Suez	Full	VLCC	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	6	Desatracação	BB	PP1	Suez	Ballasted	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	7	Desatracação	BB	PP1	Suez	Ballasted	VLCC	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	8	Atracação	BB	PP1	VLCC	Full	VLCC	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	9	Desatracação	BB	PP1	VLCC	Ballasted	VLCC	p/ SW	20	WSW	SW	1.2
	10	Desatracação	BB	PP1	VLCC	Ballasted	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
Dia 2	11	Atracação	BE	PP3	Suez	Full	Suez	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	12	Atracação	BB	PP3	Suez	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	13	Desatracação	BB	PP3	Suez	Ballasted	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	14	Desatracação	BB	PP3	Suez	Ballasted	Suez	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	15	Atracação	BE	PP2	Afra	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	16	Atracação	BE	PP2	Afra	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	17	Atracação	BE	PP2	Afra	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	18	Atracação	BE	PP2	Afra	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	19	Atracação	BE	PP2	Pana	Full	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
Dia 3	20	Atracação	BE	PP1	Suez	Full	VLCC	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	21	Atracação	BB	PP2	Pana	Full	Suez	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	22	Desatracação	BE	PP2	Pana	Lastro	Suez	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	23	Desatracação	BE	PP2	Pana	Lastro	Suez	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	24	Atracação	BE	PP4	Handy	Full	Panamax	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	25	Atracação	BE	PP4	Handy	Full	Panamax	p/ SW	20	NE	SW	1.2
	26	Atracação	BB	PP4	Handy	Full	Panamax	p/ NE	20	WSW	NE	2.0
	27	Desatracação	BB	PP4	Handy	Lastro	Panamax	p/ SW	20	NE	SW	1.2

A seguir, tais manobras serão detalhadas e os seus resultados apresentados, incluindo-se o trecho percorrido durante a manobra, a utilização de máquina principal, leme e rebocadores e por último comentários sobre a manobra.

### 5.1. Arranjos de Rebocadores

Foram considerados rebocadores azimutais com 70ton, 60ton e 50ton de *bollard pull*. Considerou-se a eficiência de 80% dos rebocadores quando acionados com toda força avante e de 60% quando a ré, devido à proximidade com o casco do navio e à incidência do jato sobre o mesmo. Os rebocadores foram modelados no simulador, podendo assumir as posições indicadas na Figura 28.

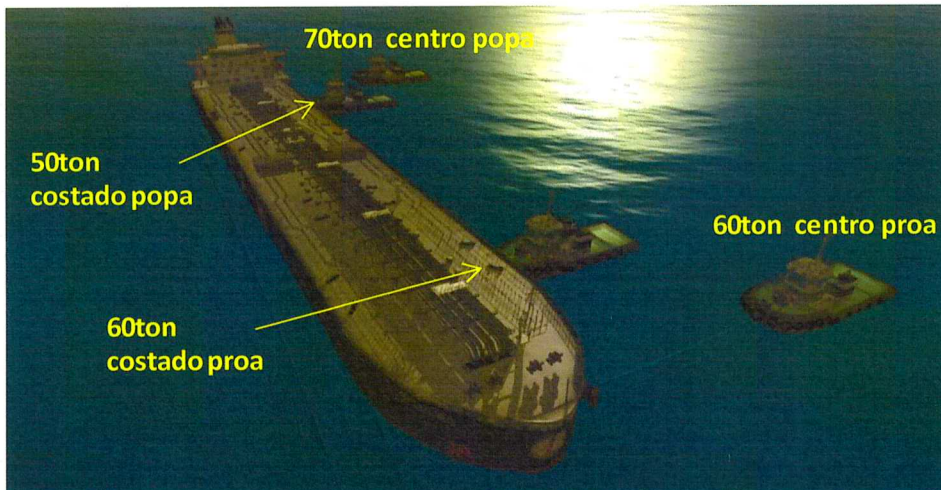


Figura 28 – Arranjo dos rebocadores

### 5.2. Apresentação dos Resultados

Os resultados serão apresentados da seguinte forma:

- Resumo da simulação (em forma de tabela)
- Um gráfico com o traçado da embarcação, contendo os limites da bacia de evolução, desenhos dos berços e envoltória da trajetória da embarcação. Em alguns instantes, sobrescreve-se sobre o navio a sua velocidade de avanço longitudinal (em nós) e o instante de tempo (em segundos) correspondente. Neste mesmo gráfico apresentam-se as condições ambientais.
- Gráfico de velocidade de avanço longitudinal ( $V_x$ ), deriva lateral da meia nau ( $V_y$ ), ambos em nós. Gráfico do aproamento da embarcação em relação ao N (sentido horário).
- Gráfico do comando de máquina e leme. Para o leme, adota-se a convenção de sinais apresentada na Figura 29, ou seja, leme carregado para boreste é positivo, que equivale a empurrar a popa para bombordo e a proa para boreste. Para o comando de máquina, adota-se a notação da Tabela 27.

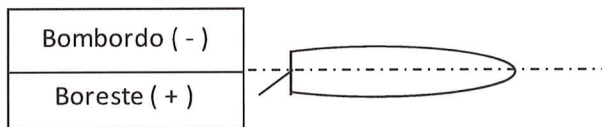


Figura 29 - Convenção de sinais adotada para o leme

Tabela 27 - Legenda de ordem de máquinas / comando para rebocador

Gráfico	Ordem de máquina	Gráfico	Ordem de máquina
4	Toda força	-4	Toda força a ré
3	Meia força	-3	Meia força a ré
2	Devagar	-2	Devagar a ré
1	Muito devagar	-1	Muito devagar a ré
0	Parado		

- Gráfico do comando dos rebocadores. Para os rebocadores de costado, o comando é positivo quando empurrando o casco e negativo em caso contrário. O ângulo apresentado nos gráficos do empuxo dos rebocadores de costado é  $+90^\circ$  quando o rebocador atua por boreste, e  $-90^\circ$  quando atua por bombordo.

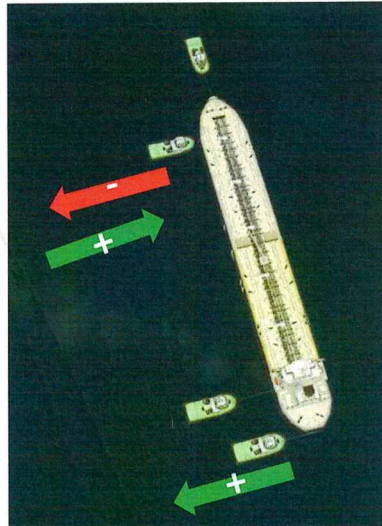


Figura 30 - Convenção adotada para rebocadores de costado

- Os rebocadores de proa e popa apresentam comandos positivos quando puxando com cabo longo, e adota-se a convenção angular da Figura 31

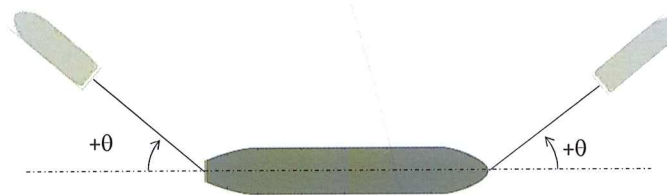


Figura 31 – Convenção de ângulo adotada para rebocadores centro-popa e centro-proa

- Gráfico de barras indicando tempo em que cada rebocador ou máquina ficaram acionados em toda força, meia força, devagar ou muito devagar.
- Gráficos especiais (gráficos incluídos em algumas manobras, quando relevante):
  - Velocidade lateral de proa e popa, a fim de analisar o trecho final quando próximo à atracação a contrabordo.
  - Folga sob a quilha em quatro pontos (extremo proa, extremo popa, extremos boreste e extremo bombordo)
- Critério de criticidade de cada manobra, levando-se em conta:
  - Parâmetro de avaliação de **uso de máquina e leme**, dado pela expressão:

$$S = (\delta/20)^2 \times (F/F_{Half})$$

em que  $\delta$  é o ângulo do leme,  $F$  é o empuxo do propulsor e  $F_{Half}$  é o empuxo equivalente em meia força. Considera-se a seguinte escala:



**Adequado** se  $S > 1$  em até 5% do tempo da manobra

**Médio** se  $S > 1$  em entre 5% e 10% do tempo da manobra

**Crítico** se  $S > 1$  em mais de 10% do tempo da manobra

- Parâmetro de avaliação de **uso de rebocadores**, considerado o tempo total ao longo da manobra em que o rebocador foi solicitado com mais de 70% do valor nominal, seguindo a escala:

**Crítico** se tempo  $> 10\text{min}$

**Médio** se tempo estiver entre 5min e 10min

**Adequado** se tempo  $< 5\text{min}$

### 5.3. Manobra 3

<b>Navio:</b> VLCC	<b>Condição:</b> Para NE – vento contra
<b>Manobra:</b> Atracação	<b>Vento:</b> 20 nós ; NE (vindo de)
<b>Bordo de atracação:</b> BE	<b>Corrente:</b> 2 nós NE
<b>Carregamento:</b> Carregado	<b>Berço:</b> PP1

#### Trajectoria da embarcação

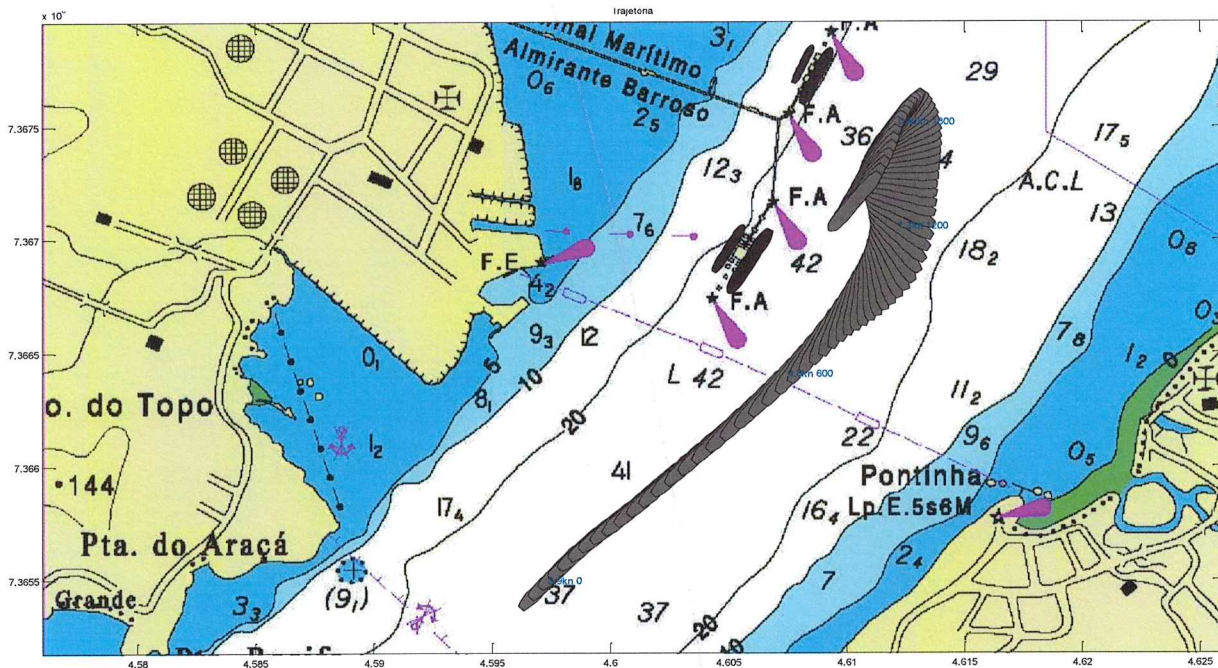
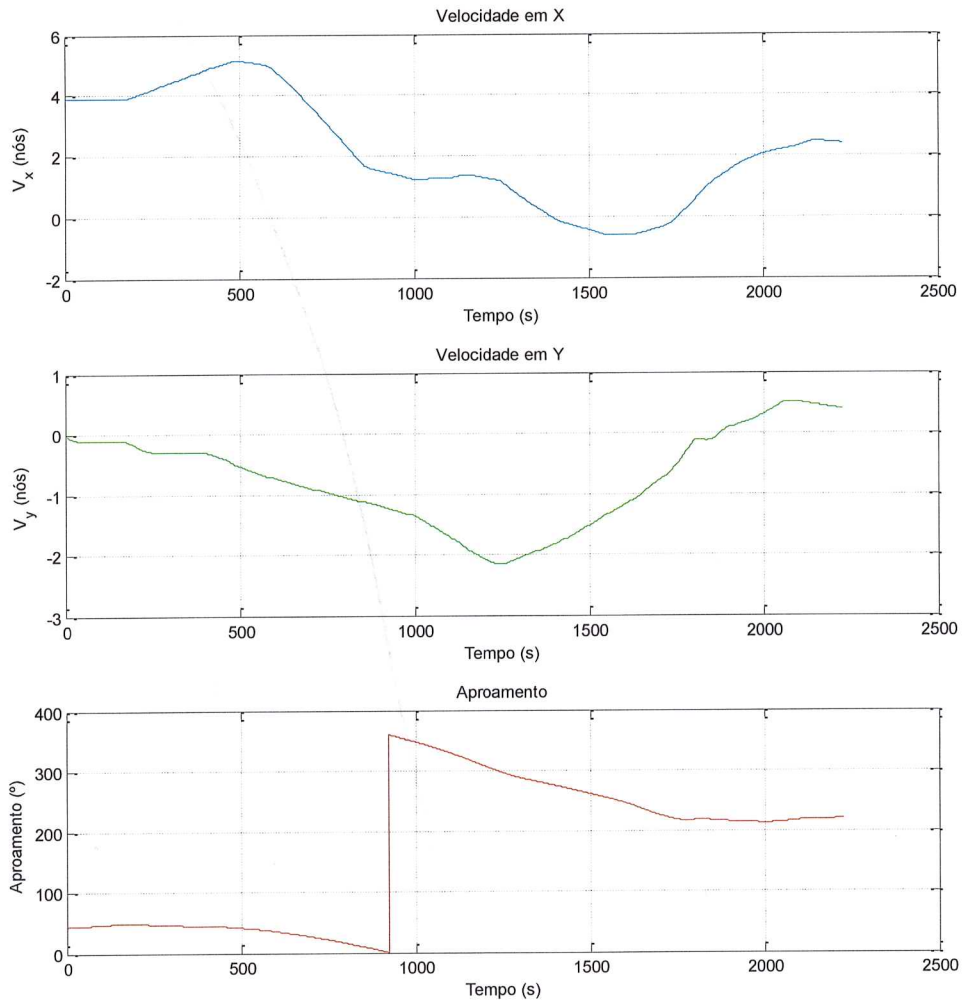


Figura 32 – Manobra 3

**Comentários:** O giro foi iniciado quando o navio passou pelo píer e a correnteza fez com que o navio terminasse o giro longe do terminal. Este efeito foi compensado pois houve espaço suficiente para realização da manobra com segurança e a correção posterior da guinada tardia. O uso de rebocador foi excessivo para uma corrente de 2.0 nós, para um navio de porte VLCC. Os rebocadores foram usados com toda força durante a aproximação. Considerou-se que essa corrente está acima do limite para navios do tipo VLCC. A tabela abaixo mostra a avaliação de cada critério de criticidade explicado anteriormente.

	Máquina+Leme	Rebocadores			
		Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
3	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico

**Velocidades e Aproamento**



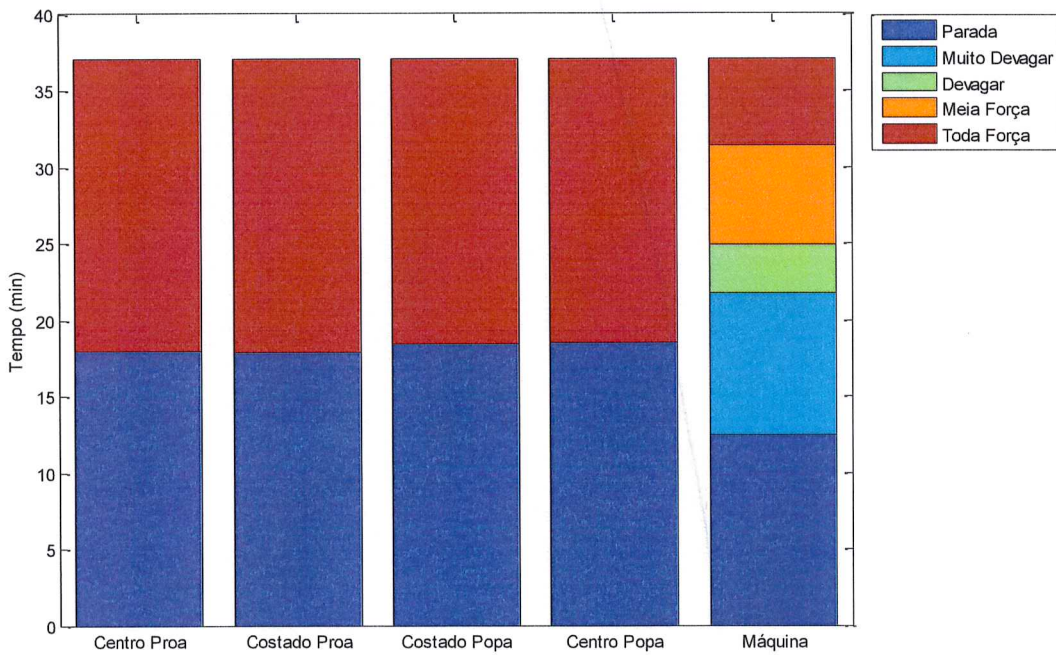
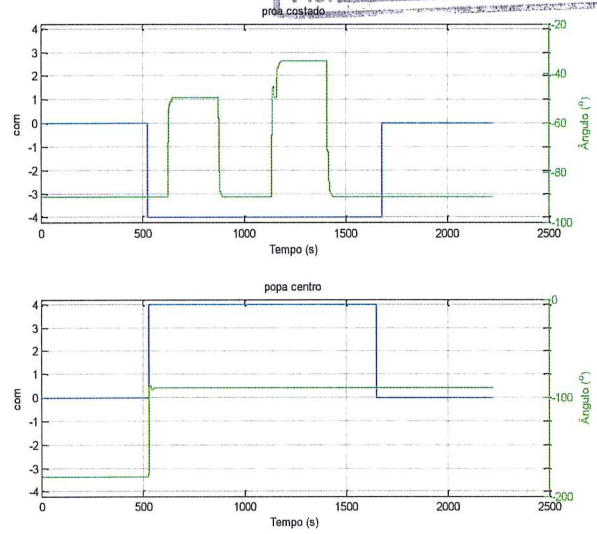
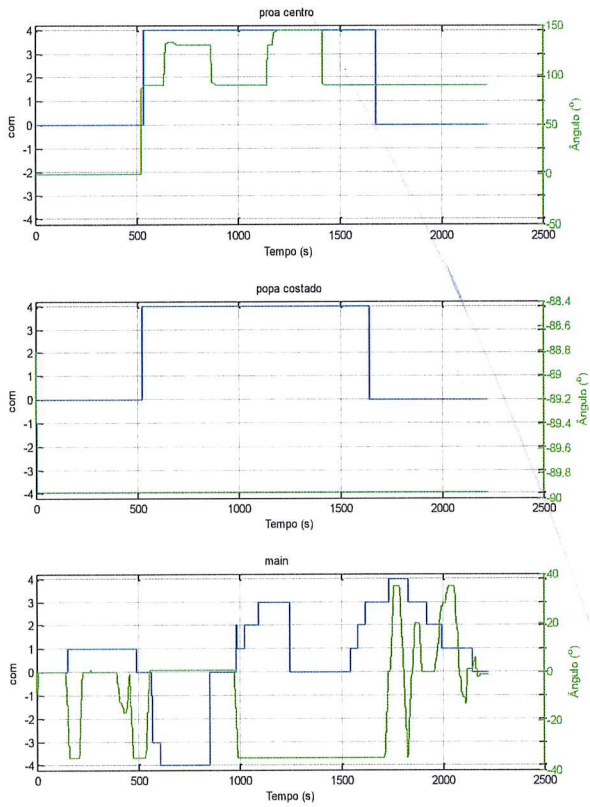


PASTAn°

68018/2016

Fis. 158 Rubrica: 007

**Comando de máquina, leme e rebocadores**



Imagens da Simulação



### 5.4. Manobra 4

<b>Navio:</b> Suezmax	<b>Condição:</b> Para NE
<b>Manobra:</b> Atracação	<b>Vento:</b> 20 nós ; W-SW (vindo de)
<b>Bordo de atracação:</b> BE	<b>Corrente:</b> 2 nós NE
<b>Carregamento:</b> Carregado	<b>Berço:</b> PP1

#### Trajectoria da embarcação

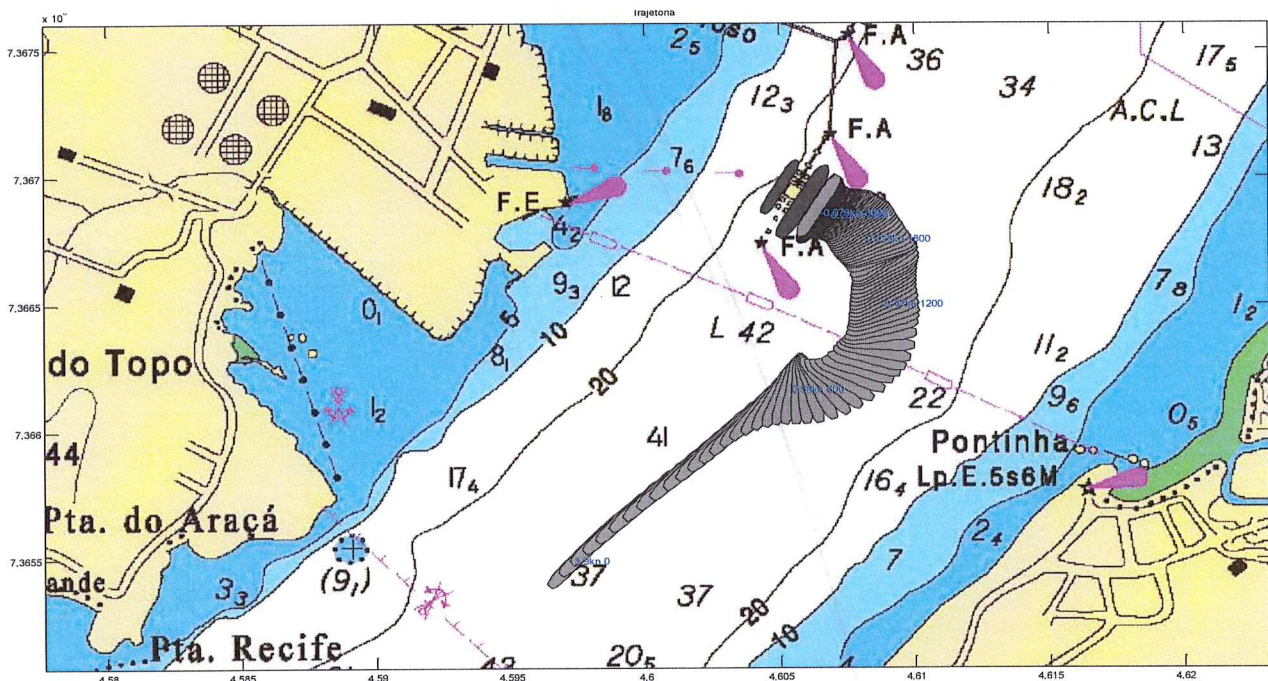
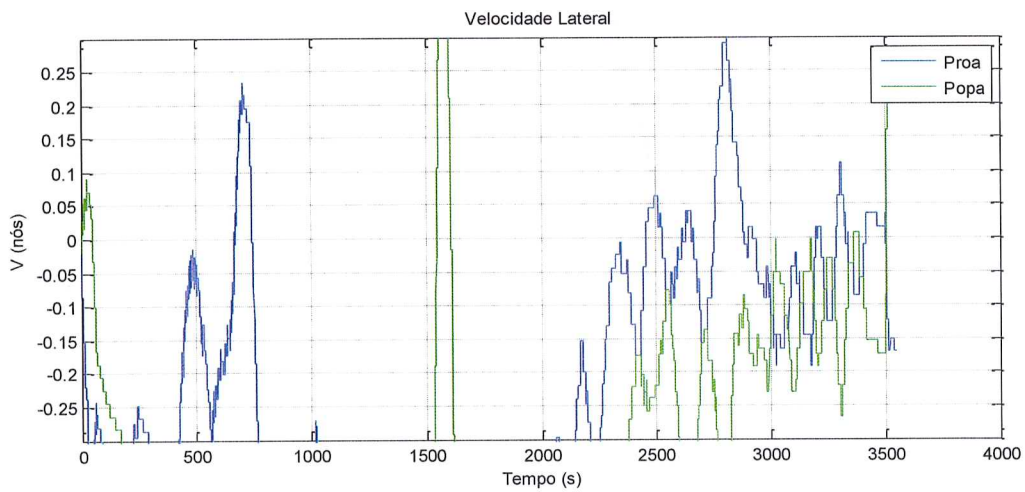
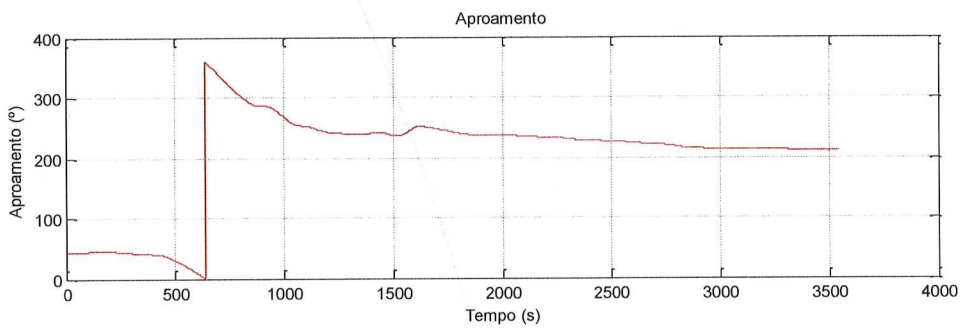
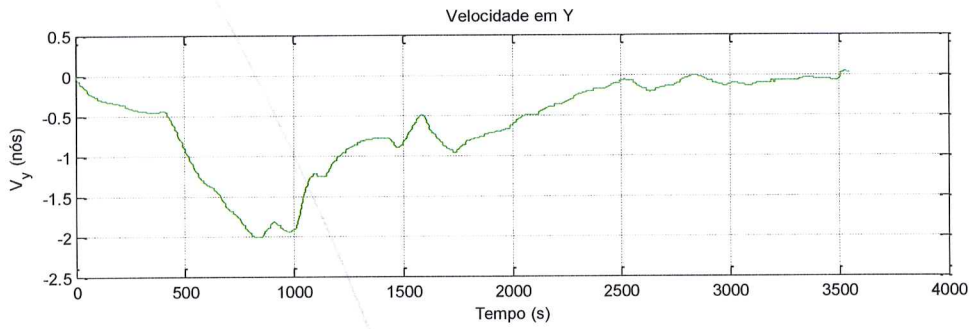
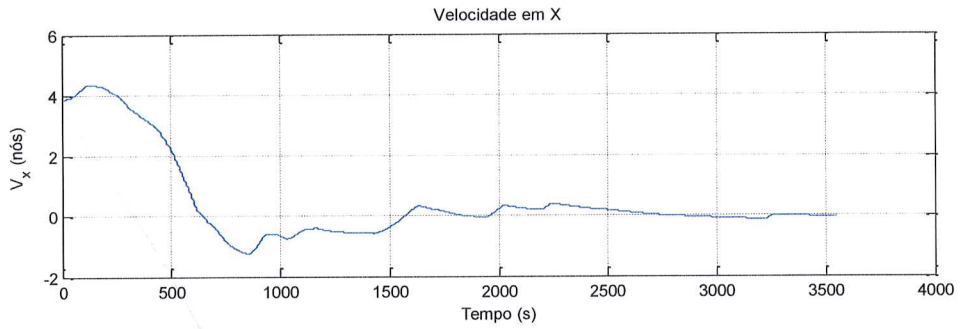


Figura 33 – Manobra 4

**Comentários:** A aproximação final foi difícil devido à correnteza. Os rebocadores do costado foram usados na maior parte do tempo com toda força. O giro foi iniciado antes do píer e afastado, mais no meio do canal, fazendo com que os rebocadores tenham sido bastante demandados para aproximar o navio para atracação. Nesta simulação apresenta-se também o gráfico da velocidade lateral de proa e popa, que indicam que no trecho final ambas apresentavam velocidades inferiores a 0,2nó, aproximando-se portanto com segurança ao navio a contrabordo. Adota-se, por questão de integridade das defensas, o valor de 0,2nó como limite.

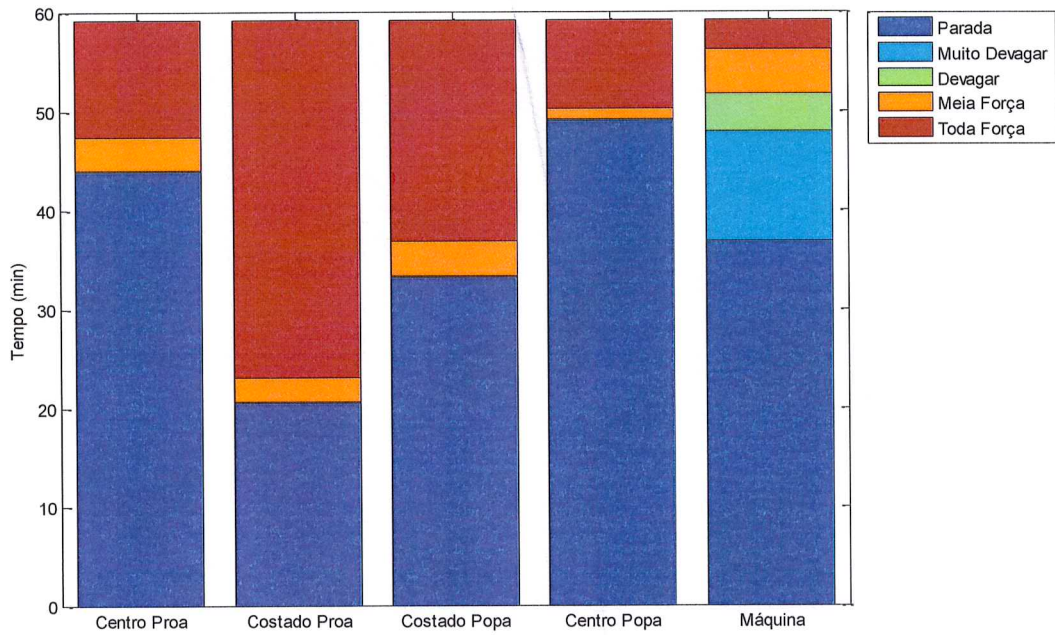
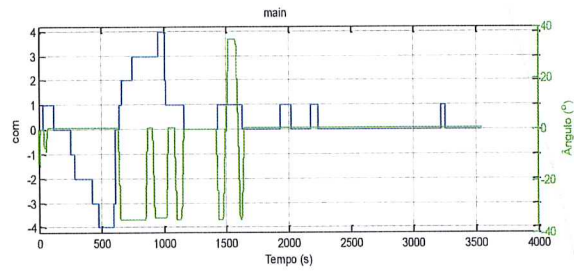
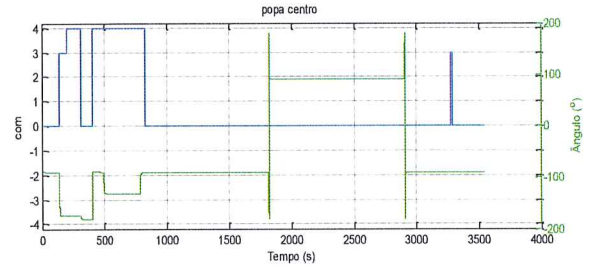
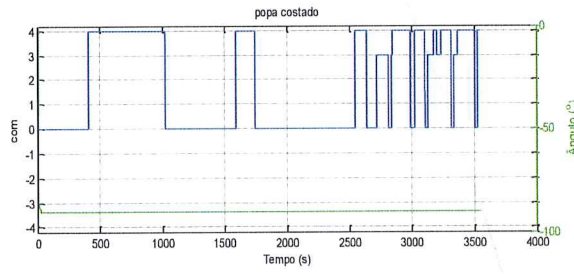
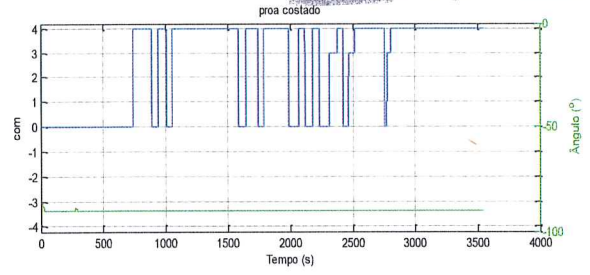
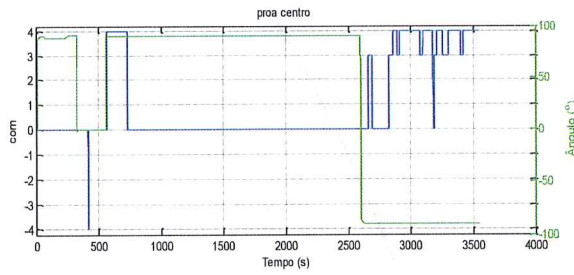
	Rebocadores				
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
4	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Médio

**Velocidades e Aproamento**



PASTAN<sup>o</sup>  
 68018/2016  
 Fls. 162 Rubrica: m01

**Comando de máquina, leme e rebocadores**



ASTA n°  
68018/2016  
Fls. 163 Rubrica: mm

5.5. Manobra 5

Navio: Suezmax	Condição: Para SW
Manobra: Atracação	Vento: 20 nós ; NE (vindo de)
Bordo de atracação: BB	Corrente: 1,2 nó SW
Carregamento: Carregado	Berço: PP1

Trajectoria da embarcação

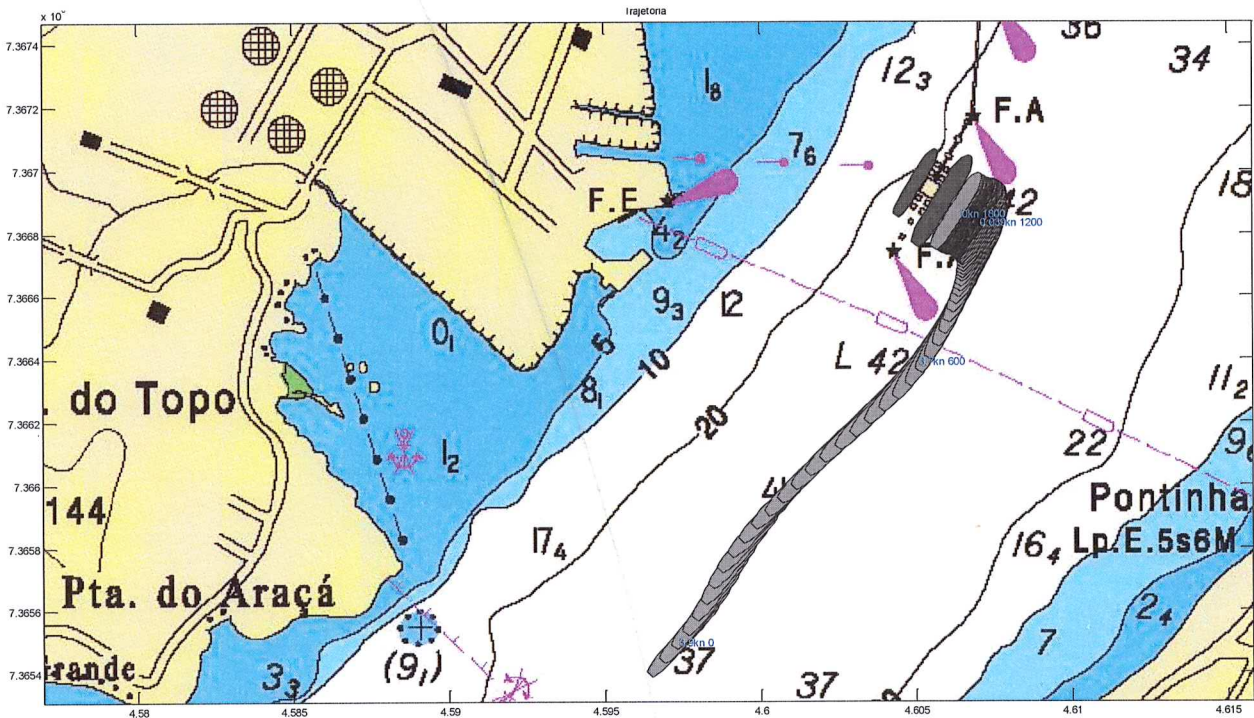


Figura 34 – Manobra 5

**Comentários:** Nessa simulação o prático usou rebocadores preferencialmente para empurrar. Na realidade, o prático, em geral, usa os rebocadores para segurar o navio no final, diferentemente do que aconteceu nessa simulação. Esta diferença foi devido ao giro artificial de  $-10^\circ$  aplicado sobre o mapa de corrente, explicado anteriormente. Mesmo assim, pôde-se concluir que a manobra foi possível com a presença do navio a contrabordo. O risco adicional induzido pela presença de um navio deve ser compensado por um maior cuidado na aproximação final, mantendo-se o navio paralelo e com velocidade controlada. Pelo grau de utilização dos rebocadores, verifica-se que há recursos para garantir tal controle ao final da manobra.

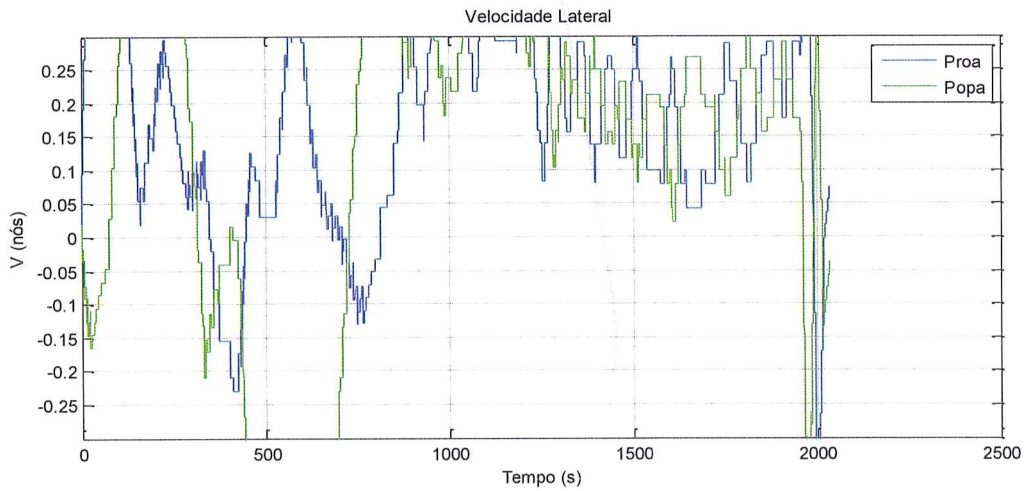
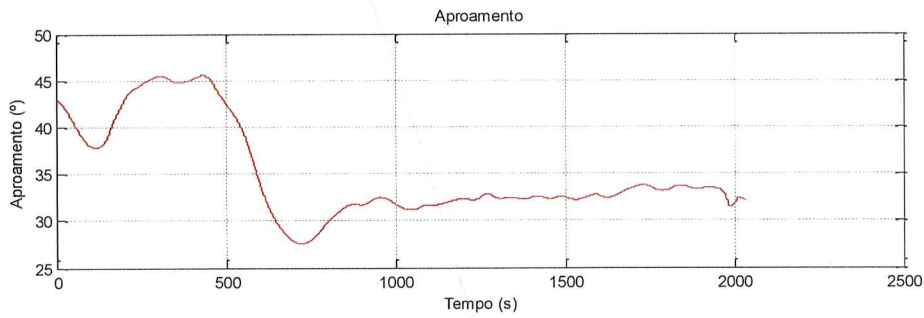
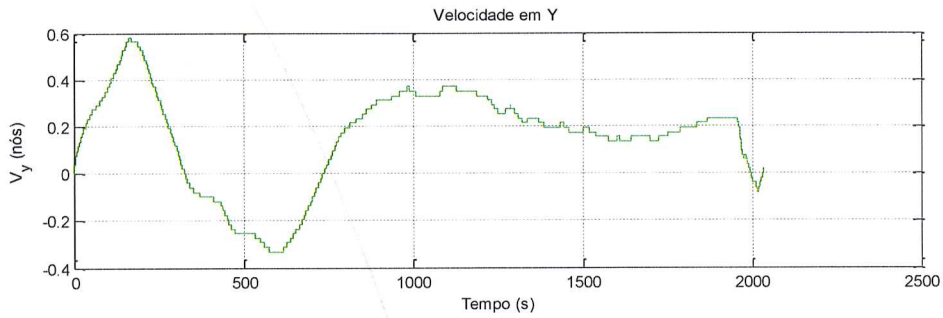
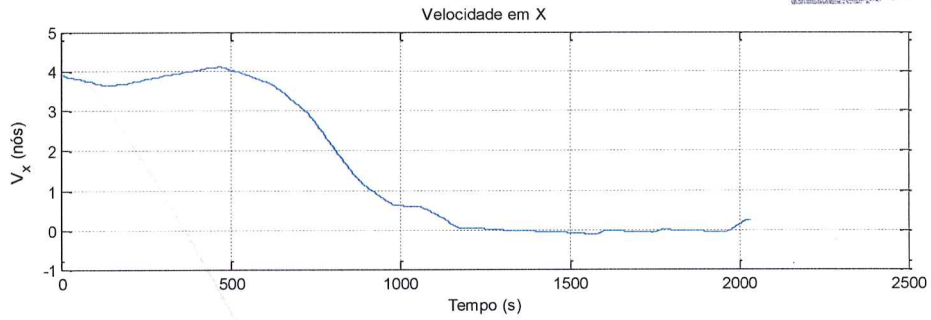
		Rebocadores			
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
5	Adequado	Adequado	Crítico	Adequado	Adequado

PASTA n°

68018/2016

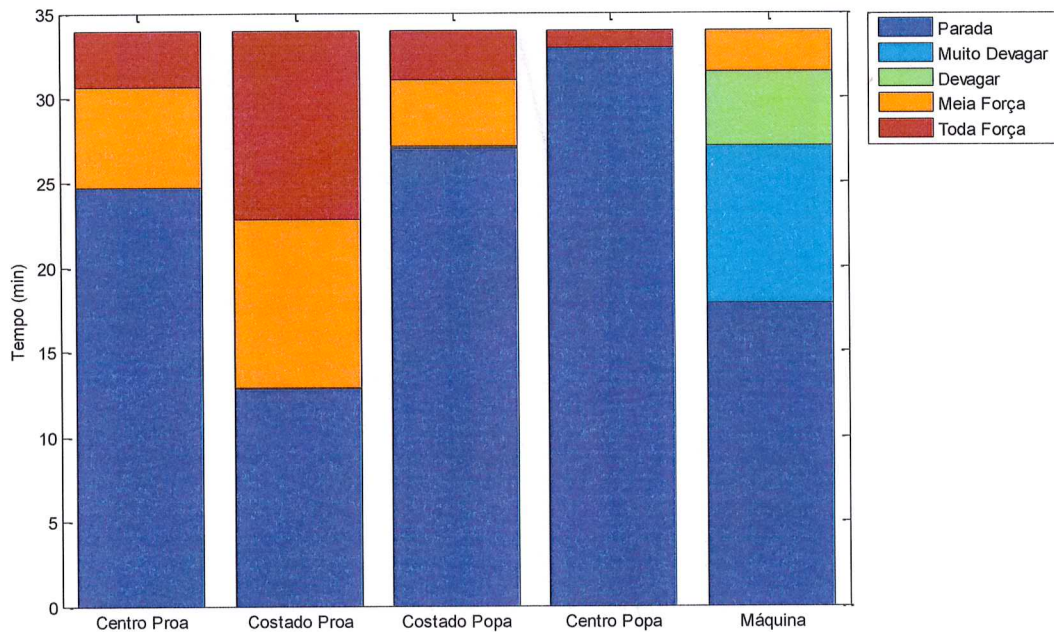
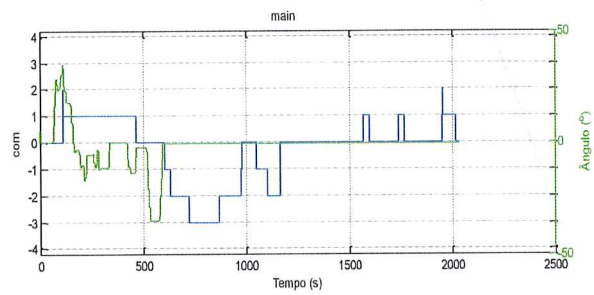
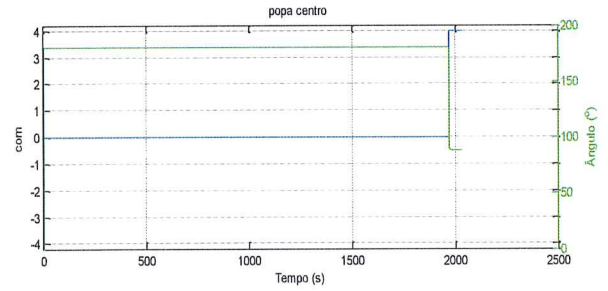
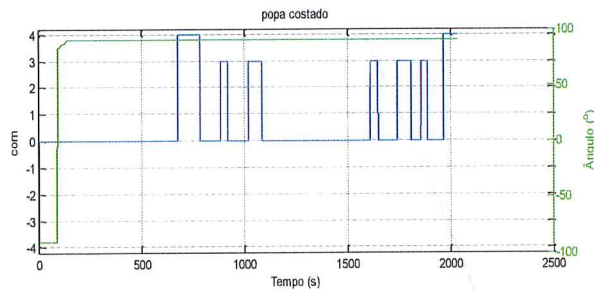
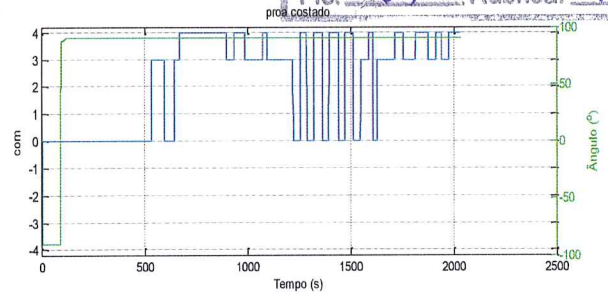
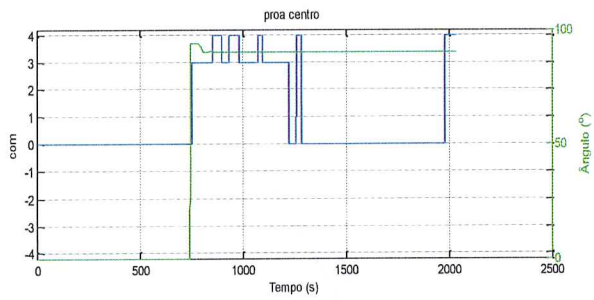
Fis. 164 Rubrica: mos

**Velocidades e Aproamento**



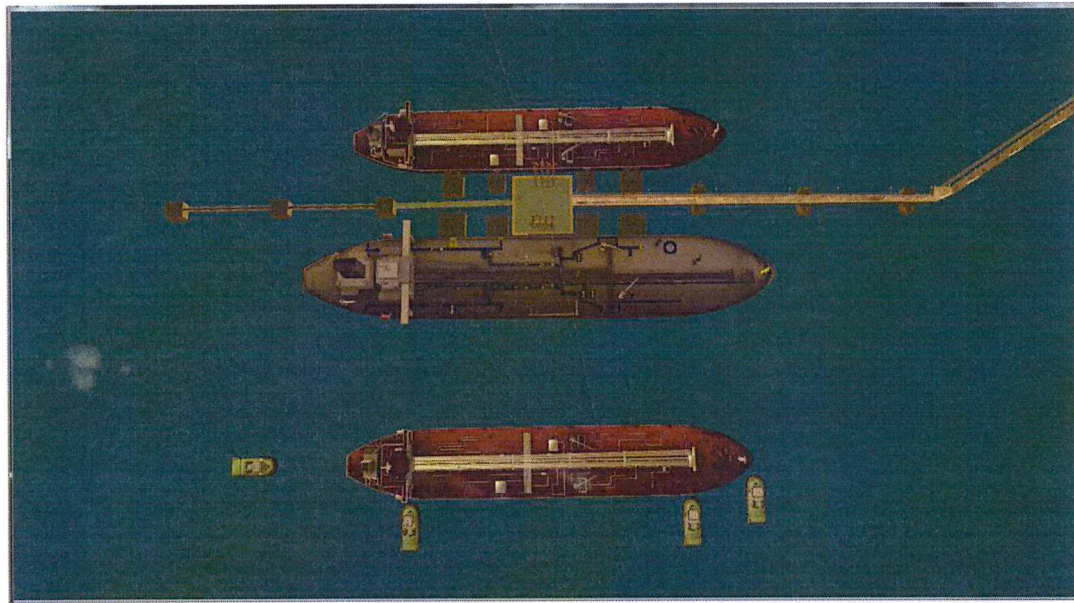
**Comando de máquina, leme e rebocadores**

PASTAN<sup>o</sup>  
68018/2016  
Fls. 165 Rubrica: man





**Imagens da Simulação**



5.6. Manobra 6

Navio: Suezmax	Condição: Para NE
Manobra: Desatracação	Vento: 20 nós ; W-SW (vindo de)
Bordo de atracação: BB	Corrente: 2 nós NE
Carregamento: Carregado	Berço: PP1

Trajectoria da embarcação

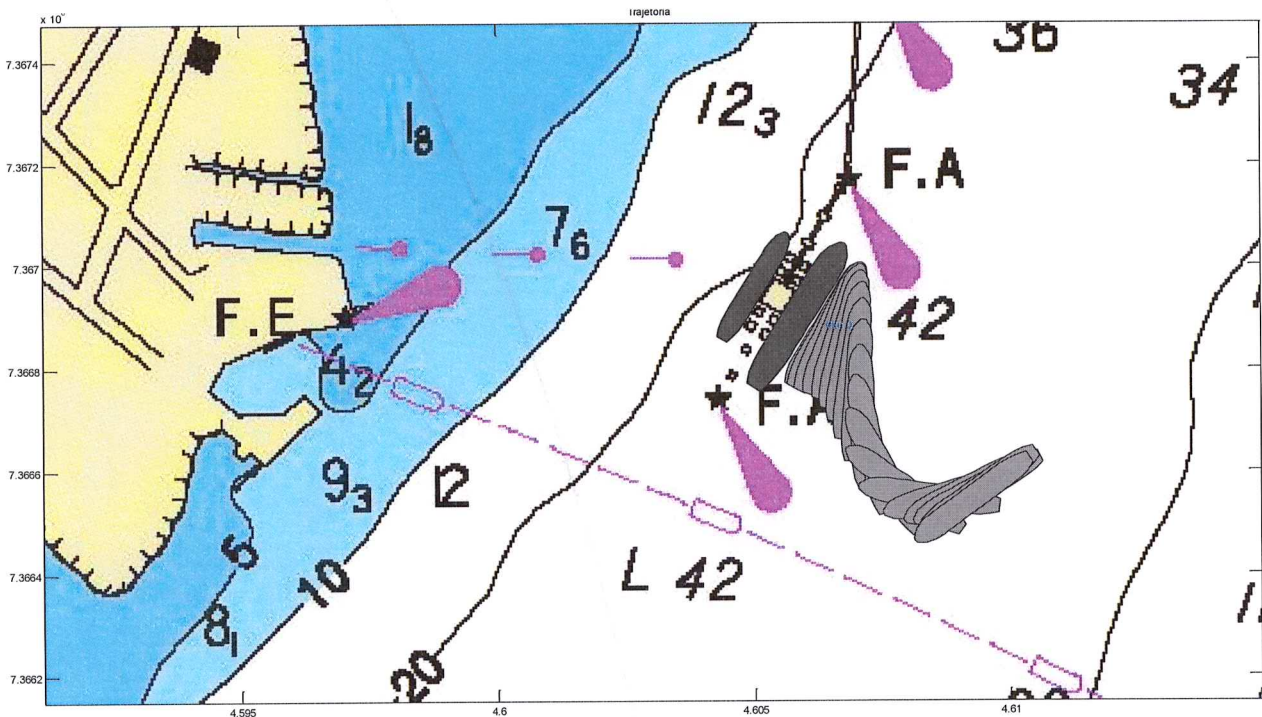
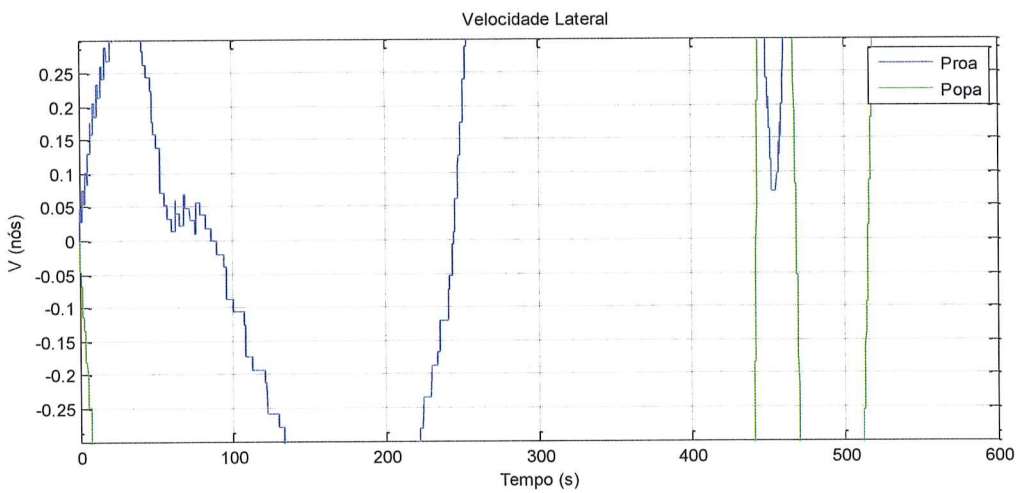
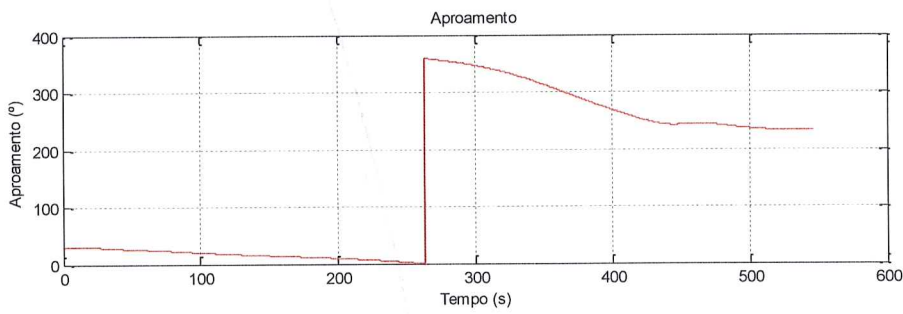
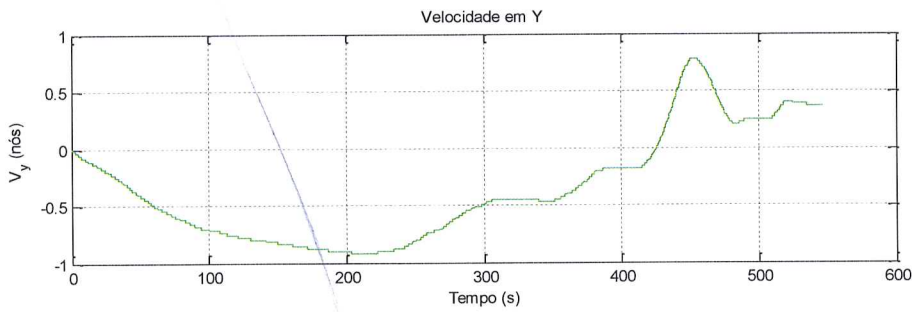
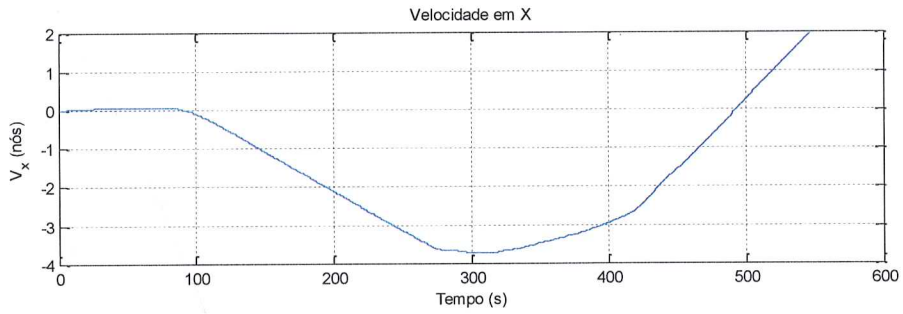


Figura 35 – Manobra 6

**Comentários:** Ao iniciar a manobra, as condições ambientais e rebocadores puxando fizeram com que o navio se afastasse do outro muito rapidamente, o que pode representar perigo de rompimento dos cabos que seguram o navio atracado no PP1. Na realidade, o afastamento deve ser realizado com velocidade lateral máxima da ordem de 0,2 nó. Além deste ponto a manobra foi realizada como de costume, com uso adequado de rebocadores.

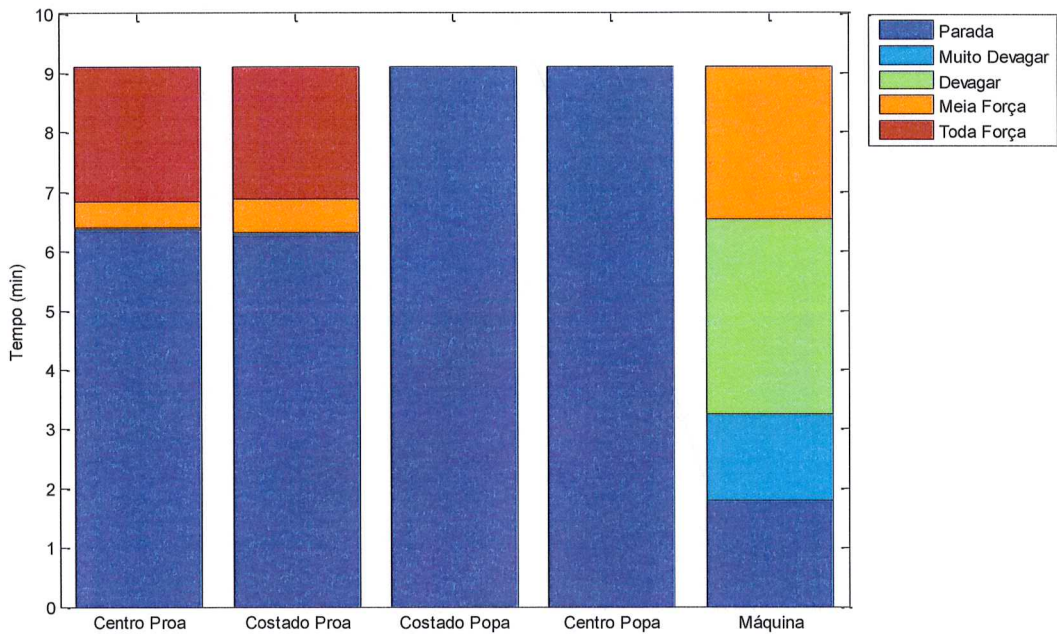
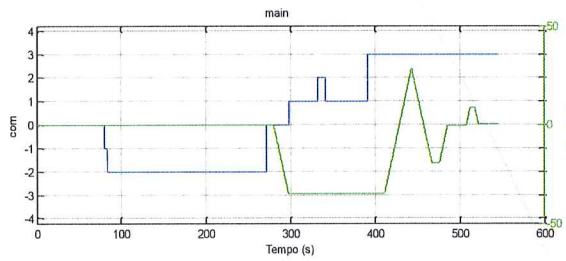
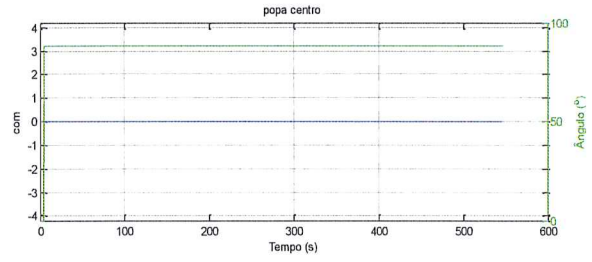
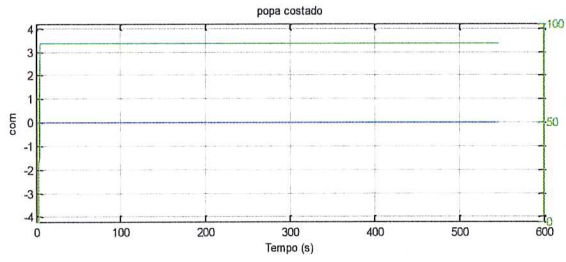
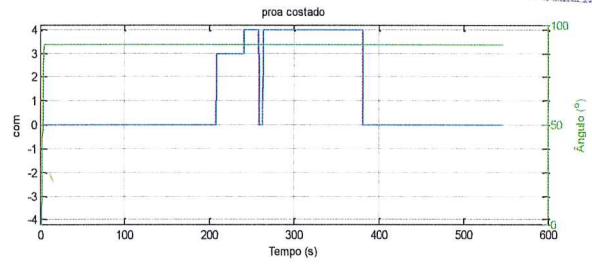
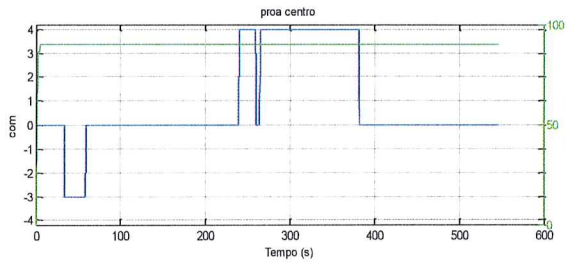
		Rebocadores			
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
6	Crítico	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado

**Velocidades e Aproamento**



PASTA n°  
68018/2010  
Fls. 169 Rubrica: mo

**Comando de máquina, leme e rebocadores**



PASTA n°  
68018/2016  
Fls. 140 Rubrica: mox

5.7. Manobra 7

Navio: Suezmax	Condição: Para SW
Manobra: Desatracação	Vento: 20 nós; NE (vindo de)
Bordo de atracação: BB	Corrente: 2 nós SW
Carregamento: Lastro	Berço: PP1

Trajatória da embarcação

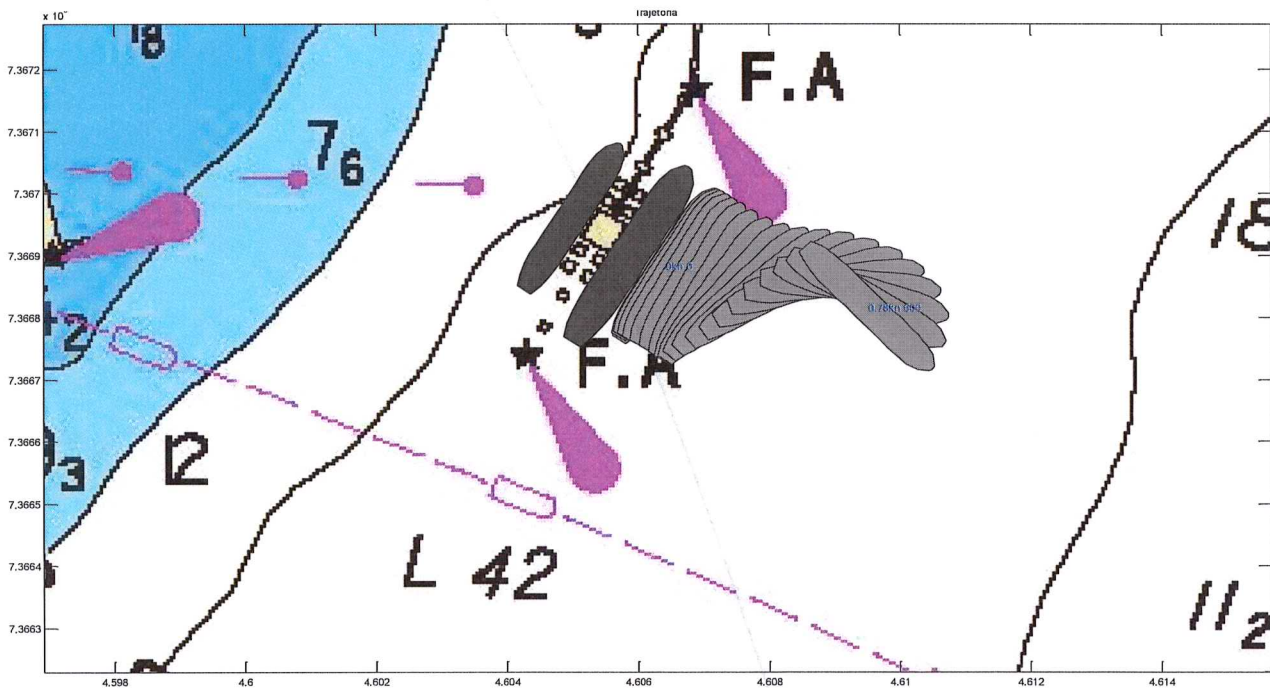


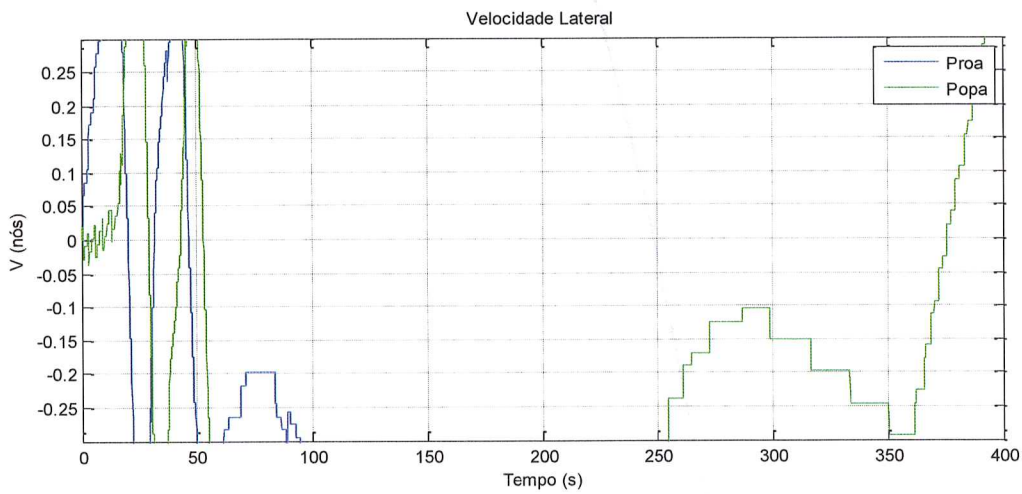
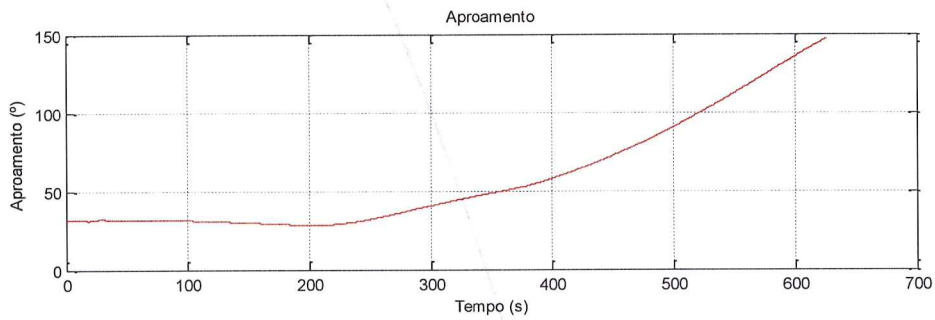
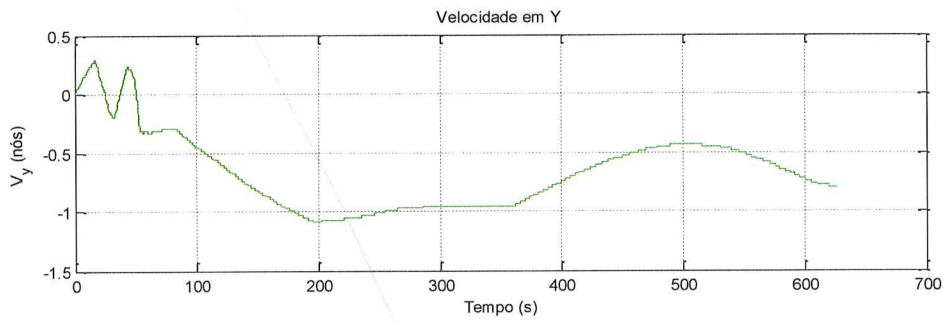
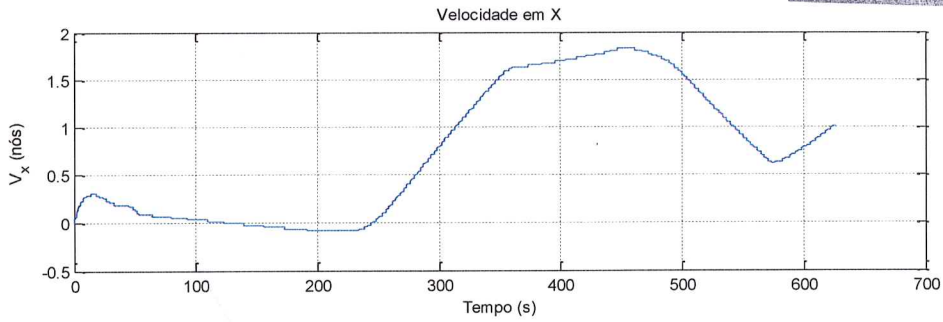
Figura 36 – Manobra 7

**Comentários:** Para que o navio se afastasse mais lentamente e não apresentasse perigo para os cabos, a manobra começou com rebocadores empurrando para segurar um navio próximo do outro até equilibrar as forças resultantes da condição ambiental. O afastamento foi feito de forma mais lenta. A manobra foi realizada com uso adequado dos rebocadores.

	Rebocadores				
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
7	Adequado	Adequado	Adequado	Médio	Adequado

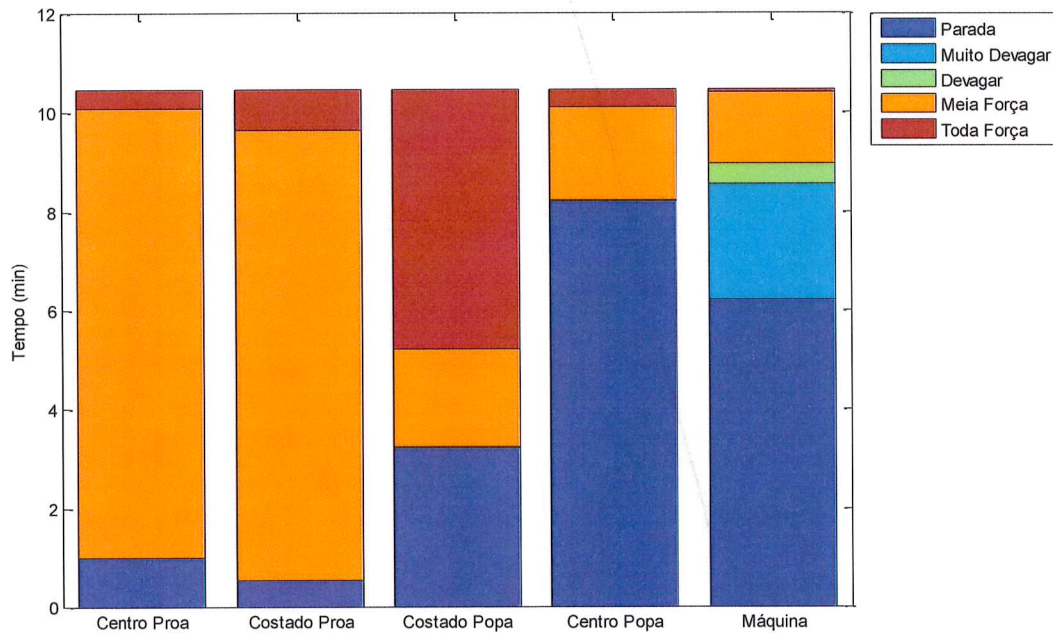
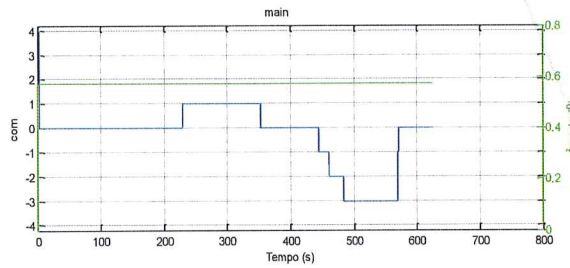
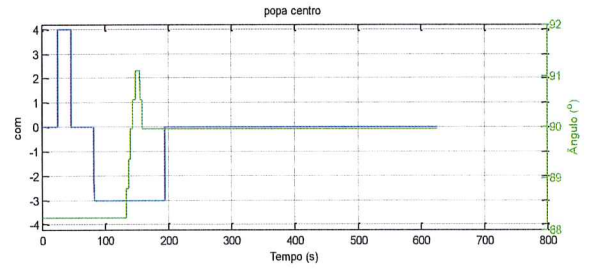
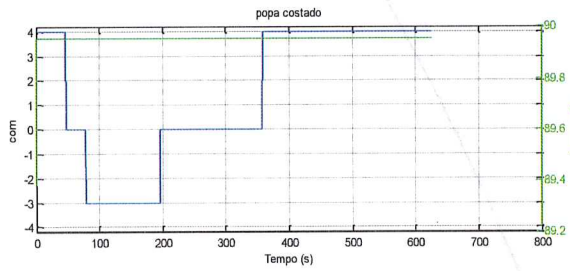
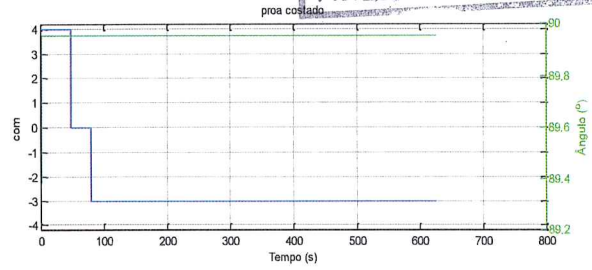
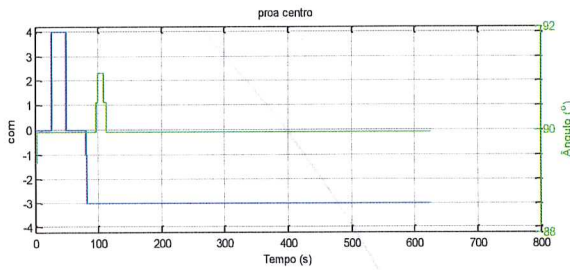
PASTA n°  
68018/2016  
Fls. 141 Rubrica: mmy

**Velocidades e Aproamento**



PASTA n°  
68018/2016  
Fis. 172 Rubrica: mot

**Comando de máquina, leme e rebocadores**



PASTA n°  
68018/2016  
Fls. 143 Rubrica: man

5.8. Manobra 8

Navio: VLCC	Condição: Para SW
Manobra: Atracação	Vento: 20 nós ; NE (vindo de)
Bordo de atracação: BB	Corrente: 1,2 nó SW
Carregamento: Carregado	Berço: Externo

Trajectoria da embarcação

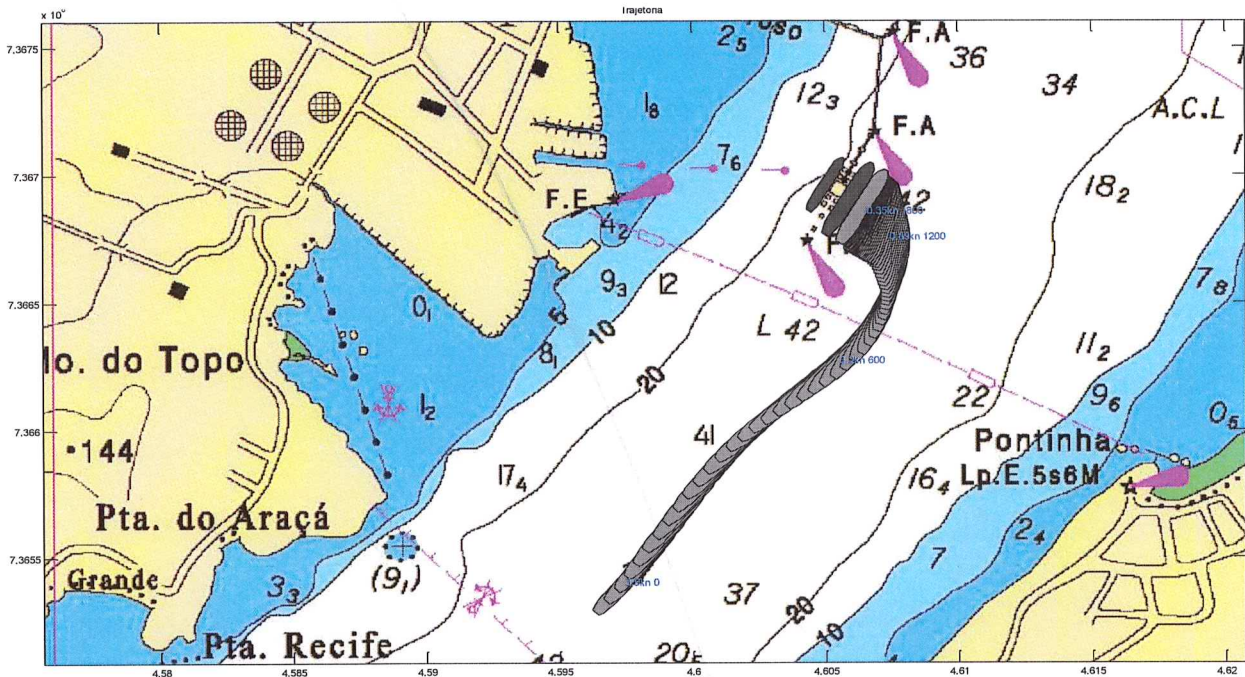


Figura 37 – Manobra 8

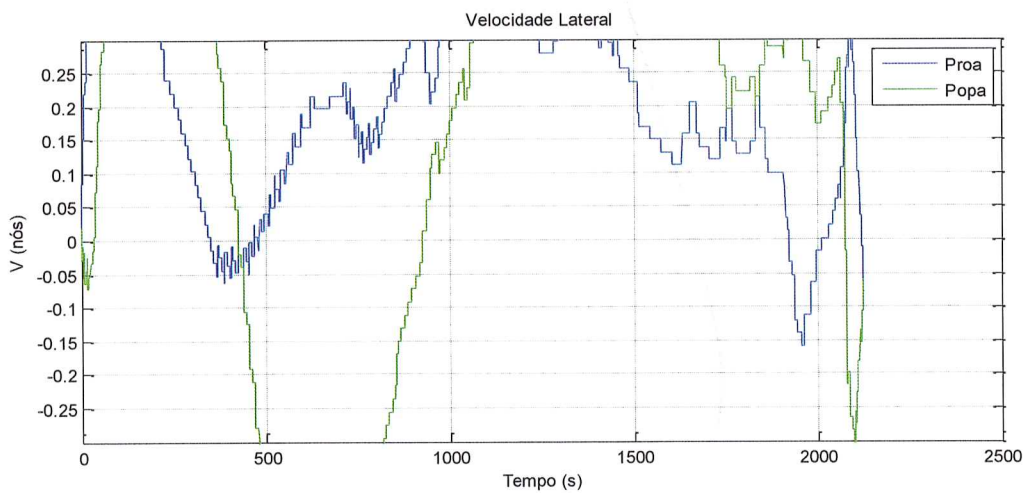
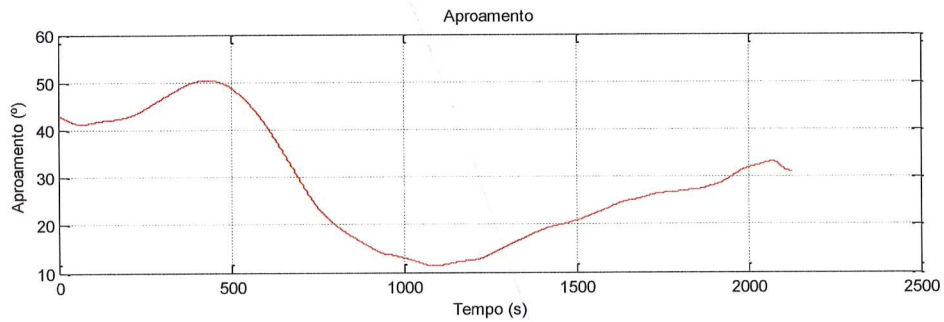
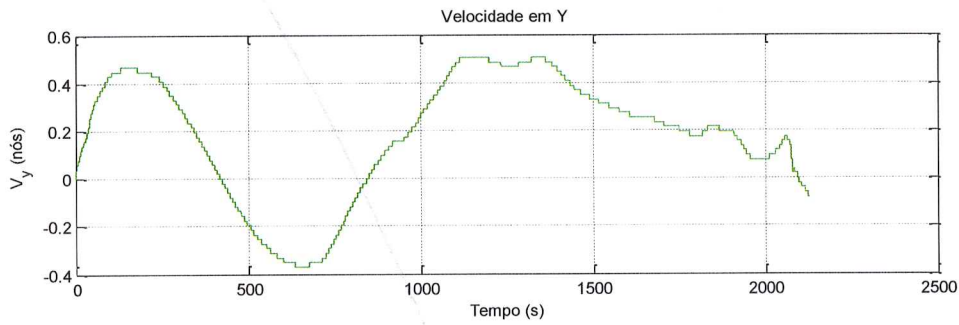
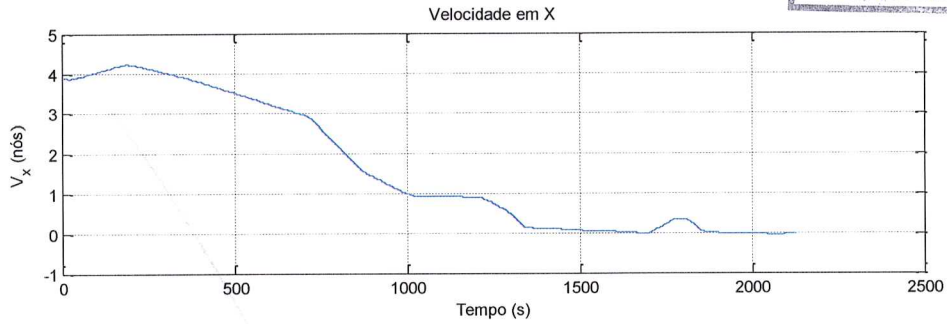
**Comentários:** A partir desta manobra, aumentou-se o tempo de resposta dos rebocadores, atuando de forma mais lenta e mais realista segundo a praticagem. Nota-se uso critico dos rebocadores da proa, pois nesta manobra o navio iniciou a aproximação paralela muito afastado do píer, havendo maior necessidade do uso dos rebocadores. Foi possível controlar a velocidade de aproximação do navio com os rebocadores. Houve um comportamento inesperado da corrente, o que fez com que o navio fosse abatido para boreste antes de chegar ao píer, esse efeito pode ter ocorrido por conta da mudança artificial da corrente feita a pedido dos práticos.

		Rebocadores			
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
8	Adequado	Crítico	Crítico	Médio	Médio



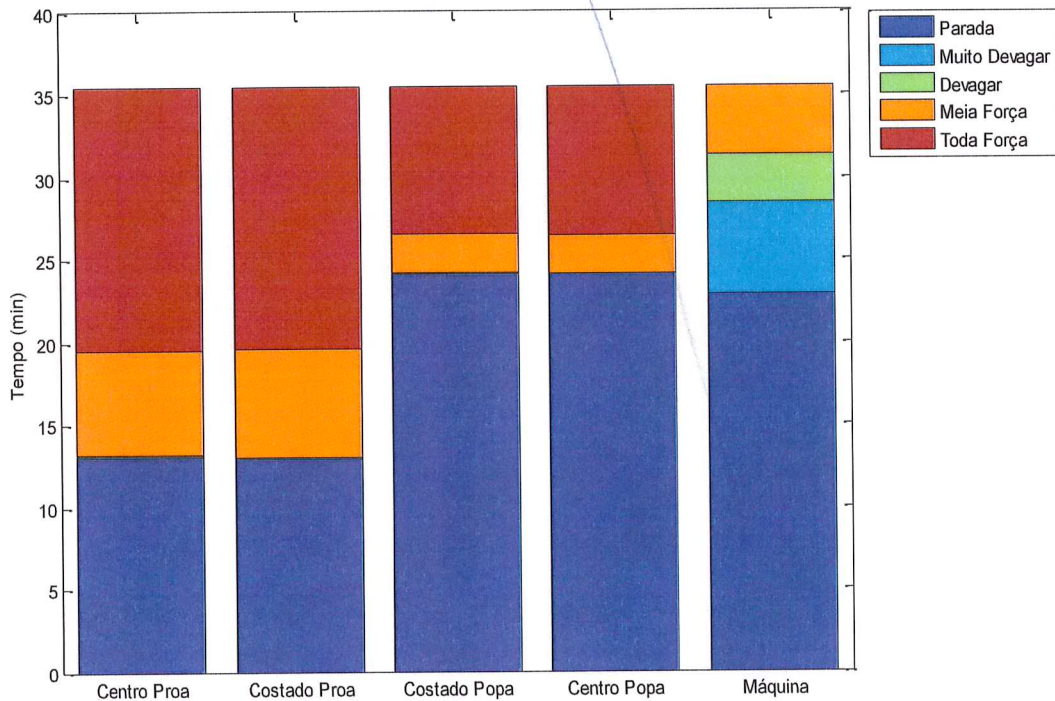
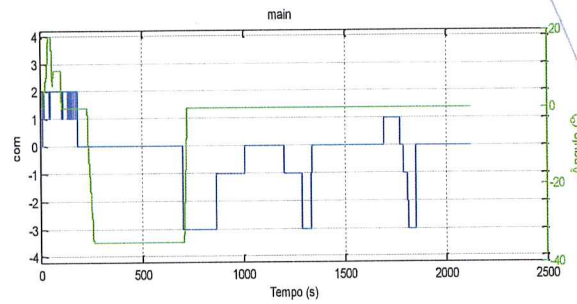
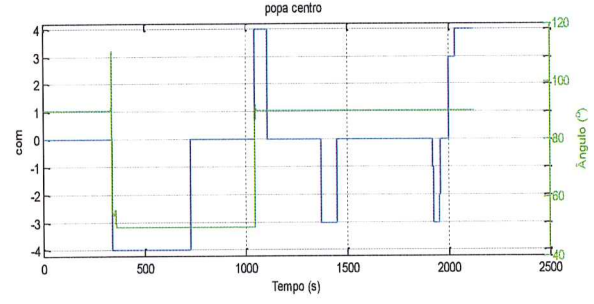
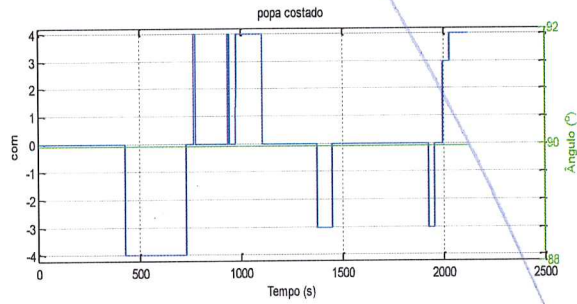
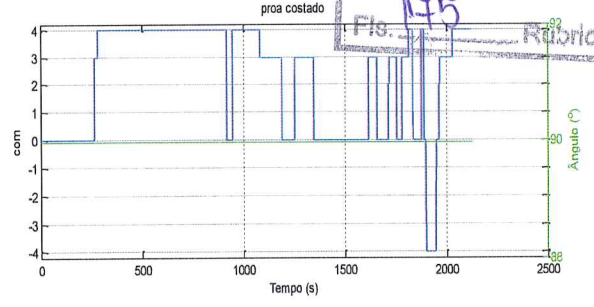
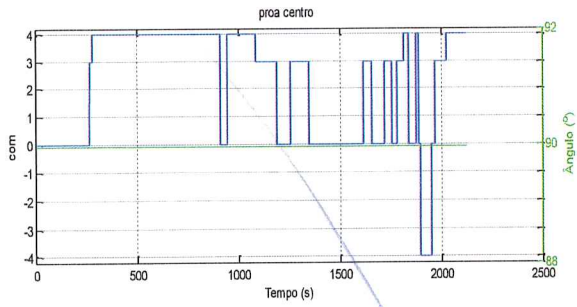
**Velocidades e Aproamento**

ASTAN°  
68018/2016  
Fls. 144 Rubrica: moy



**Comando de máquina, leme e rebocadores**

r-ASTA n°  
68018/2016  
Fls. 145  
Rubrica: moy

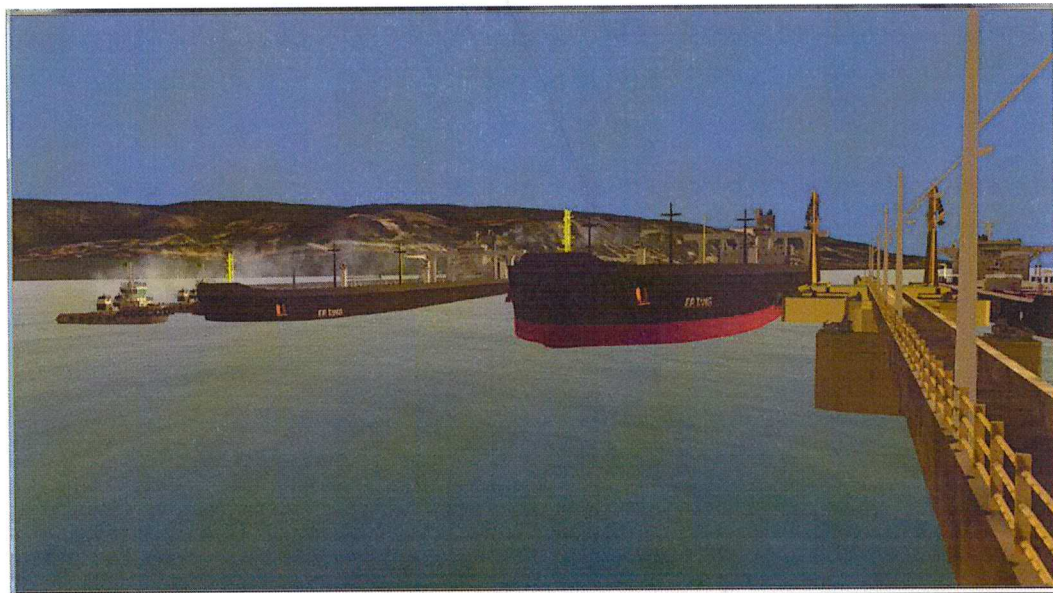


PASTA n°

68018/2016

Fig. 146 Rubrica: *mod*

Imagens da Simulação



5.9. Manobra 9

PASTA n°  
68018/2016  
Fls. 147 Rubrica: M01

Navio: VLCC	Condição: Para SW
Manobra: Desatracação	Vento: 20 nós ; NE (vindo de)
Bordo de atracação: BB	Corrente: 1,2 nó SW
Carregamento: Lastro	Berço: Externo

Trajectoria da embarcação

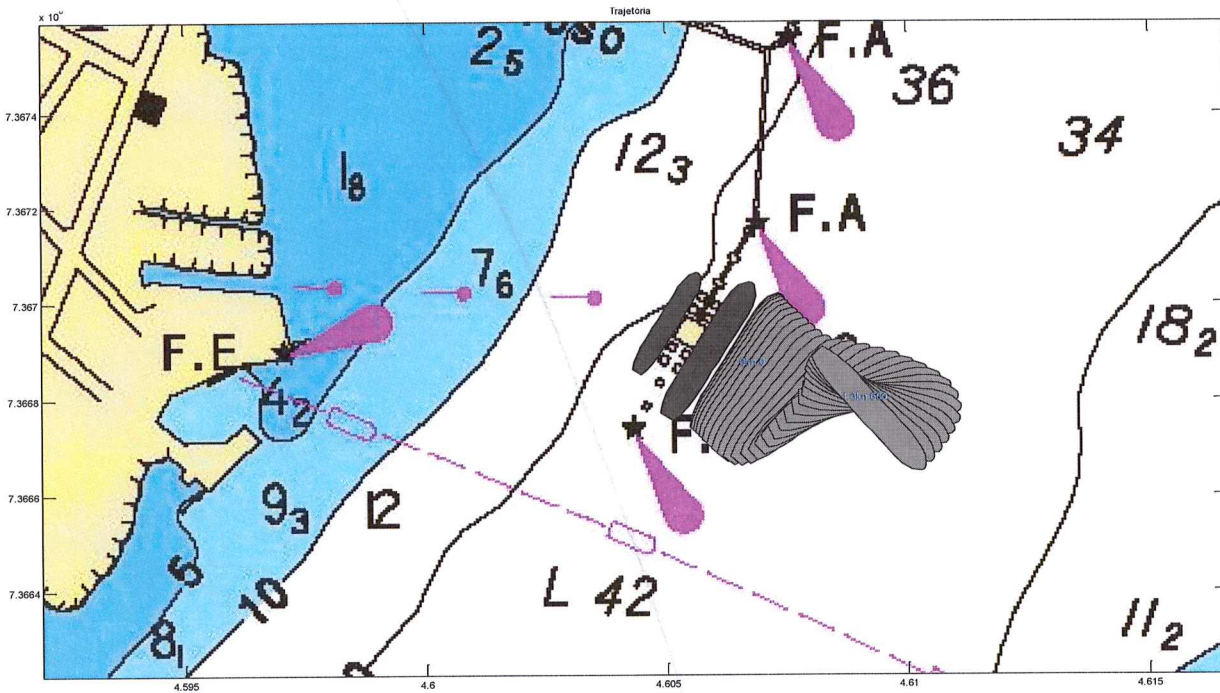


Figura 38 – Manobra 9

**Comentários:** O navio foi afastado com velocidade adequada realizando o giro em frente ao píer com uso adequado dos rebocadores.

	Rebocadores				
	Máquina+Leme	Centro Proa	Costado Proa	Costado Popa	Centro Popa
9	Adequado	Adequado	Adequado	Médio	Adequado

PASTA nº  
68018/2016  
Fls. 178 Rubrica: *mod*

**Velocidades e Aproamento**

