



## Tanque de Provas Numérico

### Projeto

Simulação Real-Time de Manobras de Navios de Veículos  
Expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá

JUNHO 2016



**Tanque de  
Provas Numérico**

Projeto

Simulação Real-Time de Manobras de Navios de Veículos  
Expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá

JUNHO 2016

PARTICIPANTES




# Tanque de Provas Numérico

## Projeto

Simulação Real-Time de Manobras de Navios de Veículos  
Expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá

JUNHO 2016

PROJETO						
Simulação Real-Time de Manobras de Navios de Veículos. Expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá						
	CÓDIGO DO RELATÓRIO		TÍTULO DO RELATÓRIO			
	RT -		RT – SIMULAÇÕES DE MANOBRA EM TEMPO REAL			
CLIENTE	COORDENADOR CLIENTE		COORDENADOR TPN			
<b>TCP</b> TERMINAL DE CONTÊINERES DE PARANAGUÁ S.A.	Cleber Augusto T. do Amaral		Prof Dr. Eduardo Aoun Tannuri			
	EQUIPE					
		Comte Francisco Haranaka - Consultor Náutico Eng. Naval Dr. Felipe Rateiro Eng. Mec. Felipe Masetti Eng. Mec. MSc. André Ianagui	Eng. Mec. Gustavo Oliveira Of. de Náutica Victor Braga			
	ORIGINAL	REVISÃO A	REVISÃO B	REVISÃO C	REVISÃO D	REVISÃO E
DATA	27/06/2016					
EXECUÇÃO	Equipe					
VERIFICAÇÃO	EAT					
APROVAÇÃO						



## Sumário

1. Introdução .....	6
2. Área de Estudo .....	10
2.1. Área de Manobra .....	10
2.2. Batimetria.....	12
2.3. Sinalização Náutica.....	14
2.4. Modelo 3D.....	15
3. Embarcações tipo .....	16
3.1. RoRo L199B32 .....	17
3.2. RoRo L214B32 .....	19
3.3. RoRo L228B32 .....	21
3.1. RoRo L265B32 .....	23
4. Condições Ambientais.....	26
4.1. Vento.....	26
4.2. Correnteza .....	27
4.3. Ondas .....	29
4.4. Maré .....	29
4.5. Condições Associadas.....	30
5. Definição do calado máximo para o navio RoRo.....	31
6. Simulações Real-Time - Descrição das manobras .....	33
6.1. Arranjos de Rebocadores .....	35
6.2. Apresentação dos Resultados .....	35
6.3. Manobra 19.....	38
6.4. Manobra 20.....	43
6.5. Manobra 21.....	48
6.6. Manobra 22.....	53
6.7. Manobra 23.....	58
6.8. Manobra 24.....	63
6.9. Manobra 25.....	68
6.10. Manobra 26.....	73
6.11. Manobra 27.....	78
6.12. Manobra 28.....	83
6.13. Manobra 29.....	88
6.14. Manobra 30.....	93



6.15.	Manobra 31 .....	98
6.16.	Manobra 32 .....	103
6.17.	Manobra 33 .....	108
6.18.	Manobra 34 .....	113
6.19.	Manobra 35 .....	118
6.20.	Manobra 36 .....	123
6.21.	Manobra 37 .....	128
6.22.	Manobra 38 .....	133
6.23.	Manobra 39 .....	138
6.24.	Manobra 40 .....	143
6.25.	Manobra 41 .....	148
6.26.	Manobra 42 .....	153
6.27.	Manobra 43 .....	158
6.28.	Manobra 44 .....	163
6.29.	Manobra 45 .....	168
6.30.	Manobra 46 .....	173
6.31.	Manobra 47 .....	178
6.32.	Manobra 48 .....	183
6.33.	Manobra 49 .....	188
6.34.	Manobra 50 .....	193
6.35.	Manobra 51 .....	198
6.36.	Manobra 52 .....	203
6.37.	Manobra 53 .....	208
6.38.	Manobra 54 .....	213
6.39.	Manobra 55 .....	218
7.	Referências Gerais.....	223

# 1. Introdução

O presente relatório aborda a realização de simulações numéricas de manobras do tipo real-time para avaliação da operação de entrada e saída de navios do tipo *Roll On-Roll Off* (RoRo) de berço em projeto na expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP), localizado no Porto de Paranaguá (PR). A Figura 1 apresenta o trecho da Carta Náutica DHN 1822 modificado, já incluindo o terminal expandido. A Figura 2 apresenta uma foto do local de estudo atualmente, comparando-o com o terminal após a obra. A linha de atracação existente atualmente será ampliada, e os 4 dolphins que são utilizados para atracação dos navios RoRo atualmente serão deslocados para o interior do Canal da Cotinga. O arranjo do terminal após a expansão é apresentado na Figura 3.

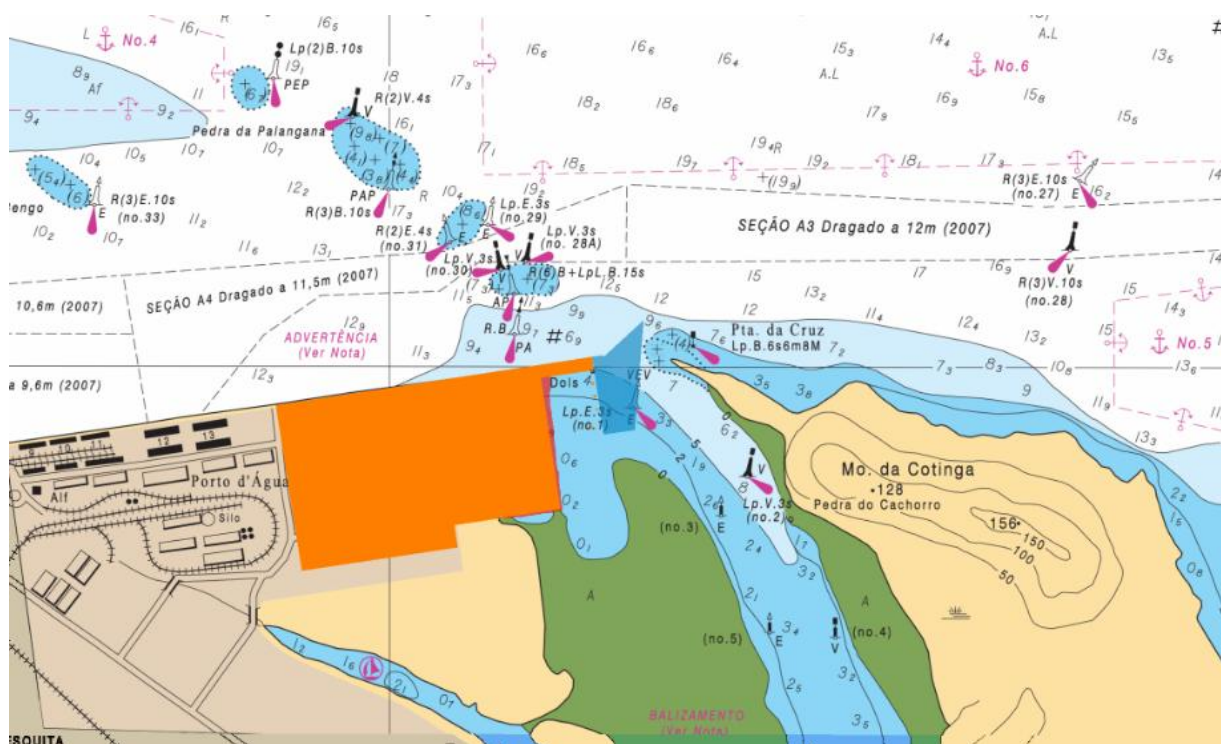
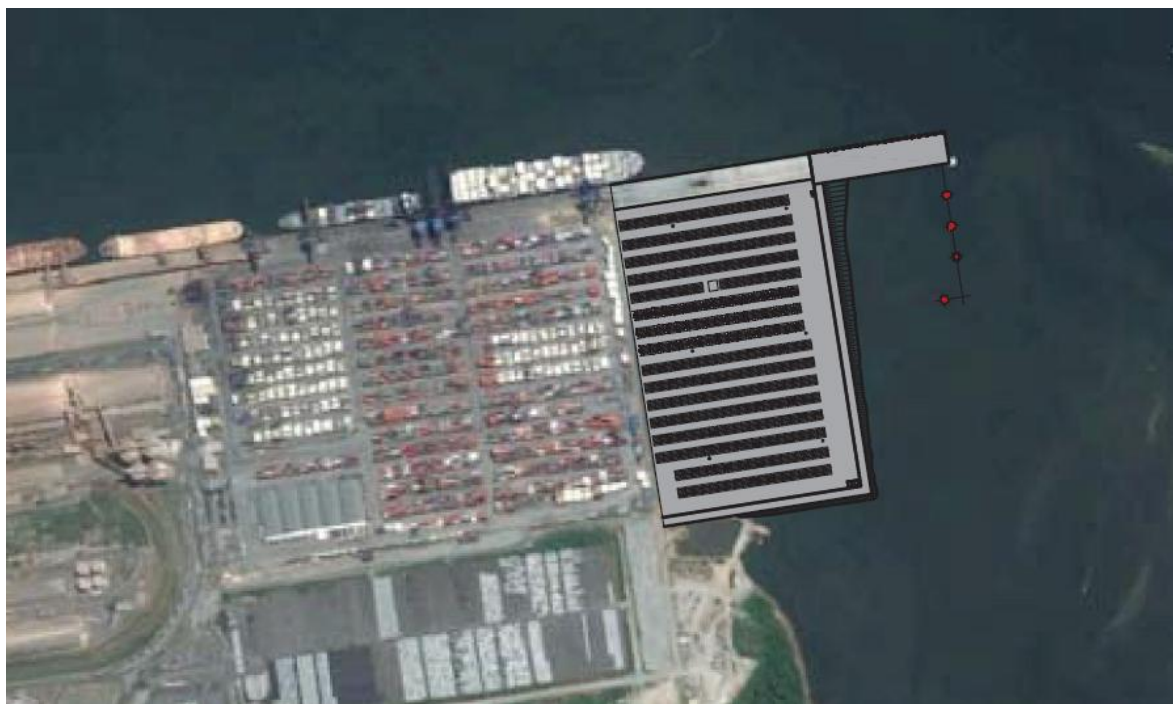


Figura 1 Trecho da carta náutica DHN 1822 modificada



Figura 2 Obra portuária em análise (Expansão do TCP)





**Figura 3** Representação do terminal após expansão

Foram realizadas simulações Real-Time, controladas pelos práticos indicados pela Praticagem de Paranaguá. Estas simulações foram realizadas entre os dias 14 a 16/06/2016 no simulador *Full-Mission* instalado no TPN-USP (Figura 4). Estavam presentes para acompanhar e/ou executar a manobra (Figura 5):

- Capitania dos Portos do Paraná - Comte Antônio Pacheco
- Práticos – Gustavo Henrique Alves Martins, Júlio Verner Nadolny, Sandro de Aragão
- APPA - Guilherme Costa de Toledo
- TCP - Cleber Augusto T. do Amaral
- Consultor Náutico (Equipe TPN-USP) - Comte Francisco Haranaka



Figura 4 – Simulador Full-Mission do TPN-USP utilizado para as simulações



Figura 5 – Práticos durante as manobras no simulador do TPN-USP

## 2. Área de Estudo

### 2.1. Área de Manobra

As simulações de manobra envolveram a navegação ao longo do canal do Surdinho e entrada do Canal da Cotonga, para a atracação nos dolphins em projeto, bem como a manobra de saída, no sentido inverso.

A Figura 6 ilustra o acesso náutico mencionado, indicando a área a ser dragada para 10,5m (referido ao Zero DHN) na área de aproximação dos dolphins.

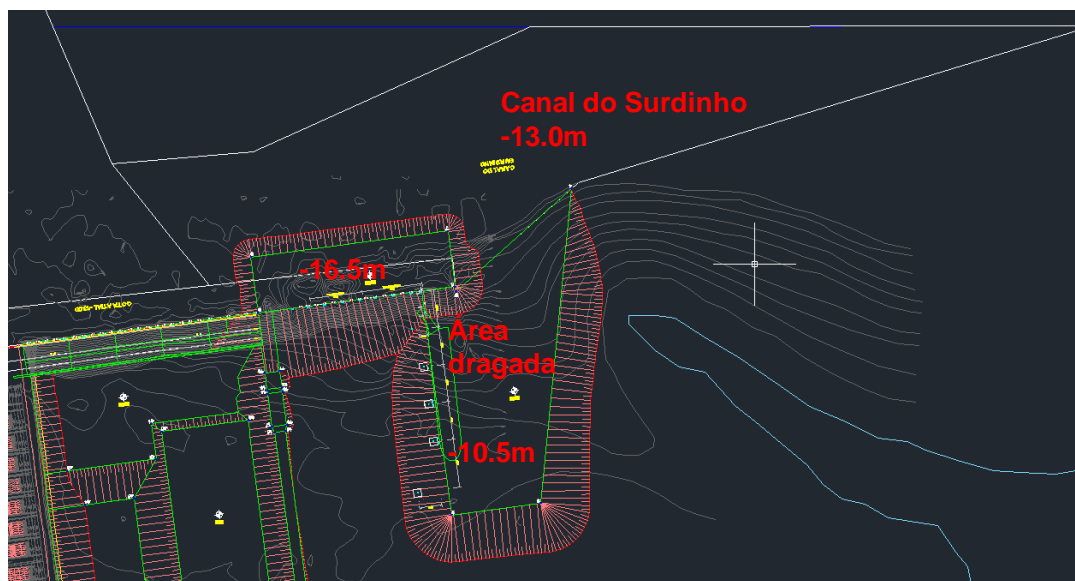


Figura 6 – Acesso náutico para o berço de RoRo

A Figura 7 apresenta as dimensões principais da área dragada. Pode-se ver que a largura para a entrada do navio na área de aproximação é de 190m, afunilando-se para 120m ao sul. A extensão no eixo N-S da área dragada é de 250m.

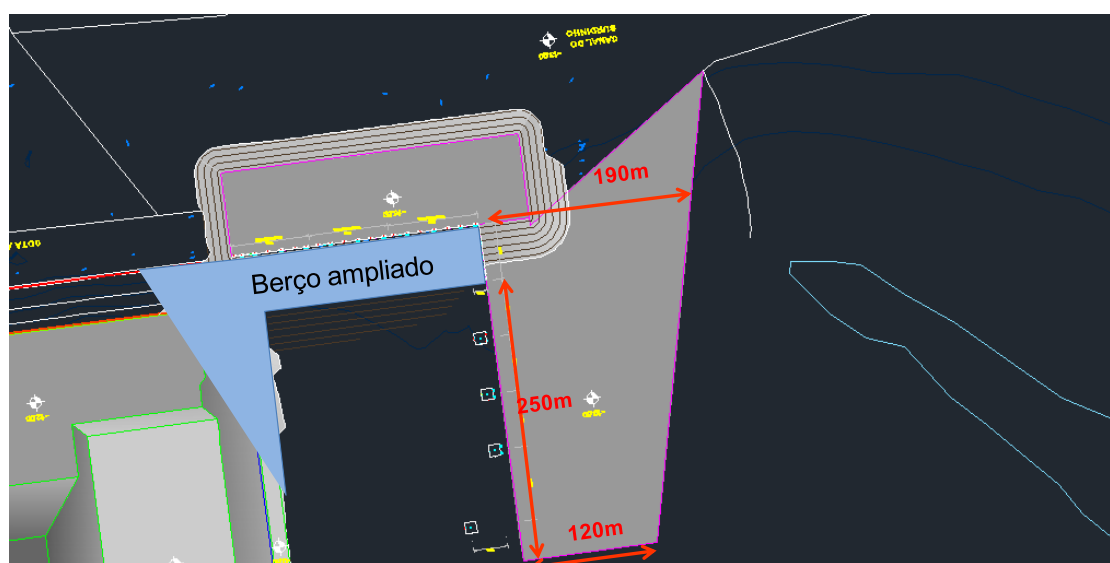


Figura 7 – Dimensões principais da área dragada



Ao longo das simulações, verificou-se a necessidade de se ampliar a área dragada para Sul, de forma a acomodar os navios de maiores comprimentos (LOA=228m ou LOA =265m). A Figura 8 ilustra esta necessidade. No caso do navio com LOA=228m, durante sua parada, a proa chegou a ultrapassar o limite dragado. No caso no navio com LOA=265m, nem mesmo haveria espaço suficiente para o mesmo dado que a área dragada possui apenas 250m no eixo de atracação.

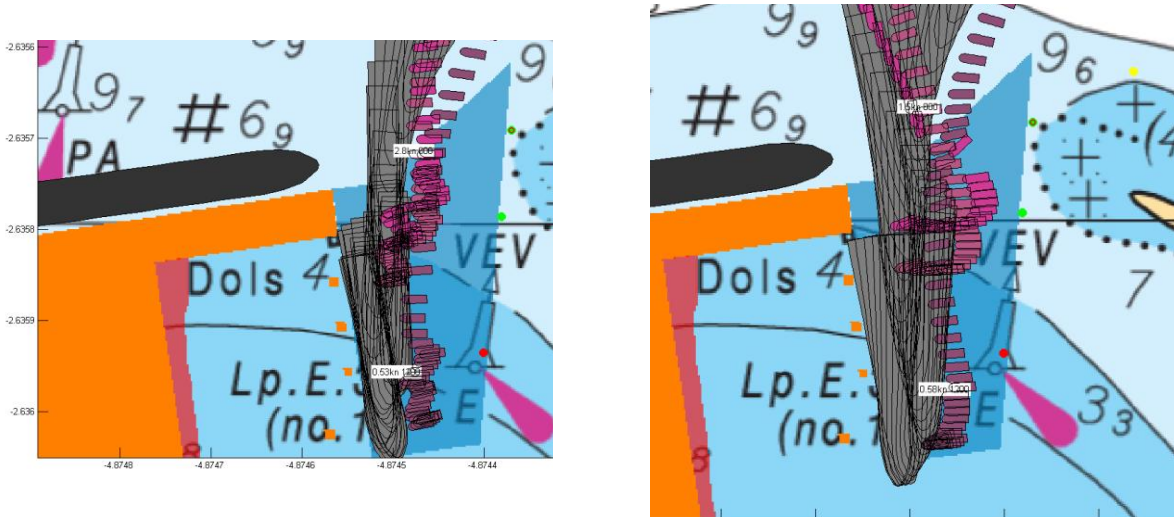


Figura 8 – Manobras com navios de maiores comprimentos: (esq) LOA=228m; (dir) LoA=265m

Assim, uma das conclusões do estudo foi a necessidade de se ampliar em 45m para Sul a área dragada, tal como mostrado na Figura 9. Com isso, haverá espaço dragado de 30m avante do maior navio tipo. Este valor foi obtido a partir da norma de projetos portuários ROM (ver Figura 10).

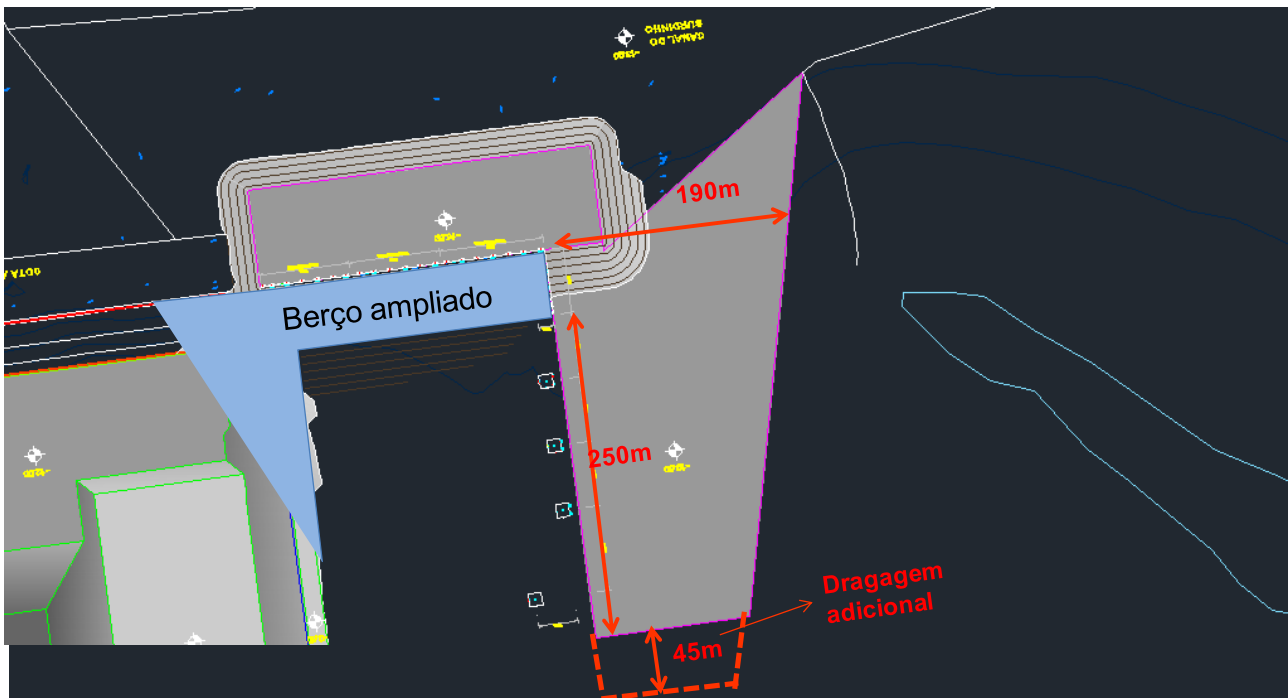


Figura 9 – Área de dragagem adicional

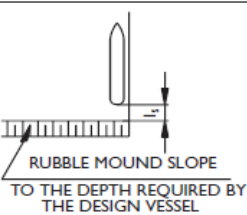
 <p>RUBBLE MOUND SLOPE TO THE DEPTH REQUIRED BY THE DESIGN VESSEL</p>	Values of the variables as a function of the length overall (L in m) fo the largest vessel affecting the calculation of the dimension being analysed				
	Over 300	300-201	200-151	150-100	Less 100 <sup>(1)</sup>
	45/40	30	25	20	15

Figura 10 – Trecho extraído da ROM sobre espaços para atracação

## 2.2. Batimetria

A batimetria incluída no modelo do simulador considera o Projeto de Dragagem da área de manobra, apresentado na Figura 6. Nas demais áreas, a batimetria é oriunda de uma composição dos seguintes levantamentos hidrográficos:

- Levantamento batimétrico da área Bravo 2 (Porto de Paranaguá, 2014, apresentado na Figura 11).

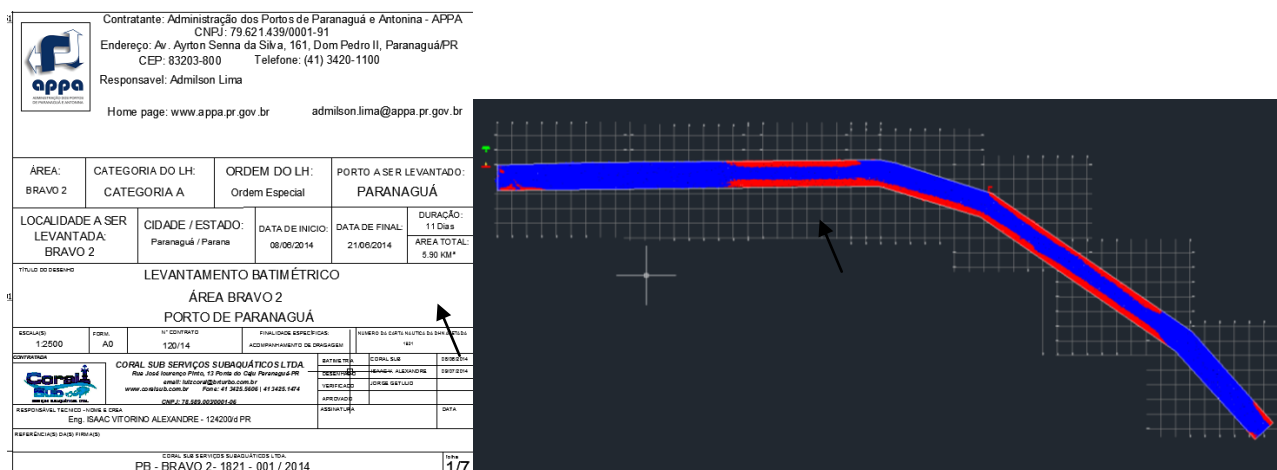


Figura 11 – Levantamento Batimétrico da área Bravo 2 (2014)

- Levantamento batimétrico do Canal do Surdinho (Hidrotopo, 2015, Autorização CHM 352/15, apresentado na Figura 12).

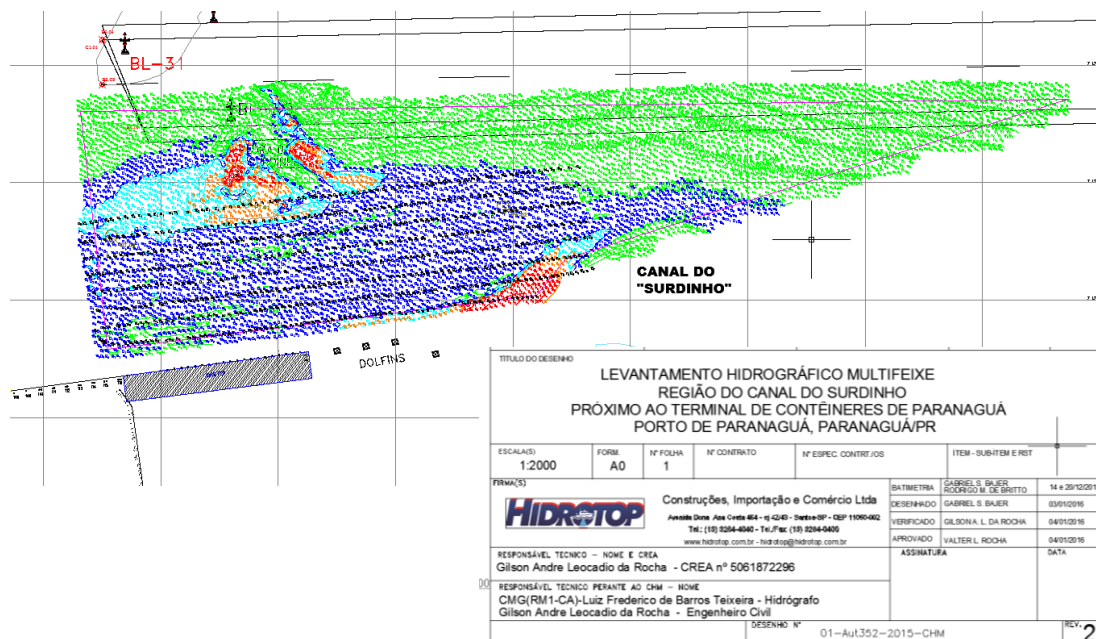


Figura 12 – Levantamento Batimétrico do canal do Surdinho (2015)

- Levantamento batimétrico da região Retro-Cais TCP (área interna - Canal da Cotinga) (Mar Tethys, 2016, apresentado na Figura 13).

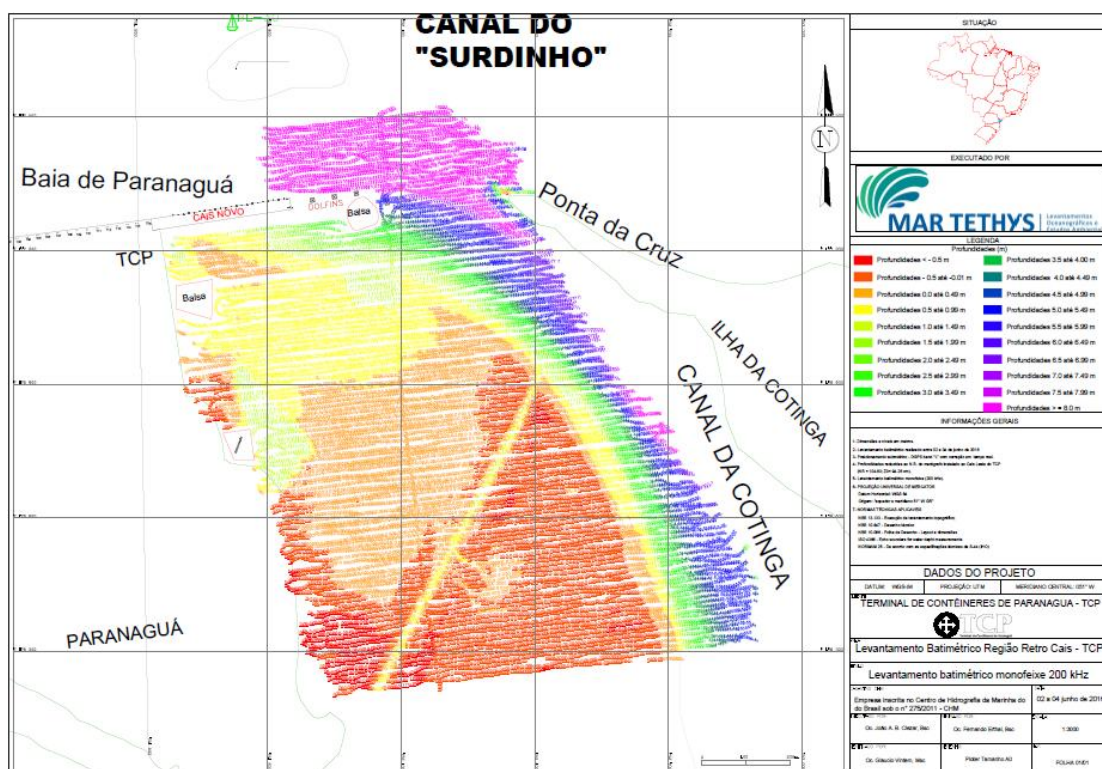


Figura 13 – Levantamento Batimétrico da Região Retro Cais (2016)



### 2.3. Sinalização Náutica

Na fase de calibração, definiu-se uma sinalização no entorno da região de manobra que garantisse que a região sinalizada possuía profundidade mínima de 10,5m. Esta é apresentada na Figura 14, e é denominada Sinalização 1. Em relação ao estado atual, esta sinalização demanda a inclusão de uma nova boia verde no Canal da Coringa (Cotinga NO. 0 Verde) e uma boia de bifurcação de canal (Cotinga Bifurcação).

Em seguida, a praticagem solicitou o reposicionamento mais para Sul da boia de bifurcação de canal (Cotinga Bifurcação). Com isso, foi necessário incluir uma boia amarela para defender as embarcações da Ponta da Cruz (Boia Amarela). Esta nova sinalização (Sinalização 2) é apresentada na Figura 15, e foi usada a partir da Manobra 28.

Sinalização	E WGS-84	N WGS-84
Baliza	752454.3	7177382.3
Cotinga NO. 0 Verde	752252.8	7177308.1
Cotinga NO.2 Verde	752661.3	7176893.1
Cotinga NO.1 Encarnada	752230.0	7177159.4
Cotinga Bifurcação	752249.5	7177452.2

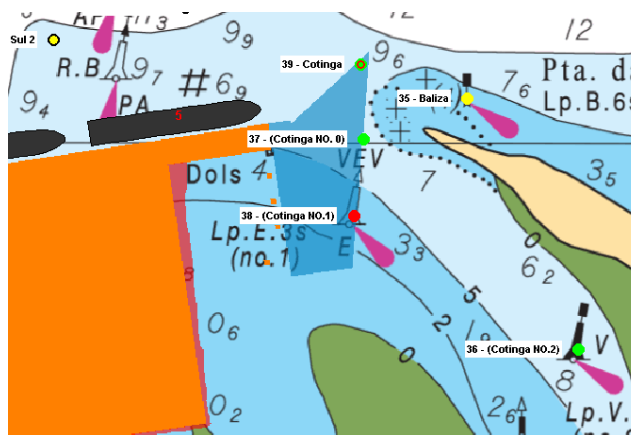


Figura 14 – Sinalização utilizada nas Simulações iniciais (Sinalização 1)

Sinalização	E WGS-84	N WGS-84
Baliza	752454.3	7177382.3
Cotinga NO. 0 Verde	752252.8	7177308.1
Cotinga NO.2 Verde	752661.3	7176893.1
Cotinga NO.1 Encarnada	752230.0	7177159.4
Cotinga Bifurcação	752265.6	7177402.9
Amarela	752373.7	7177454.9

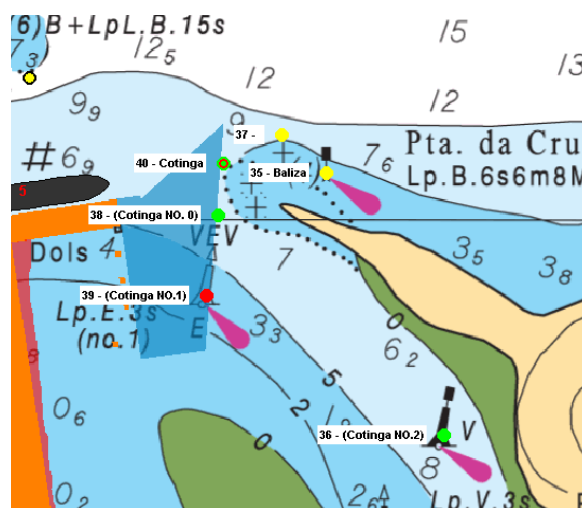


Figura 15 – Sinalização utilizada após revisão da posição das boias (Sinalização 2)

### 2.4. Modelo 3D

A Figura 16 apresenta algumas fotos do modelo visual elaborado para a simulação de manobras. Na maior parte das simulações foi mantido um navio contêiner atcado no berço do TCP próximo aos dolphins.

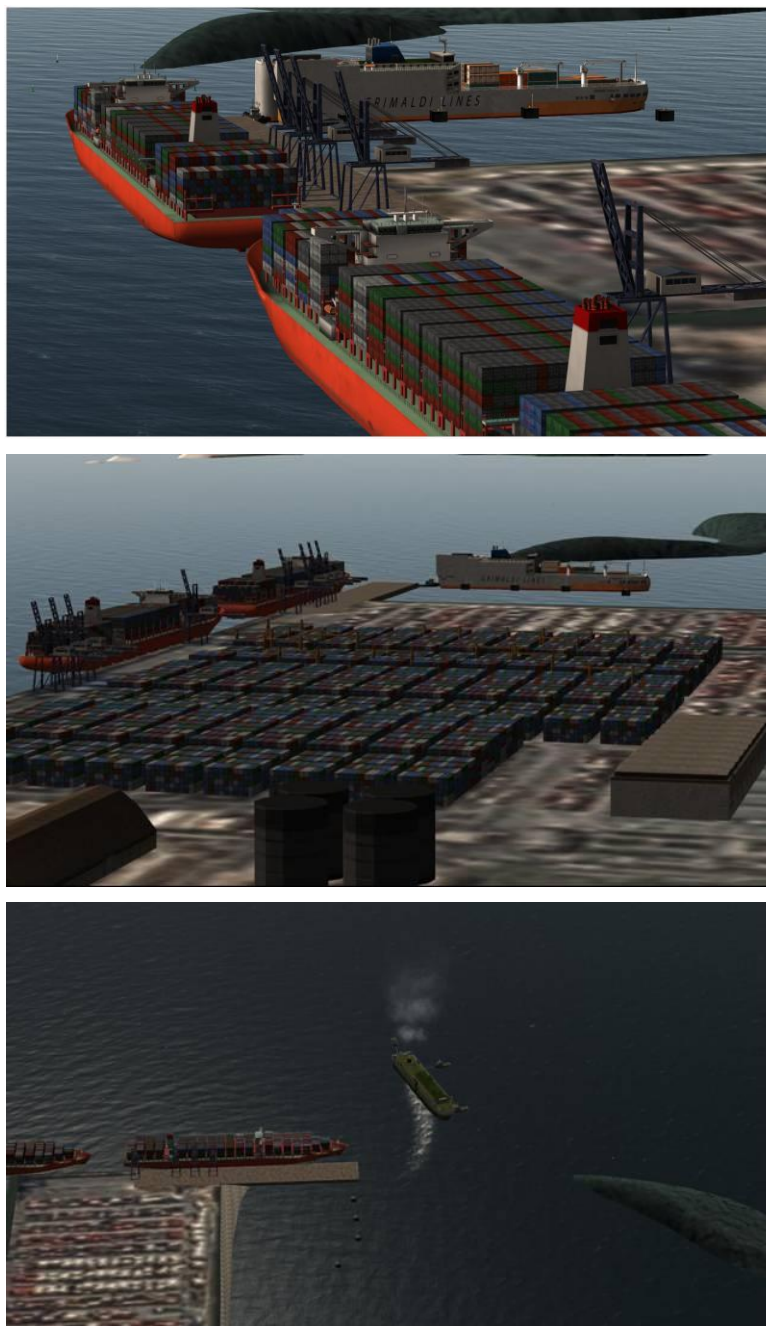


Figura 16 – Fotos do modelo 3D da região de estudo

### 3. Embarcações tipo

Selecionaram-se 4 navios tipos RoRo (Roll On-Roll Off) para o presente estudo, a saber:

- RoRo L199B32, navio baseado no Falstaff (LOA=199m), que opera com regularidade no terminal atualmente, usado para calibração do cenário;
- RoRo L214B32, navio baseado no Grande Francia (LOA=214m), que opera com regularidade no terminal atualmente;
- RoRo L228B32, navio baseado no Asian Majesty (LOA=228m), o maior que já acessou o terminal na atualidade;
- RoRo L265B32, navio baseado no Parsifal (LOA=265m) é o maior RoRo existente na atualidade, e representa uma projeção de longo prazo para o terminal.

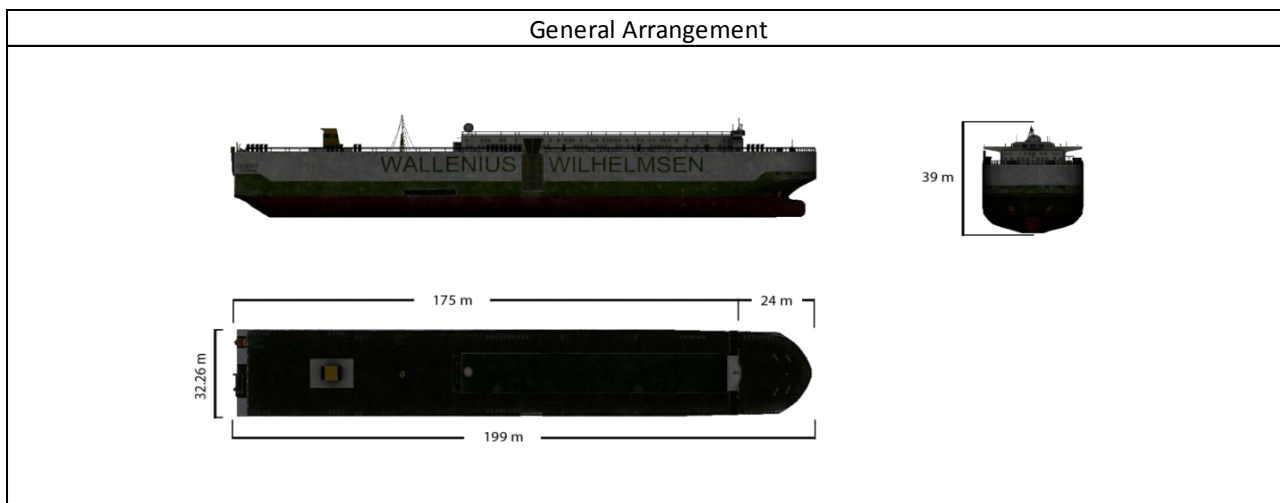
Todos os navios foram simulados com calado de 9,5m. A seguir são apresentadas as suas características principais.



### 3.1. RoRo L199B32

Ship Name	RoRo L199B32 (Baseado no Falstaff)
-----------	------------------------------------

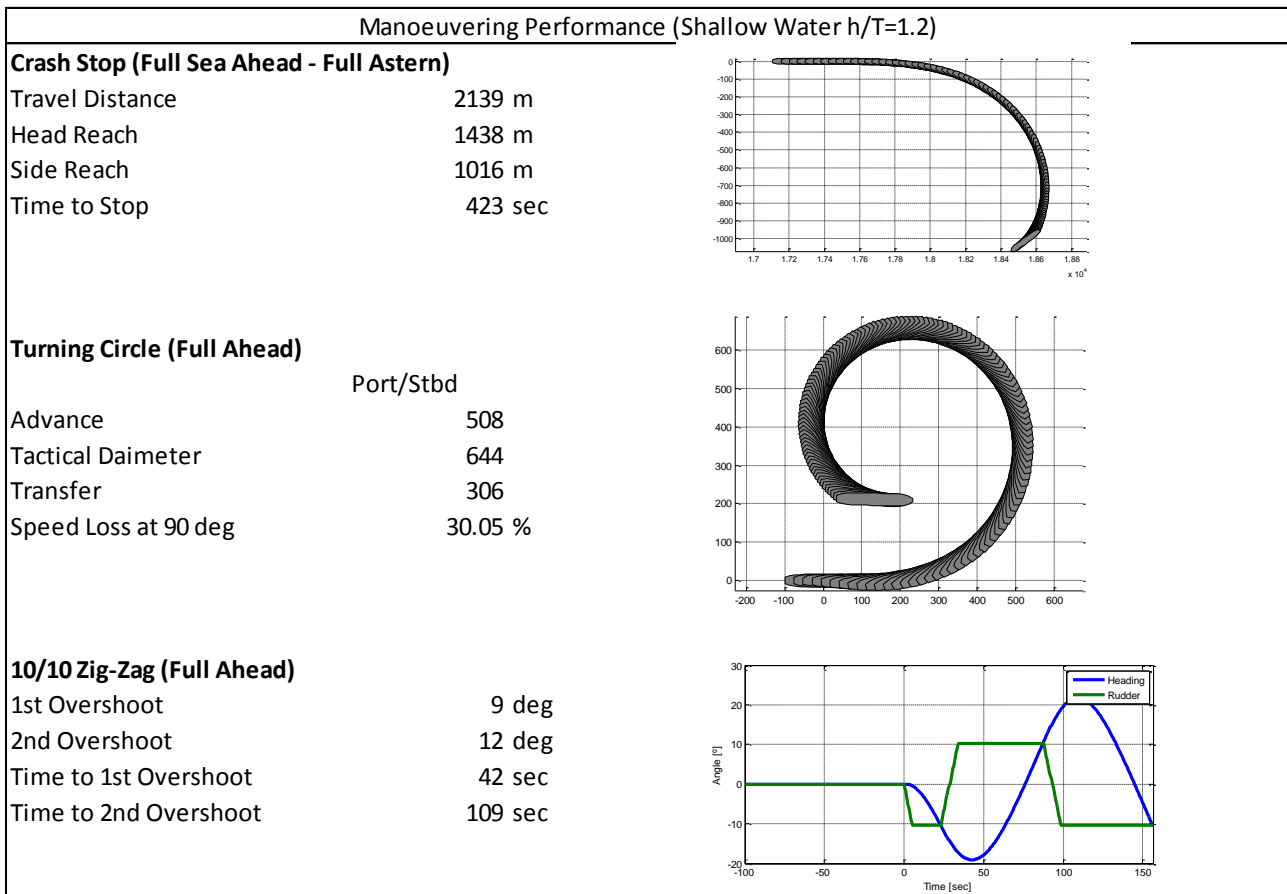
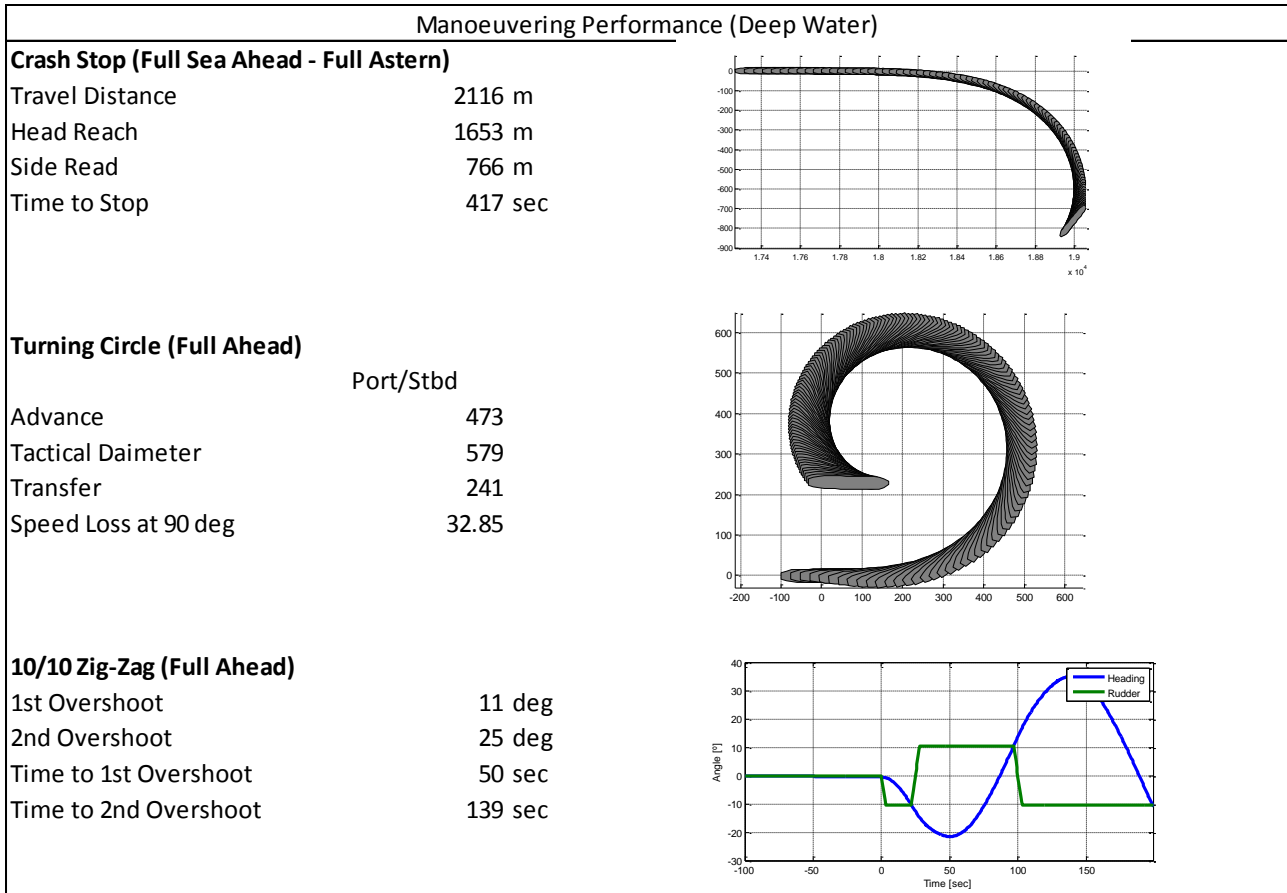
Ship's Particulars				
LOA	199	m	Cargo Capacity	28500 DWT
LBP	180	m	Block Coeff.	0.63
Beam	32	m		
Draught (Aft)	9.5	m	Frontal Wind. Area	1058 m <sup>2</sup>
Draught (Fwd)	9.5	m	Lateral Wind. Area	6383 m <sup>2</sup>
Displacement	39332	tonnes	Air Draft	<input type="text" value=""/>



Propulsion Particulars			
Propulsion Type	FPP		
Engine Type			
MCR	12500	kW	
Minimum RPM		rpm	
		kts	
Full Ahead - Full Astern		min:sec	
Direction of Rotation	Clockwise		
Propeller Diameter	8.7	m	
Astern Power	52	%	

Telegraph	RPM / Teleg.	Speed (kts)
Full Sea Speed	114 / 100%	17.7
Full Speed	74 / 65%	12.0
Half Ahead	57 / 50%	9.6
Slow Ahead	46 / 40%	7.7
D. Slow Ahead	29 / 25%	4.8
D Slow Astern	-29 / -25%	0.0
Slow Astern	-46 / -40%	0.0
Haf Astern	-57 / -50%	0.0
Full Astern	-74 / -65%	0.0

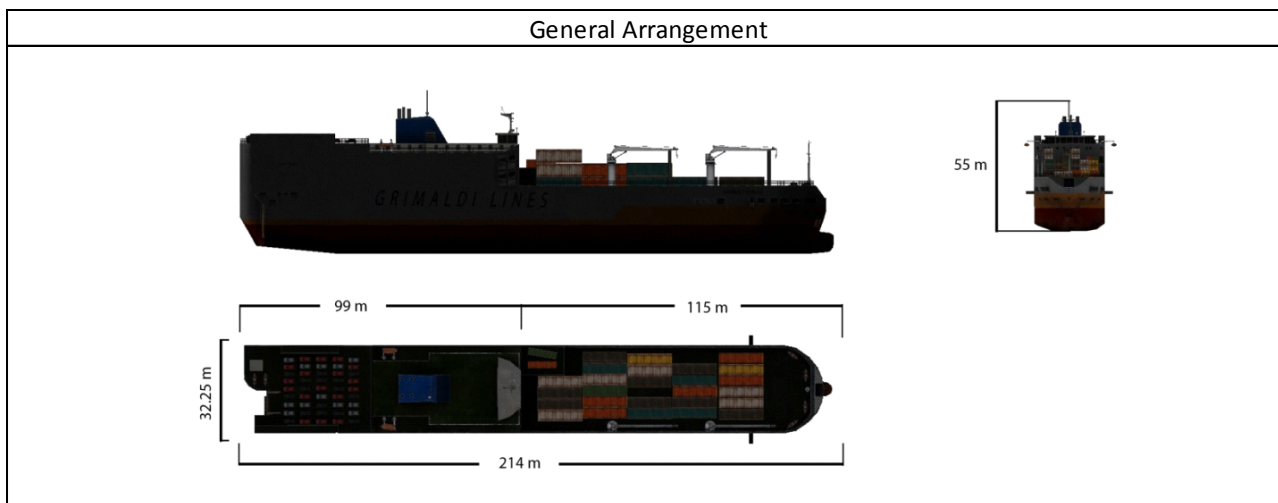
Steering Particulars				
Rudder Type	Conventional			
Rudder Area	53	m <sup>2</sup>	Bow Thruster	1300 kW
Max Angle	35	deg	Stern Thruster	- kW
Midships to Hardover	17.5	sec		



### 3.2. RoRo L214B32

Ship Name	RoRo L214B32 (Baseado no Grande Francia)		
-----------	--	--	--

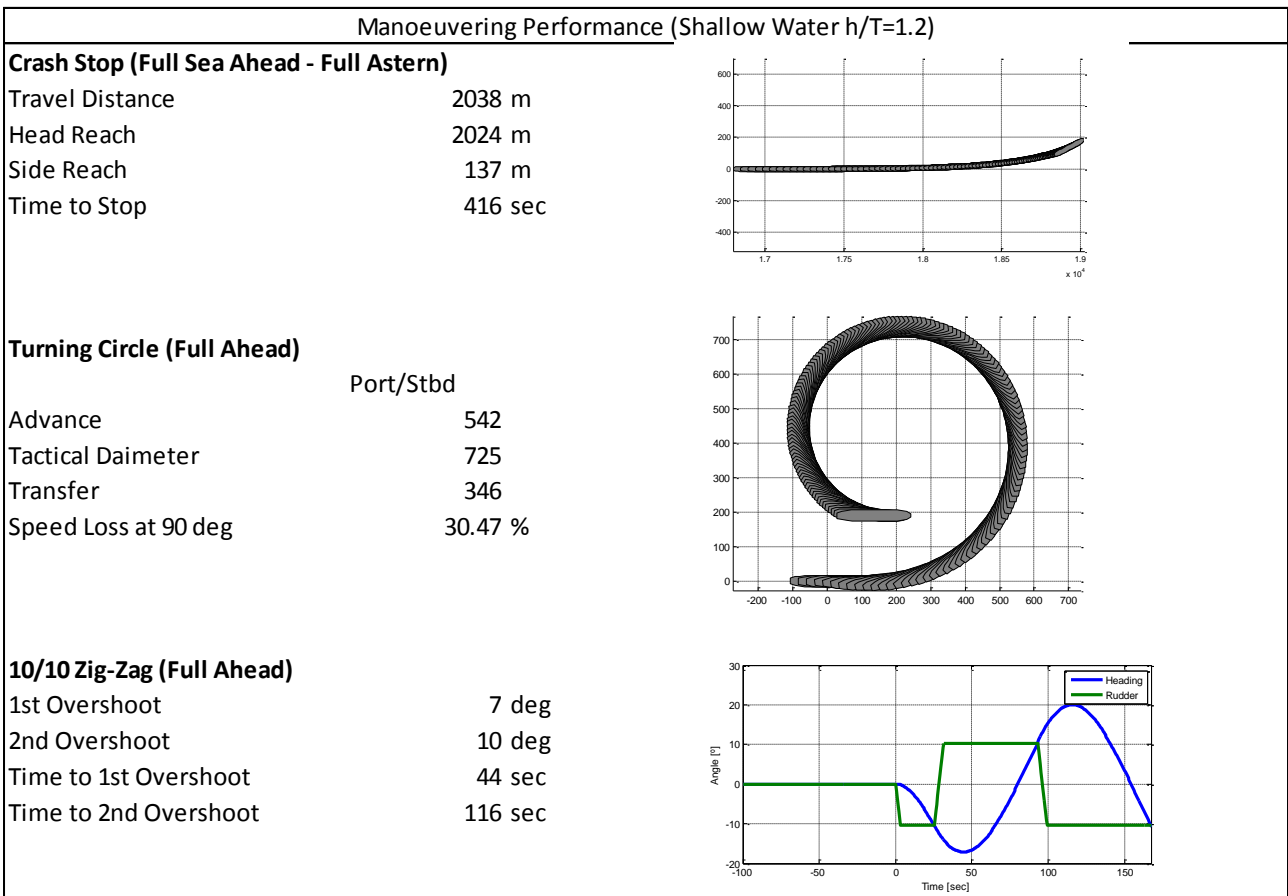
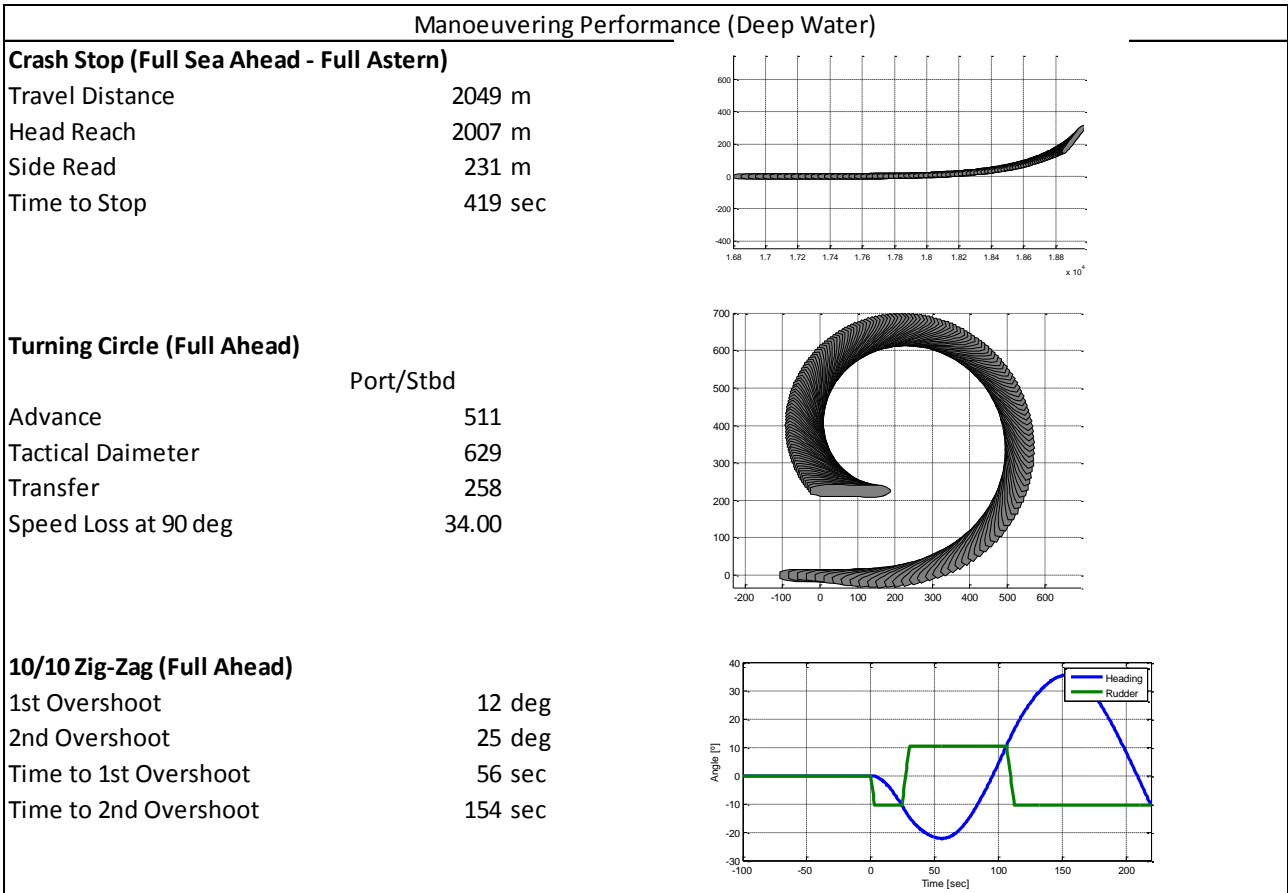
Ship's Particulars				
LOA	214	m	Cargo Capacity	27500 DWT
LBP	195	m	Block Coeff.	0.63
Beam	32	m		
Draught (Aft)	9.5	m	Frontal Wind. Area	1181 m <sup>2</sup>
Draught (Fwd)	9.5	m	Lateral Wind. Area	6507 m <sup>2</sup>
Displacement	42296	tonnes	Air Draft	54 m



Propulsion Particulars			
Propulsion Type	CPP		
Engine Type			
MCR	18280	kW	
Minimum RPM		rpm	
		kts	
Full Ahead - Full Astern		min:sec	
Direction of Rotation	Clockwise		
Propeller Diameter	6.6	m	
Astern Power	52	%	

Telegraph	RPM / Teleg.	Speed (kts)
Full Sea Speed	113 / 100%	17.4
Full Speed	85 / 75%	13.5
Half Ahead	68 / 60%	11.4
Slow Ahead	45 / 40%	7.8
D. Slow Ahead	23 / 20%	3.9
D Slow Astern	-23 / -20%	0.0
Slow Astern	-45 / -40%	0.0
Haf Astern	-68 / -60%	0.0
Full Astern	-85 / -75%	0.0

Steering Particulars			
Rudder Type	Normal SemiCompensate		
Rudder Area	50 m <sup>2</sup>	Bow Thruster	1600 kW
Max Angle	35 deg	Stern Thruster	1600 kW
Midships to Hardover	17.5 sec		

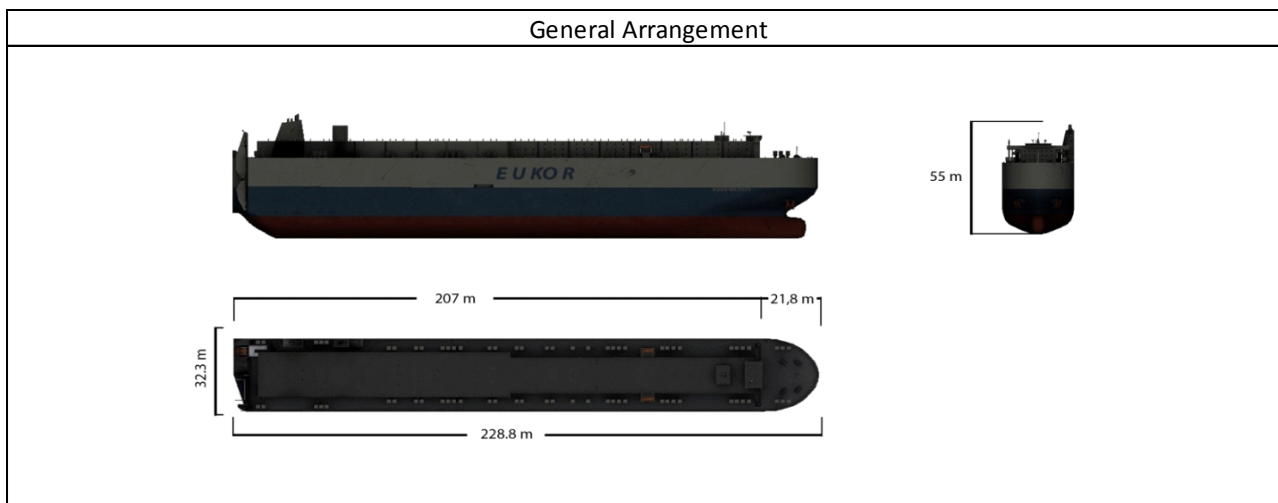




### 3.3. RoRo L228B32

Ship Name	RoRo L228B32 (Baseado no Asian Majesty)
-----------	---

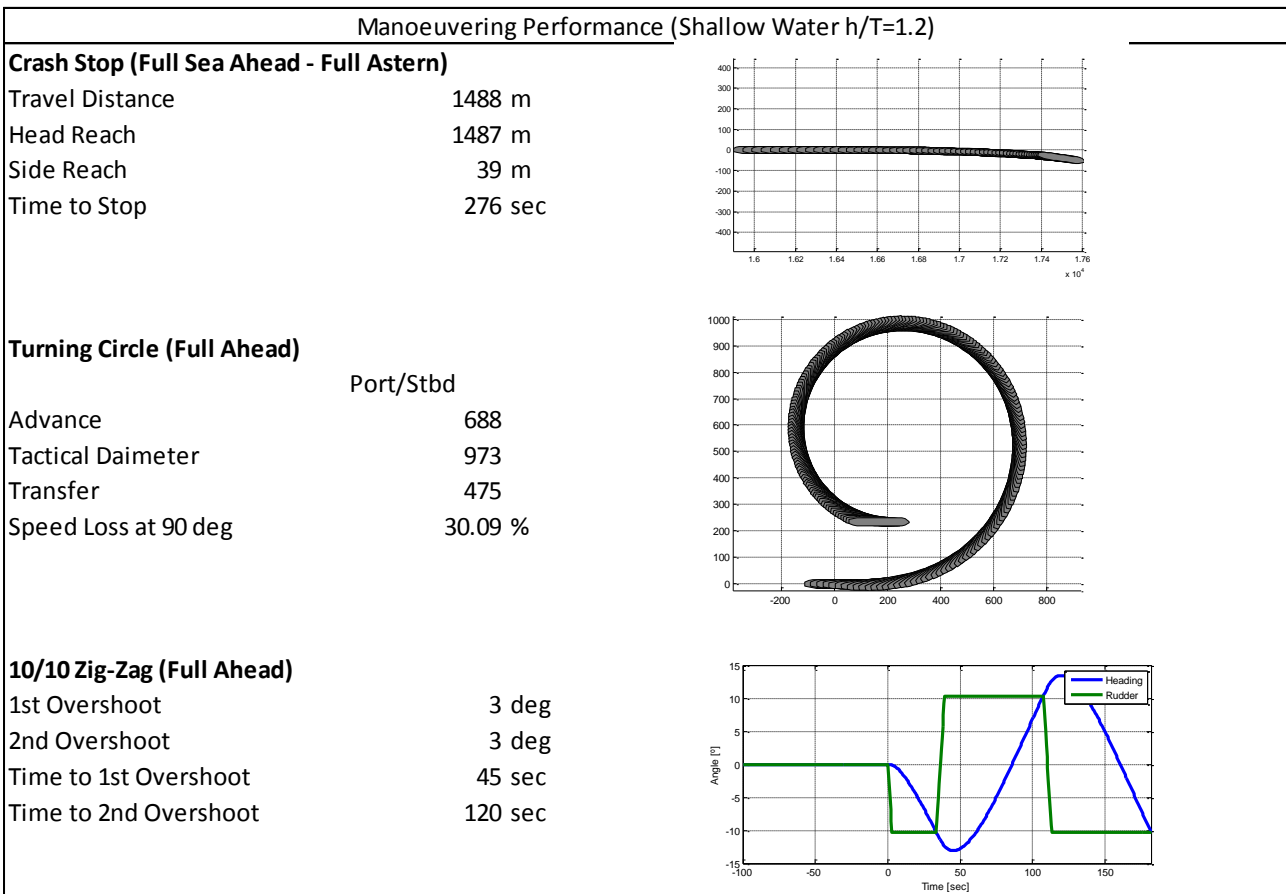
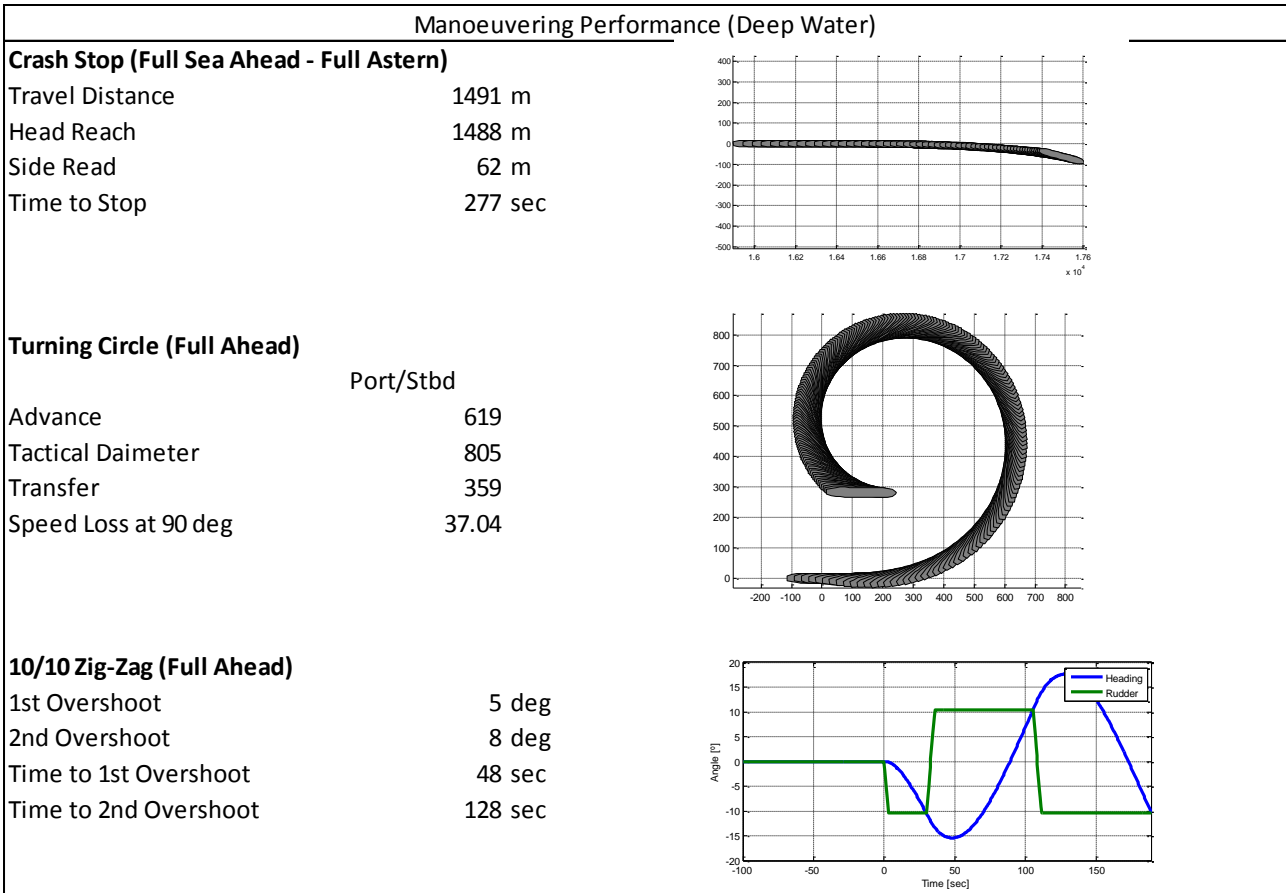
Ship's Particulars				
LOA	228	m	Cargo Capacity	25818 DWT
LBP		m	Block Coeff.	0.64
Beam	32	m		
Draught (Aft)	9.5	m	Frontal Wind. Area	1094 m <sup>2</sup>
Draught (Fwd)	9.5	m	Lateral Wind. Area	7446 m <sup>2</sup>
Displacement	45222	tonnes	Air Draft	m



Propulsion Particulars			
Propulsion Type			
Engine Type			
MCR	14312	kW	
Minimum RPM		rpm	
		kts	
Full Ahead - Full Astern		min:sec	
Direction of Rotation	Clockwise		
Propeller Diameter	7	m	
Astern Power	52	%	

Telegraph	RPM / Teleg.	Speed (kts)
Full Sea Speed	105 / 100%	18.0
Full Speed	68 / 65%	12.5
Half Ahead	53 / 50%	9.7
Slow Ahead	42 / 40%	7.8
D. Slow Ahead	26 / 25%	4.9
D Slow Astern	-26 / -25%	0.0
Slow Astern	-42 / -40%	0.0
Haf Astern	-53 / -50%	0.0
Full Astern	-68 / -65%	0.0

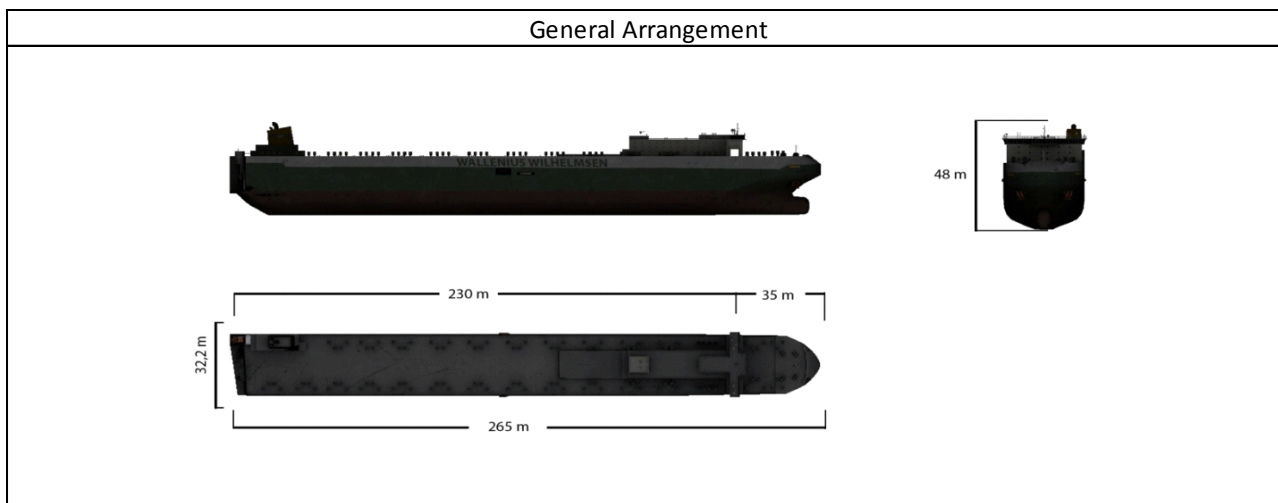
Steering Particulars				
Rudder Type	Conventional			
Rudder Area	54	m <sup>2</sup>	Bow Thruster	1350 kW
Max Angle	35	deg	Stern Thruster	0 kW
Midships to Hardover	17.5	sec		



### 3.1. RoRo L265B32

Ship Name	RoRo L265B32 (Baseado no navio Parsifal)
-----------	--

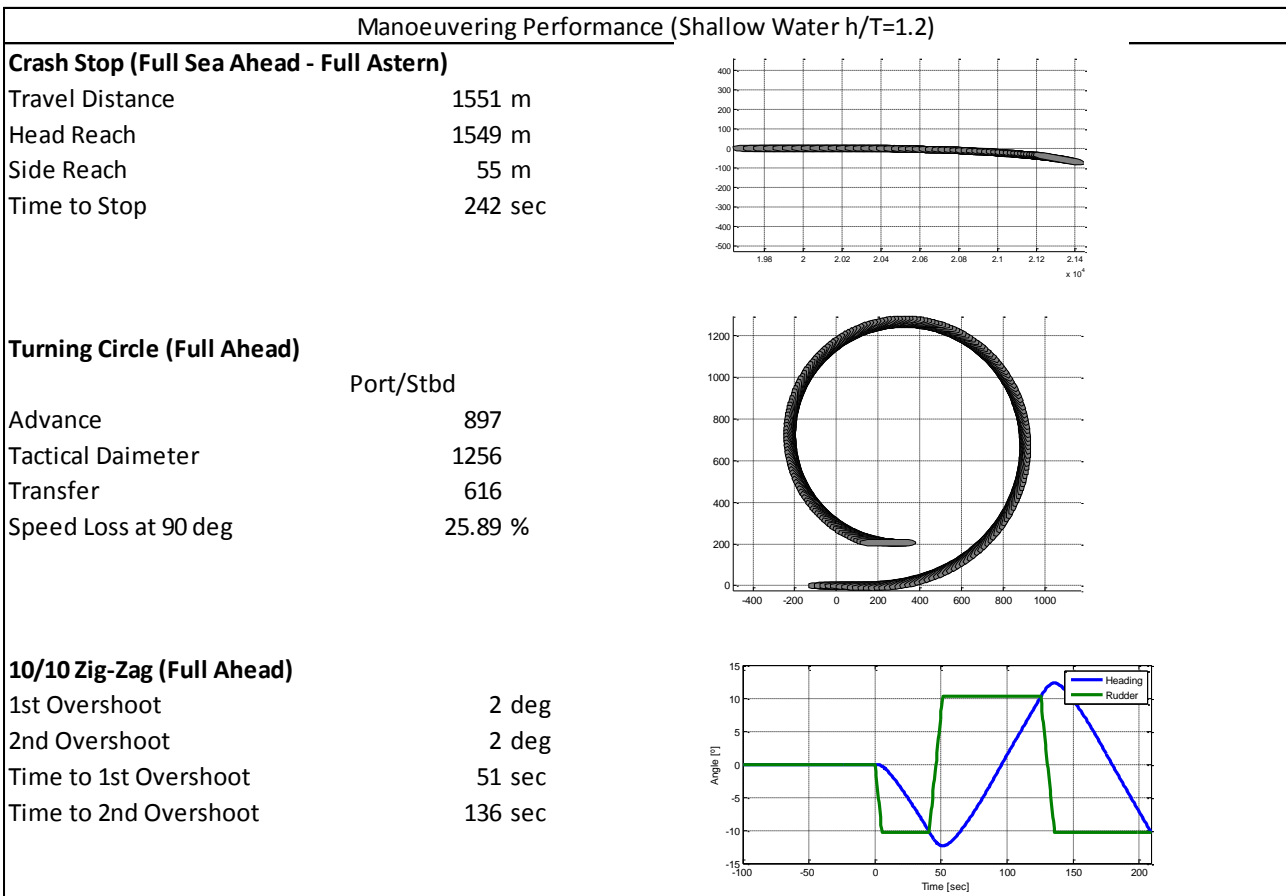
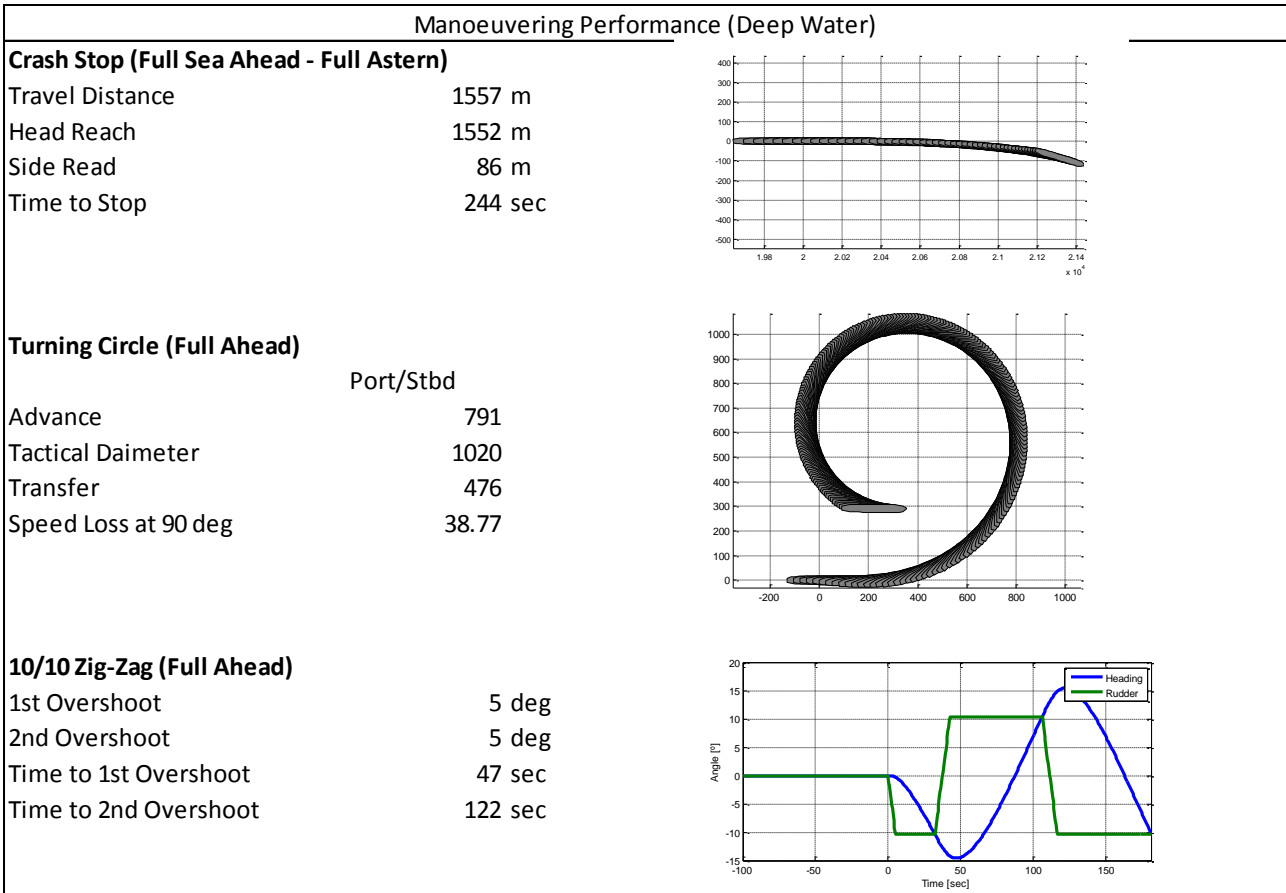
Ship's Particulars				
LOA	265	m	Cargo Capacity	41554 DWT
LBP	250	m	Block Coeff.	0.63
Beam	32	m		
Draught (Aft)	9.5	m	Frontal Wind. Area	1121 m <sup>2</sup>
Draught (Fwd)	9.5	m	Lateral Wind. Area	7000 m <sup>2</sup>
Displacement	52376	tonnes	Air Draft	m



Propulsion Particulars			
Propulsion Type	FPP		
Engine Type	WASAKI /MAN B&W		
MCR	20100	kW	
Minimum RPM		rpm	
		kts	
Full Ahead - Full Astern		min:sec	
Direction of Rotation	Clockwise		
Propeller Diameter	8.2	m	
Astern Power	52	%	

Telegraph	RPM / Teleg.	Speed (kts)
Full Sea Speed	95 / 100%	20.6
Full Speed	62 / 65%	14.4
Half Ahead	47 / 50%	11.2
Slow Ahead	38 / 40%	9.0
D. Slow Ahead	24 / 25%	5.6
D Slow Astern	-24 / -25%	0.0
Slow Astern	-38 / -40%	0.0
Haf Astern	-47 / -50%	0.0
Full Astern	-62 / -65%	0.0

Steering Particulars				
Rudder Type	Conventional			
Rudder Area	60	m <sup>2</sup>	Bow Thruster	2200 kW
Max Angle	35	deg	Stern Thruster	2200 kW
Midships to Hardover	17.5	sec		







## 4. Condições Ambientais

A seguir são justificadas as condições ambientais consideradas durante as simulações.

### 4.1. Vento

Na Figura 17 é apresentado o histograma direcional de ventos próximos ao terminal (Balneário de Pontal do Sul), obtidos a partir do estudo de Lopes (2010), para o período de Fev/2008. A Tabela 1 apresenta a ocorrência de vento por direção e velocidade, obtido a partir do modelo NCEP. Pode-se ver que a maior parte do tempo o vento sopra do quadrante E-SE-S, sendo os ventos mais fortes (que chegam a 26 nós) provenientes do quadrante S.

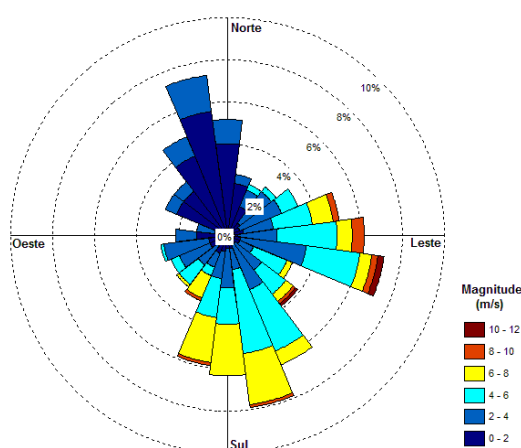


Figura 17 – Histograma direcional dos vetores de vento em localização próxima à estudada (Tetrattech, 2013)

Tabela 1 – Tabela anual de ocorrência de vento (NCEP – 2001-2010)

Velocidade (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESSE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.0-1.0	29	31	49	43	40	32	38	41	14	27	18	26	14	30	27	27
1.0-2.0	110	110	132	140	103	106	101	108	66	59	51	45	53	52	59	108
2.0-3.0	155	204	221	264	251	217	178	160	102	77	69	60	60	55	85	131
3.0-4.0	178	224	309	339	335	307	221	187	163	101	73	46	44	54	91	136
4.0-5.0	128	205	285	423	348	322	284	222	172	103	51	30	30	43	86	118
5.0-6.0	46	94	173	332	304	273	252	266	168	106	61	25	28	33	40	73
6.0-7.0	30	35	87	221	205	194	191	188	149	67	62	28	27	21	23	39
7.0-8.0	5	5	25	93	116	88	87	113	90	68	37	31	16	16	11	13
8.0-9.0	1	1	5	36	50	20	28	60	51	46	30	31	15	7	6	2
9.0-10.0	0	0	1	6	12	5	10	30	19	32	22	10	16	3	4	0
10.0-11.0	0	0	0	1	3	0	1	13	18	19	10	11	9	3	0	1
11.0-12.0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	4	2	4	3	0	0
12.0-13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	2	0	0	0
13.0-14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total	682	909	1287	1898	1767	1564	1392	1391	1015	708	489	348	318	320	432	648
Frequência (%)	4,5	6	8,5	12,5	11,6	10,3	9,2	9,2	6,7	4,7	3,2	2,3	2,1	2,1	2,8	4,3
Vel. Média	3,3	3,5	3,8	4,4	4,5	4,4	4,5	4,8	5	5	4,8	4,6	4,4	3,7	3,6	3,5
Vel. Máxima	8,7	8,3	9,1	10,6	10,6	9,6	11,2	11,7	12,1	12,8	12,5	13,4	12,3	11,7	9,9	10,1

Verifica-se que há ocorrência de vento nas demais direções, além do quadrante Leste-Sul de onde sopram os ventos mais fortes. A praticagem ressaltou a necessidade de se testarem tais direções. Assim, além do vento Sul, foram avaliados ventos associados à direção da corrente, de forma a tornar o cenário de

simulação mais crítico. Portanto, para correntes de vazante simularam-se ventos W, e para correntes de enchente, simularam-se ventos E.

Para se definirem os limites ambientais para a manobra, simularam-se velocidades de vento de até 15 nós.

## 4.2. Correnteza

Os dados de corrente foram obtidos a partir do estudo técnico realizado pela empresa Acquadinâmica (2015), contratado pelo TCP para a modelagem hidrodinâmica dos campos de correntes na região de manobra já considerando as novas áreas dragadas. Este estudo compreendeu uma campanha de validação utilizando-se dados do correntômetro mantido pelo TCP. Nesta seção serão descritos os cenários de correnteza simulados.

A Figura 18 apresenta os campos de corrente em um dia de sizígia, no instante de meia maré de enchente e vazante. Por serem momentos de fortes correntes, estes não foram simulados, priorizando-se a realização das manobras no entorno dos instantes de estofa de baixamar ou preamar.

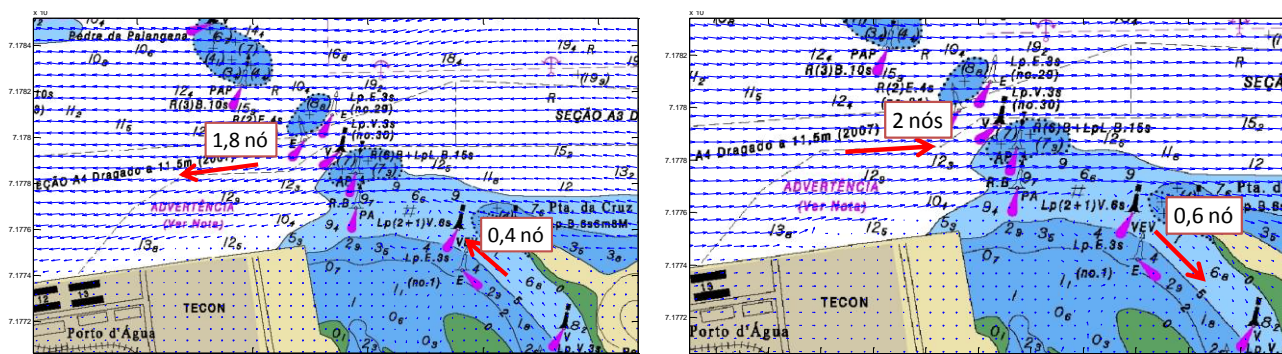


Figura 18 Campos de corrente em um dia de sizígia, no instante de meia maré de Enchente (esq) e Vazante (dir)

As figuras a seguir ilustram os campos de corrente no entorno (+/- 1h) do estofa de baixamar e preamar. Foram simulados também instantes intermediários (+/- 30min). A Tabela 2 apresenta a velocidade de corrente medida próximo ao ponto em que o correntômetro do TCP nos instantes em que se realizaram as simulações.

Tabela 2 – Velocidade de corrente próximo ao correntômetro do TCP nos instantes simulados

Instante	Velocidade (nós)	Sentido
BM-1h	1,2nó	Vazante
BM-30min	0,6nó	Vazante
BM+30min	0,7nó	Enchente
BM+1h	1,5nó	Enchente
PM-1h	0,6nó	Enchente
PM-30min	0,3nó	Enchente
PM+30min	0,4nó	Vazante
PM+1h	0,8nó	Vazante

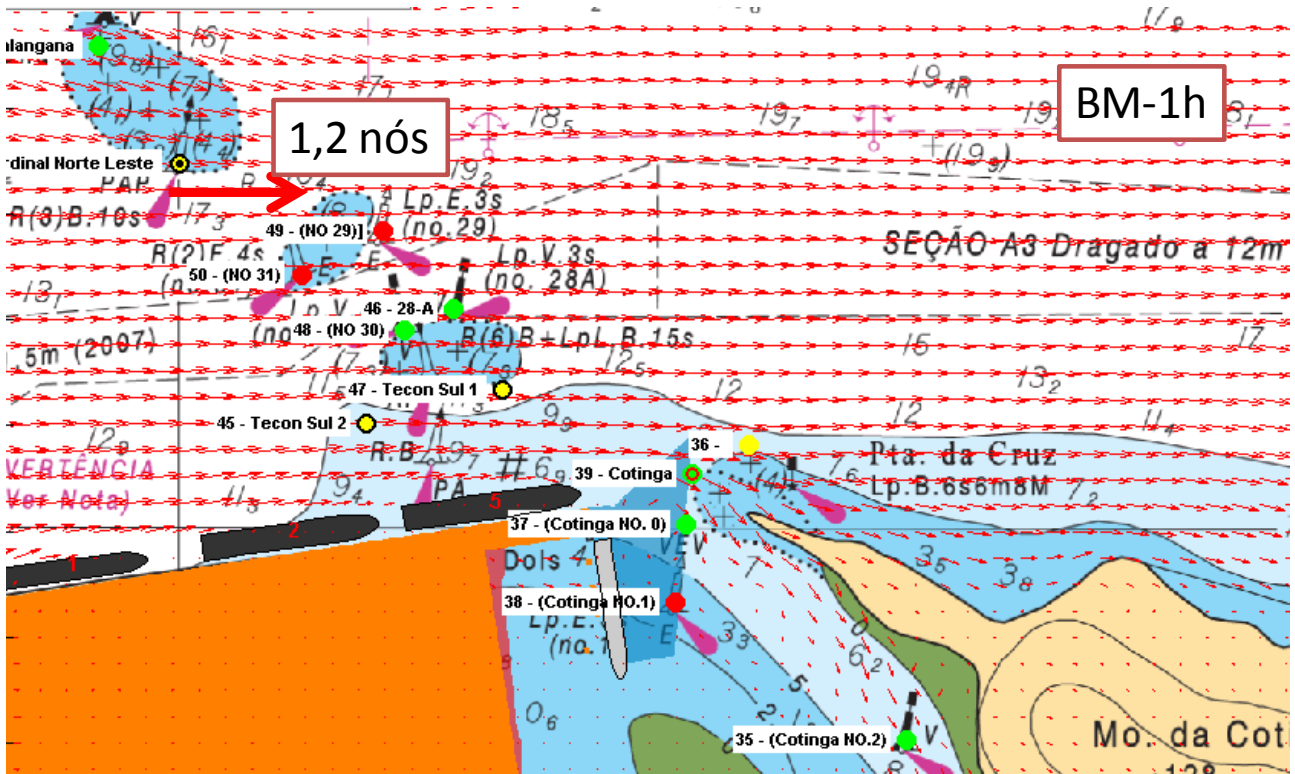


Figura 19 Campos de corrente em um dia de sizígia, no instante de BM-1h

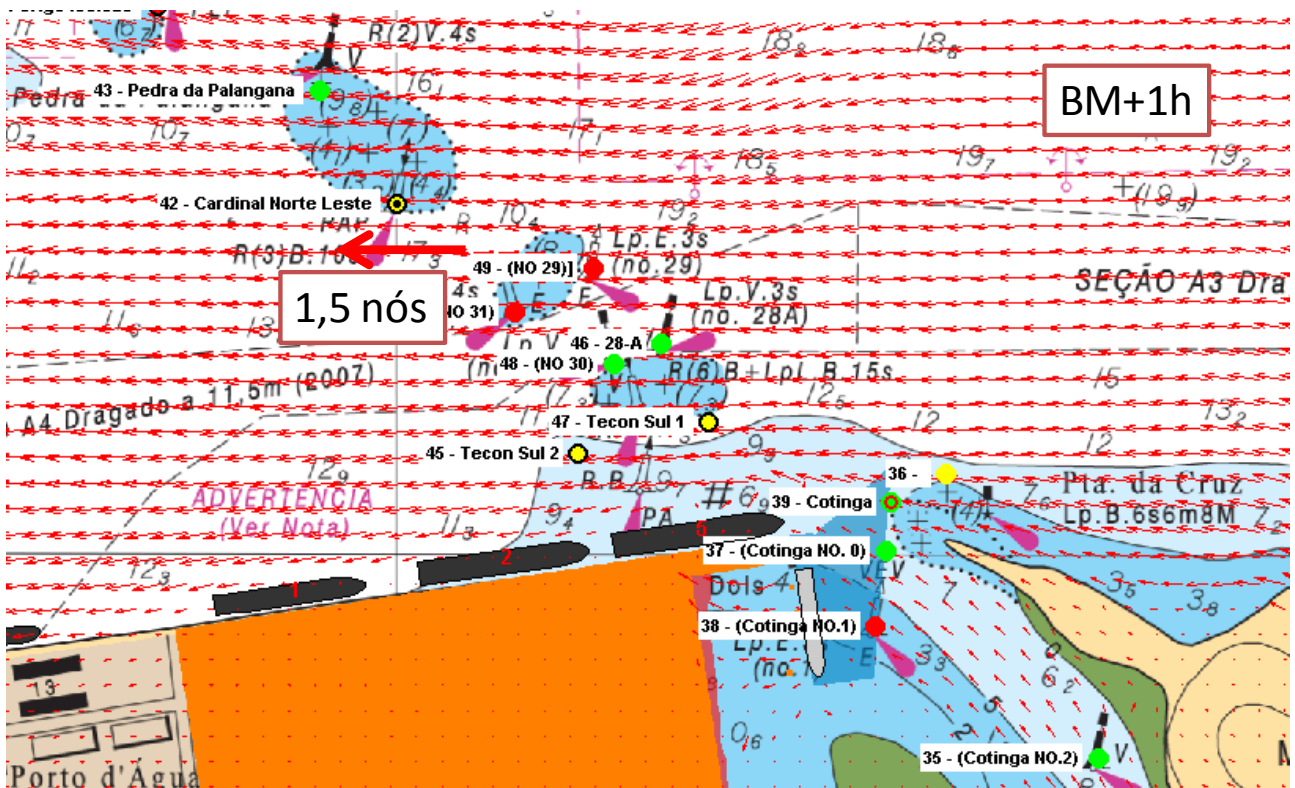


Figura 20 Campos de corrente em um dia de sizígia, no instante de BM+1h



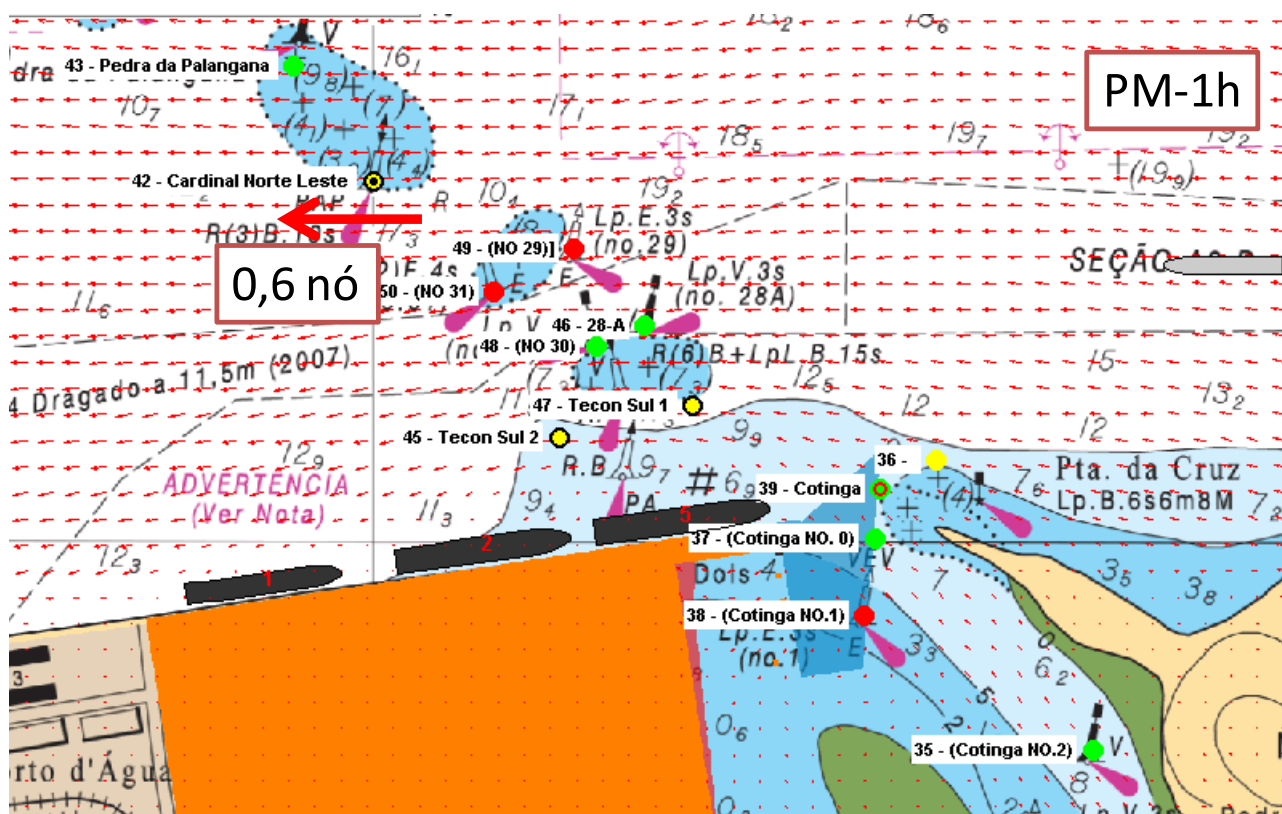


Figura 21 Campos de corrente em um dia de sizígia, no instante de PM-1h

### 4.3. Ondas

Pelo fato de que as manobras ocorrem em uma região já abrigada da Baía de Paranaguá, assumiu-se que as ondas atuantes não exercem influência em navios de porte dos que serão analisados. Esta hipótese foi confirmada pela praticagem.

### 4.4. Maré

Para referência, apresenta-se na figura abaixo as condições de maré oriundas da estação maregráfica de Paranaguá. A maré mínima e máxima respectivamente de 9 cm e 169 cm, com nível médio de 94cm. Entretanto, a fim de garantir maior segurança nas análises, as simulações consideraram elevação nula de maré.

<b>Nome da Estação :</b>	<b>PARANAGUÁ – PR</b>		
<b>Localização :</b>	Na quina Leste do Cais do Porto		
<b>Organ. Responsável :</b>	DHN / INPH / APPA .		
<b>Latitude :</b>	25° 30,1' S	<b>Longitude :</b>	48° 30,2' W
<b>Período Analisado :</b>	02/01/51 a 25/12/51	<b>Nº de Componentes :</b>	60
<b>Análise Harmônica :</b>	Método Tidal Liverpool Institute		
<b>Classificação :</b>	Maré de Desigualdades Diurnas		
<b>Estabelecimento do Porto: (HWF&amp;C)</b>	III H 25 min	<b>Nível Médio (Zo):</b>	94 cm acima do NR.
<b>Média das Preamares Superiores (MHHW) :</b>	169 cm acima do NR.	<b>Média das Preamares Inferiores (MLHW) :</b>	163 cm acima do NR.
<b>Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :</b>	35 cm acima do NR.	<b>Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :</b>	9 cm acima do NR.

Figura 22 – Dados da maré no Porto de Paranaguá

#### 4.5. Condições Associadas

O estudo de manobras considerou combinações de vento e correntes provenientes da mesma direção, a fim de maximizar os efeitos do ambiente sobre a manobrabilidade das embarcações. Assim, simularam-se os seguintes cenários:

- Corrente enchendo, vento E;
- Corrente vazando, vento W;

Além disso, realizaram-se simulações com vento Sul associados à correntes de enchente ou vazante.

## 5. Definição do calado máximo para o navio RoRo

Antes de serem realizadas as simulações para a embarcação carregada, avaliou-se, à luz das recomendações PIANC (2014), o calado máximo permitido aos navios na área de aproximação aos dolphins, que possui profundidade de 10,5m.

Na região de aproximação, o fator mais importante para definir o calado e a folga sob a quilha necessária é a inclinação lateral do navio (adernamento, *heel* - Figura 23) devido ao vento. Este movimento é bastante pronunciado para navios tipo RoRo. Na presente análise, apenas o efeito do vento é considerado. O adernamento devido a curvas, o afundamento devido à velocidade (*squat*) e movimento vertical devido a ondas foram desprezados pelo fato do navio se aproximar em baixa velocidade e a região ser abrigada de ondas.



Figura 23 – Inclinação lateral do navio RoRo devido ao vento

A imersão das bolinas do bojo causada por guinadas em condições de vento  $Z_{WR}$  é uma função da inclinação do navio, e pode ser calculada por:

$$Z_{WR} = F_K \left( \frac{B}{2} \sin \phi_{WR} \right)$$

onde B indica a boca do navio e  $F_K$  um fator de forma dado por 0,9. O ângulo de inclinação  $\phi_{WR}$  tem dois componentes dados por:

$$\phi_{WR} = \phi_W + \phi_R$$

onde  $\phi_W$  é o ângulo de inclinação devido às forças do vento e  $\phi_R$  é o ângulo de inclinação causado pela guinada do navio. Como já explicado, no presente estudo apenas  $\phi_W$  será calculado.

O ângulo de inclinação devido às forças do vento  $\phi_W$  pode ser calculado por:

$$\phi_w = \frac{M_w}{\Delta GM} = \frac{M_w}{\gamma_w \nabla GM}$$

onde  $\Delta$  é o deslocamento do peso do navio na água salgada (kN),  $\nabla$  o volume do deslocamento do navio ( $m^3$ ),  $\gamma_w = g\rho_w$  o peso específico da água ( $10,06 \text{ kN/m}^3$ ) e  $\rho_w$  a densidade (massa específica) da água salgada ( $1,025 \text{ kg/m}^3$  or  $1.025 \text{ toneladas/m}^3$ ). O  $\overline{GM}$  é estimado baseado nas tabelas da PIANC como de 0,1 a 0,15T. Para o presente navio, o deslocamento é da ordem de  $42.000 \text{ m}^3$ .

O momento de inclinação do navio  $M_w$  (N·m) poderá ser estimado por:

$$M_w = \ell_w F_{wy}$$

$$\text{com } \ell_w = \overline{KG_w} - T/2 .$$

Na expressão,  $\ell_w$  é o braço de momento de inclinação devido à força do vento (m),  $\overline{KG_w}$  é a altura do centro da área lateral exposta aos efeitos dos ventos medida a partir da quilha (m), e T é o calado do navio (m). A força lateral do vento  $F_{wy}$  (N) na direção y é definida por:

$$F_{wy} = \frac{1}{2} \rho_a C_{wy} A_{v,L} V_{WR}^2$$

resultando aproximadamente 400kN para velocidade de vento de 20nós.

O cálculo do momento de inclinação  $M_w$  demanda a estimativa da altura média da superestrutura e da carga acima da linha d'água, conforme projetadas em um plano longitudinal. Ela é estimada por:

$$G + h_s = \frac{A_{v,L}}{L_{pp}} = \frac{6507}{214} = 30,4m$$

onde G é a borda livre, da linha d'água ao convés, e  $h_s$  é a altura média da superestrutura e da carga acima do convés. Em seguida, o centro da área exposta aos efeitos dos ventos medido acima da quilha  $\overline{KG_w}$  é dado por:

$$\overline{KG_w} = T + (G + h_s)/2 = 9.5 + (30.4)/2 = 24.7m$$

Então, o braço de momento  $\ell_w$  é:

$$\ell_w = \overline{KG_w} - T/2 = 24.7 - 9.5/2 = 20.0m$$

Obtém-se, assim, ângulo de inclinação de  $1,13^\circ$ . Este ângulo resulta um afundamento de 0,3m. Além disso, deve-se ter uma folga líquida de 0,5m para fundo arenoso, para garantir a margem de manobra do navio. Portanto, o calado máximo admitido é de  $10,5m - 0,3m - 0,5m = 9,7m$ .

Uma análise mais detalhada para se avaliar o calado máximo deve ser feito, e está além do escopo do presente projeto. Assim, para efeito de simulações de manobras, considerou-se o calado seguro de 9,5m para todas as embarcações.



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

As simulações foram realizadas nos dias 14 a 16 de junho de 2016, sendo que no primeiro dia (14 de junho) foi realizada a calibração dos modelos com apoio da praticagem.

A Tabela 3 apresenta o resumo das manobras realizadas no Simulador Marítimo Hidroviário. As simulações de 1 a 18 foram utilizadas para calibrar o simulador, e não serão descritas aqui. Em seguida, as manobras de 19 a 55 consideraram diversos cenários de atracação e desatracação a serem avaliados.

Nos próximos itens, as manobras serão detalhadas e os seus resultados apresentados. Serão apresentados o trecho percorrido durante a manobra, a utilização de máquina principal, os rebocadores, e, por último, os comentários sobre a manobra.

Tabela 3 – Tabela de manobras

Caso	Navio	Manobra	Corrente		Vento		Onda	Maré (m)	Sinalização
19	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	PM-1h	10 nós	E	-	0	Sinalização 1
20	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	PM-1h	10 nós	E	-	0	Sinalização 1
21	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	PM-1h	15 nós	E	-	0	Sinalização 1
22	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	PM-30min	15 nós	E	-	0	Sinalização 1
23	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-1h	10 nós	W	-	0	Sinalização 1
24	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-1h	10 nós	W	-	0	Sinalização 1
25	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	PM-30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 1
26	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-1h	10 nós	W	-	0	Sinalização 1
27	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 1
28	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-30min	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
29	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	BM+30min	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
30	L214B32 Grande Francia	Saída	Enchente	PM-30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 2
31	L214B32 Grande Francia	Saída	Enchente	BM+30min	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
32	L214B32 Grande Francia	Saída	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 2
33	L214B32 Grande Francia	Saída	Vazante	BM-30min	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
34	L214B32 Grande Francia	Saída	Enchente	BM+1h	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
35	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Enchente	PM-30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 2
36	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Enchente	PM-30min	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
37	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Enchente	BM+30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 2
38	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 2
39	L228B32 Asian Majesty	Saída	Enchente	BM+1h	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
40	L228B32 Asian Majesty	Saída	Vazante	BM-1h	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
41	L214B32 Grande Francia	Entrada	Enchente	BM+30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 2
42	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 2
43	L214B32 Grande Francia	Saída	Enchente	BM+1h	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
44	L214B32 Grande Francia	Saída	Vazante	BM-1h	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
45	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Enchente	BM+30min	10 nós	E	-	0	Sinalização 2
46	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 2
47	L228B32 Asian Majesty	Entrada	Enchente	BM+30min	15 nós	S	-	0	Sinalização 2
48	L214B32 Grande Francia	Entrada	Vazante	BM-30min	15 nós	S	-	0	Sinalização 2
49	L228B32 Asian Majesty	Saída	Enchente	BM+1h	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
50	L228B32 Asian Majesty	Saída	Vazante	BM-1h	15 nós	W	-	0	Sinalização 2
51	L265B32 Parsifal	Entrada	Enchente	0x	0 nós	S	-	0	Sinalização 2
52	L265B32 Parsifal	Entrada	Vazante	BM-30min	10 nós	W	-	0	Sinalização 2
53	L265B32 Parsifal	Entrada	Enchente	BM+30min	10nós	E	-	0	Sinalização 2
54	L265B32 Parsifal	Saída	Enchente	BM+1h	15 nós	E	-	0	Sinalização 2
55	L265B32 Parsifal	Saída	Vazante	BM-1h	15 nós	W	-	0	Sinalização 2

### 6.1. Arranjos de Rebocadores

Foram considerados rebocadores azimutais com 40ton de *bollard pull*. Considerou-se a eficiência de 80% dos rebocadores quando acionados com toda força (valor líquido de 32ton). Os rebocadores foram posicionados na maioria das manobras com a seguinte configuração:

- 1 rebocador na posição de centro proa ;
- 1 rebocador no costado próximo à proa e
- 1 rebocador na posição de centro popa.

Os rebocadores do costado foram posicionados por bombordo, pois a atracação é sempre feita por boreste.



Figura 24 Arranjo utilizado com rebocadores por bombordo

### 6.2. Apresentação dos Resultados

Os resultados serão apresentados da seguinte forma:

- Resumo da simulação (em forma de tabela)
- Um gráfico com o traçado da embarcação e rebocadores e envoltória. Em alguns instantes, sobreescreve-se sobre o navio a sua velocidade de avanço longitudinal (em nós) e o instante de tempo (em segundos) correspondente.
- 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) e Rate of Turn (deg/min).
- Gráfico do ângulo de deriva da embarcação e ângulo de adernamento.
- Gráfico do comando de máquina e leme. Para o leme, adota-se a convenção de sinais apresentada na Figura 25, 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 4.

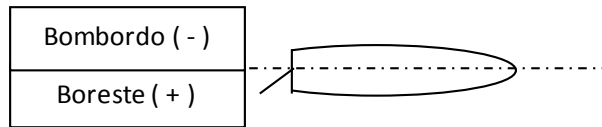


Figura 25 - Convenção de sinais adotada para o leme

Tabela 4 - 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.

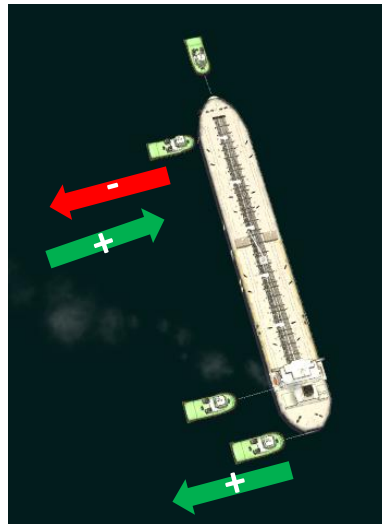


Figura 26 - Convenção adotada para rebocadores de costado

- Os rebocadores de proa e popa apresentam comandos positivos quando puxando com cabo longo, e adota-se a convenção angular da Figura 27



Figura 27 – Convenção de ângulo adotada para rebocadores centro-popas e centro-proas

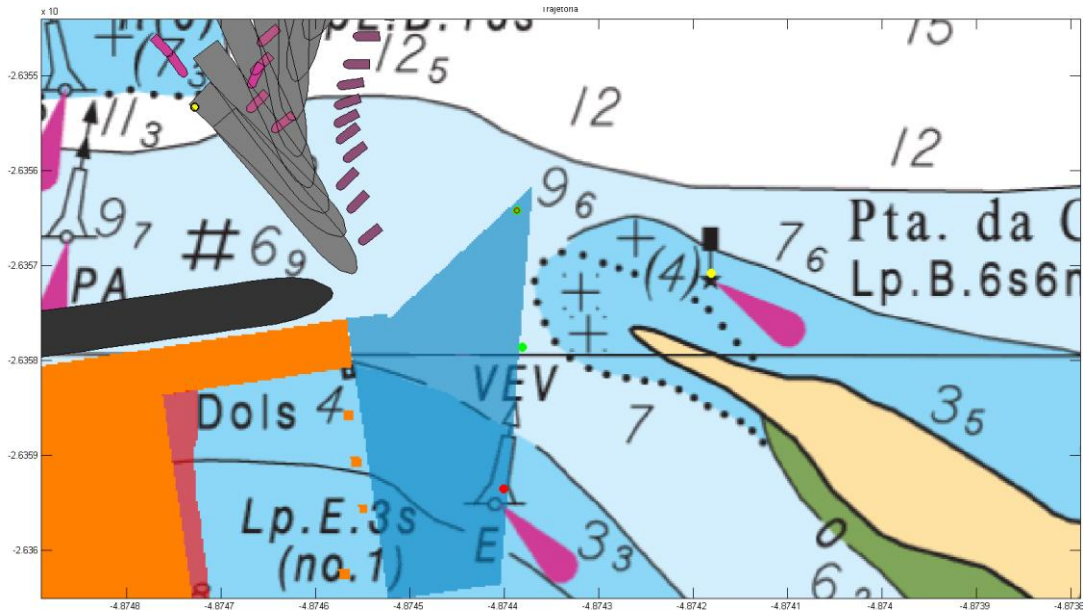
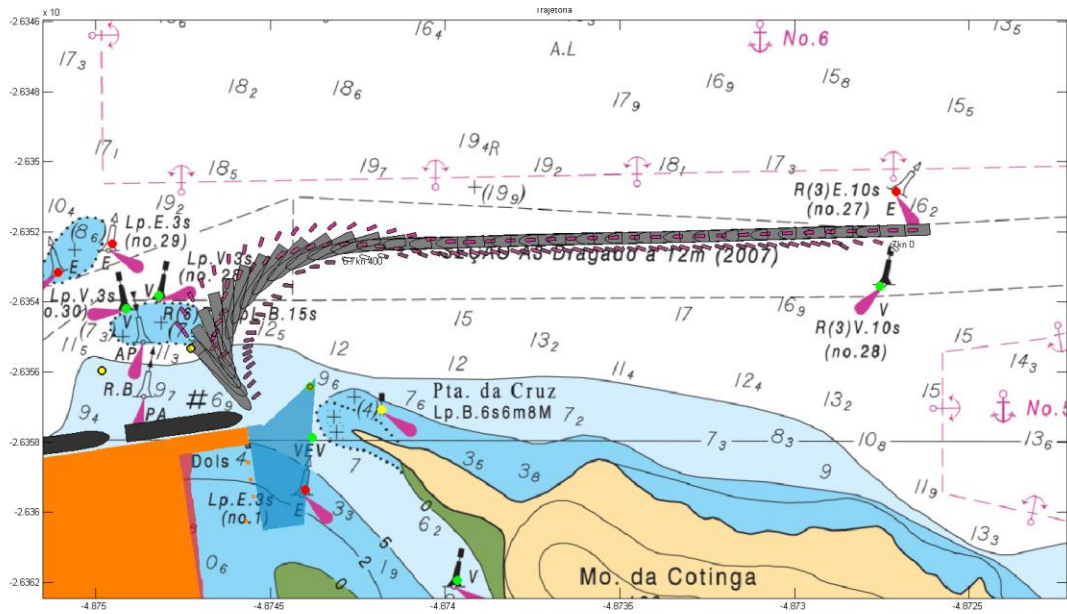
- Para os thrusters, o comando é positivo quando gerando força para boreste, e negativo quando gerando força para bombordo.
- Gráfico de barras indicando tempo em que cada rebocador, thruster ou máquina ficaram acionados em toda força, meia força, devagar ou muito devagar. Gráfico indicando o tempo máximo que cada rebocador, máquina ou thruster ficaram acionados continuamente em toda força.



- Gráficos especiais (gráficos incluídos em algumas manobras, quando relevante):
  - Folga sob a quilha em quatro pontos (extremo proa, extremo popa, extremos boreste e extremo bombordo)

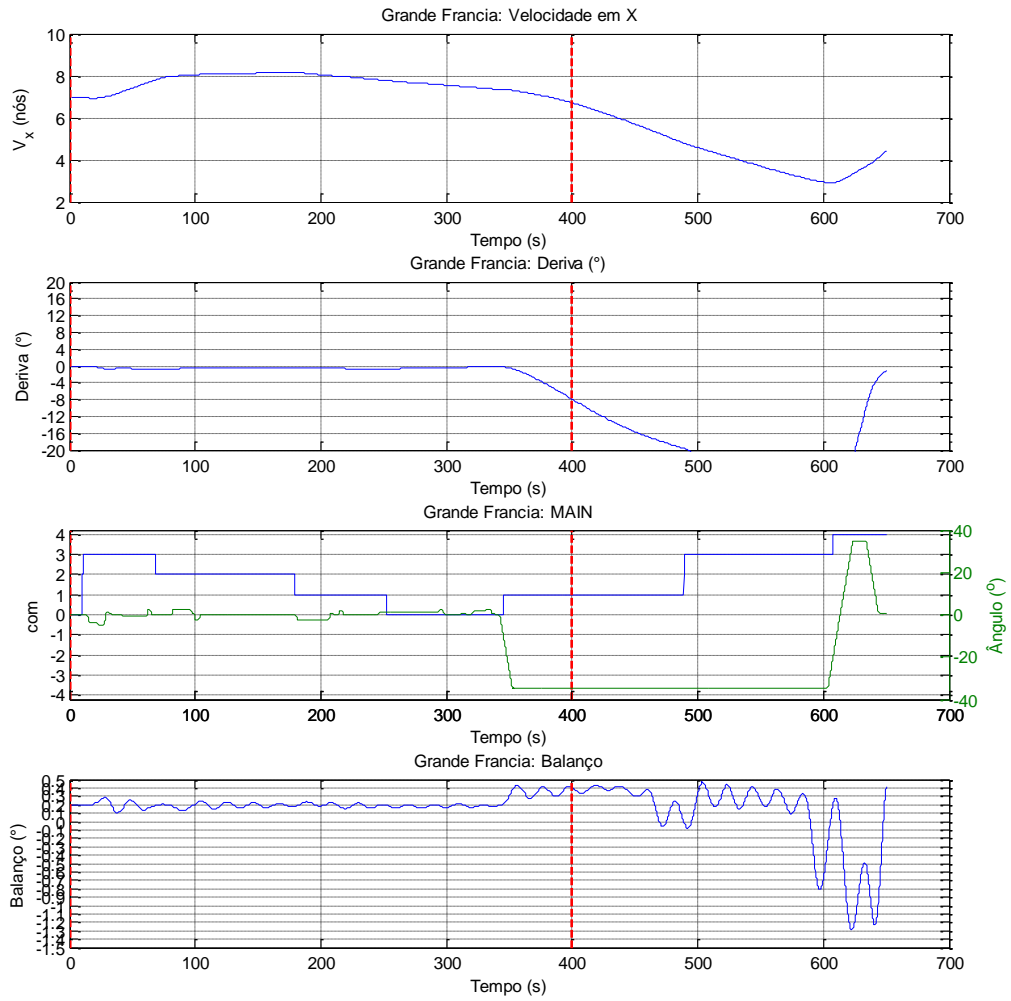
### 6.3. Manobra 19

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

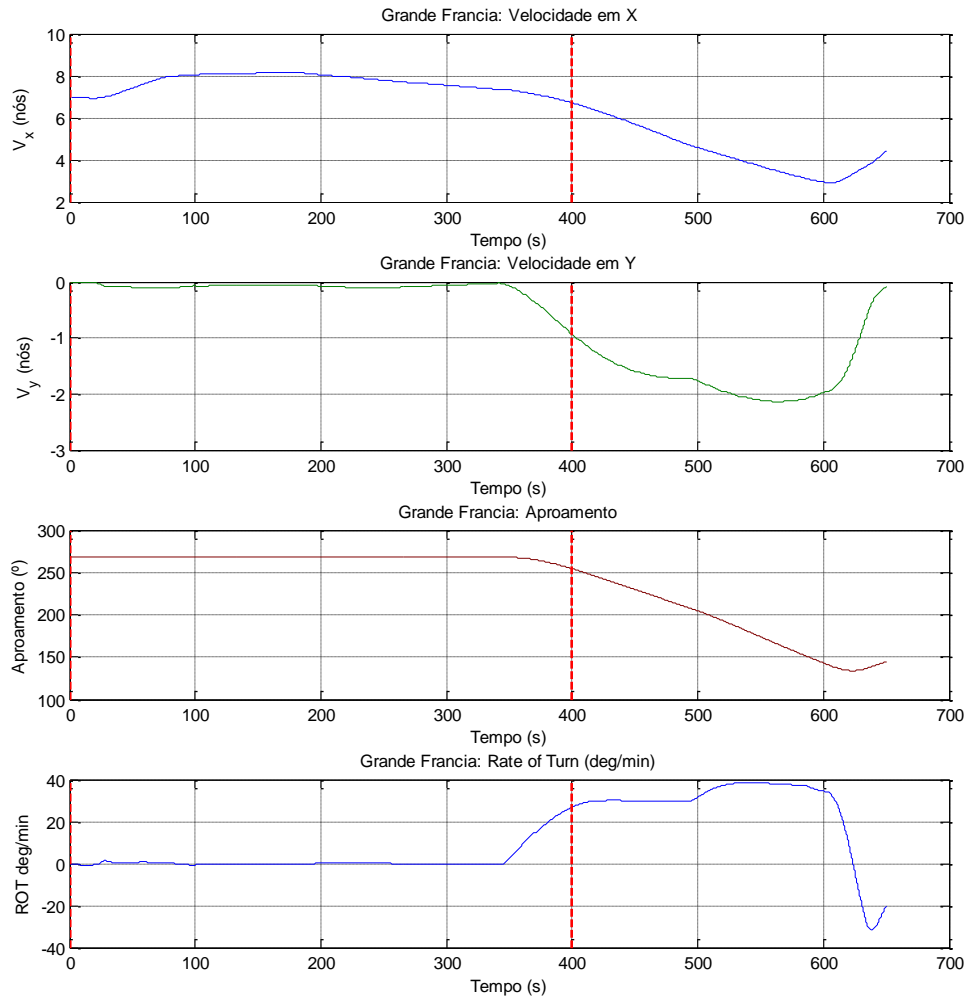


#### Comentários:

**Resumo:**

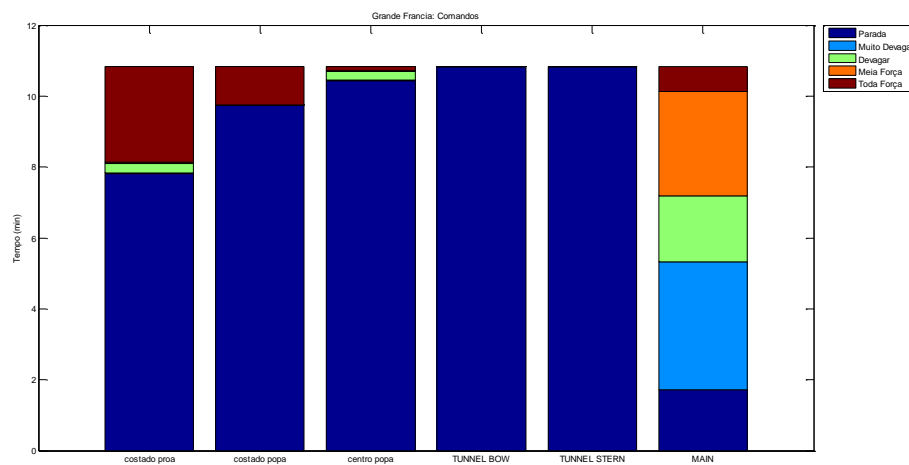
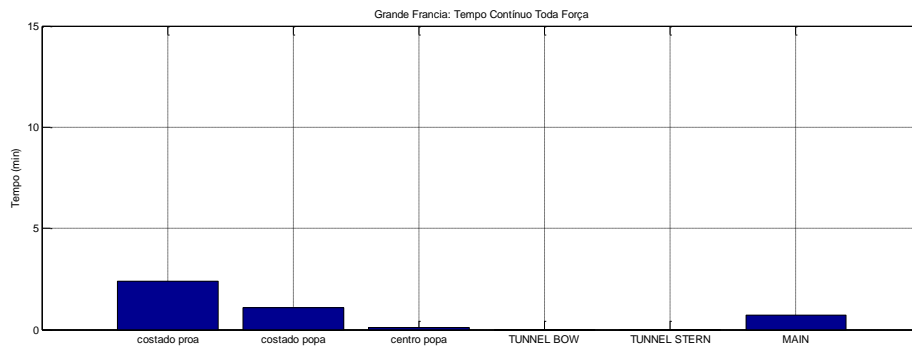
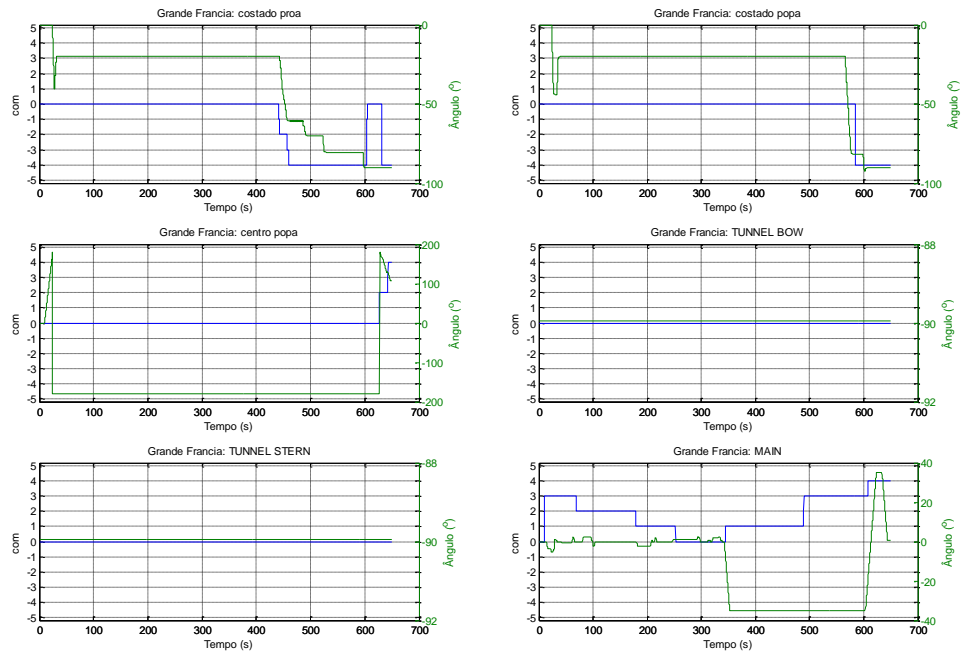


**Velocidades e Aproamento:**

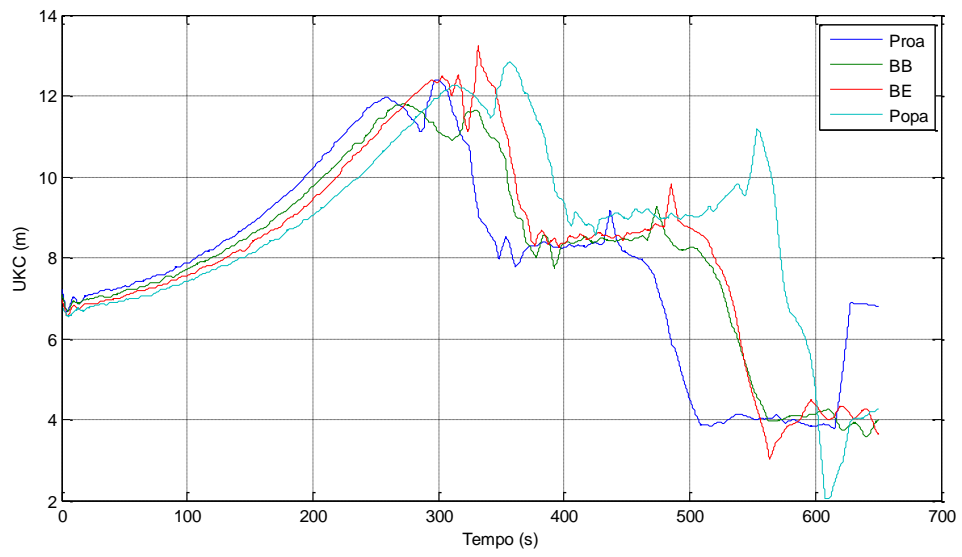




**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

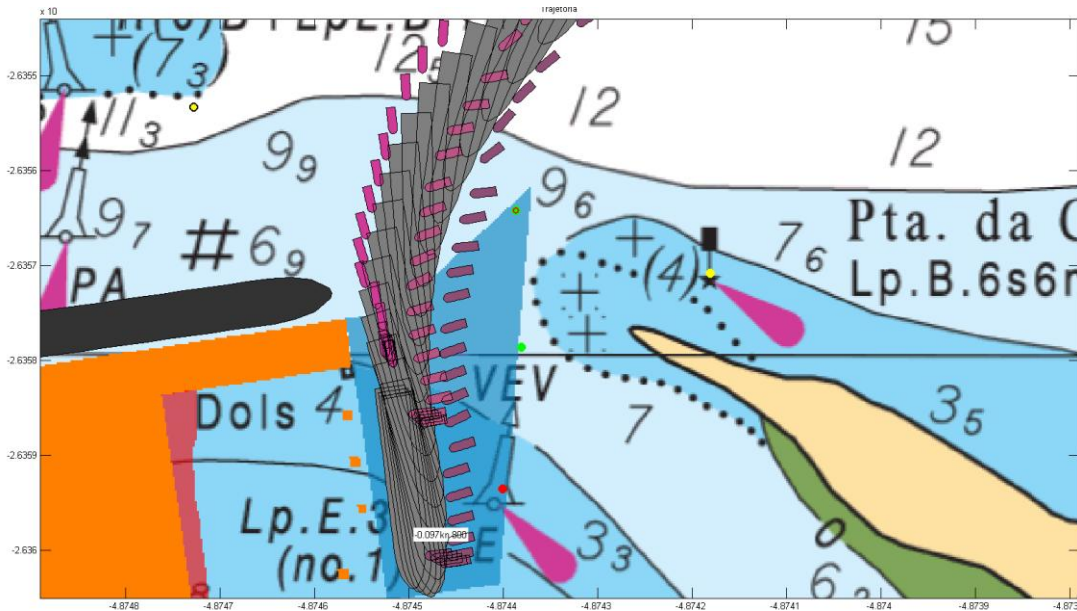
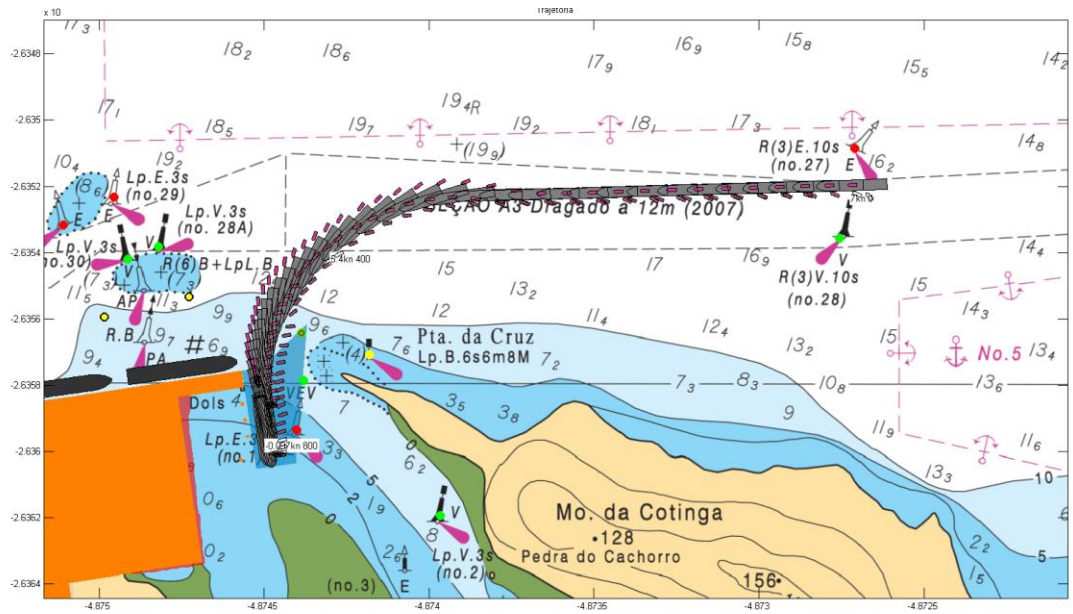


**Gráfico de folga sob a quilha:**



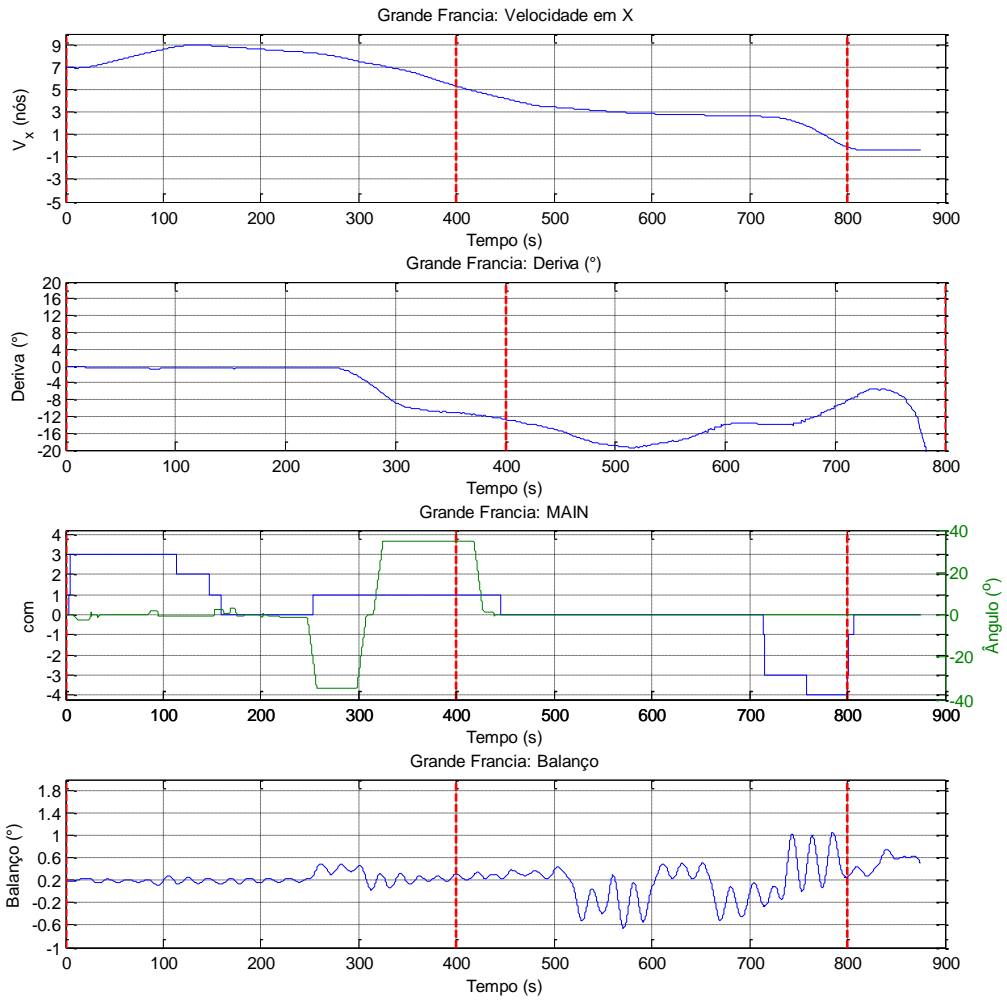
6.4. Manobra 20

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



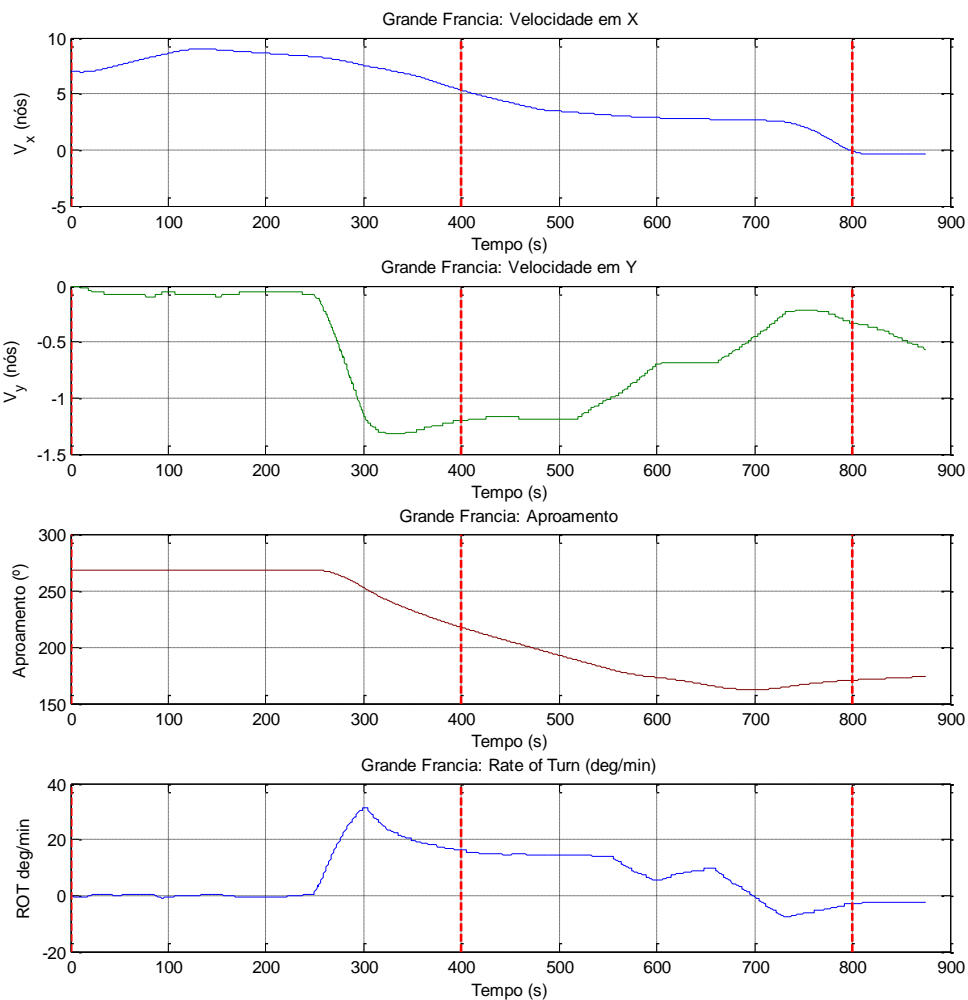
**Comentários:**

**Resumo:**

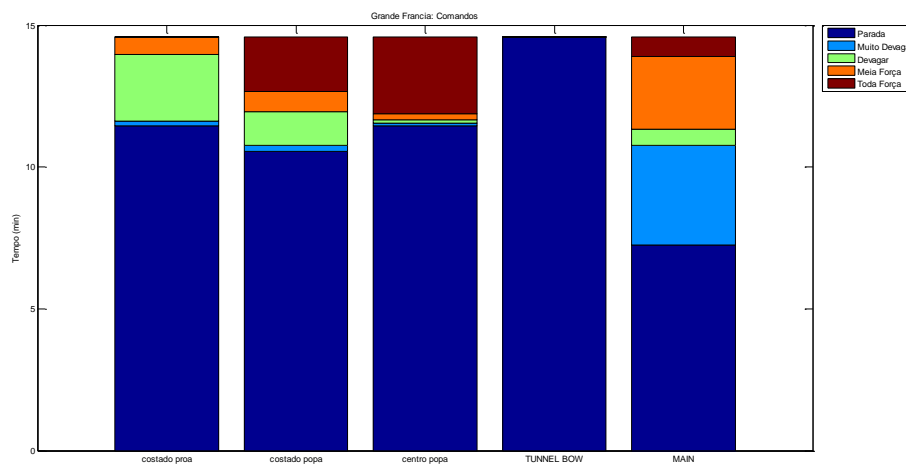
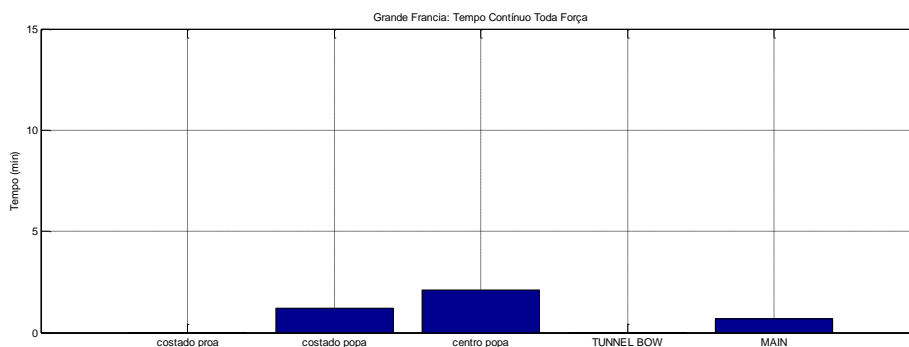
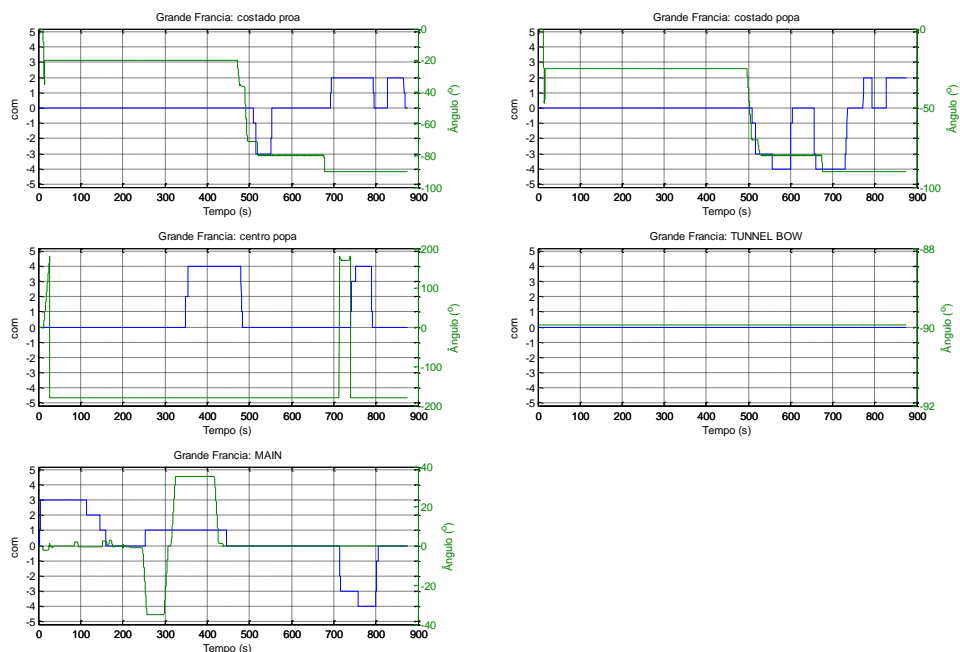




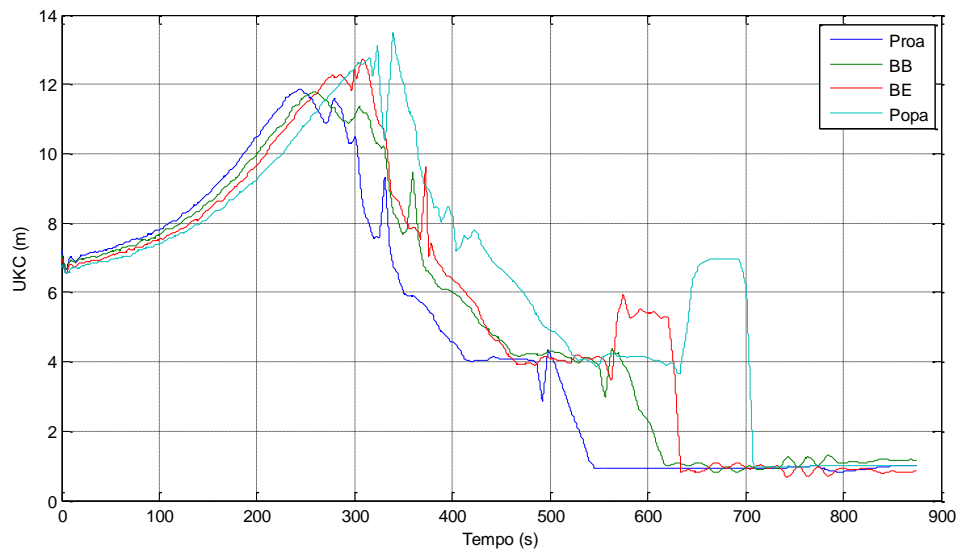
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

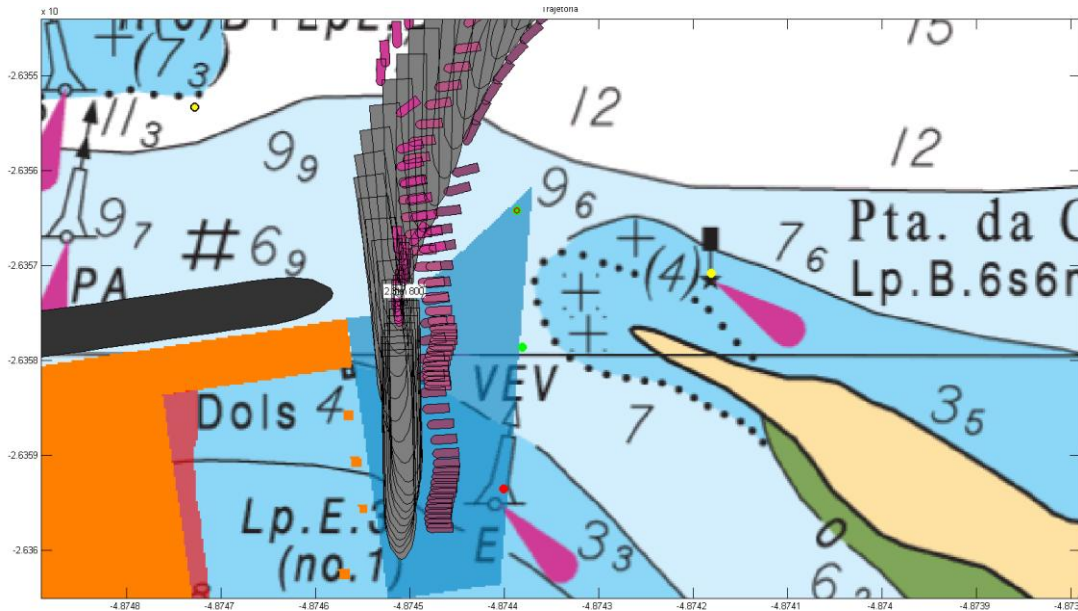
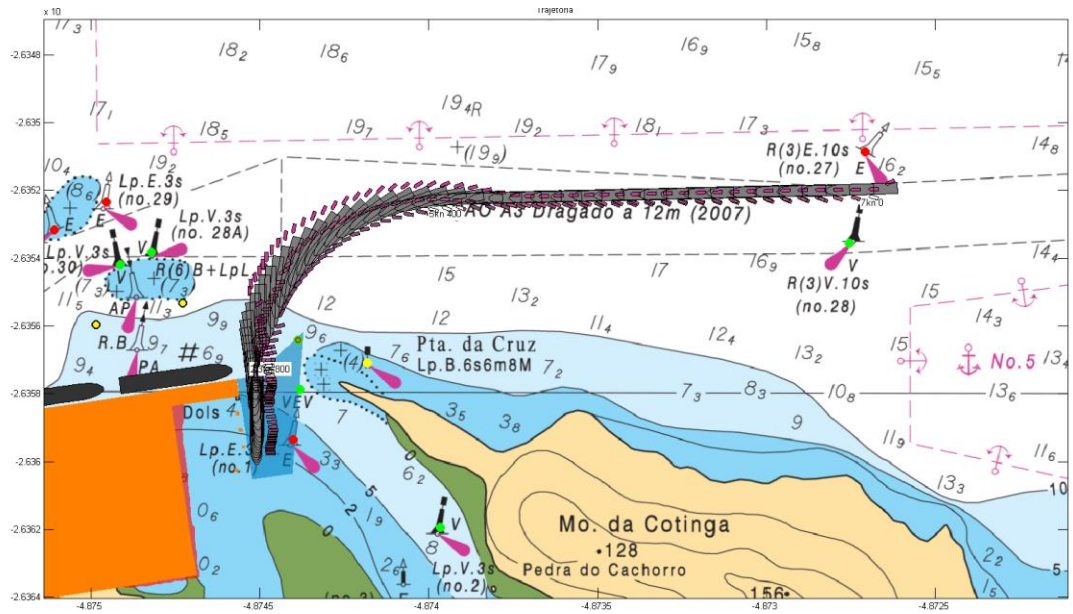


**Gráfico de folga sob a quilha:**



### 6.5. Manobra 21

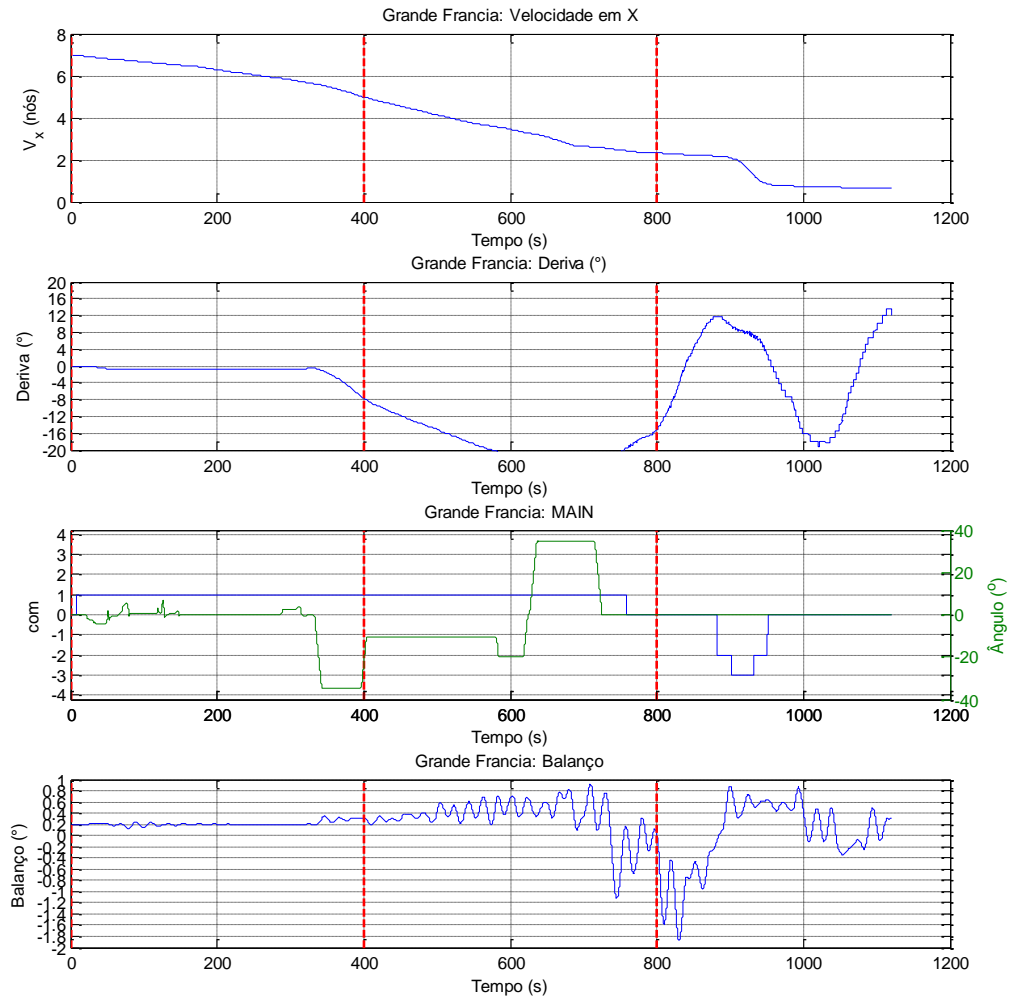
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



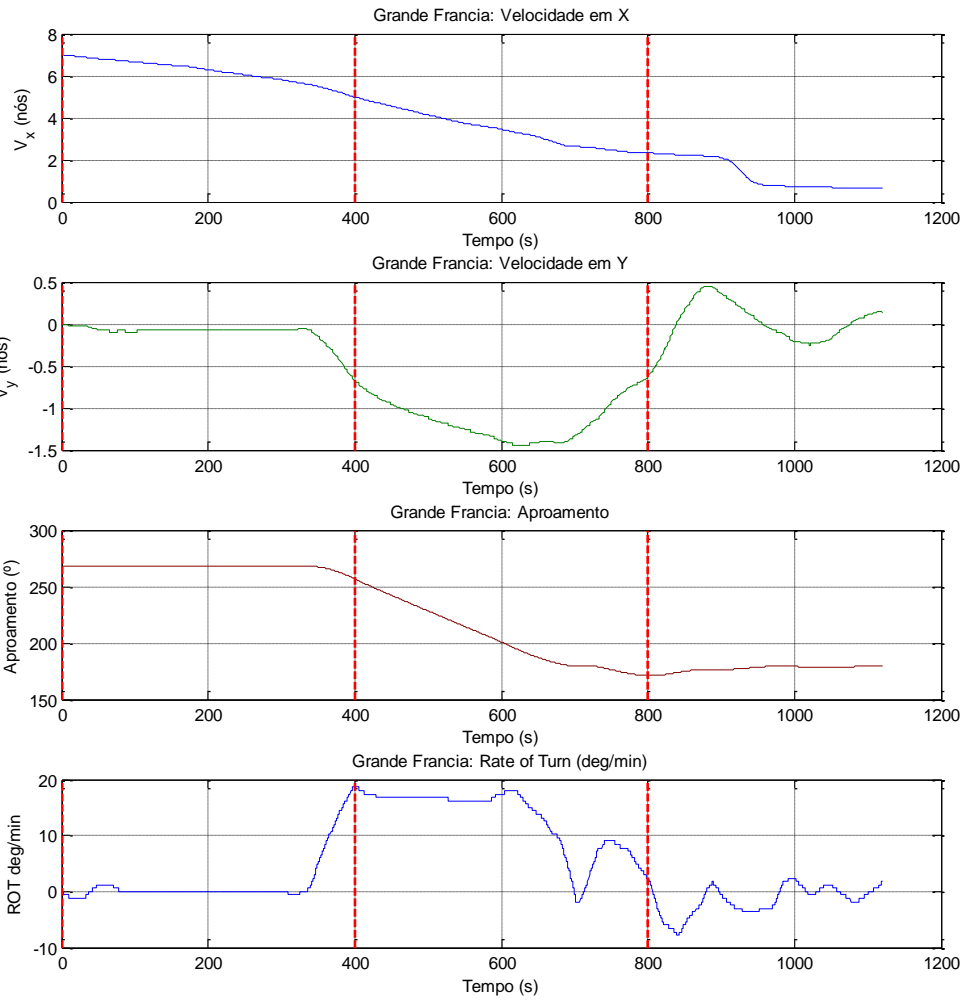
**Comentários:**



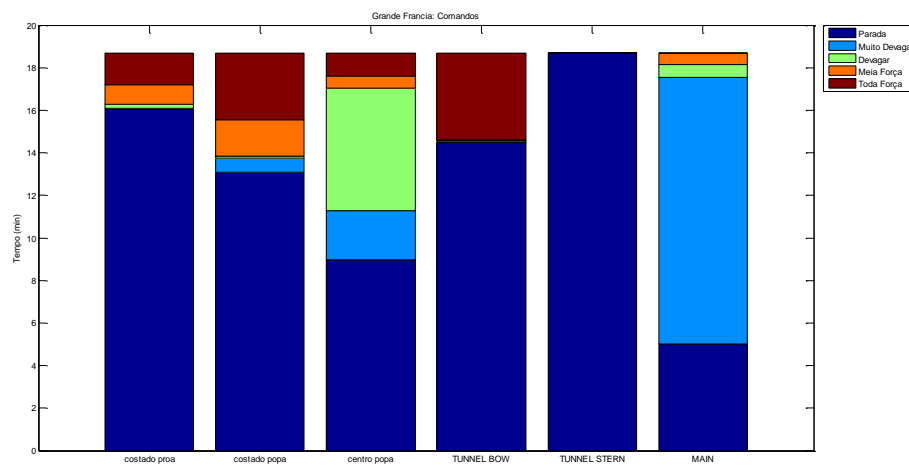
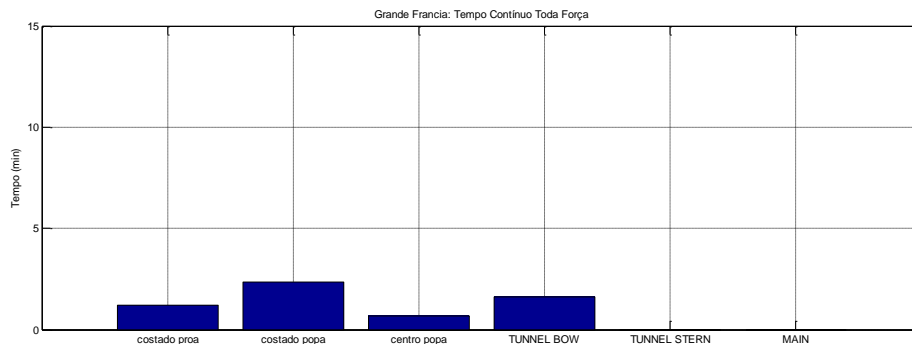
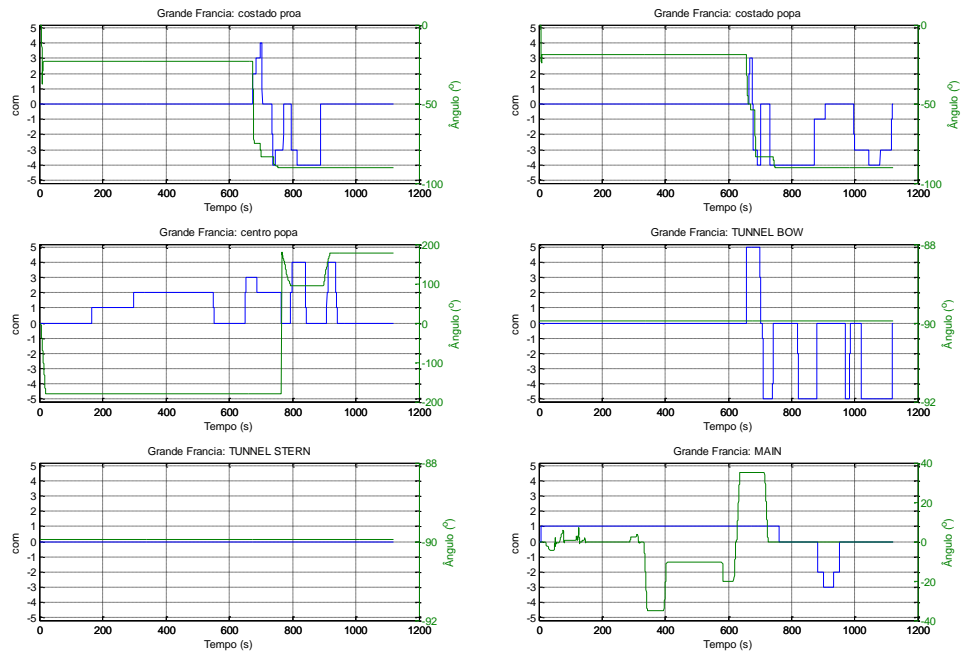
**Resumo:**



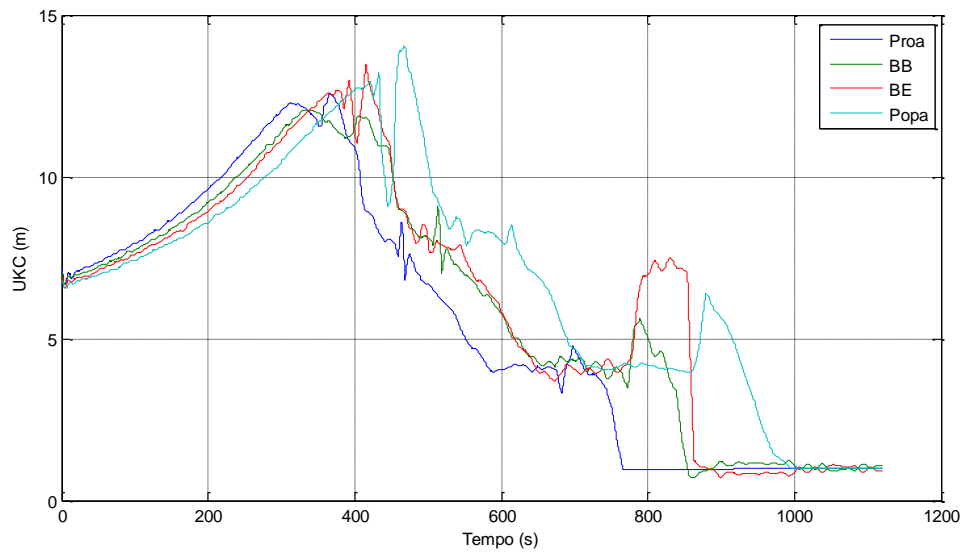
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

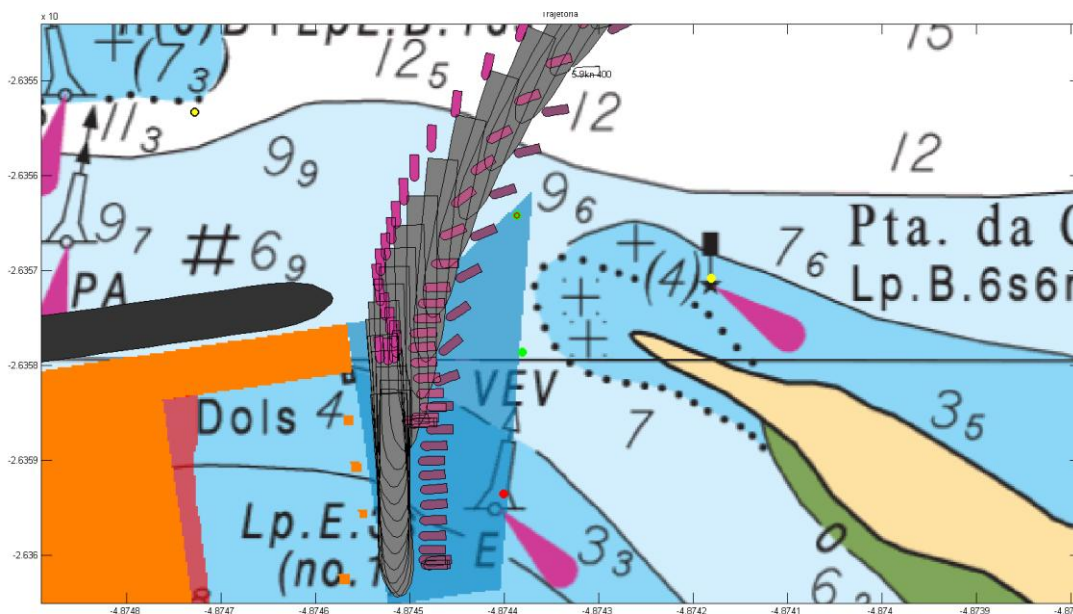
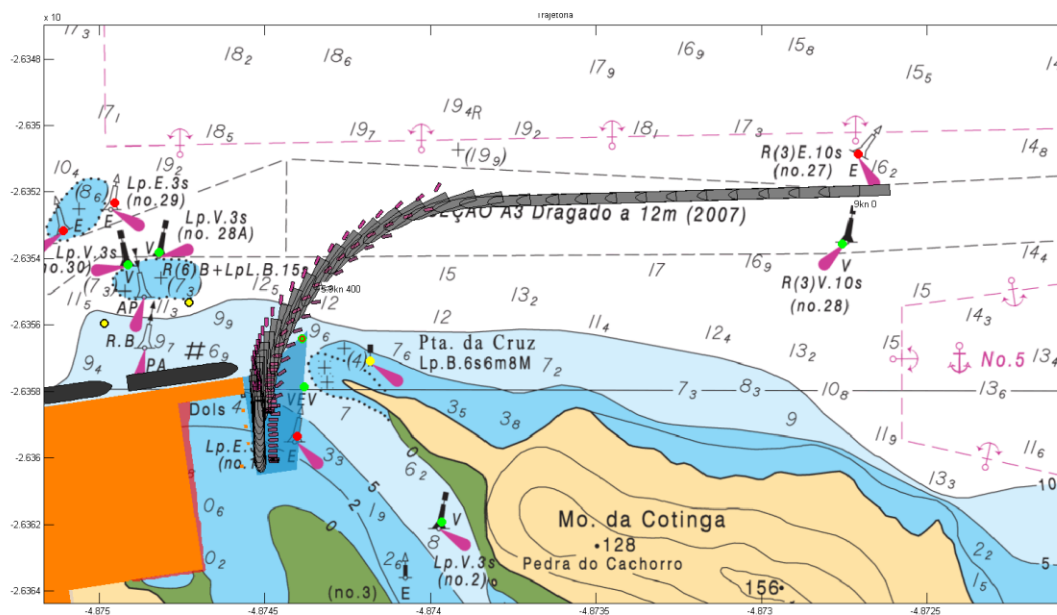


**Gráfico de folga sob a quilha:**



6.6. Manobra 22

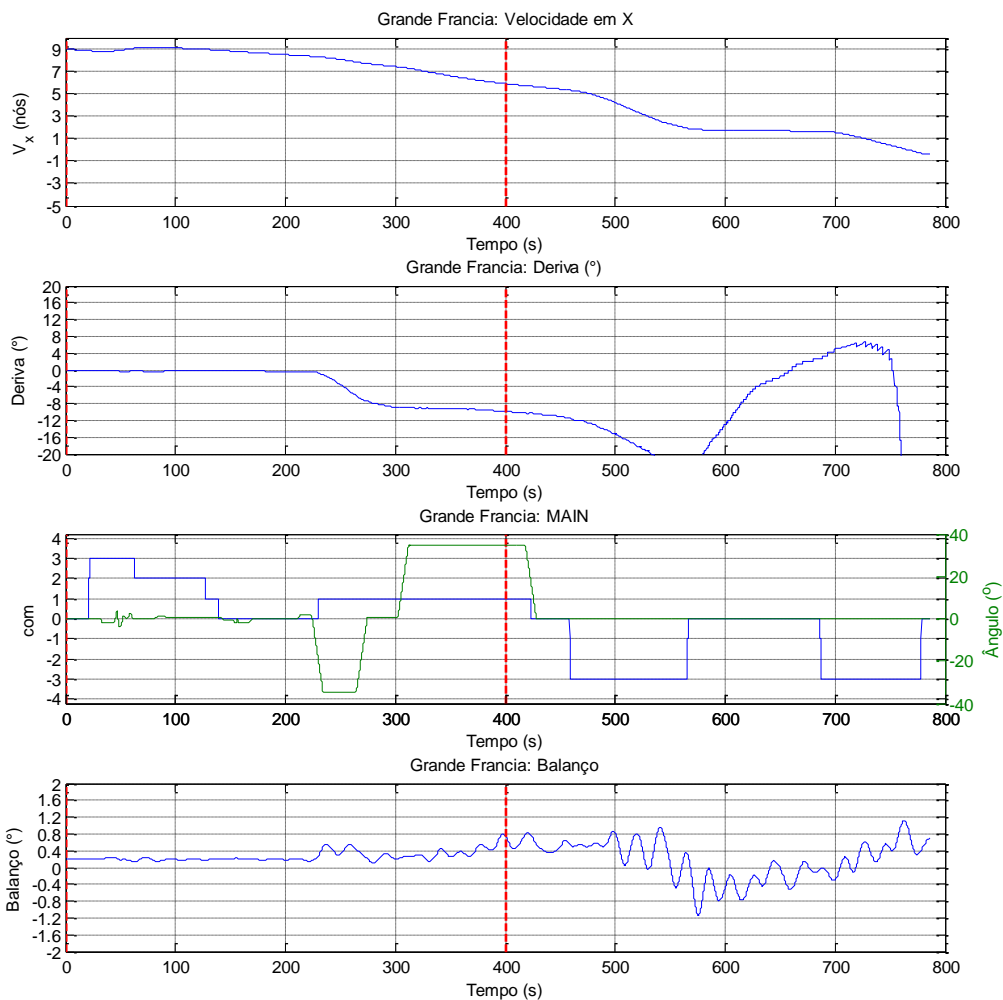
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



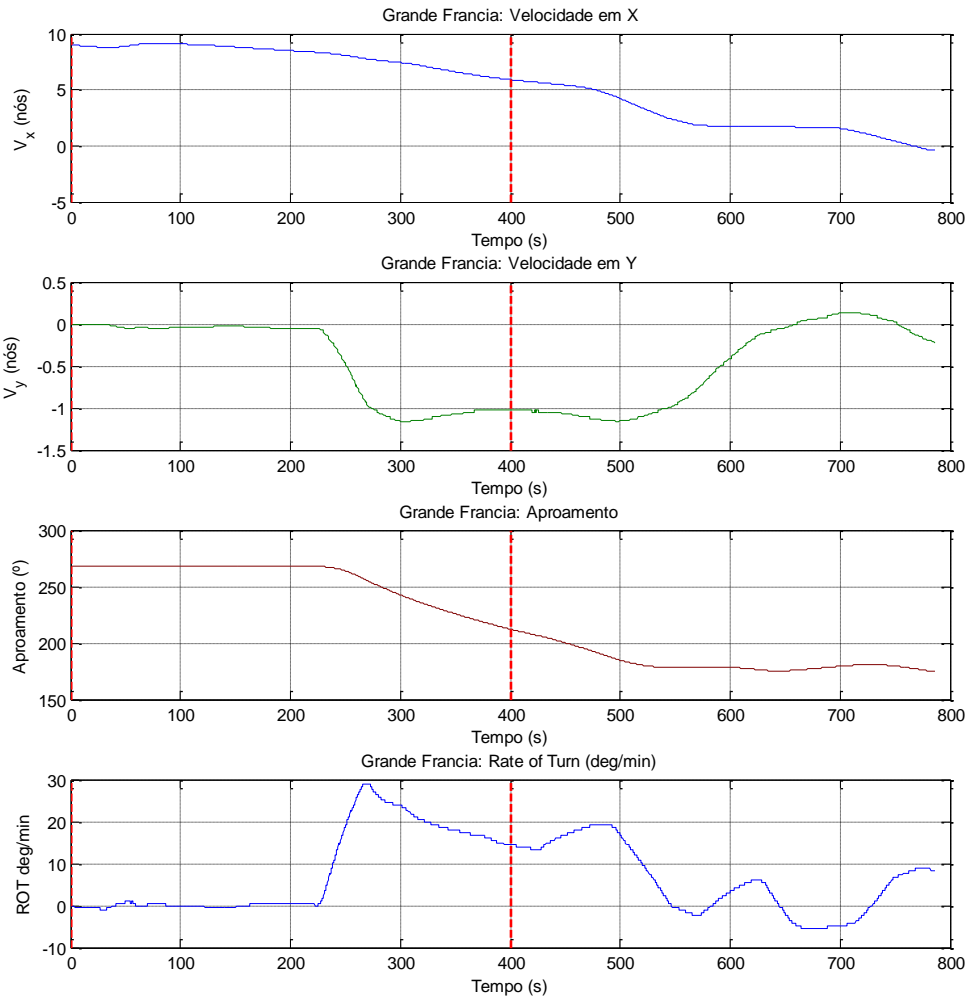
**Comentários:**



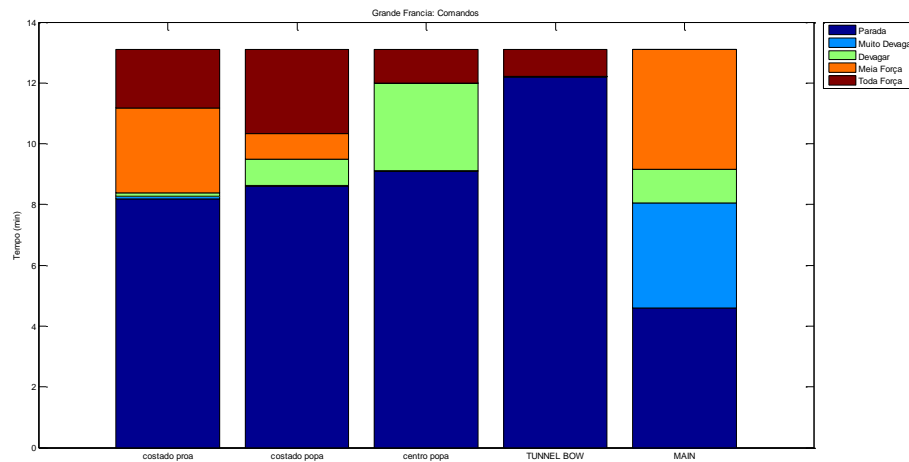
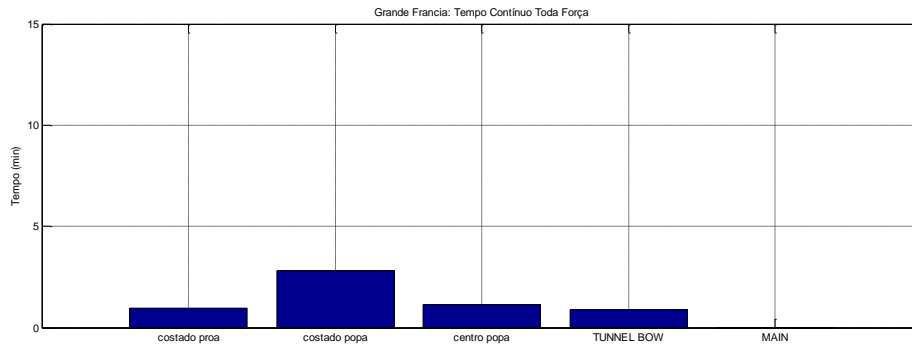
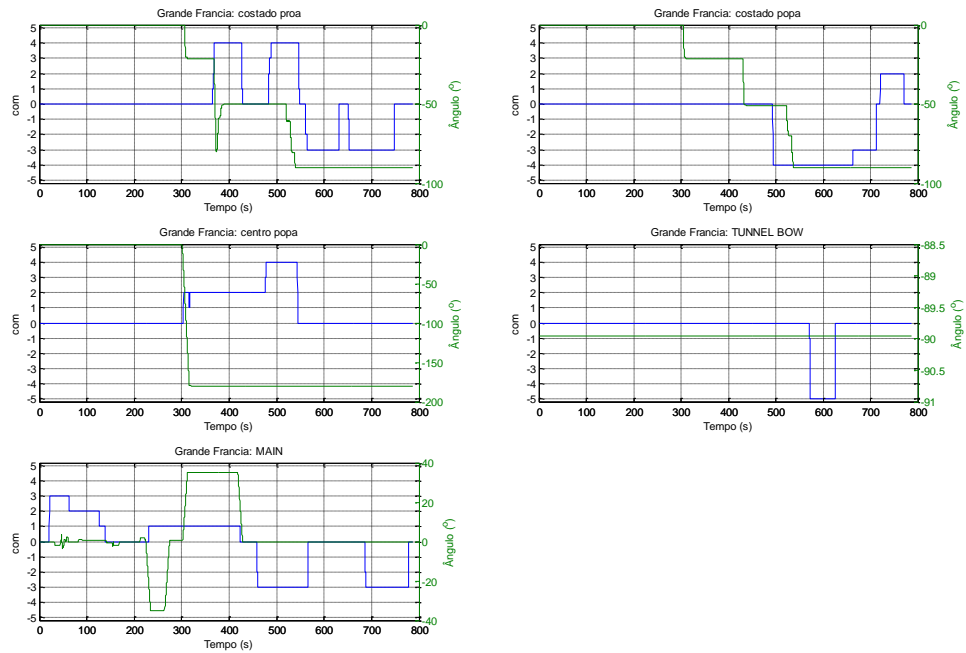
**Resumo:**



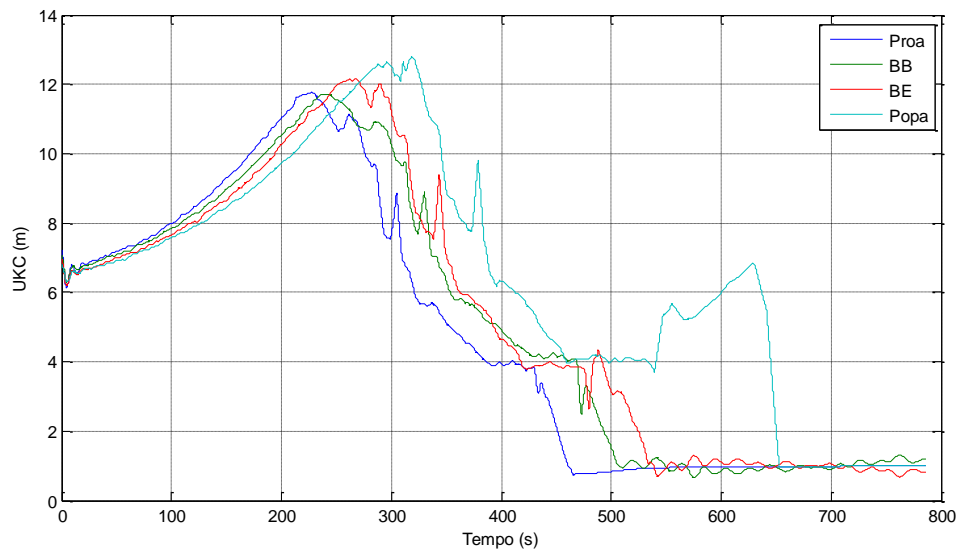
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

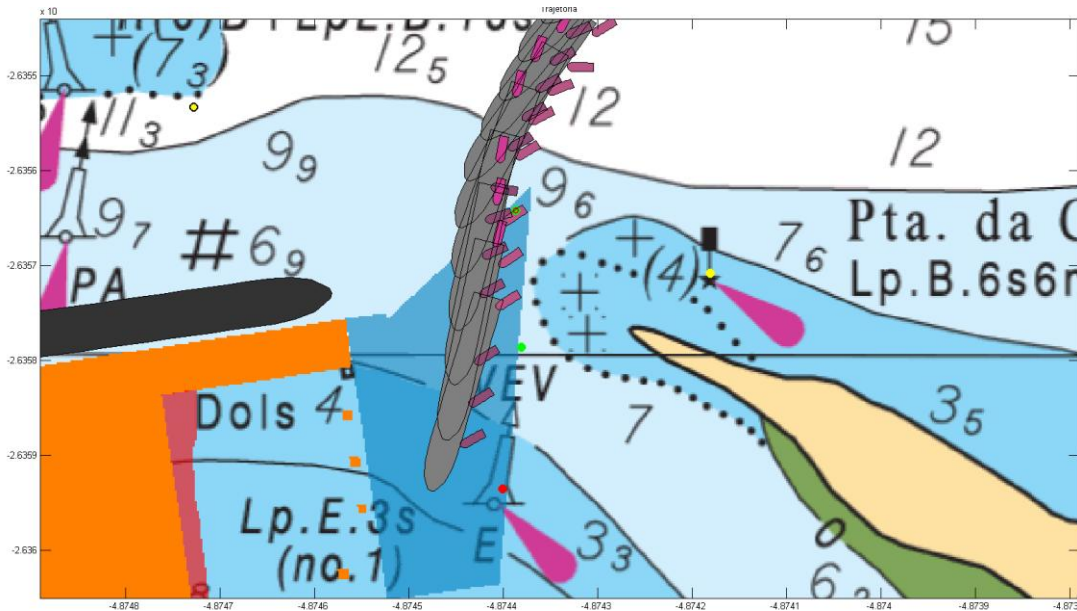
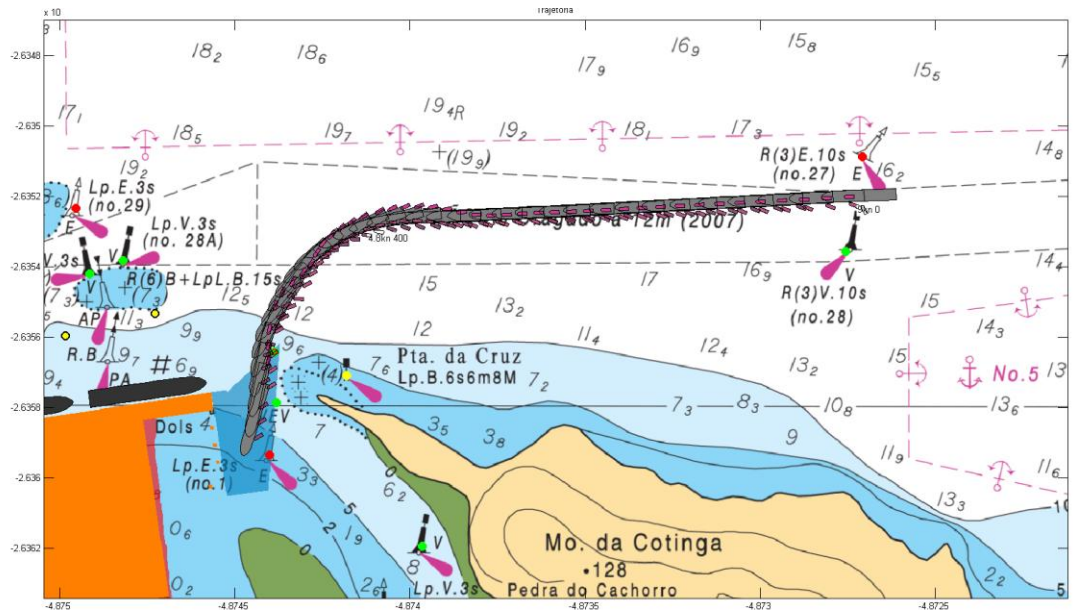


**Gráfico de folga sob a quilha:**



### 6.7. Manobra 23

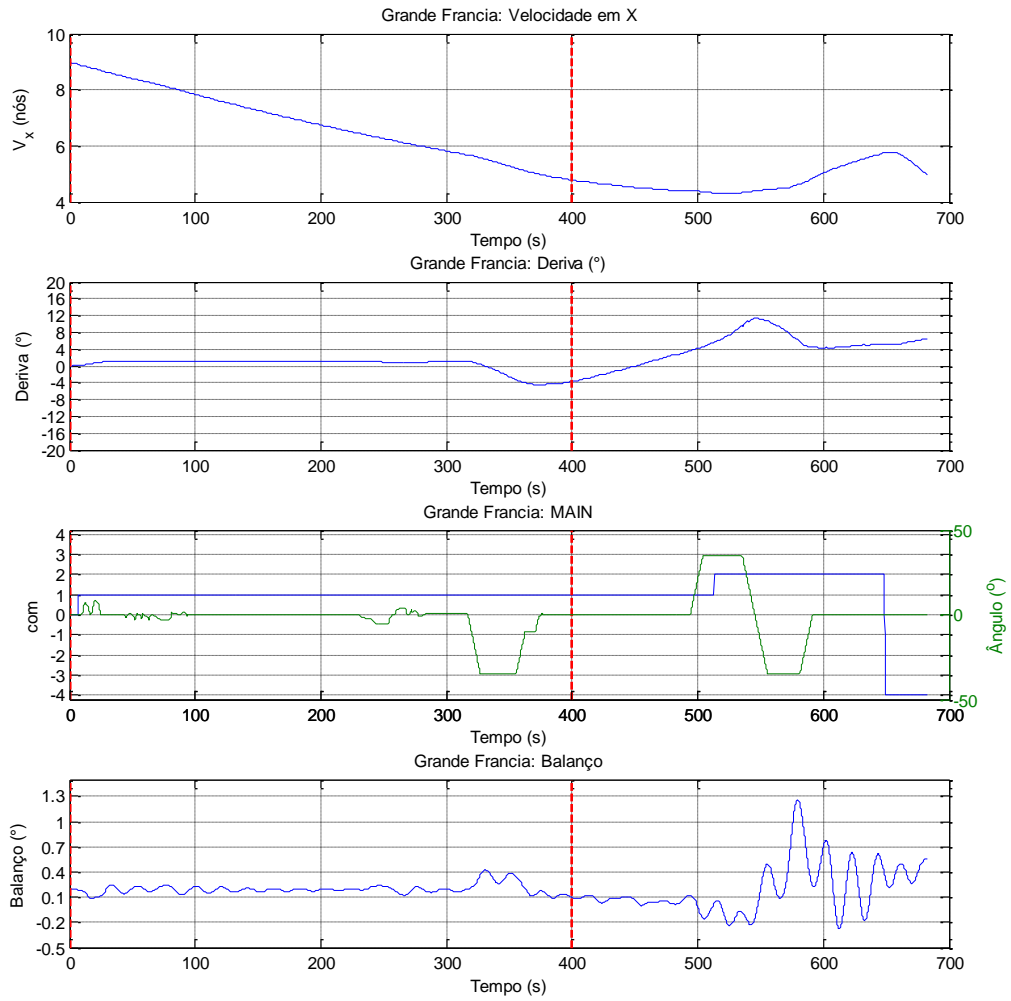
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



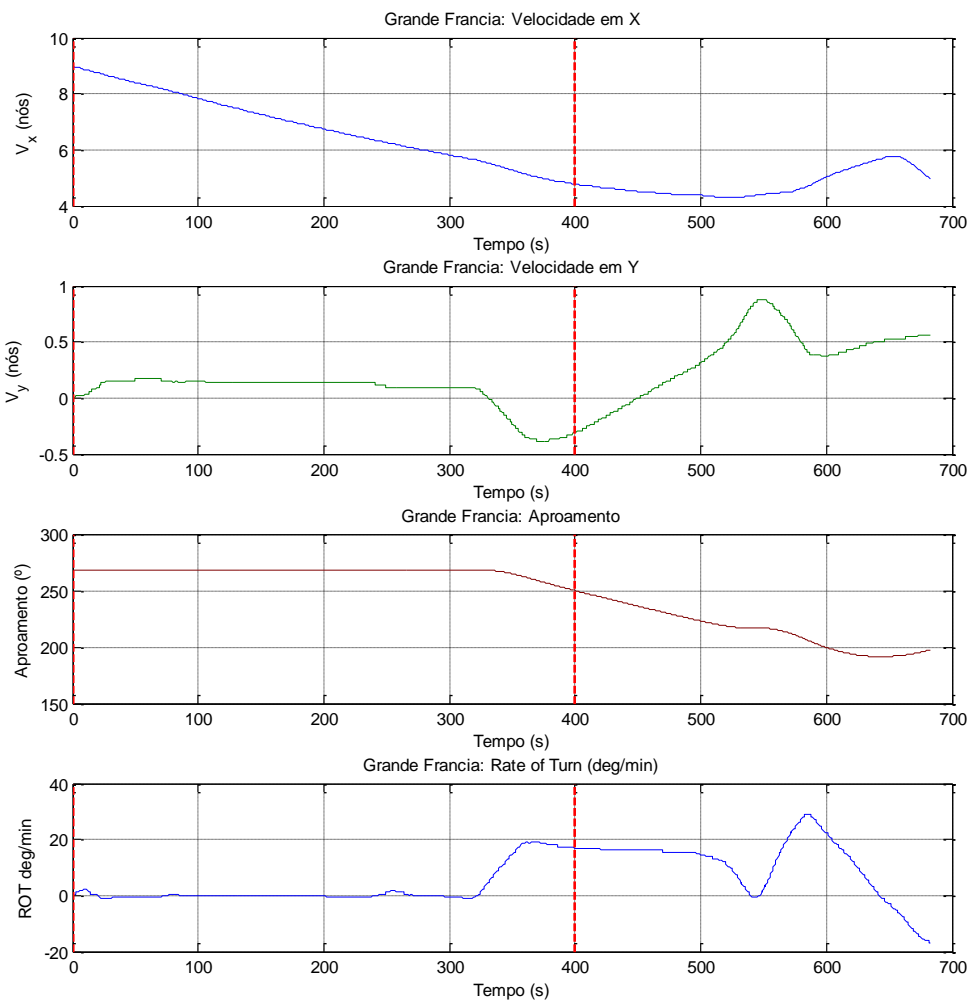
**Comentários:**



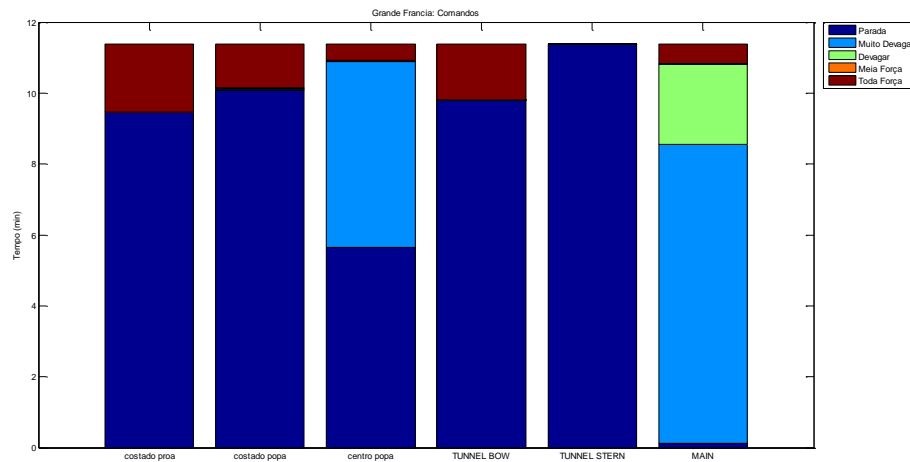
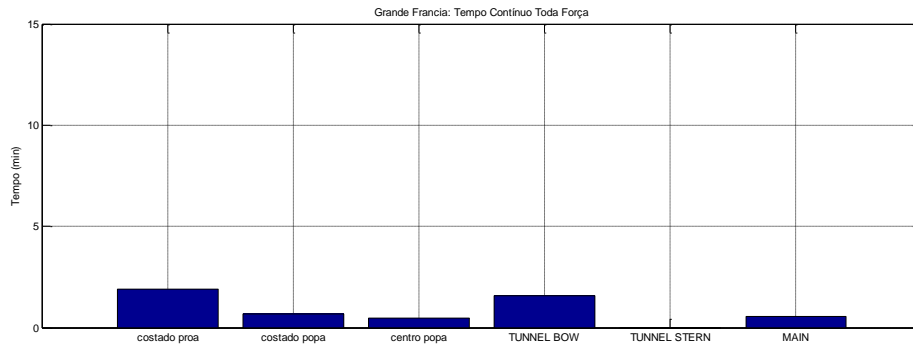
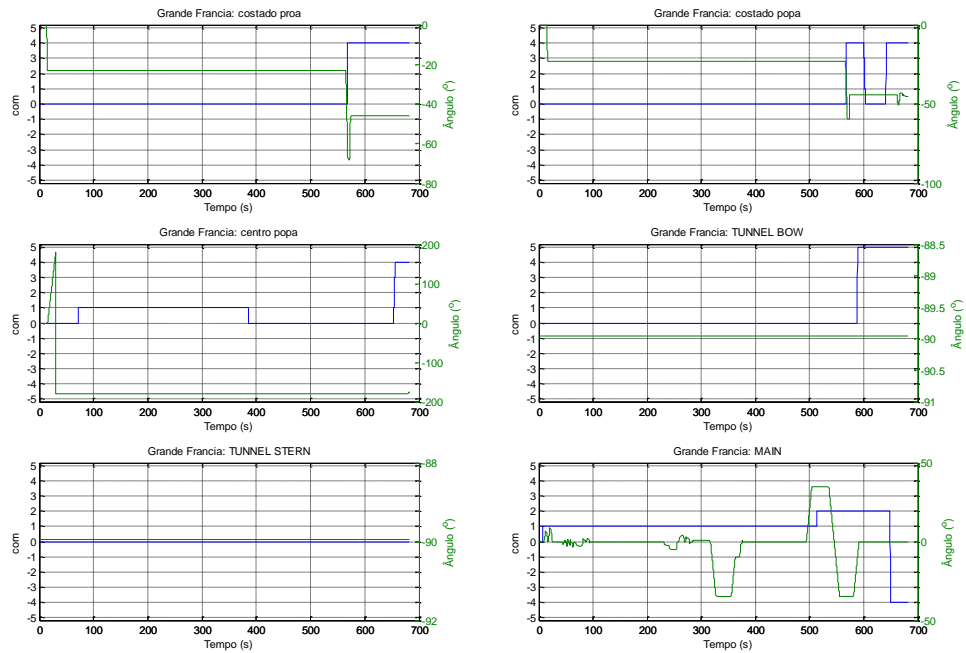
**Resumo:**



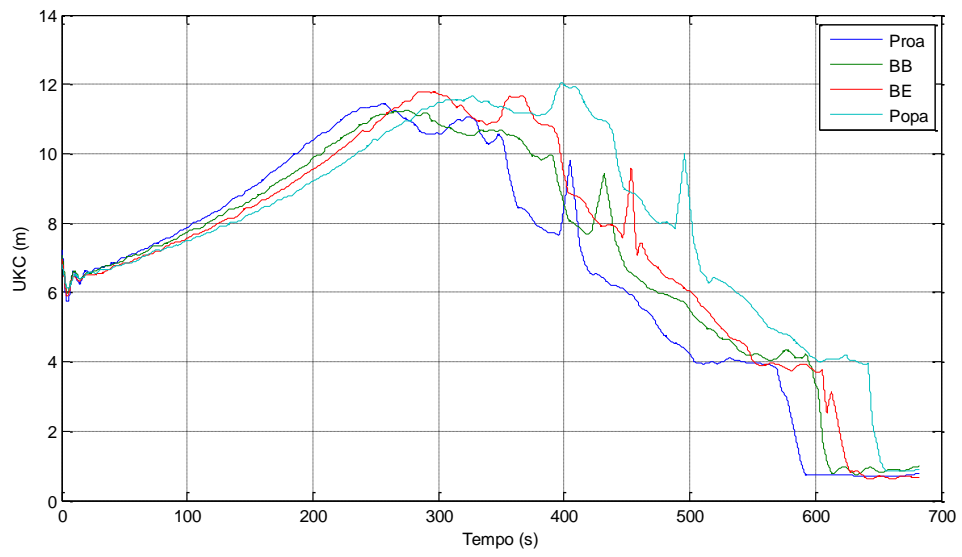
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

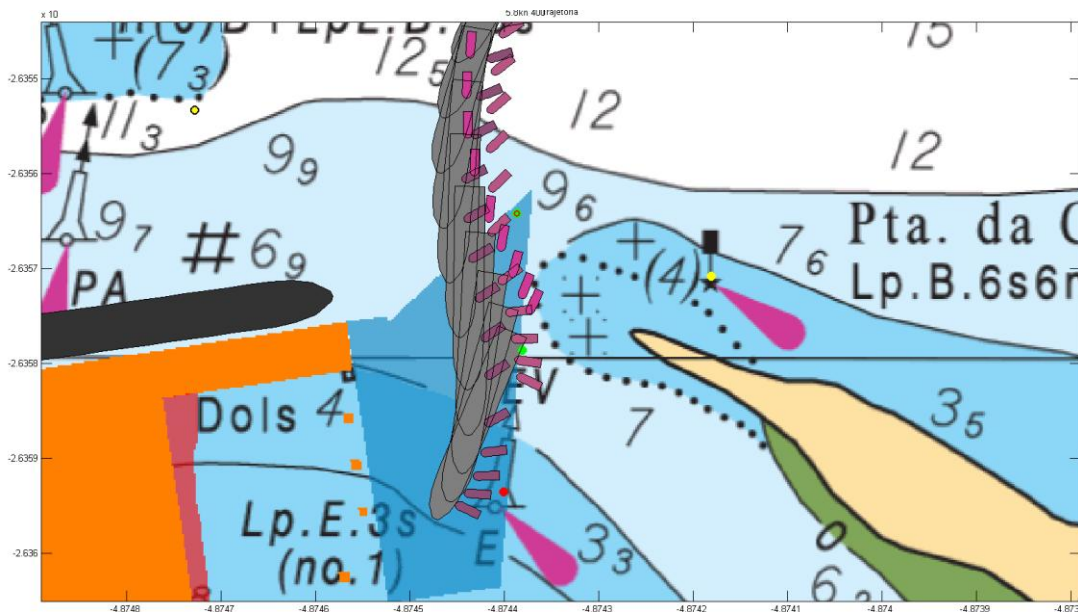
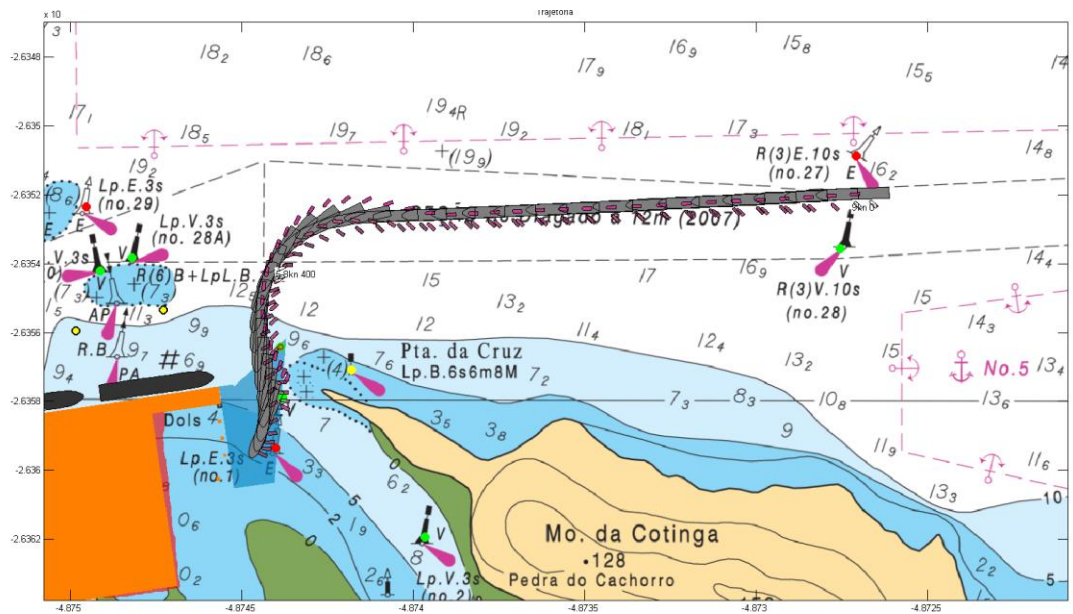


**Gráfico de folga sob a quilha:**



### 6.8. Manobra 24

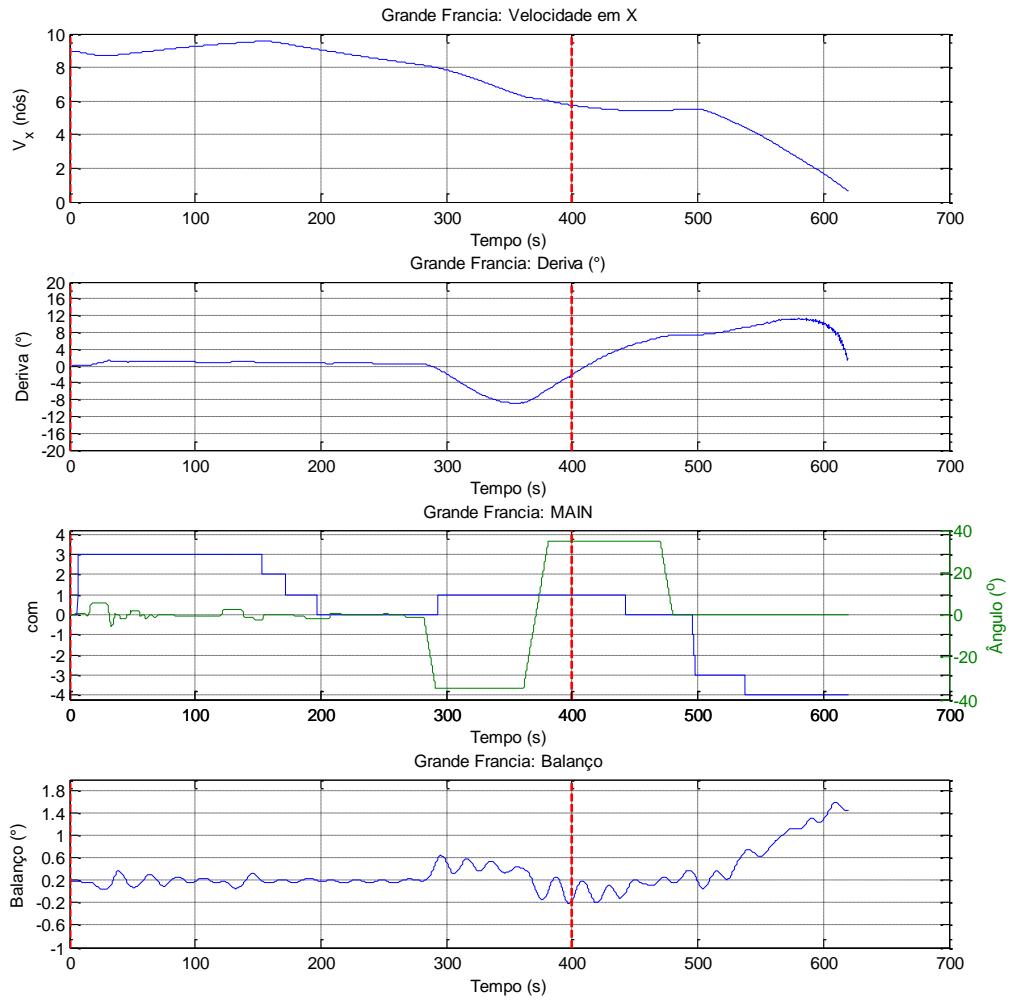
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



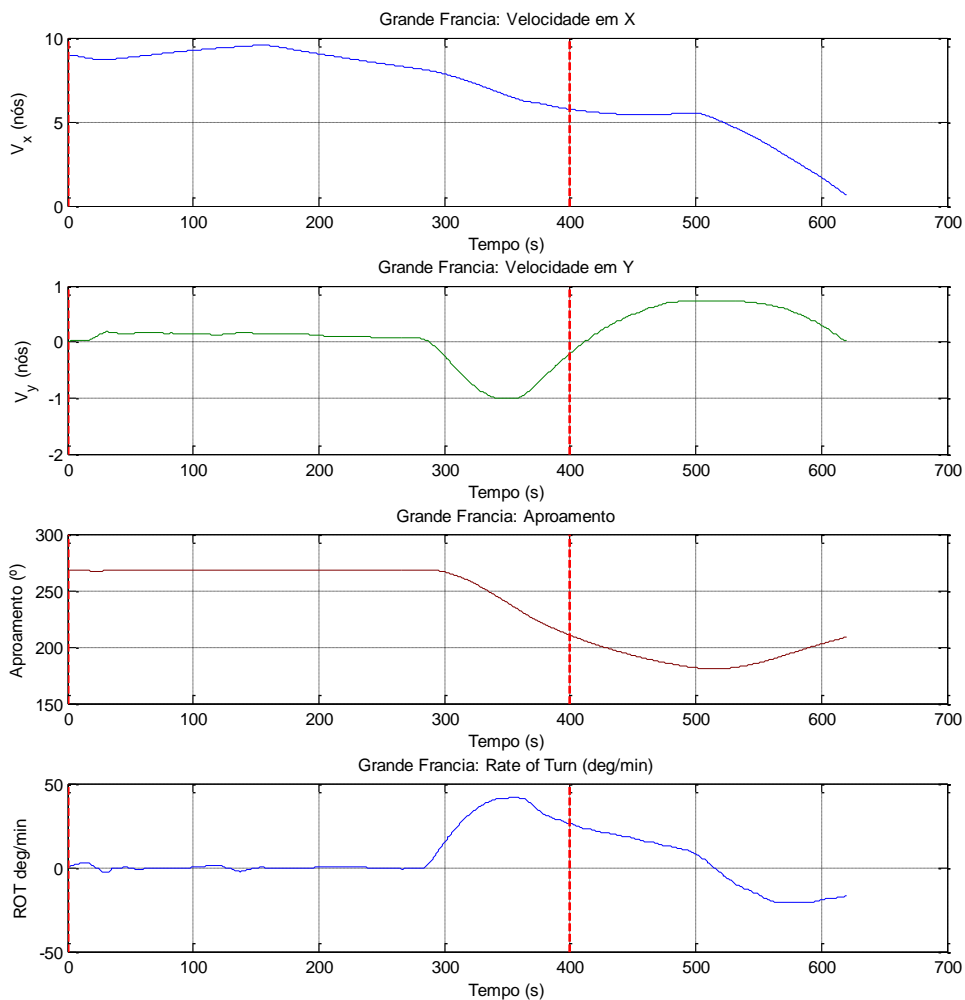
**Comentários:**



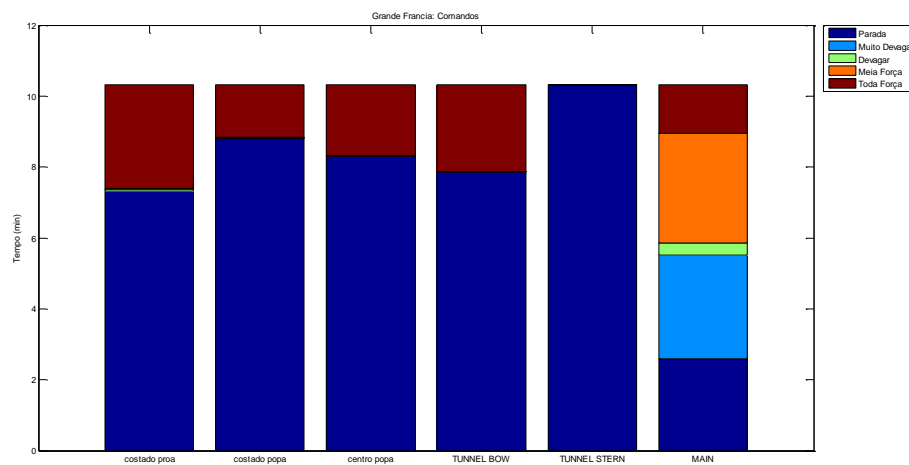
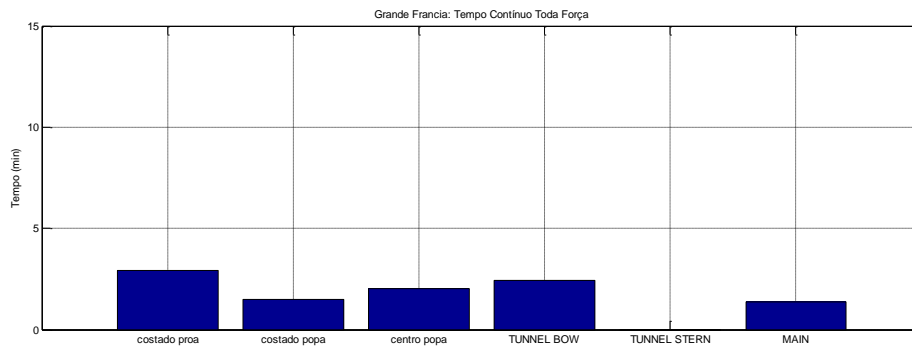
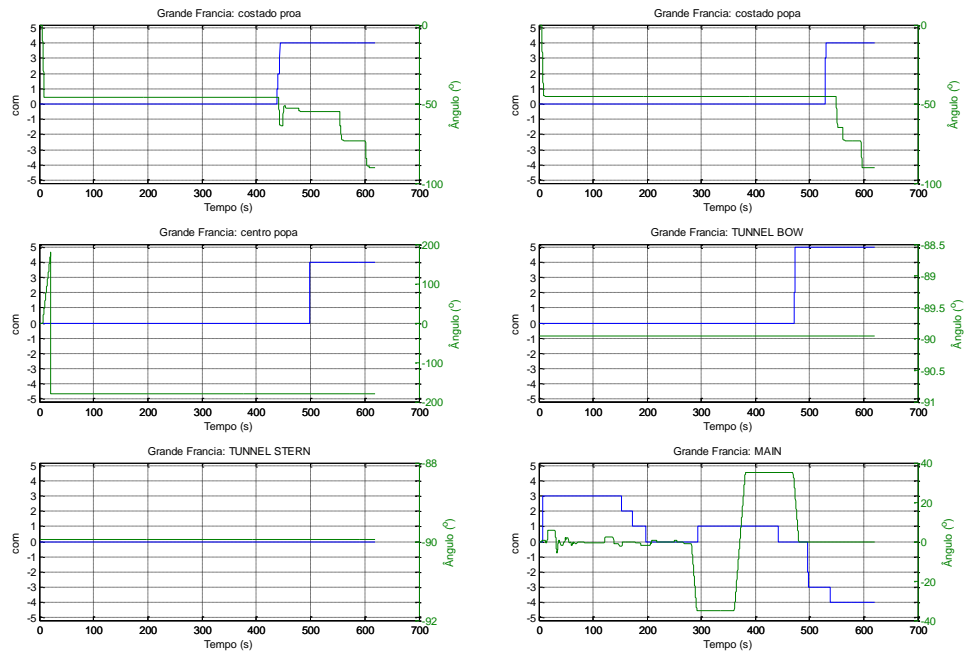
**Resumo:**



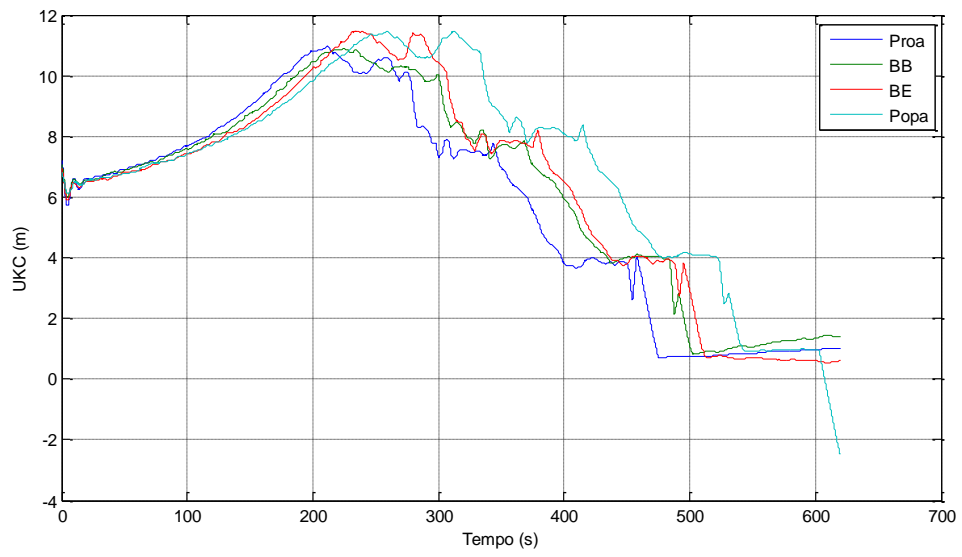
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

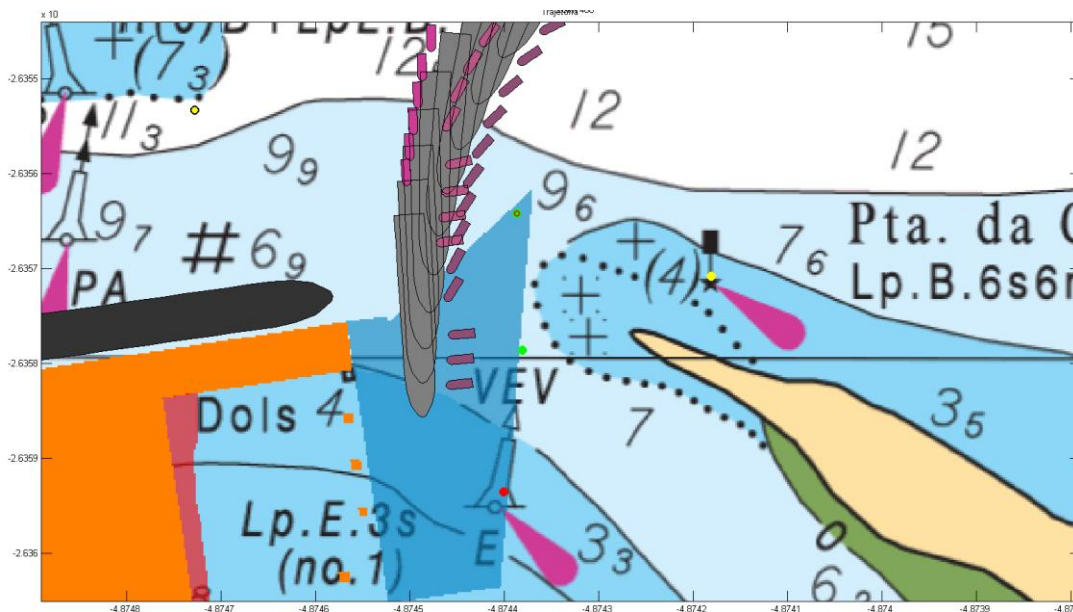
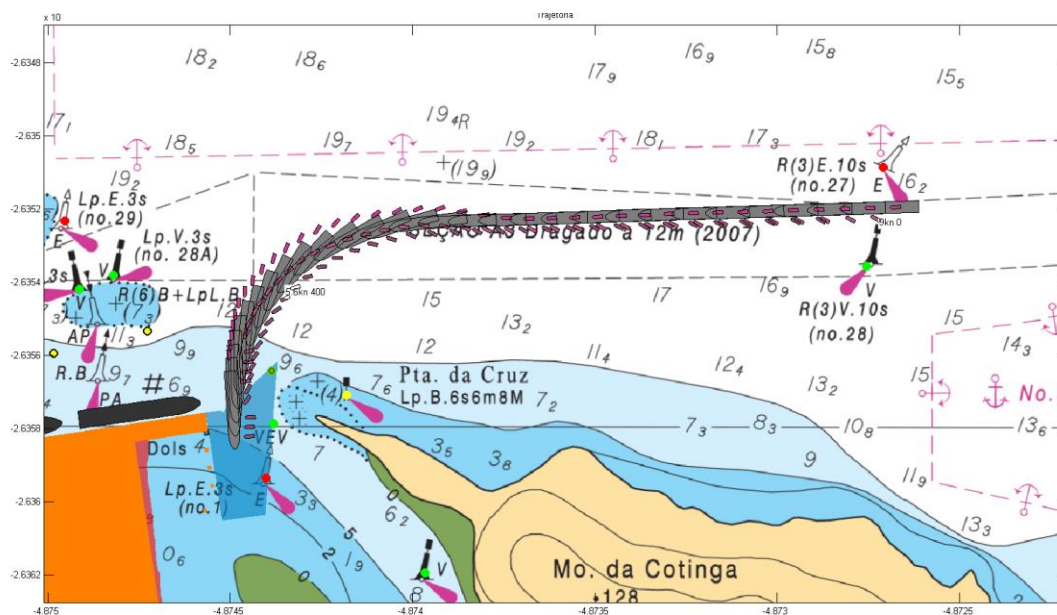


**Gráfico de folga sob a quilha:**



6.9. Manobra 25

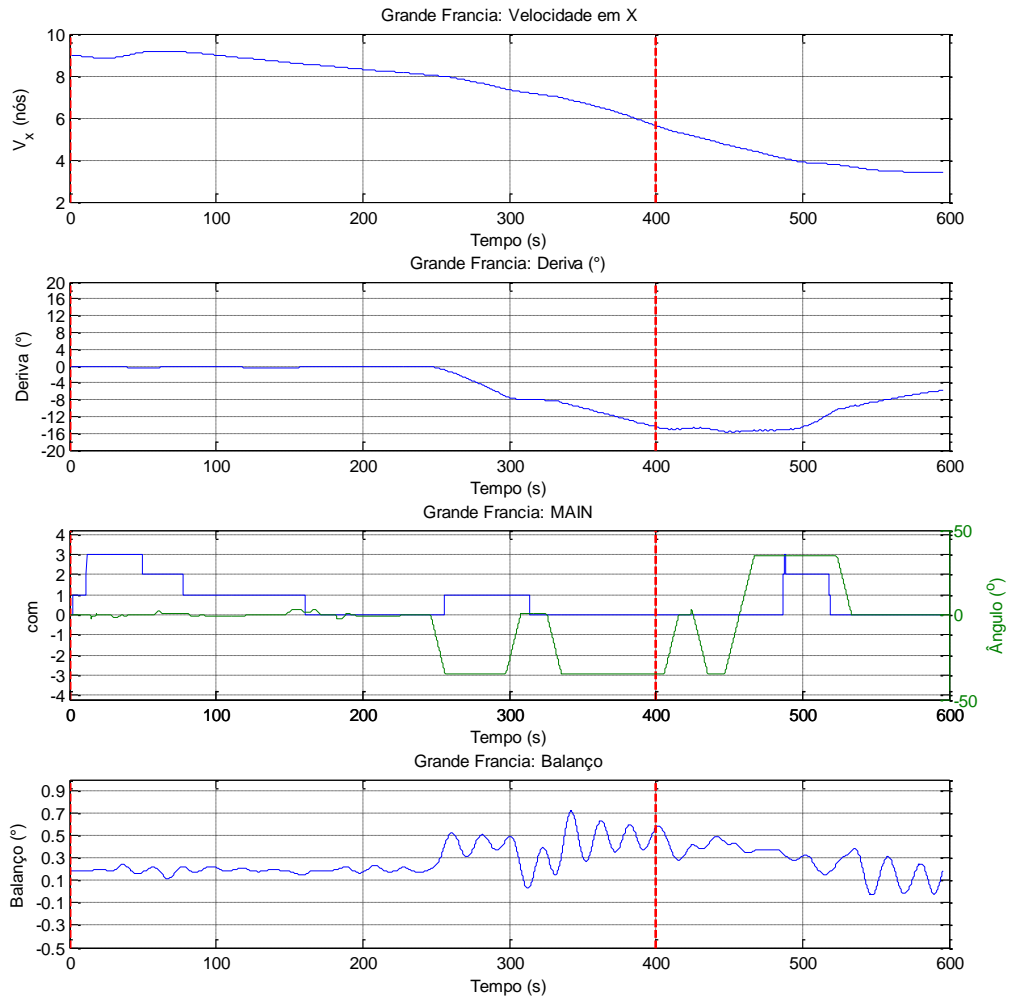
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



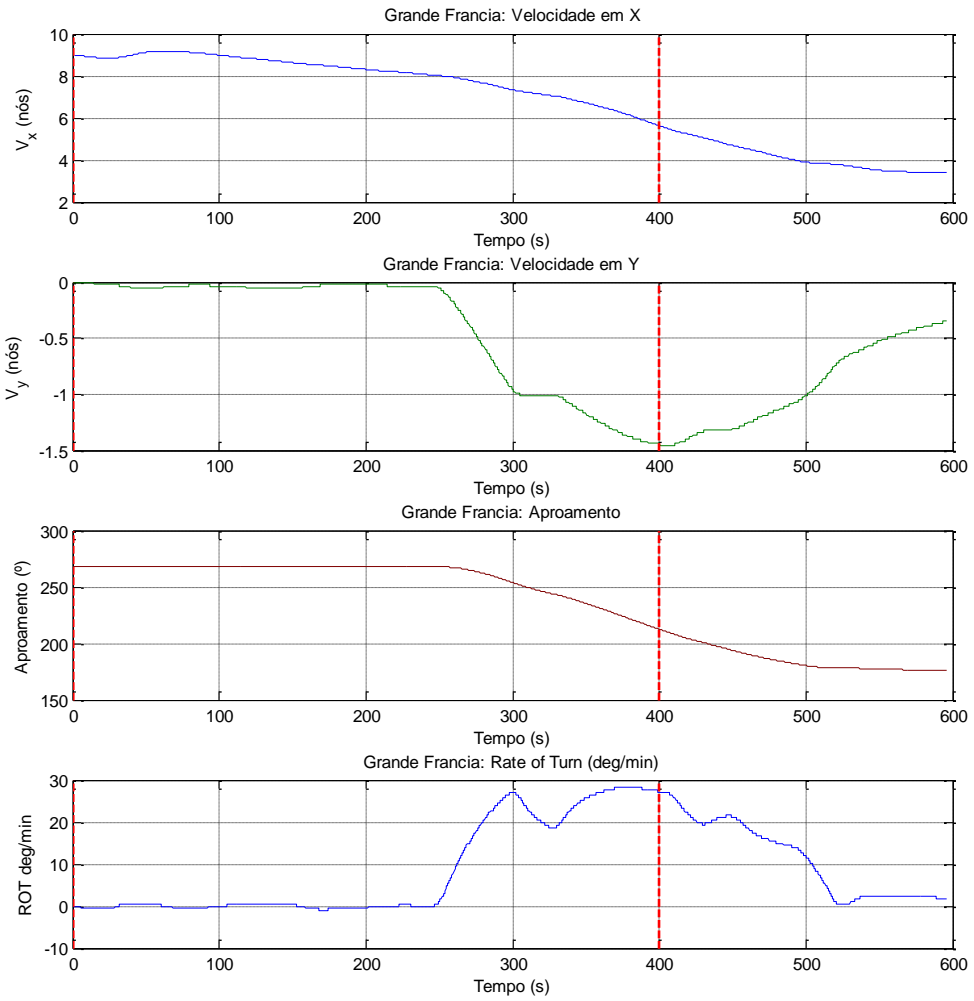
**Comentários:**



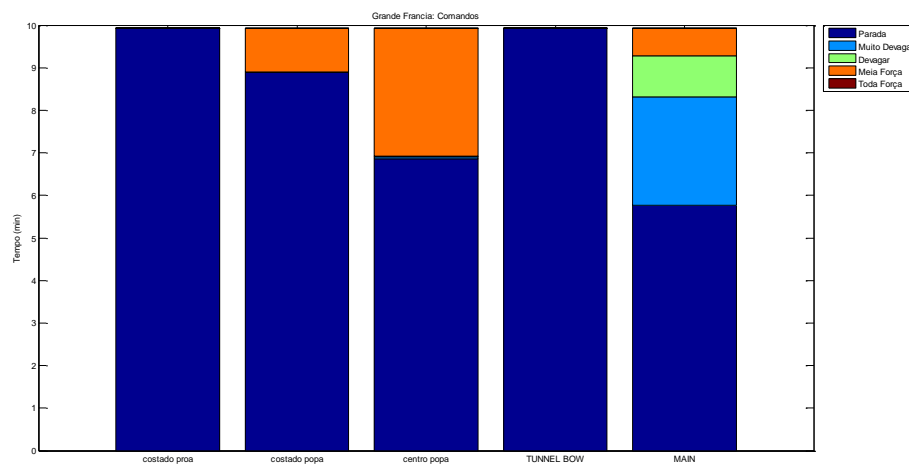
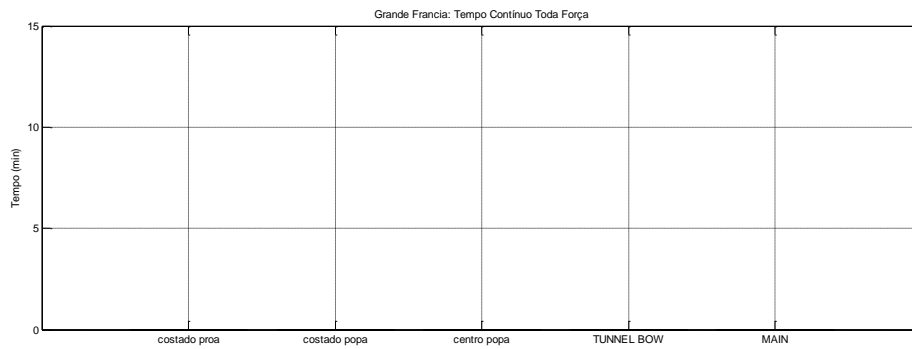
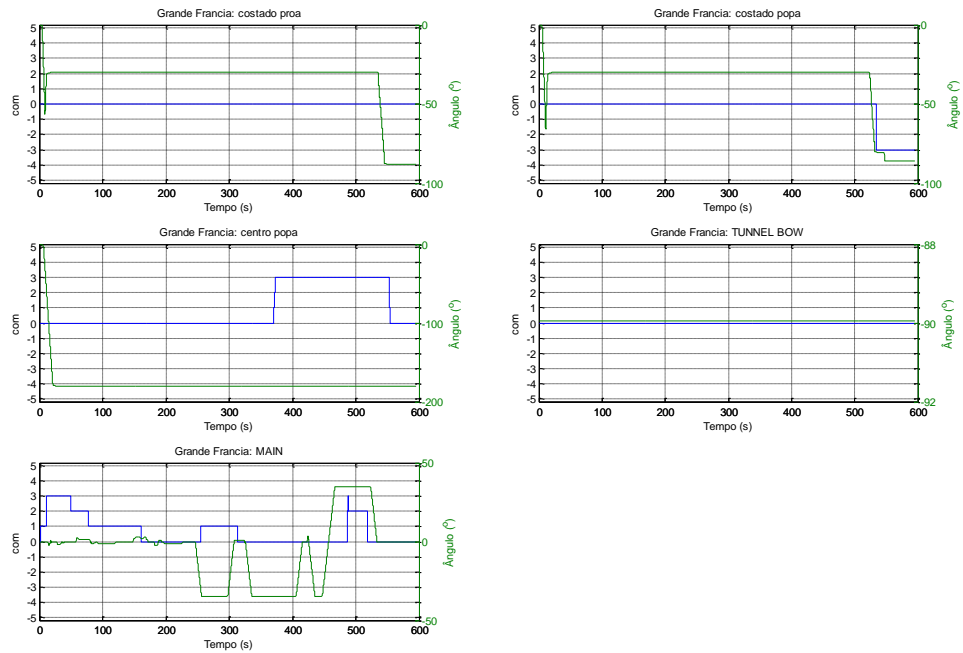
**Resumo:**



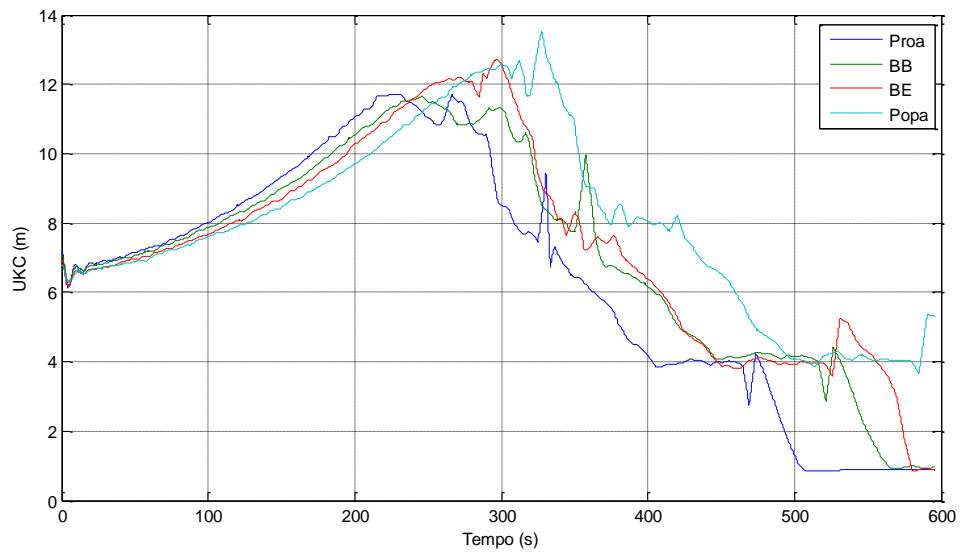
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

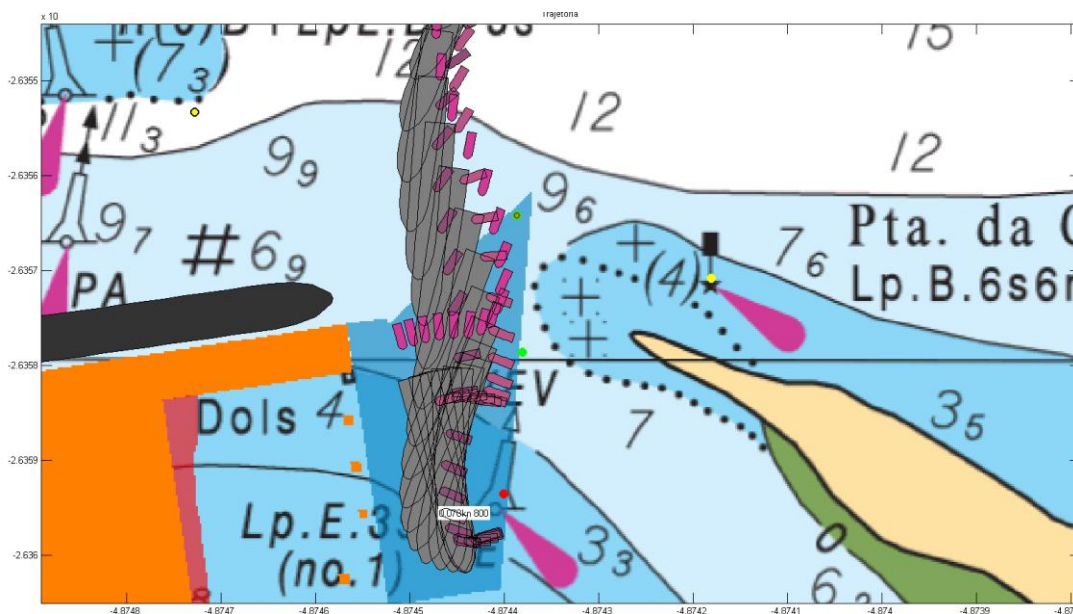
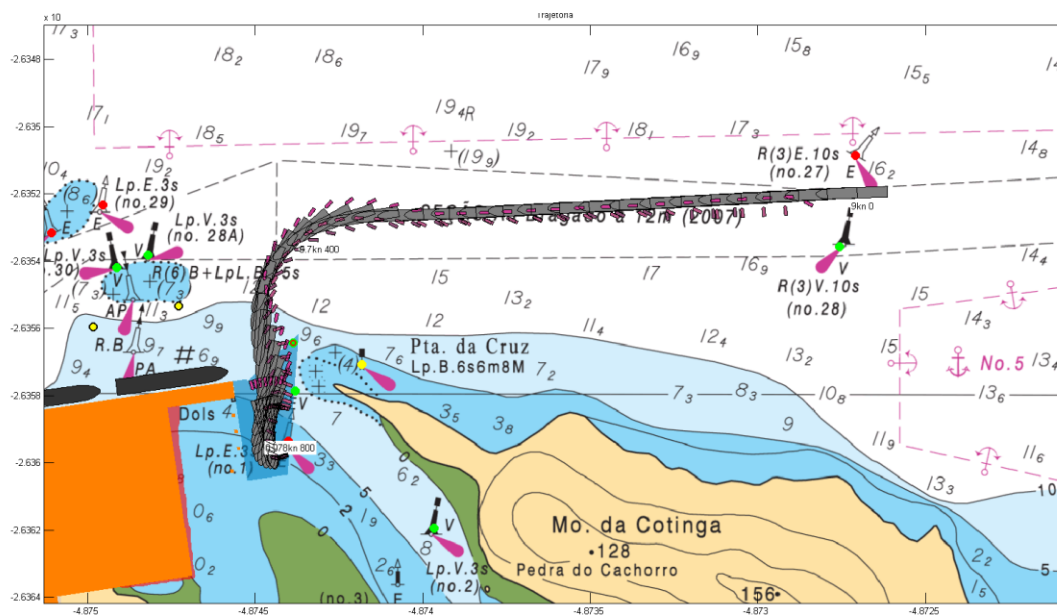


**Gráfico de folga sob a quilha:**



6.10. Manobra 26

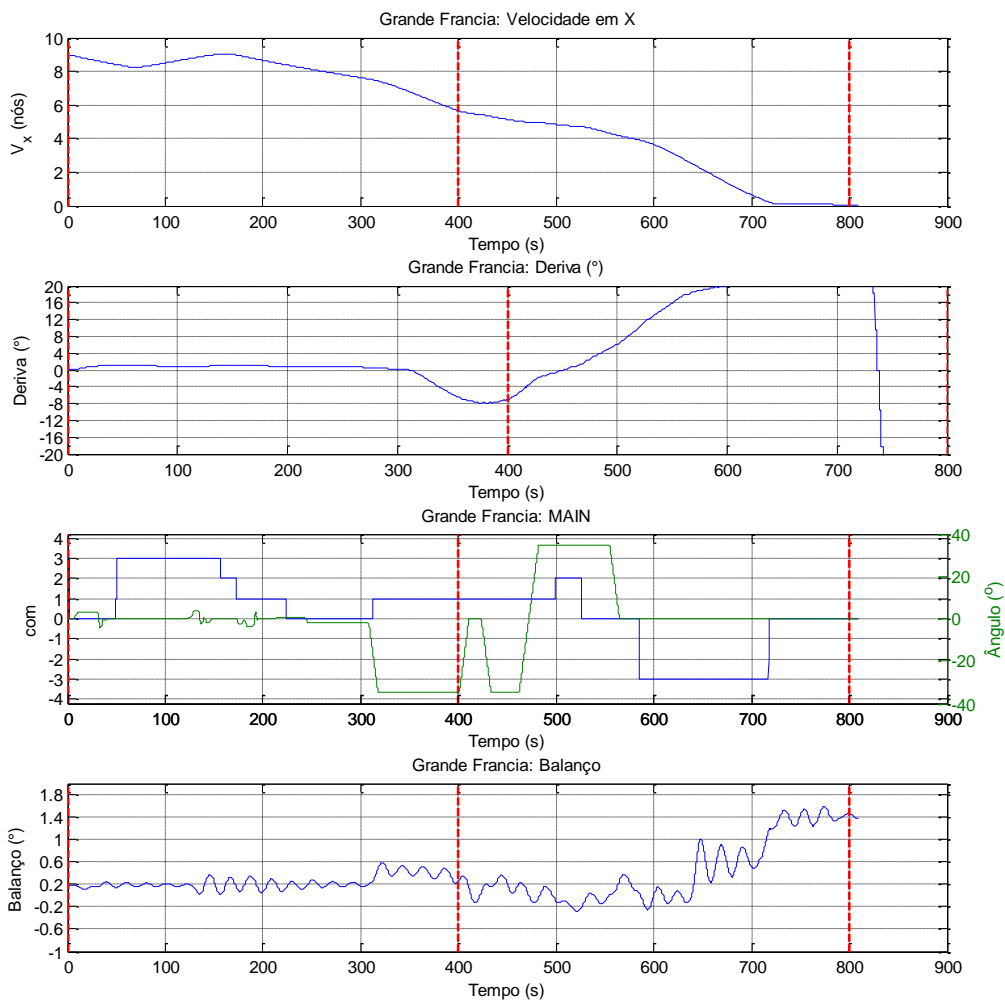
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



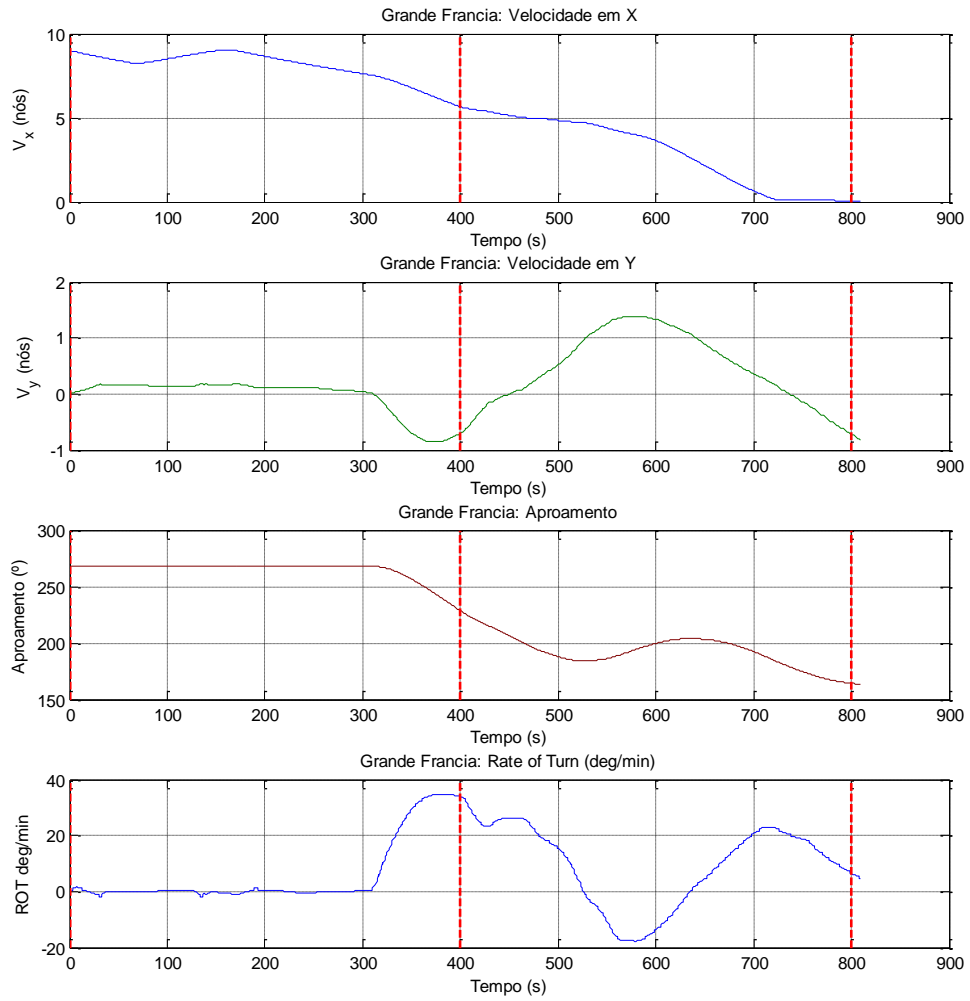
**Comentários:**



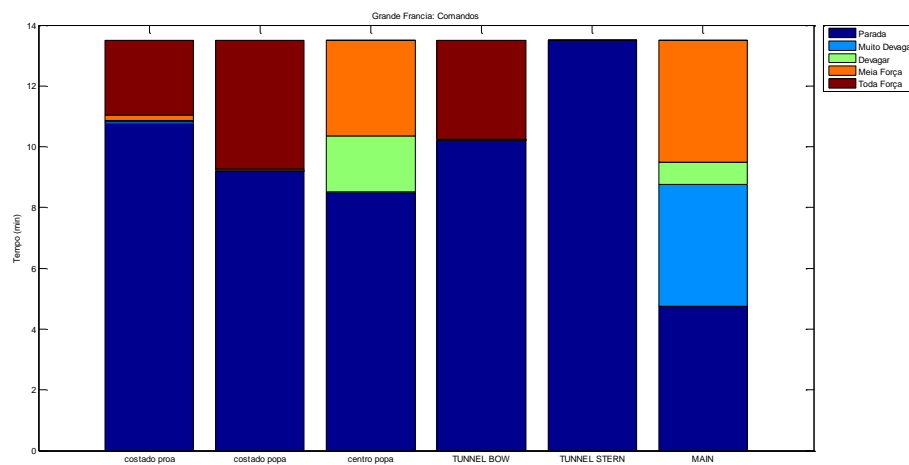
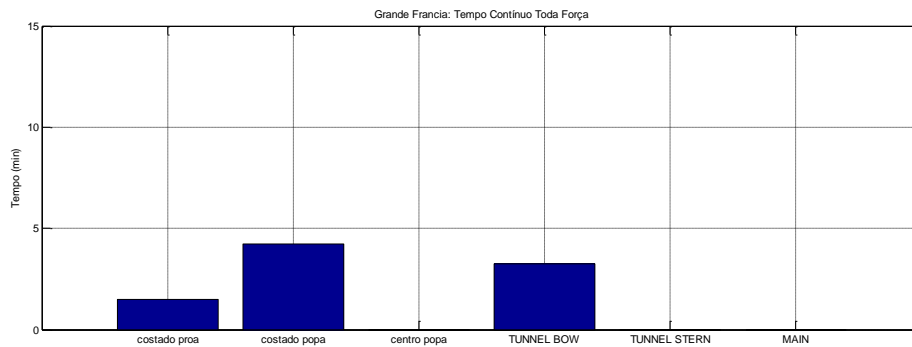
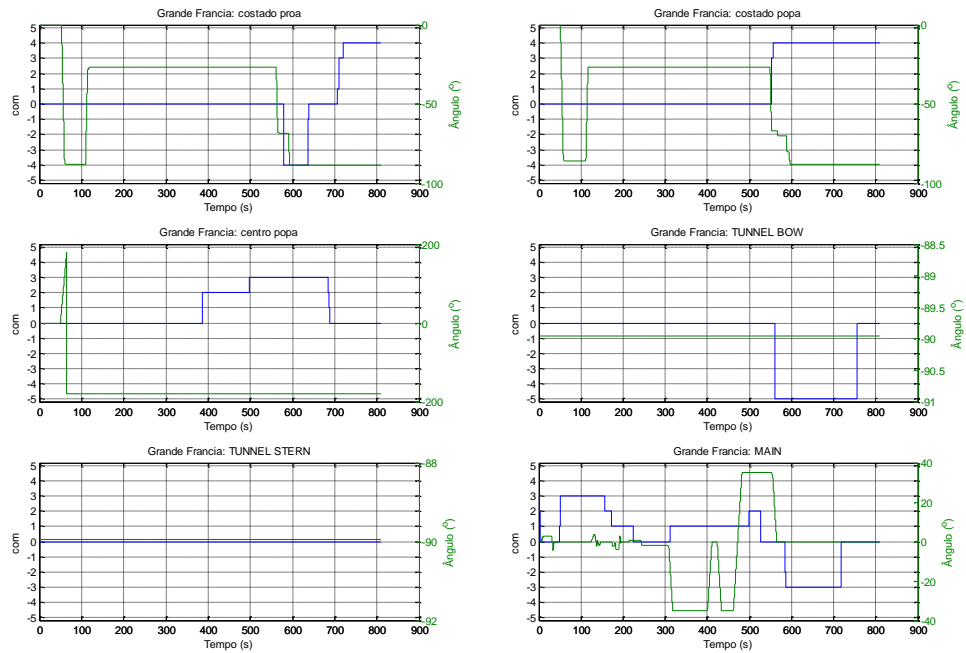
**Resumo:**



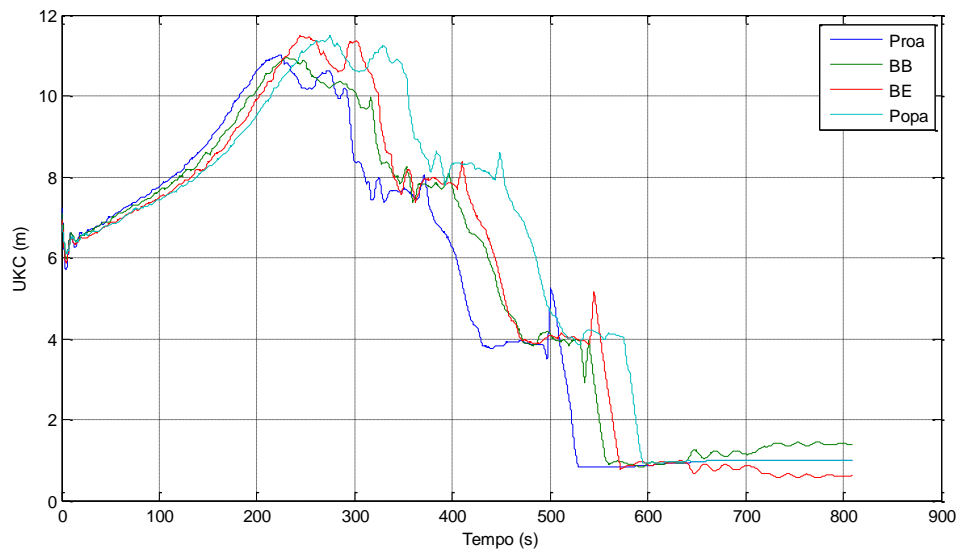
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

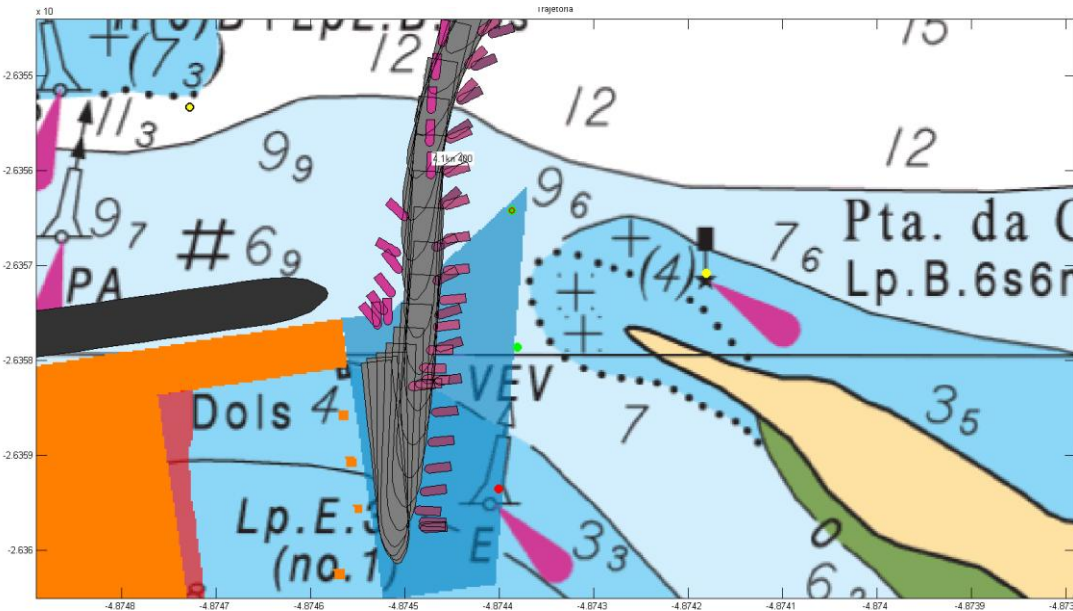
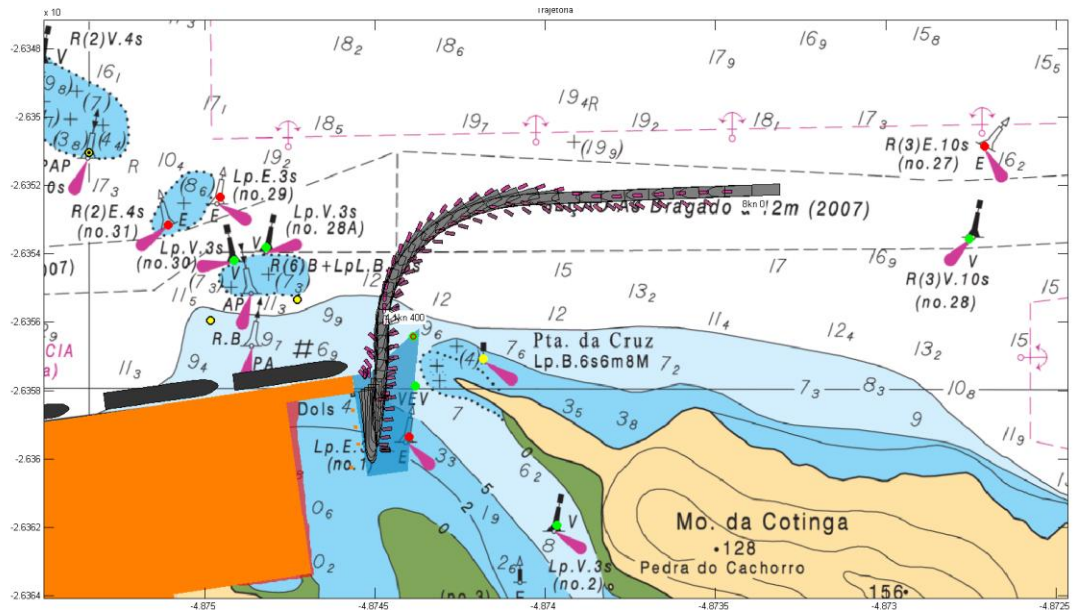


**Gráfico de folga sob a quilha:**



6.11. Manobra 27

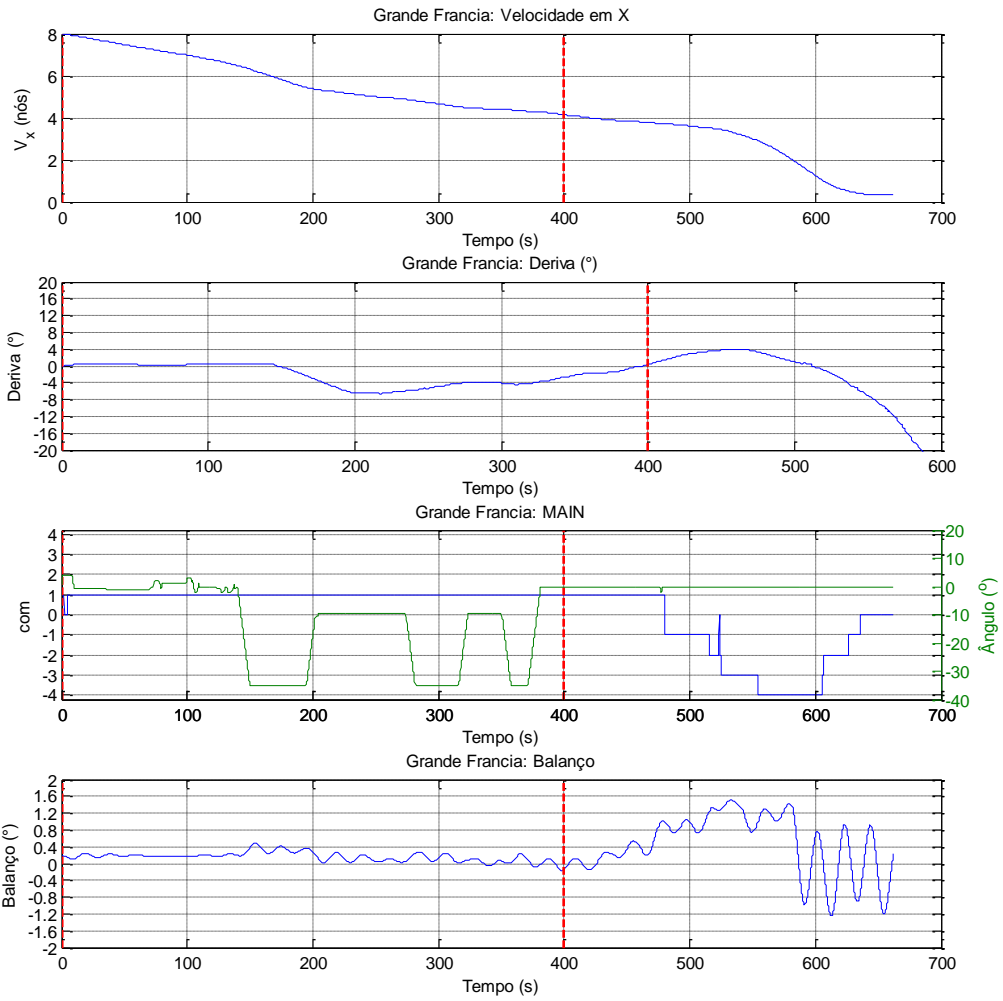
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



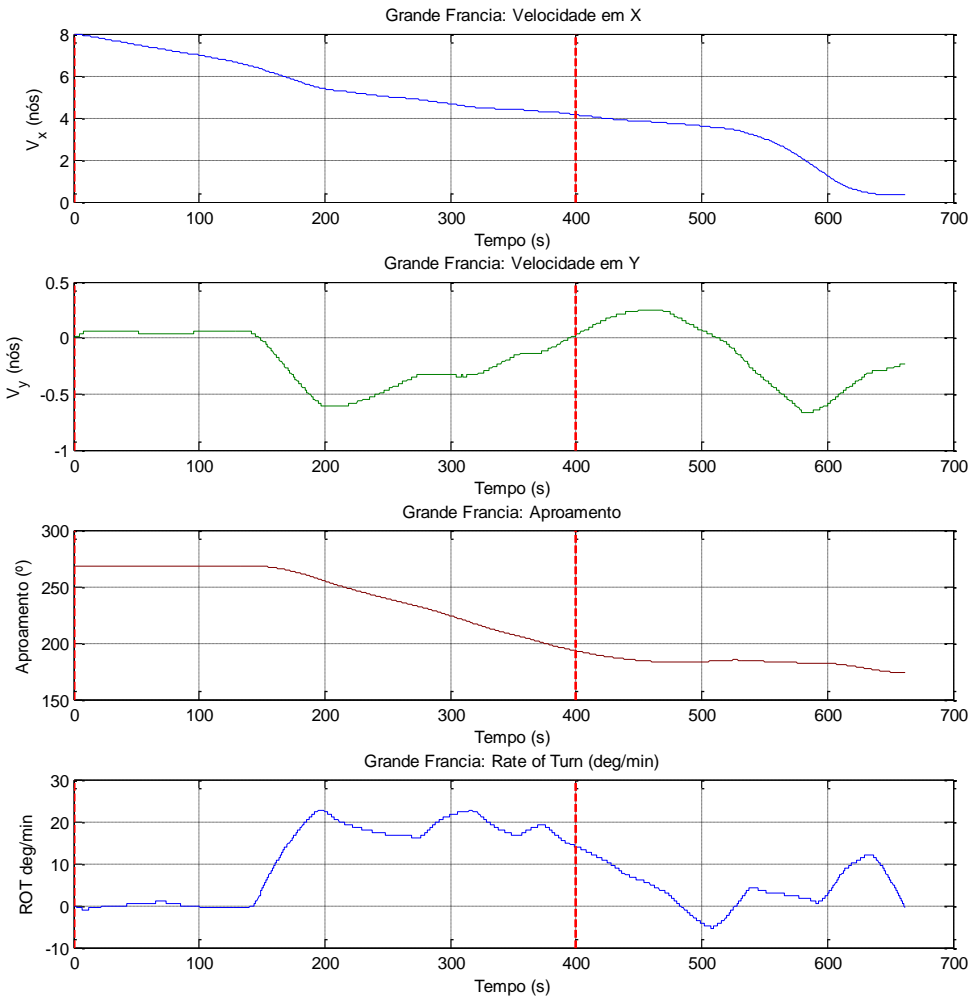
**Comentários:**



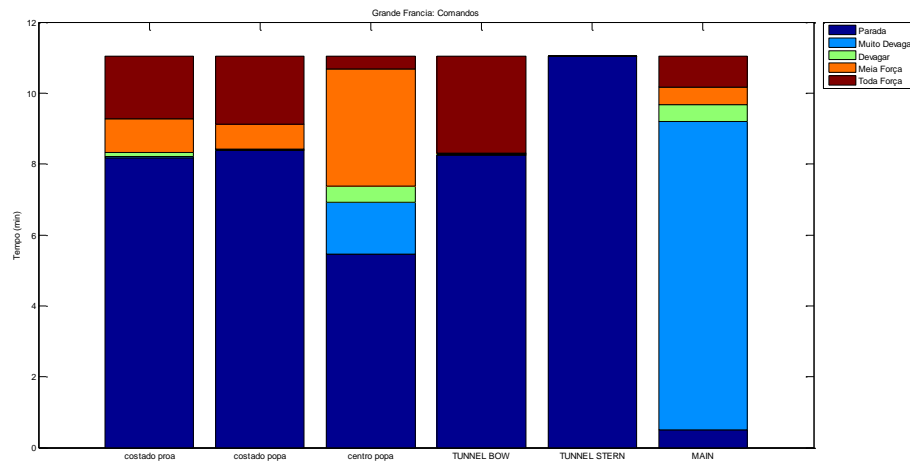
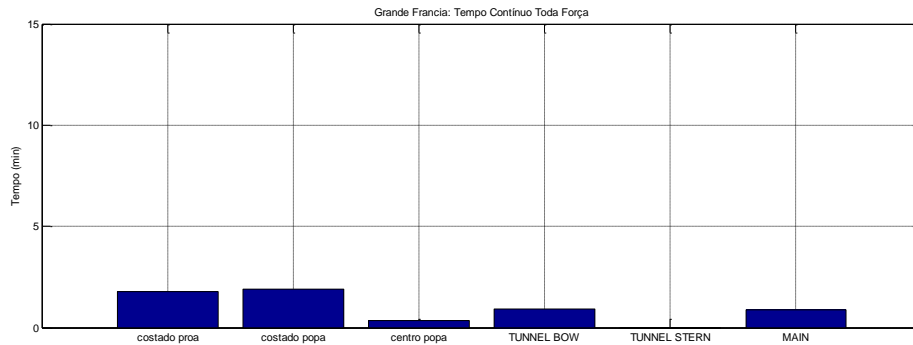
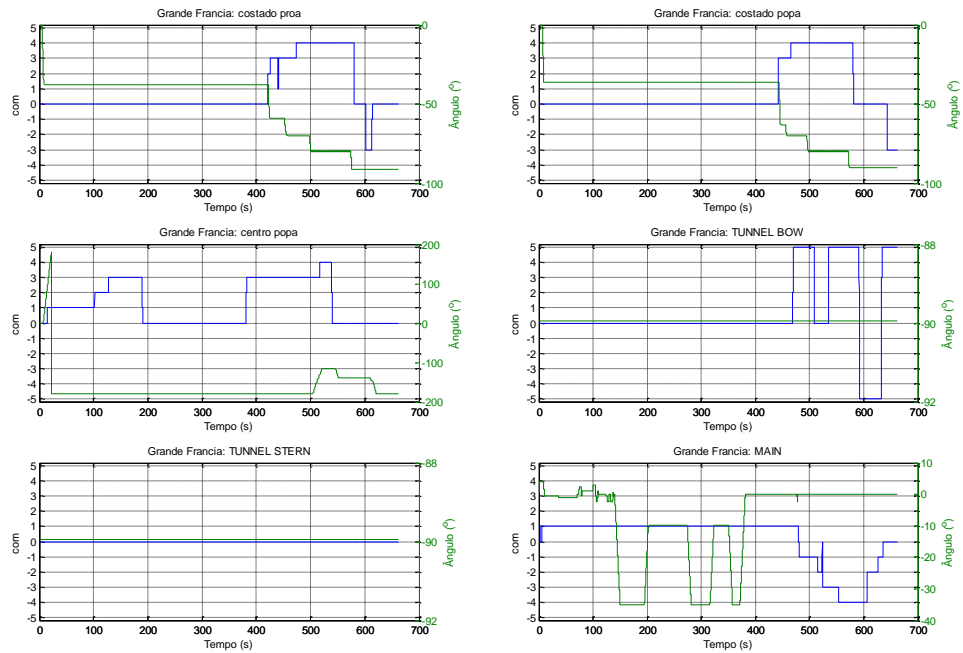
**Resumo:**



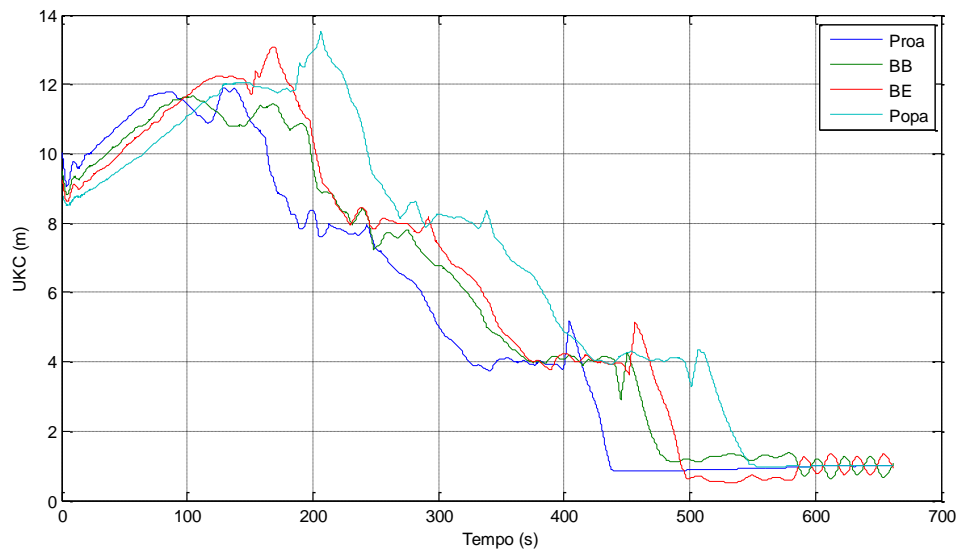
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

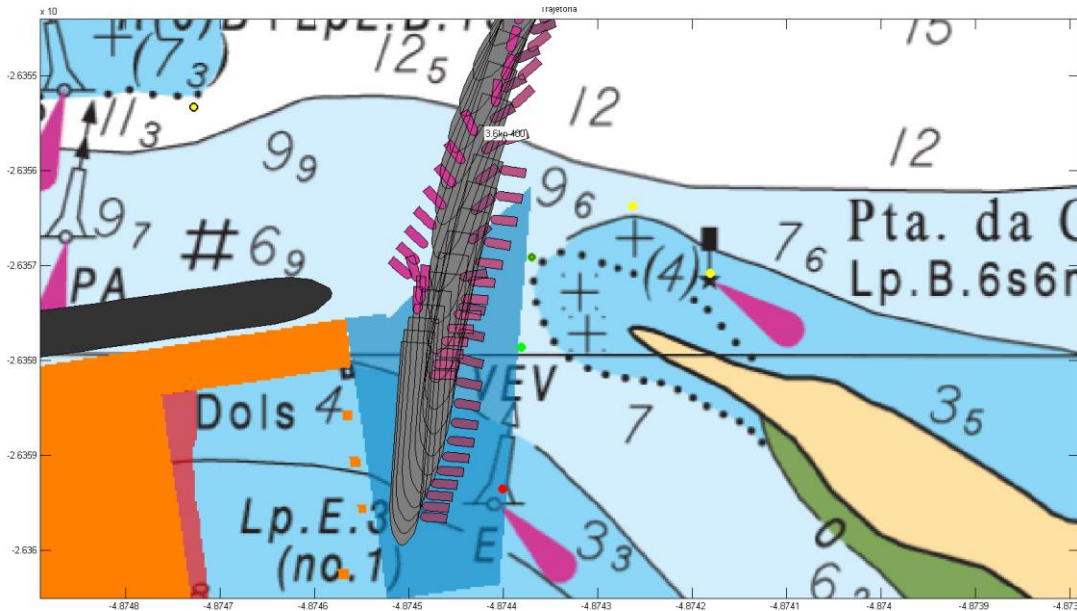
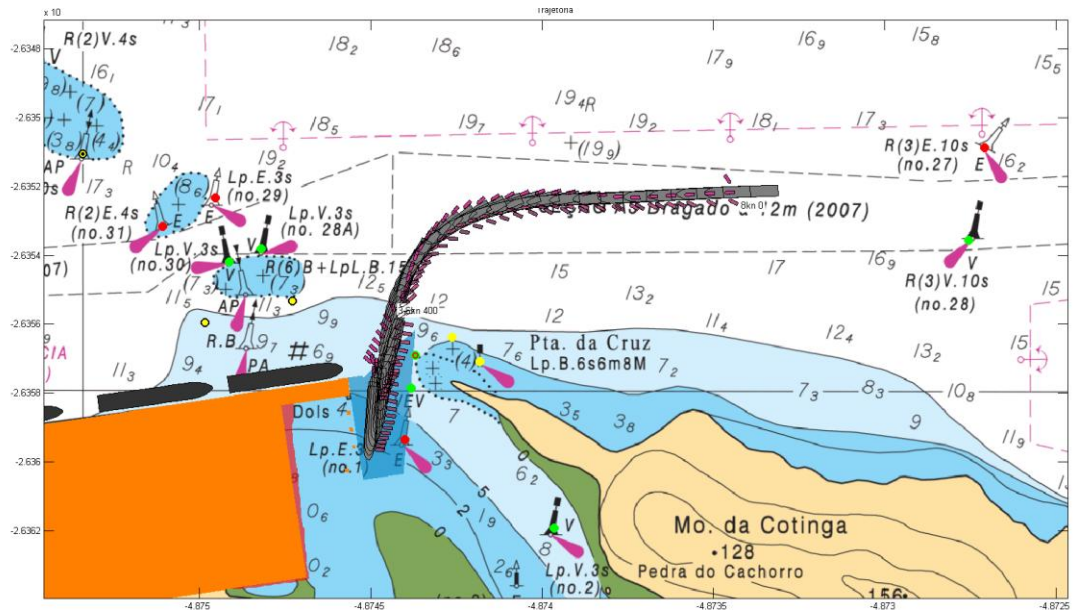


**Gráfico de folga sob a quilha:**



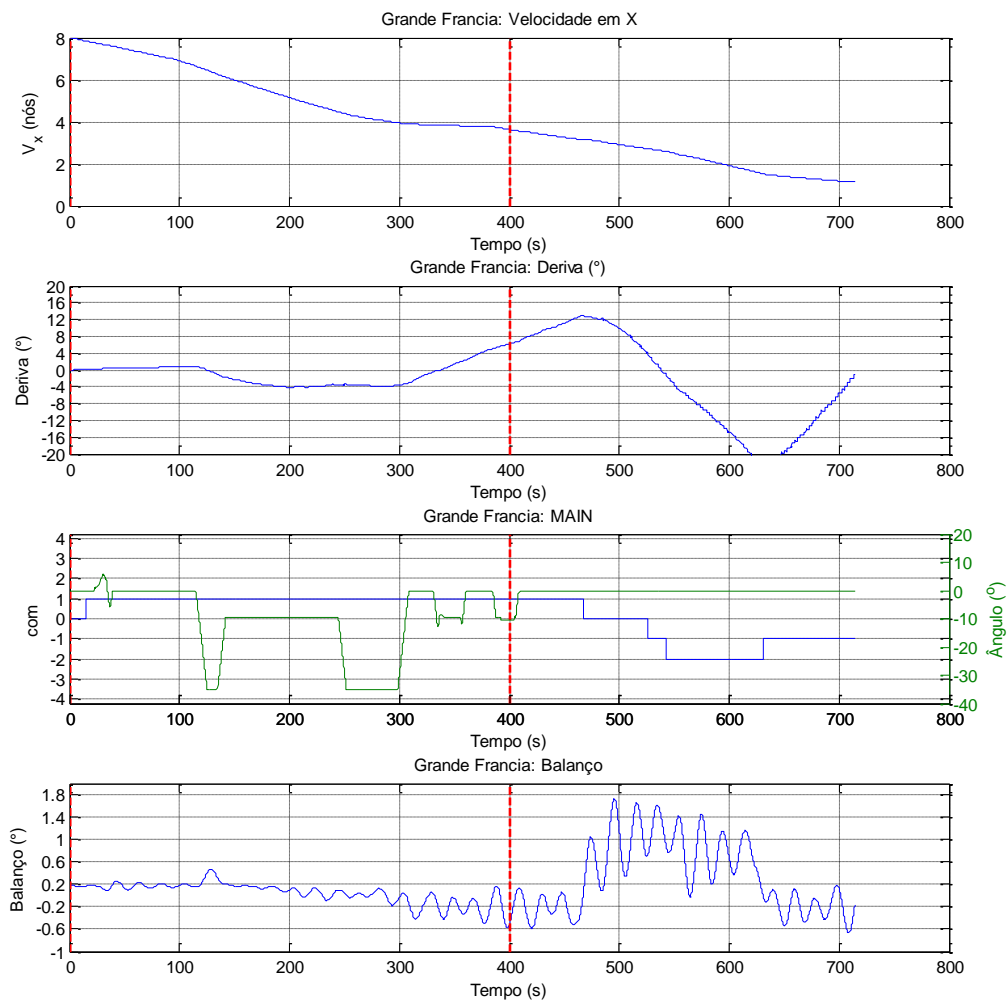
**6.12. Manobra 28**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



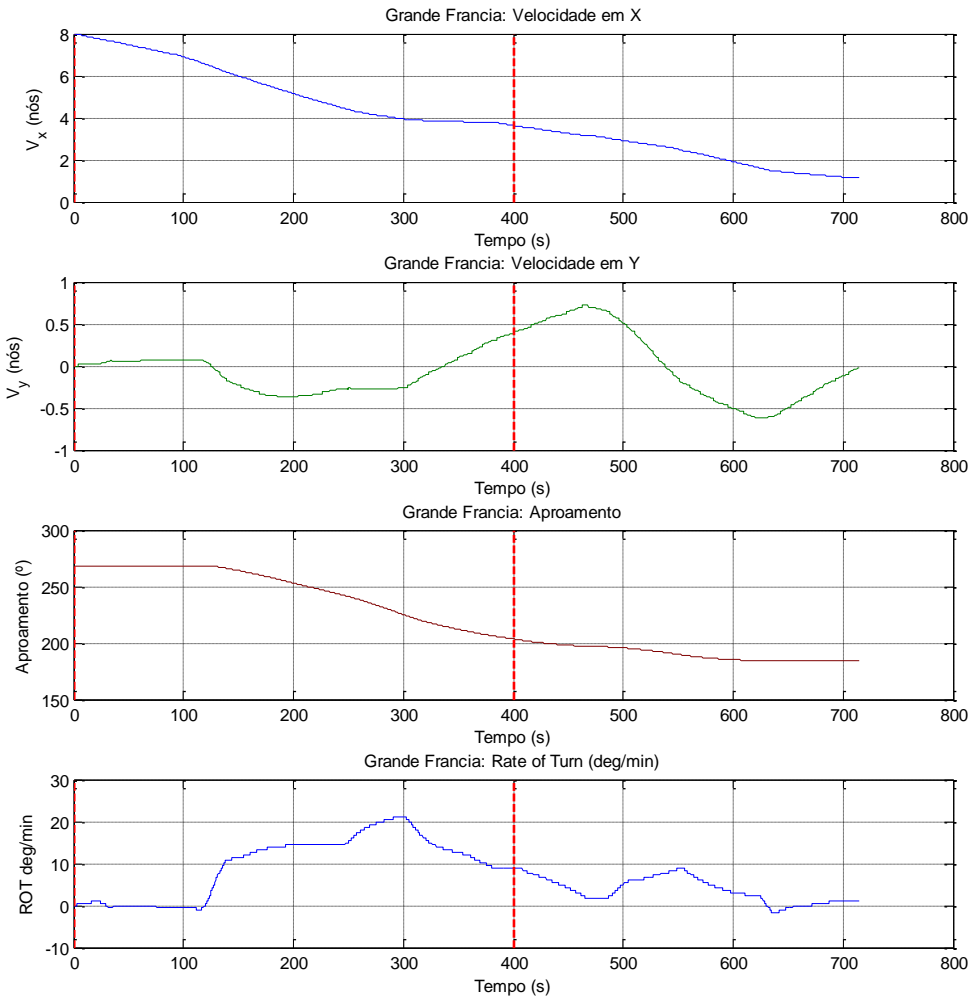
**Comentários:**

**Resumo:**

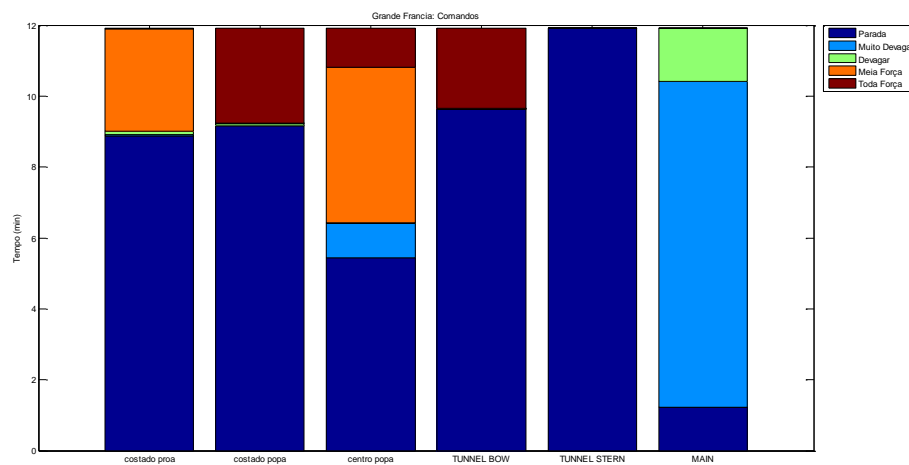
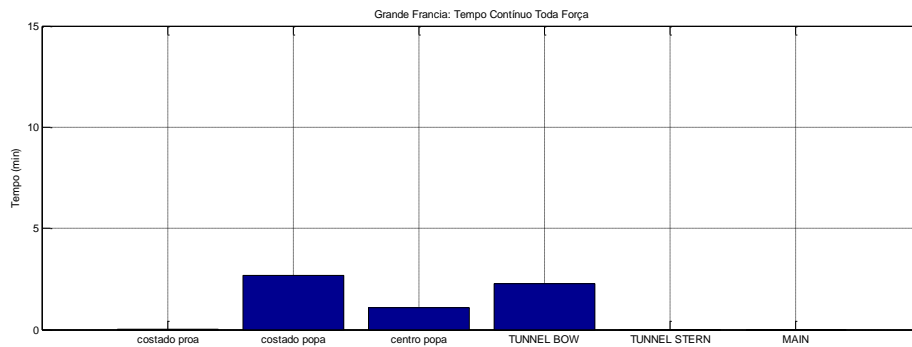
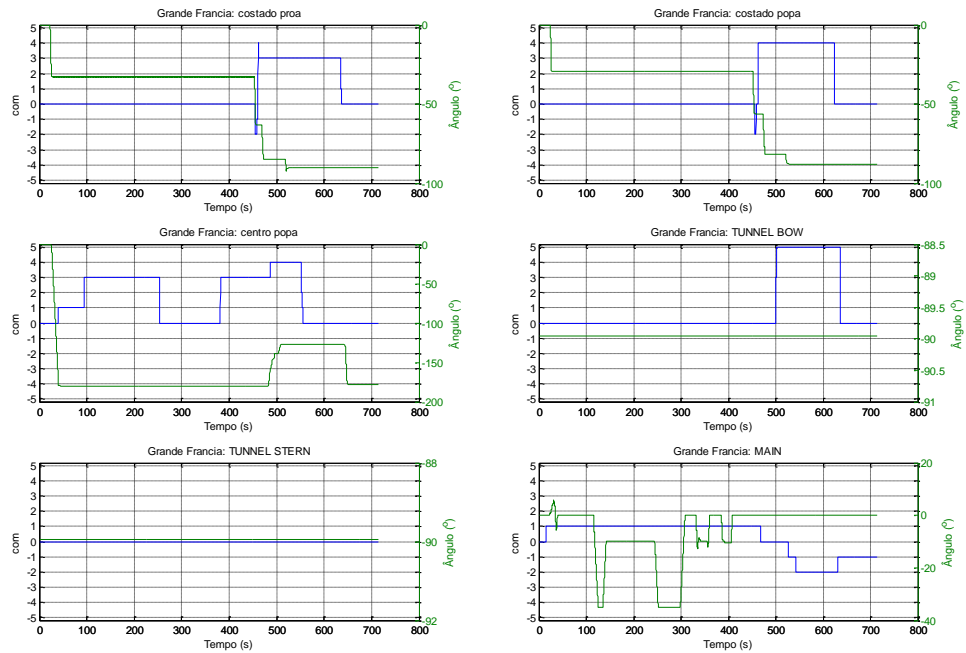




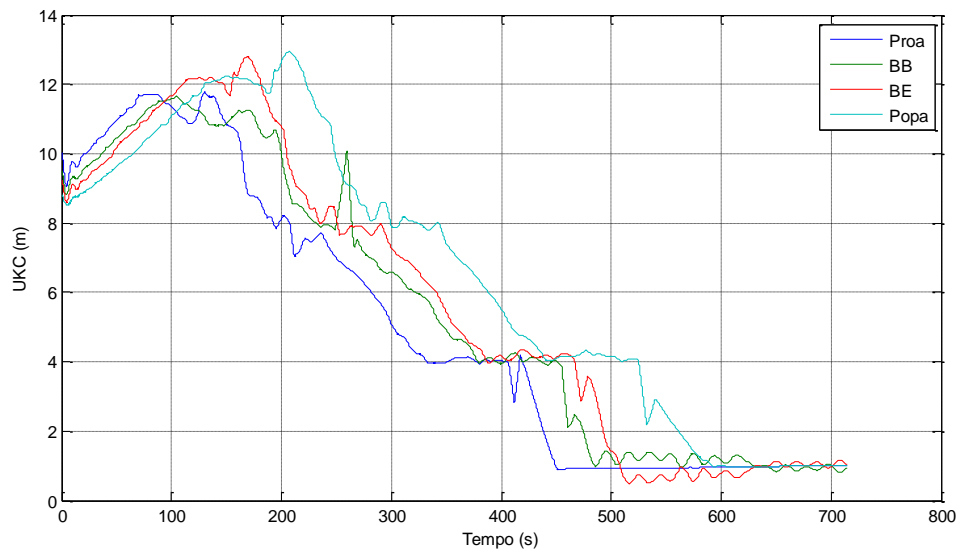
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

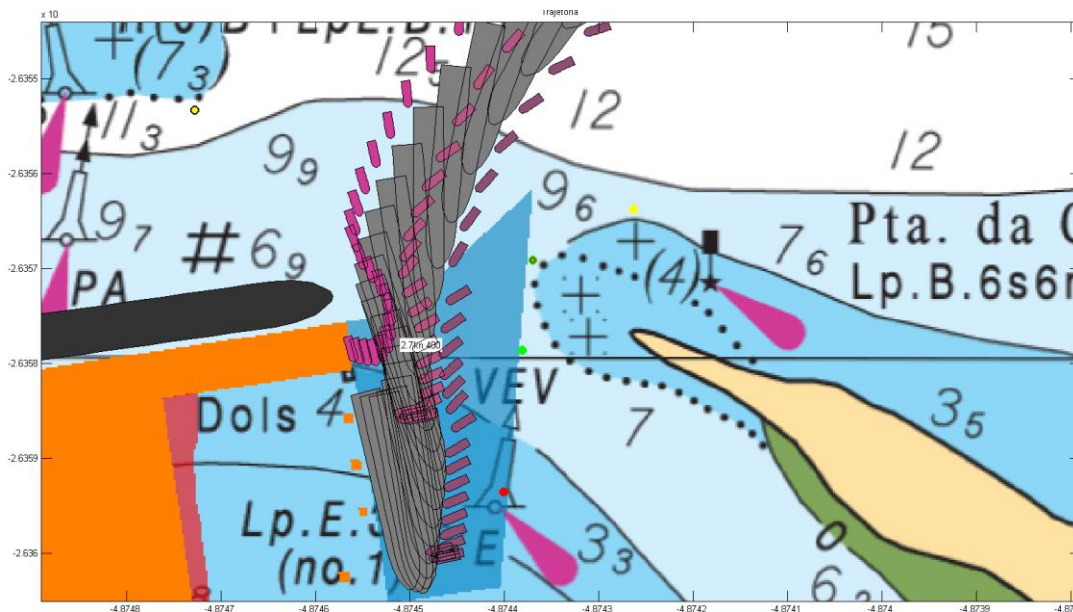
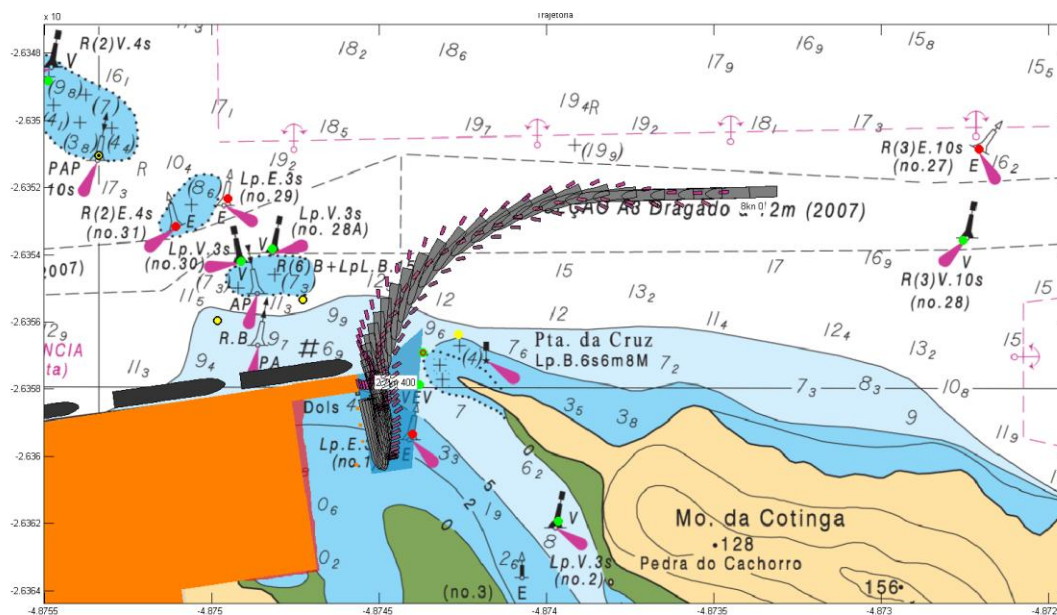


**Gráfico de folga sob a quilha:**



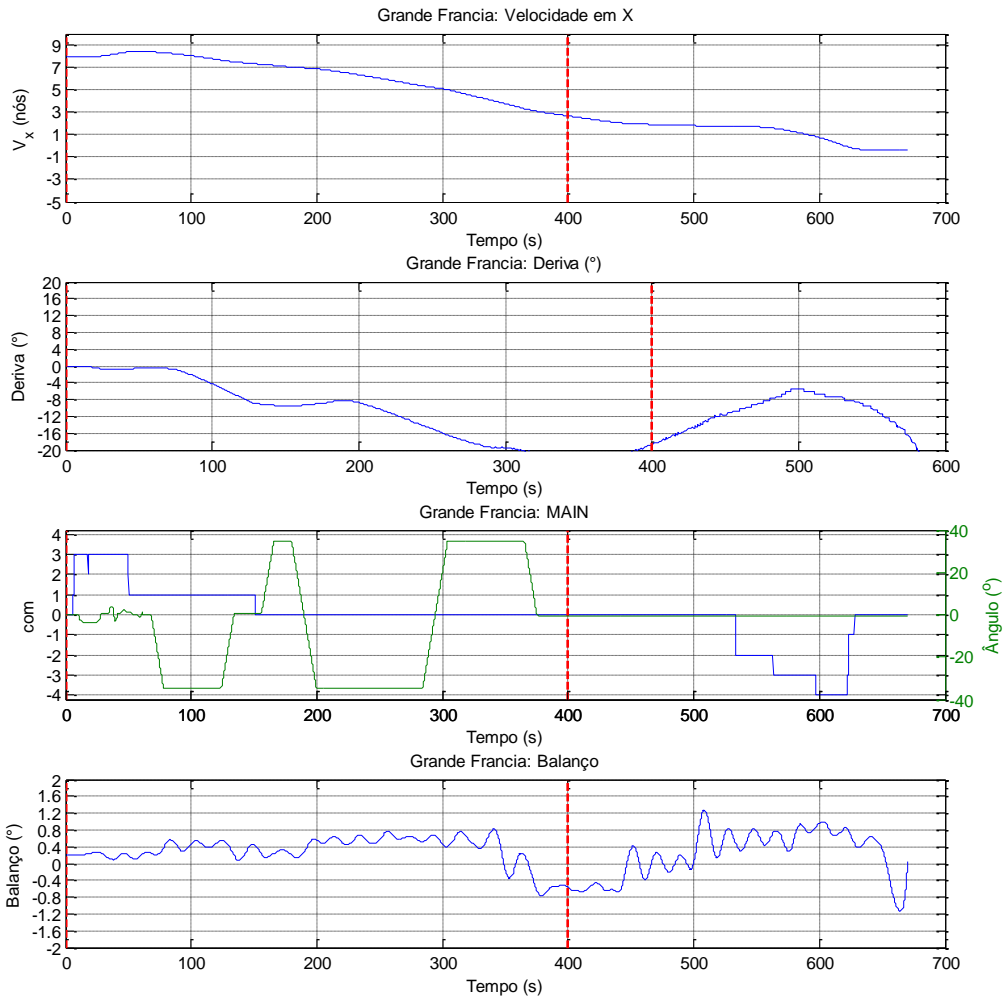
6.13. Manobra 29

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

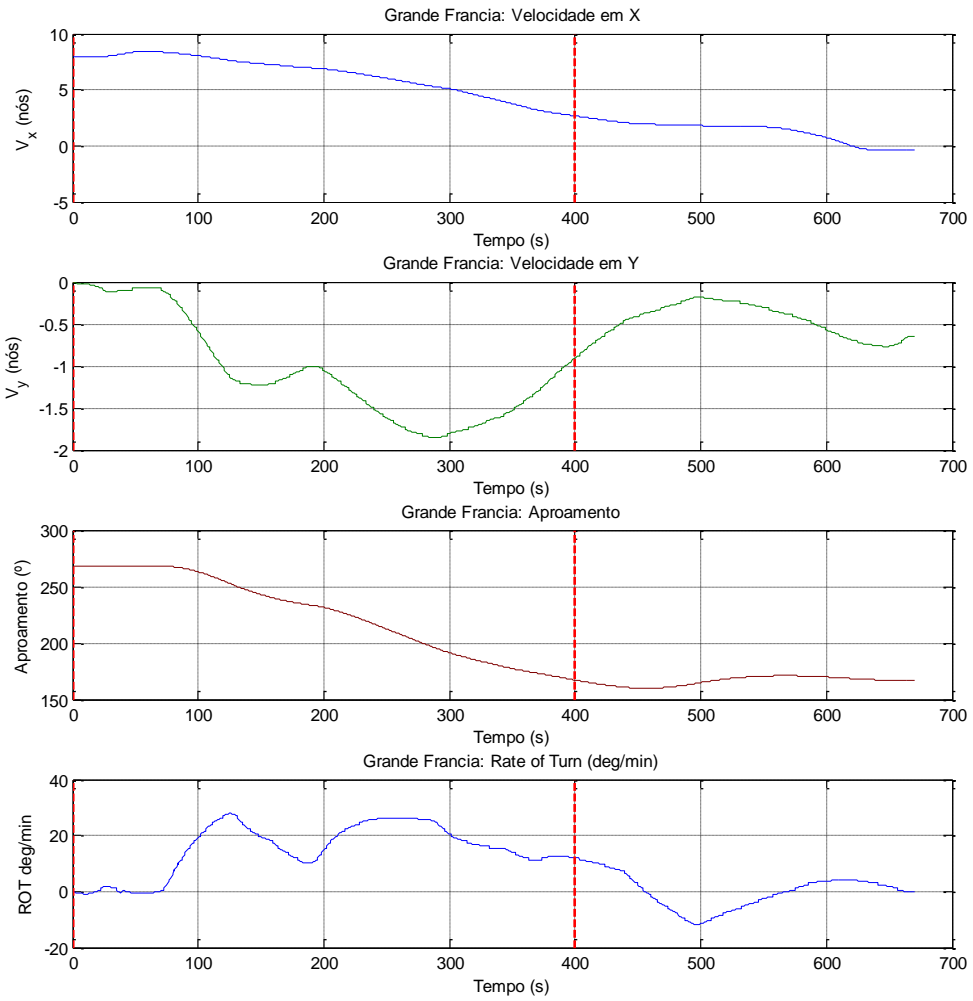


**Comentários:**

**Resumo:**

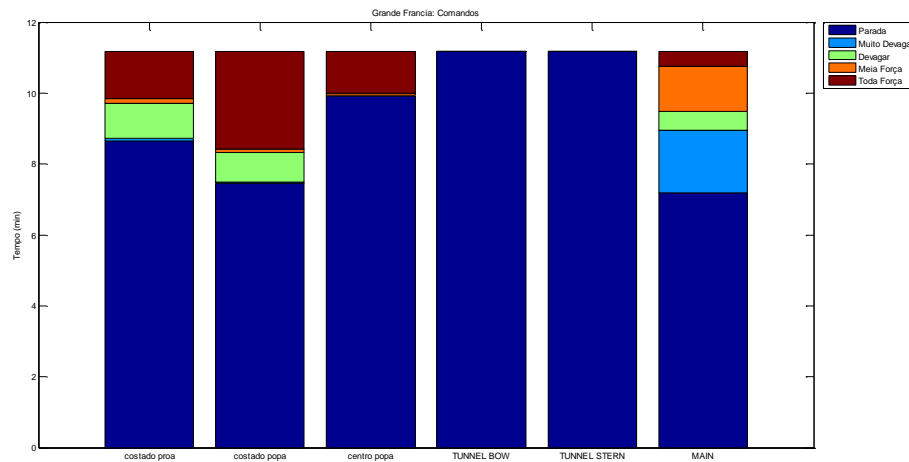
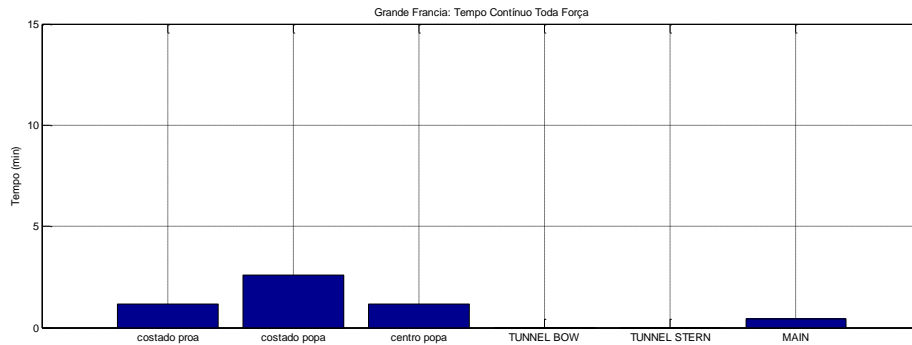
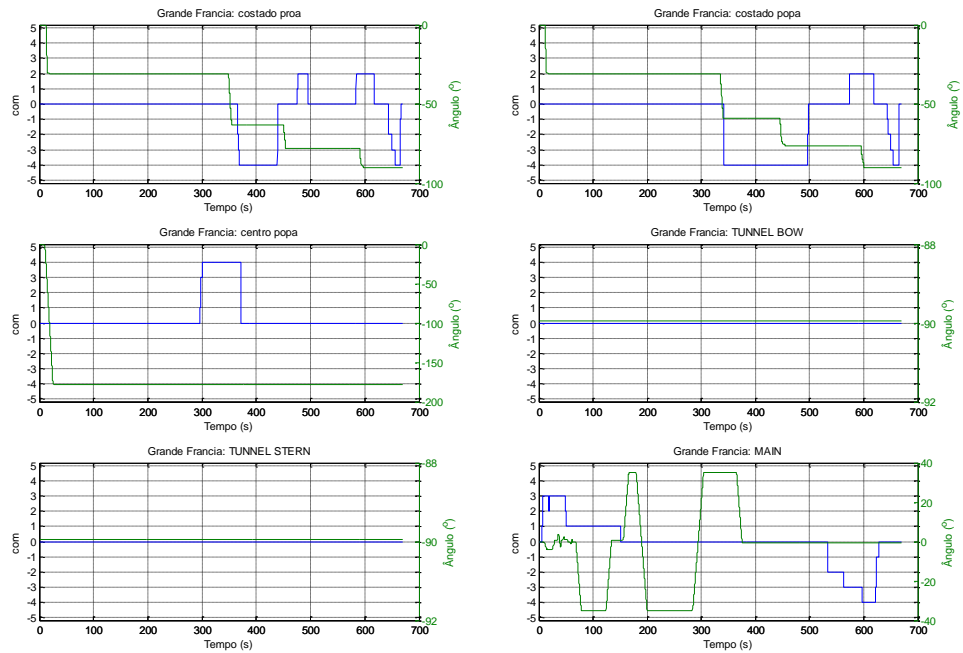


**Velocidades e Aproamento:**

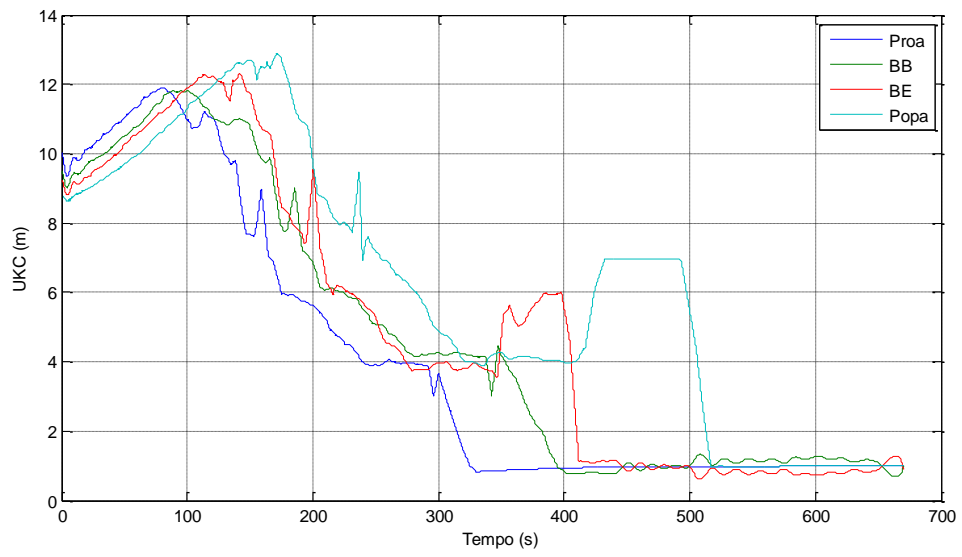




**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

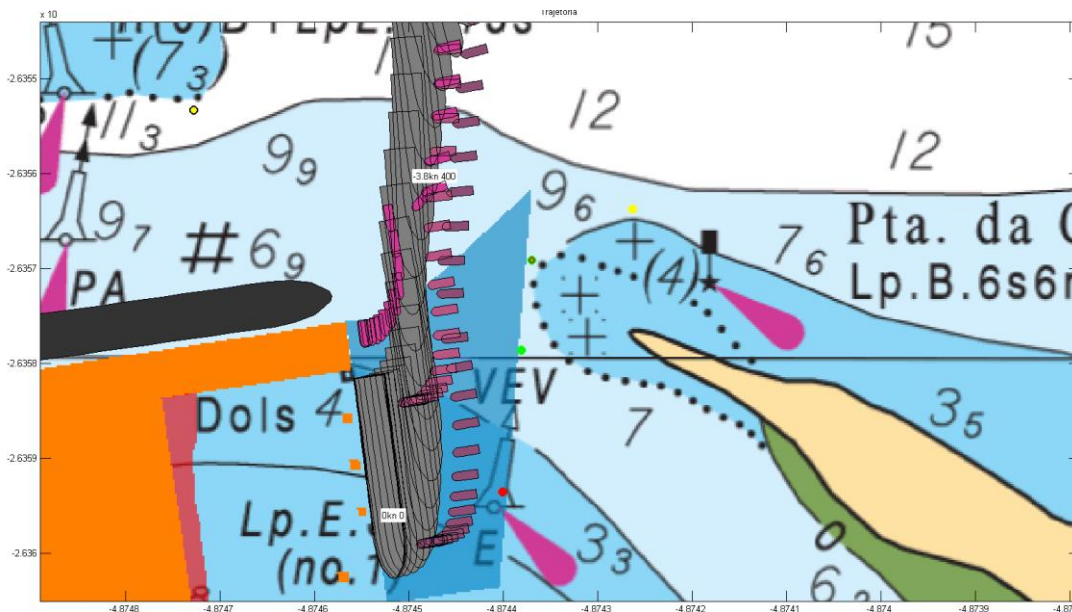
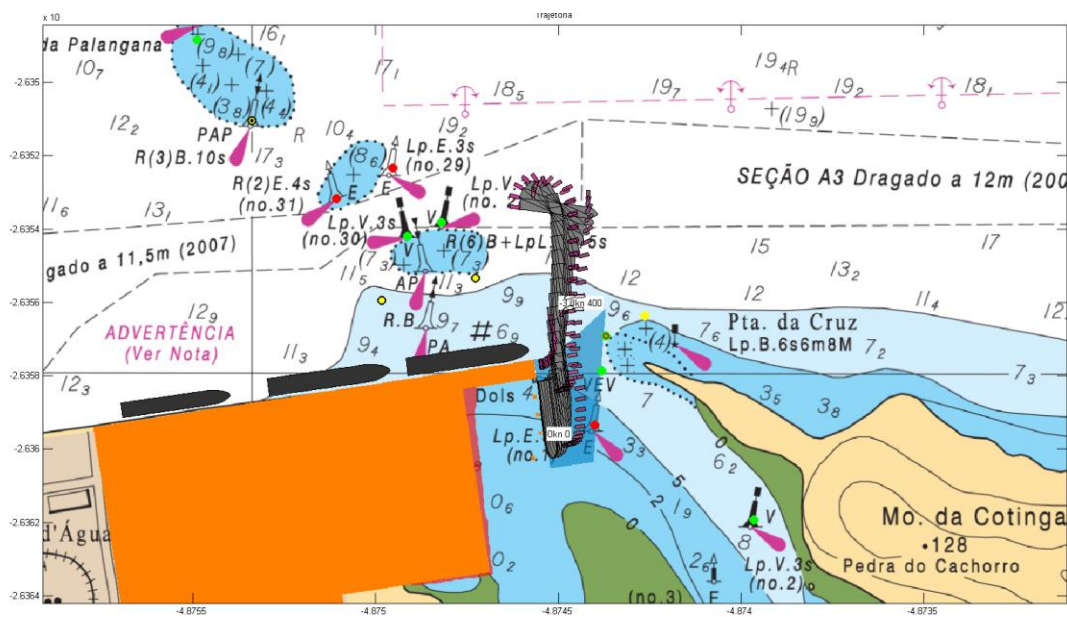


**Gráfico de folga sob a quilha:**



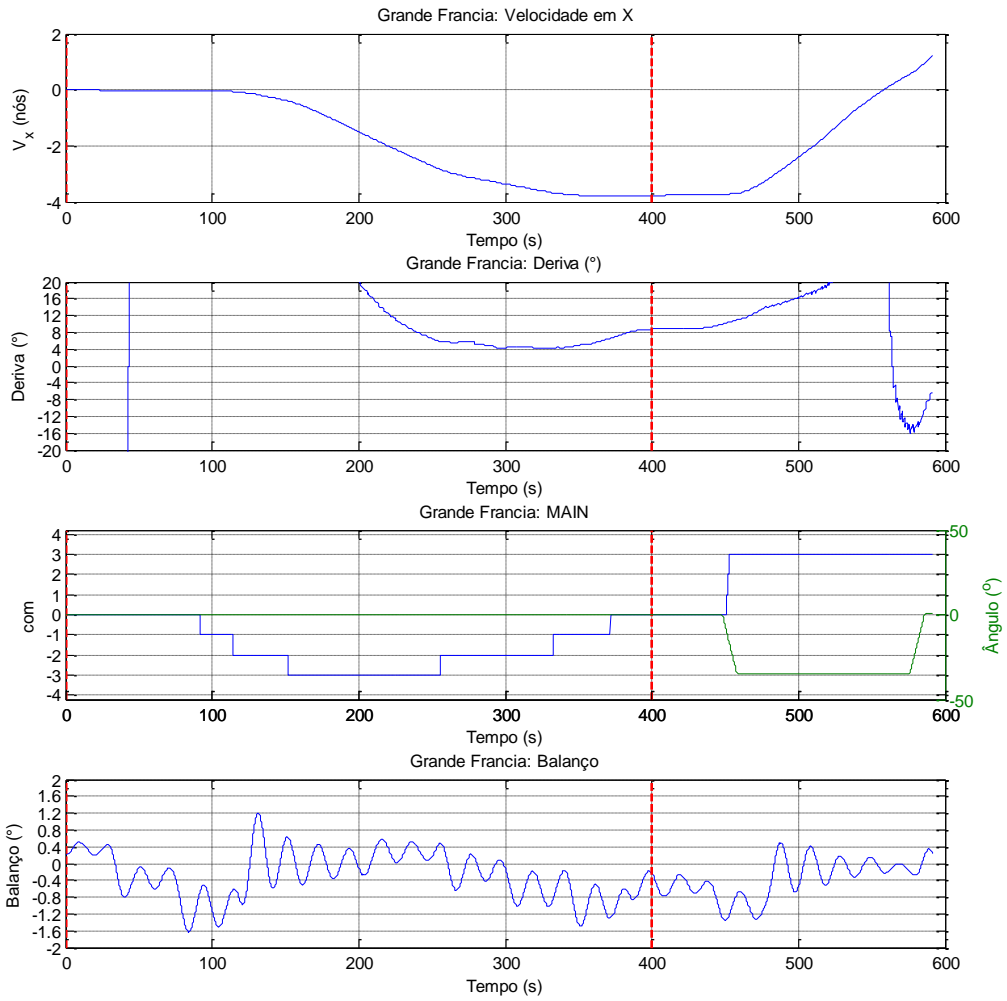
**6.14. Manobra 30**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente PM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

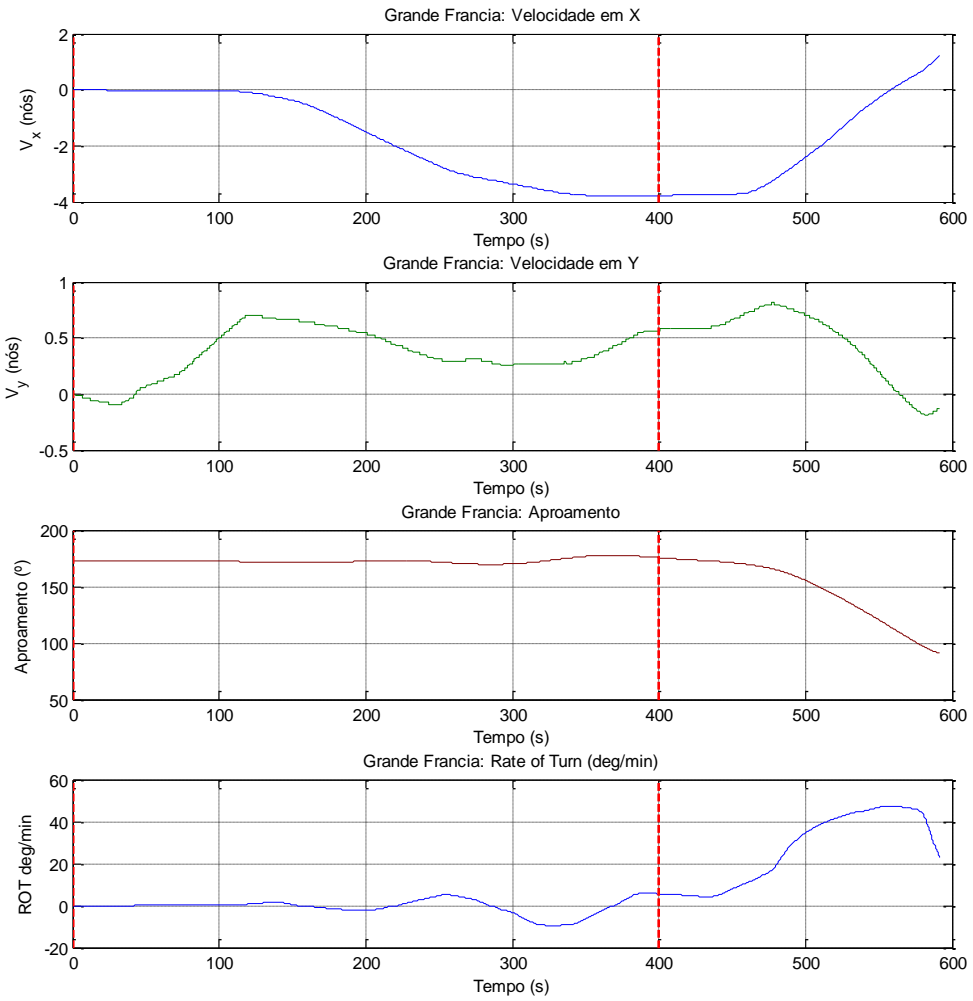


**Comentários:**

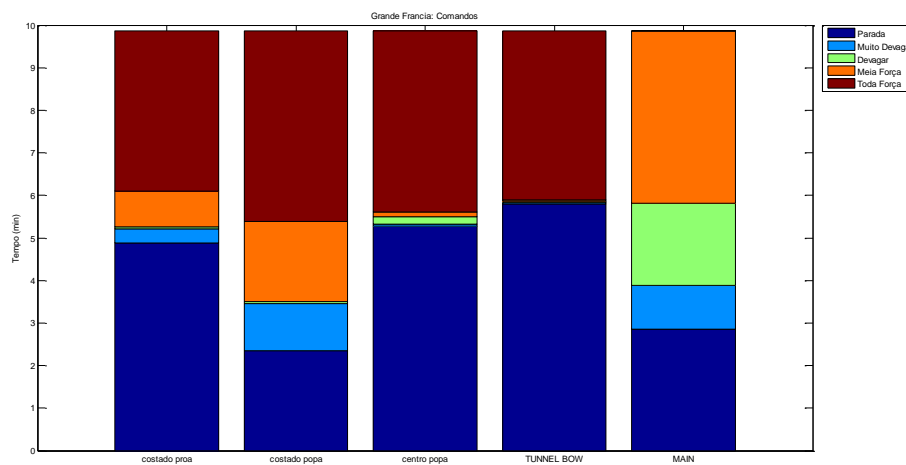
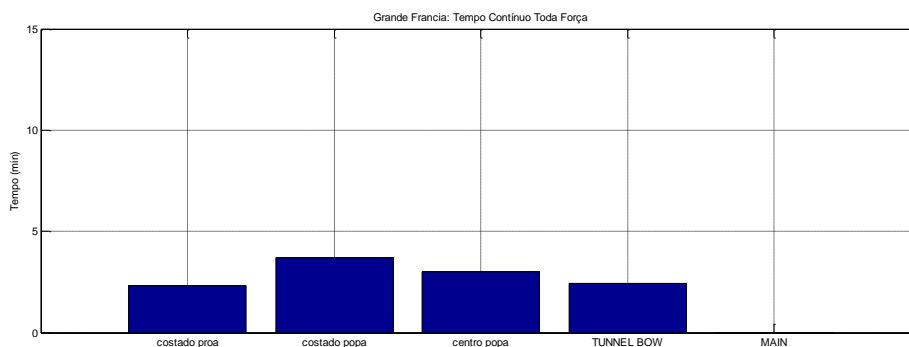
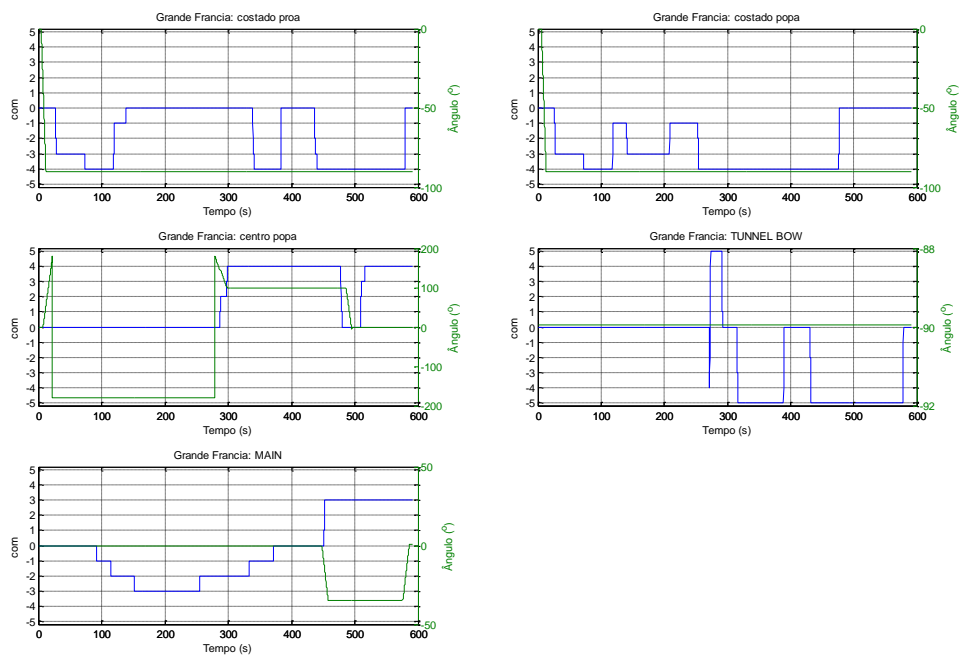
**Resumo:**



**Velocidades e Aproamento:**

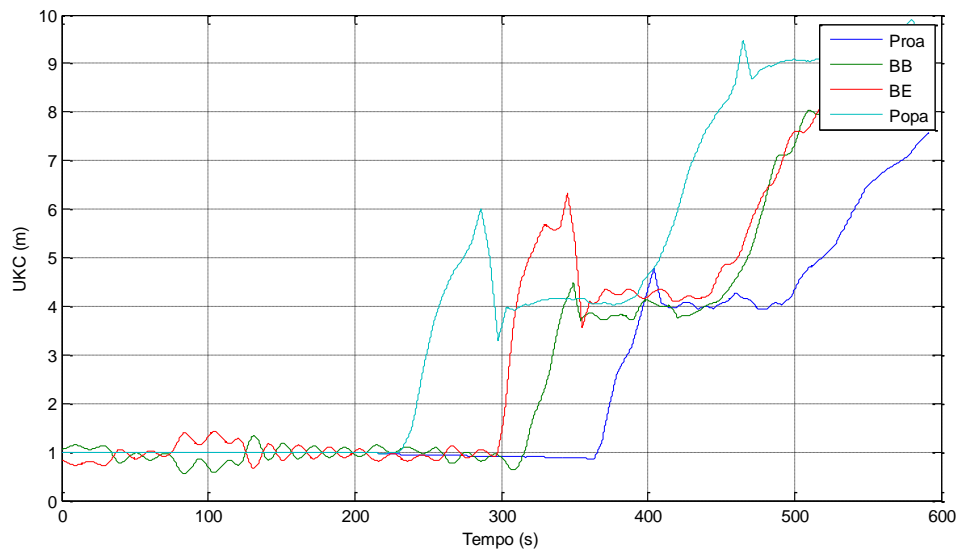


**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



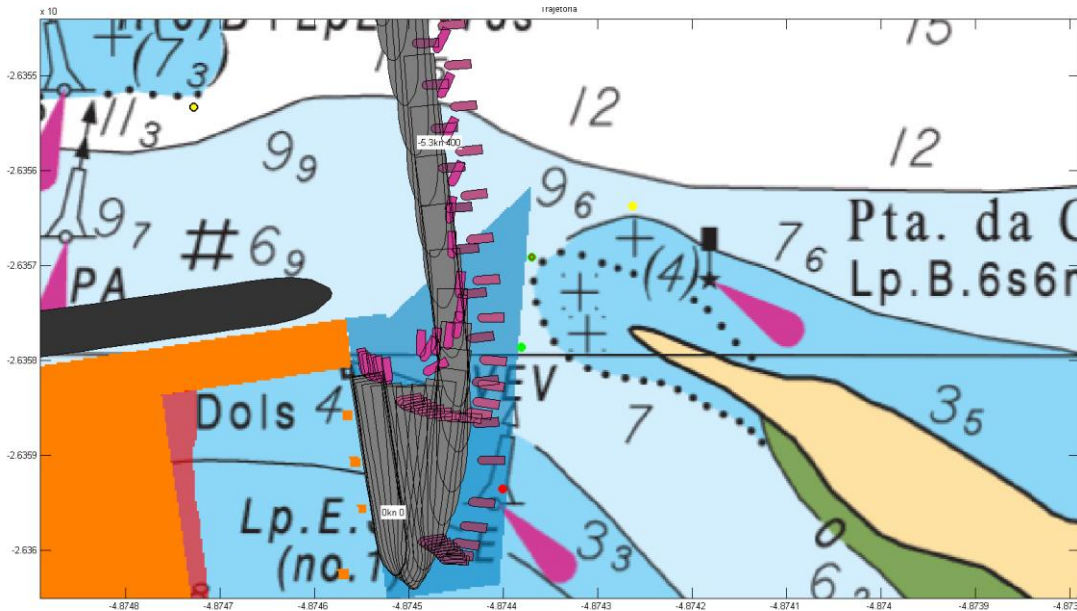
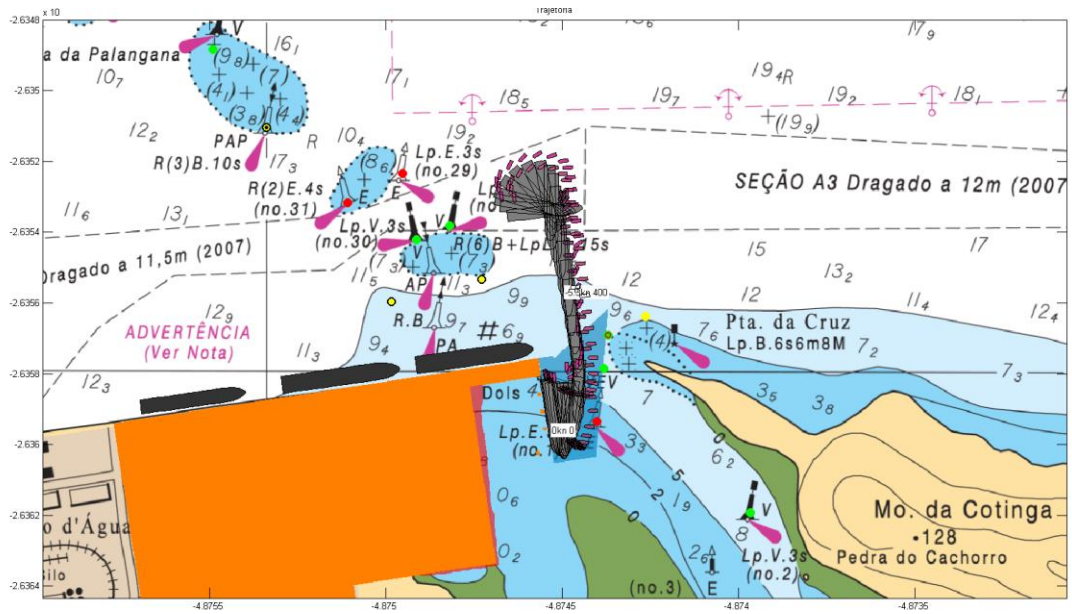


**Gráfico de folga sob a quilha:**



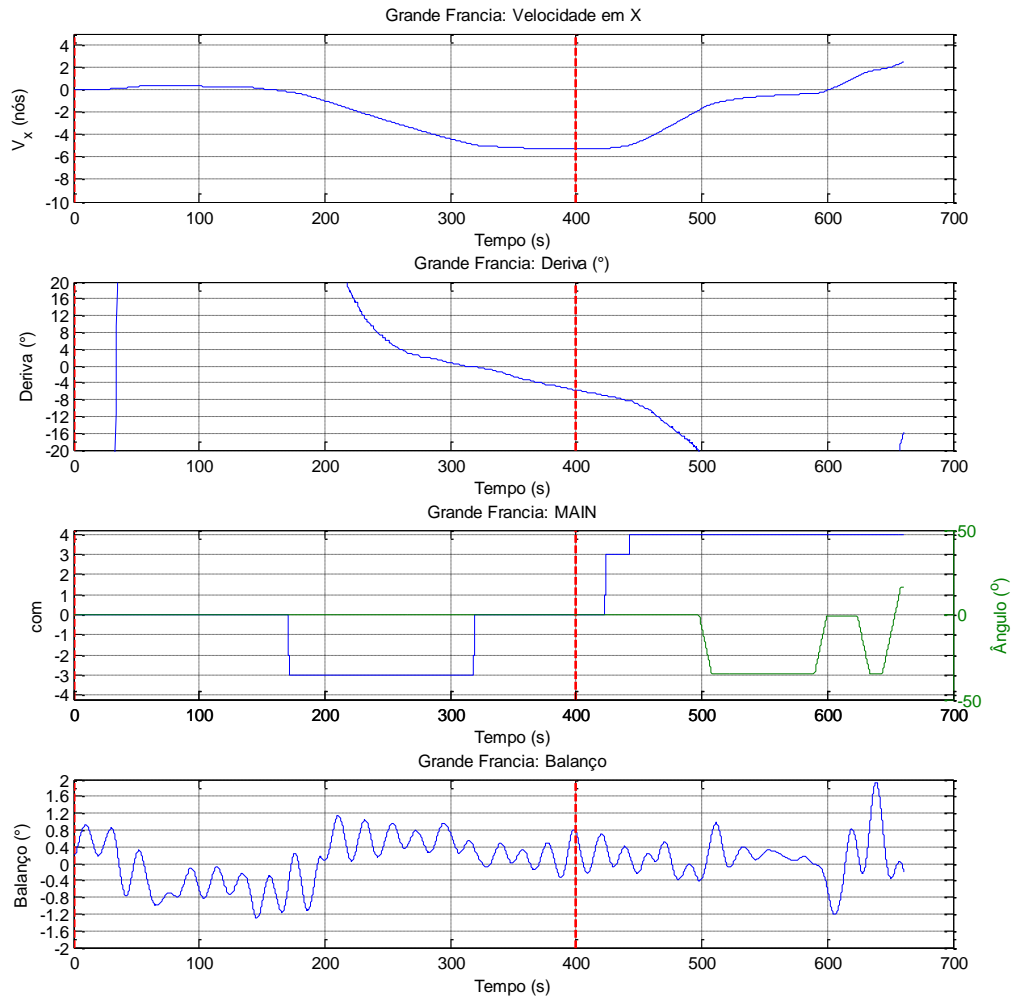
**6.15. Manobra 31**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

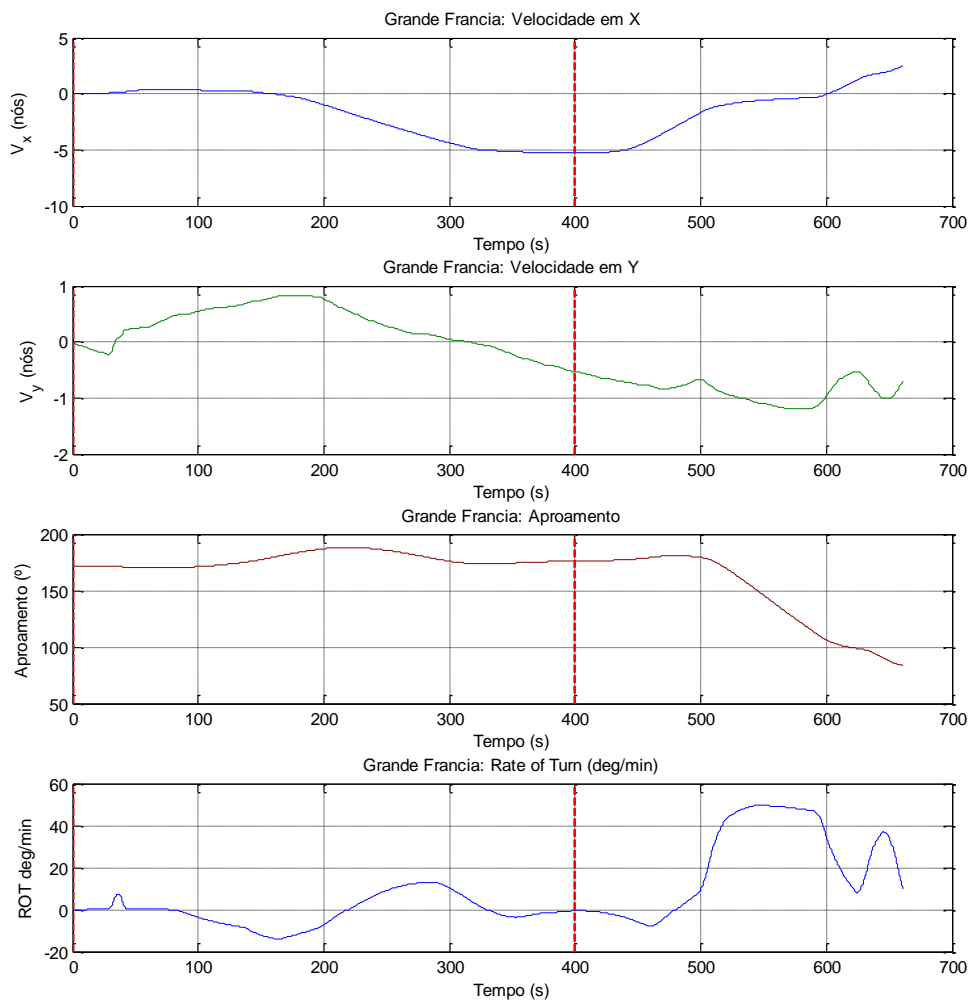


**Comentários:**

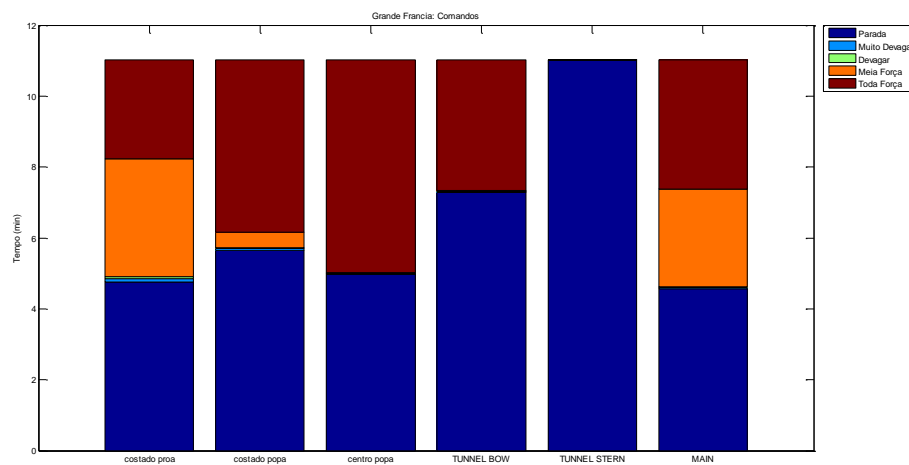
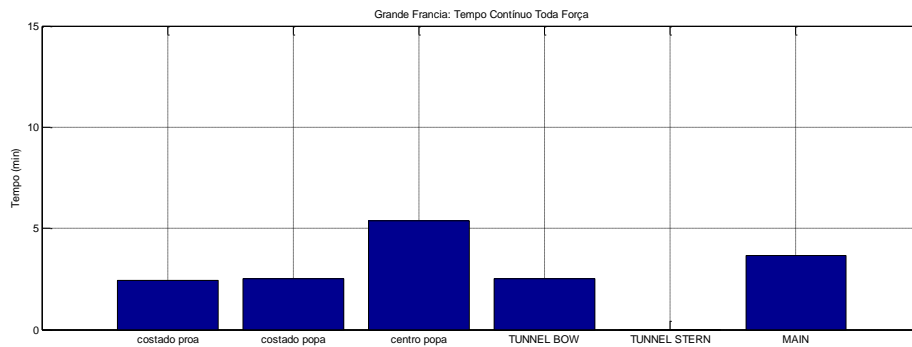
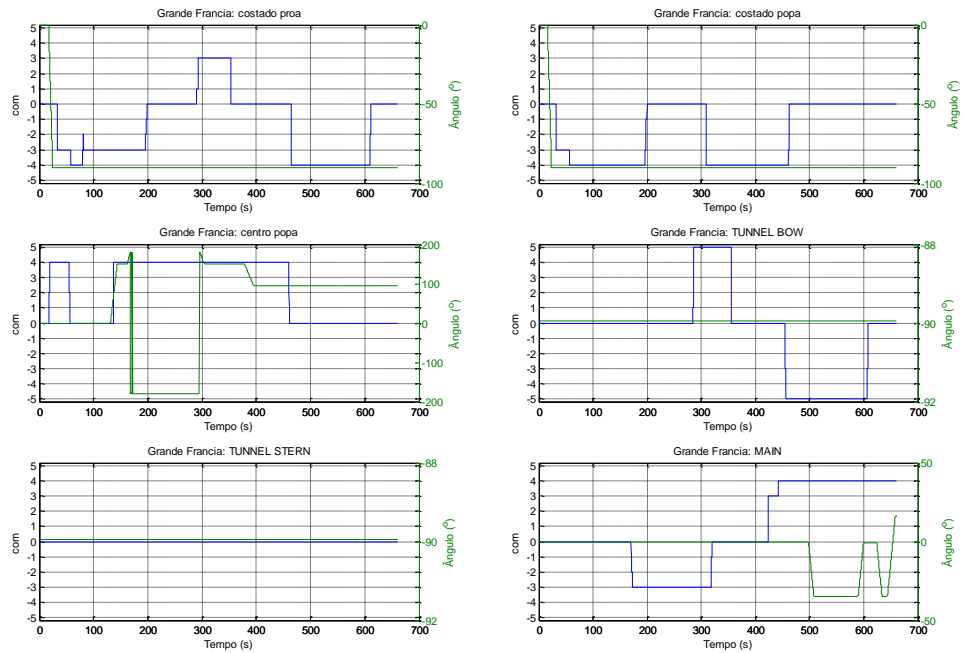
**Resumo:**



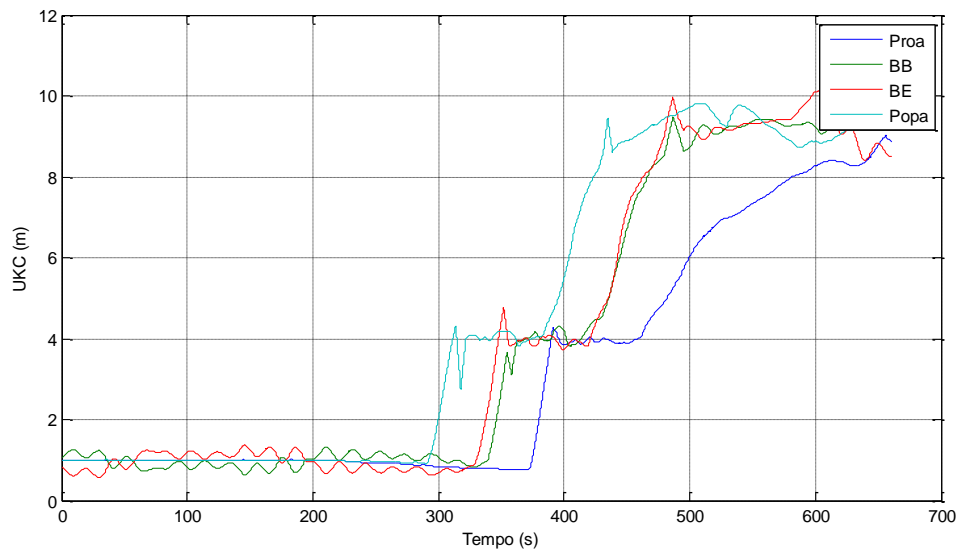
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



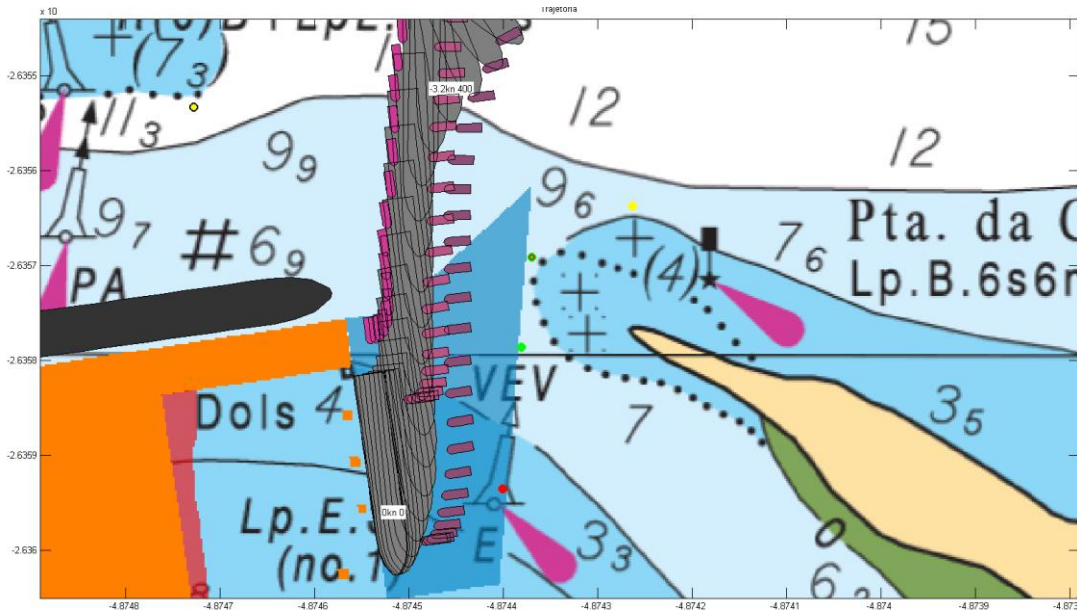
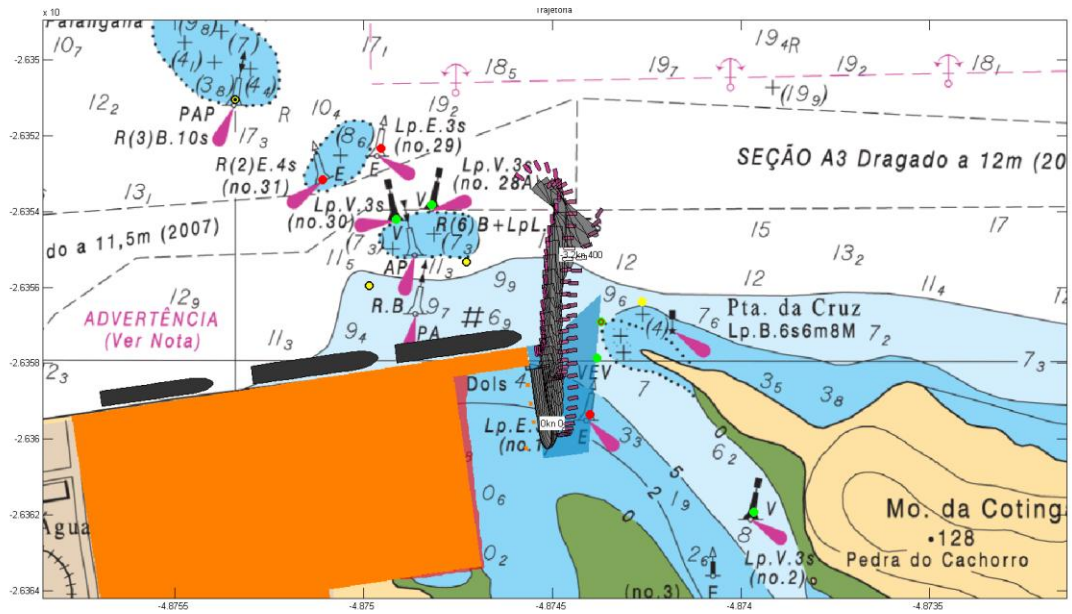
**Gráfico de folga sob a quilha:**





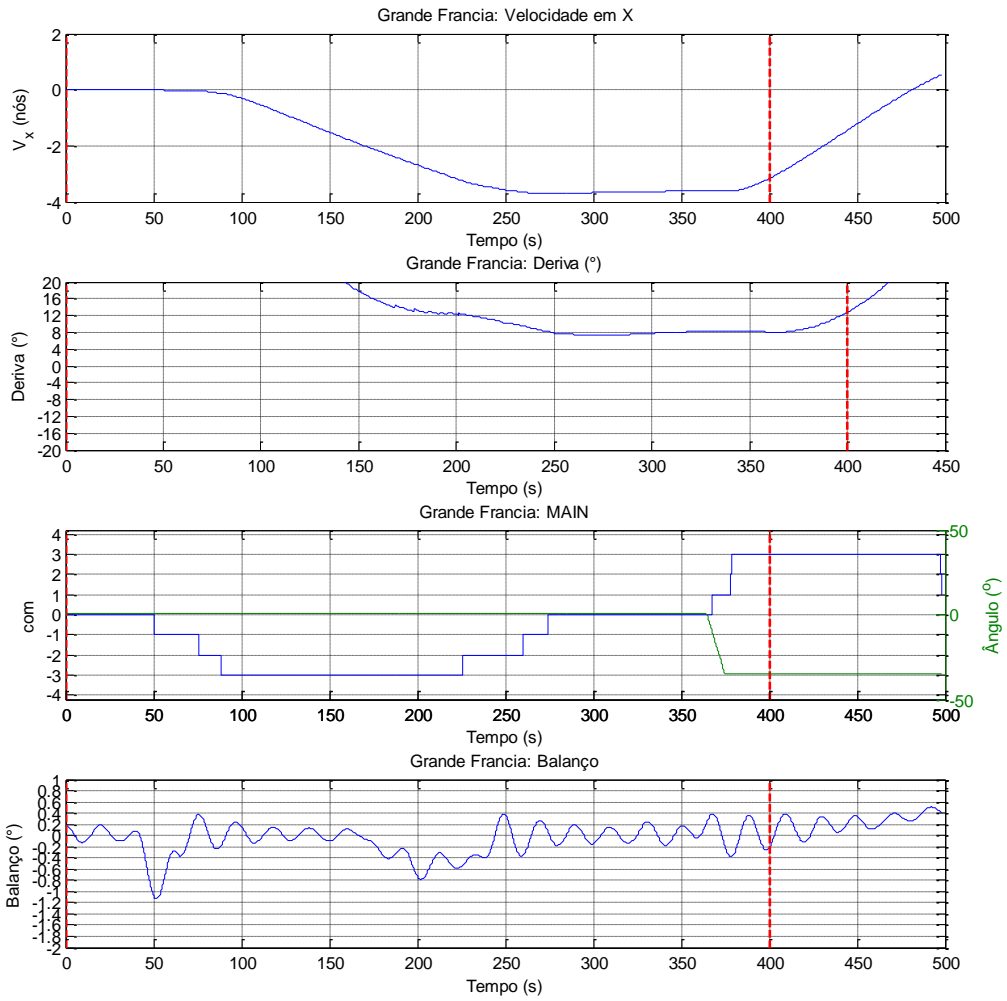
**6.16. Manobra 32**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

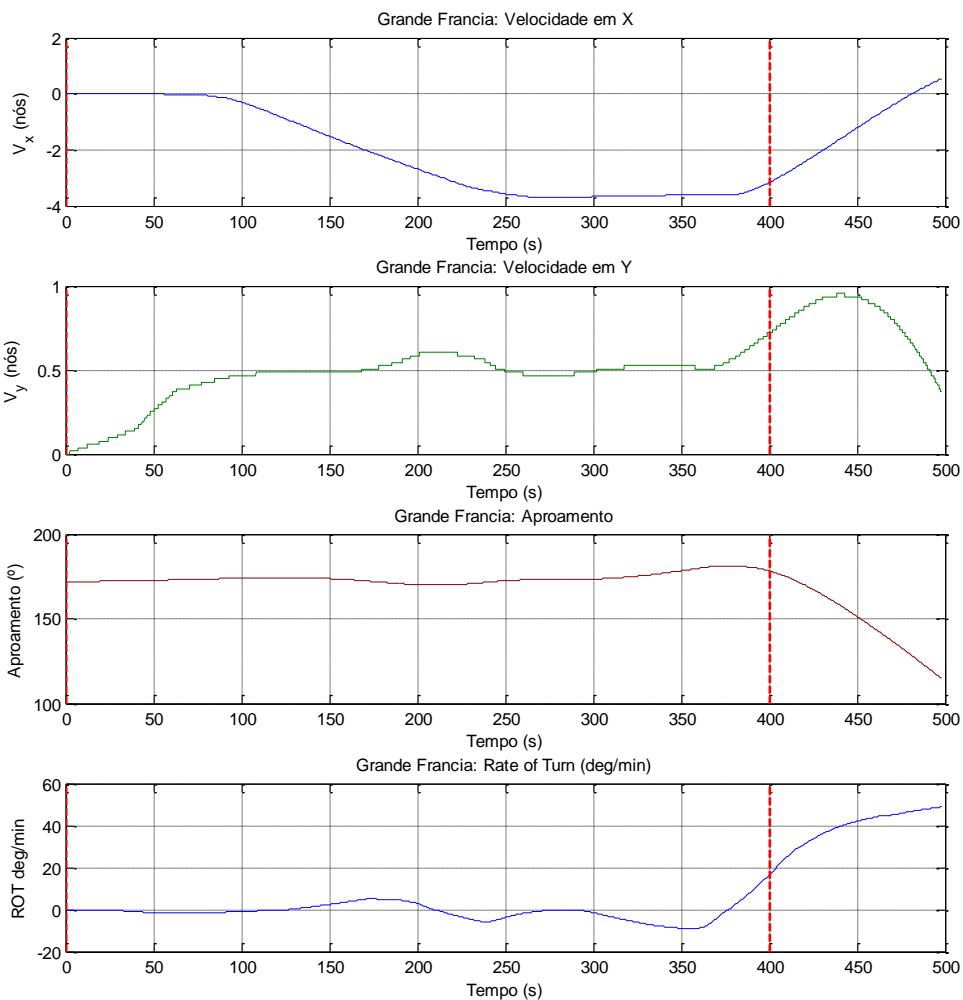


**Comentários:**

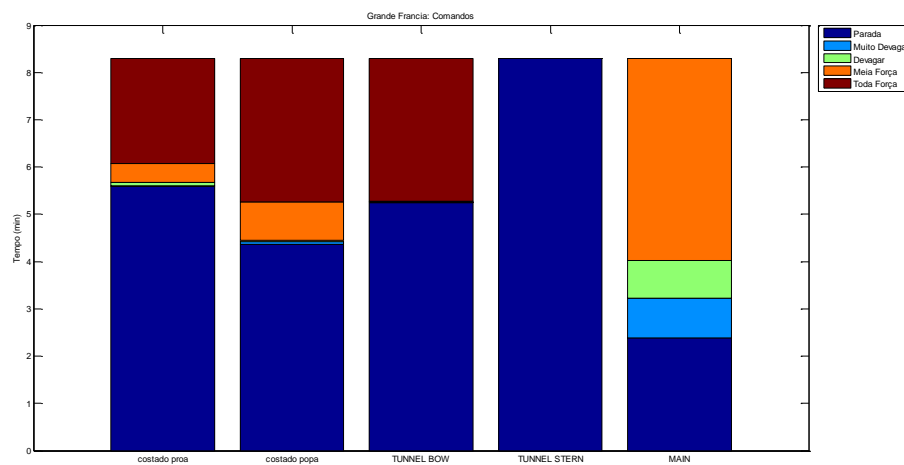
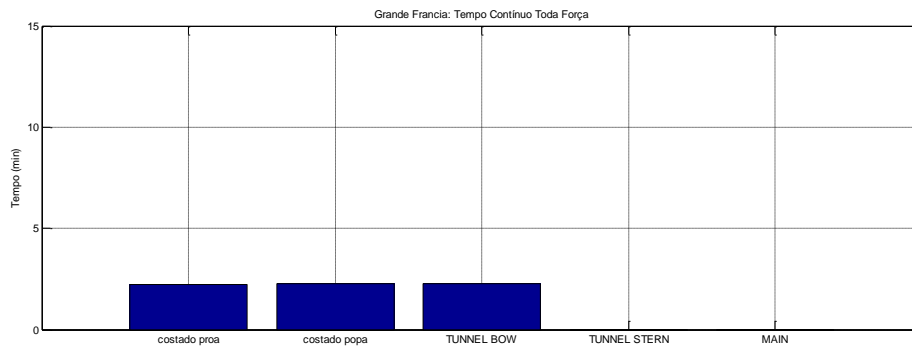
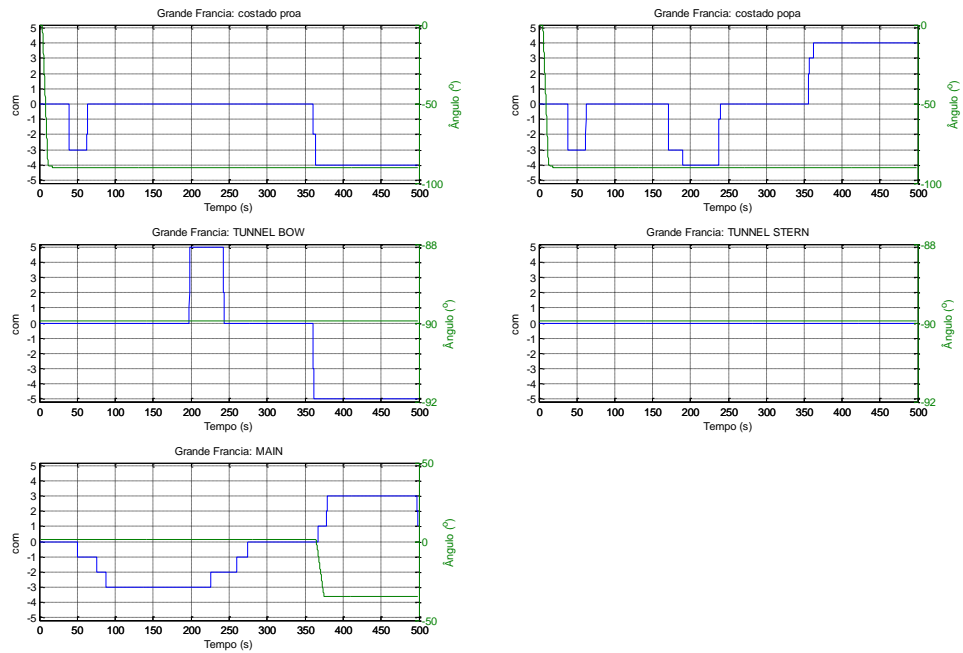
**Resumo:**



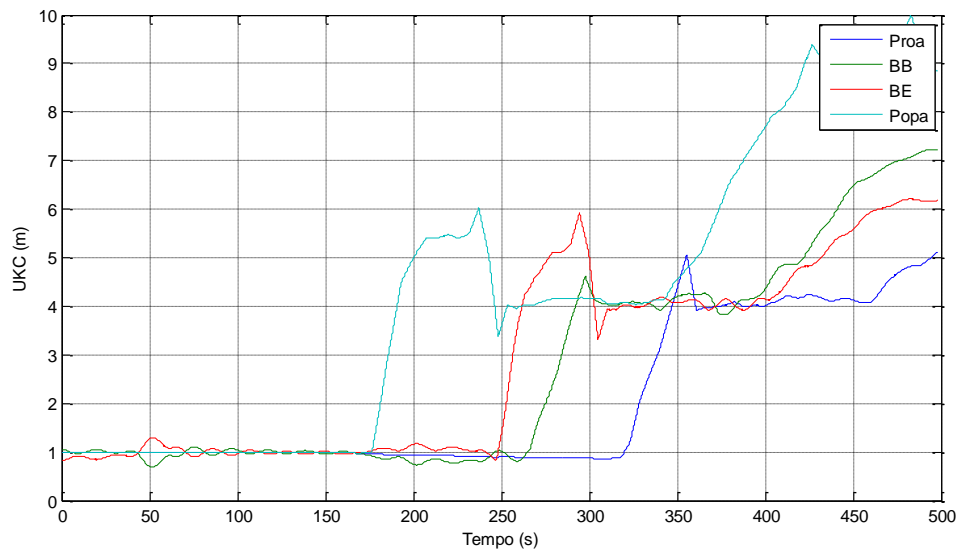
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

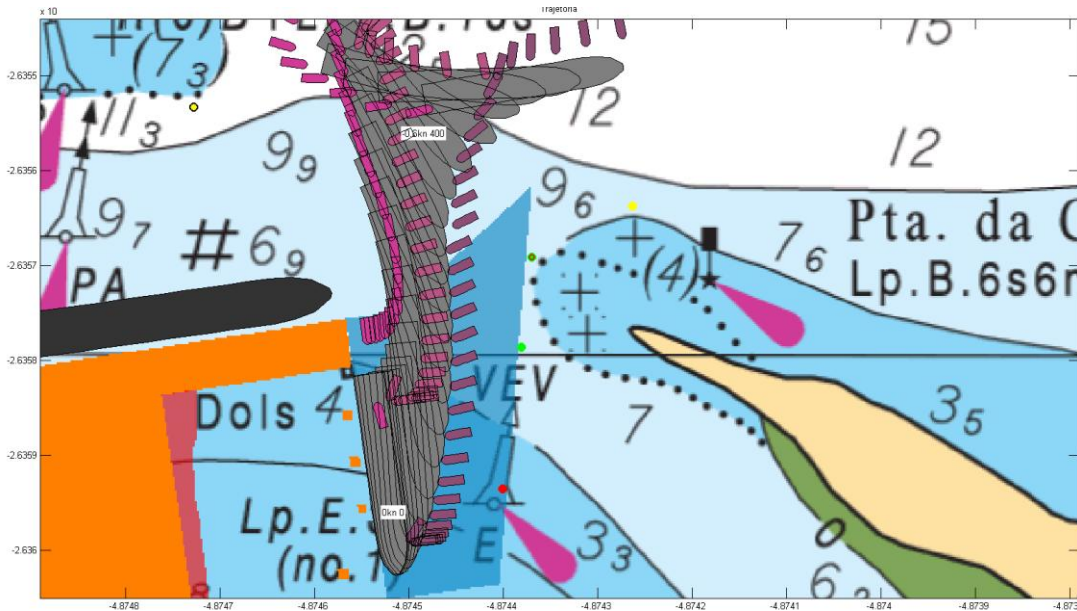
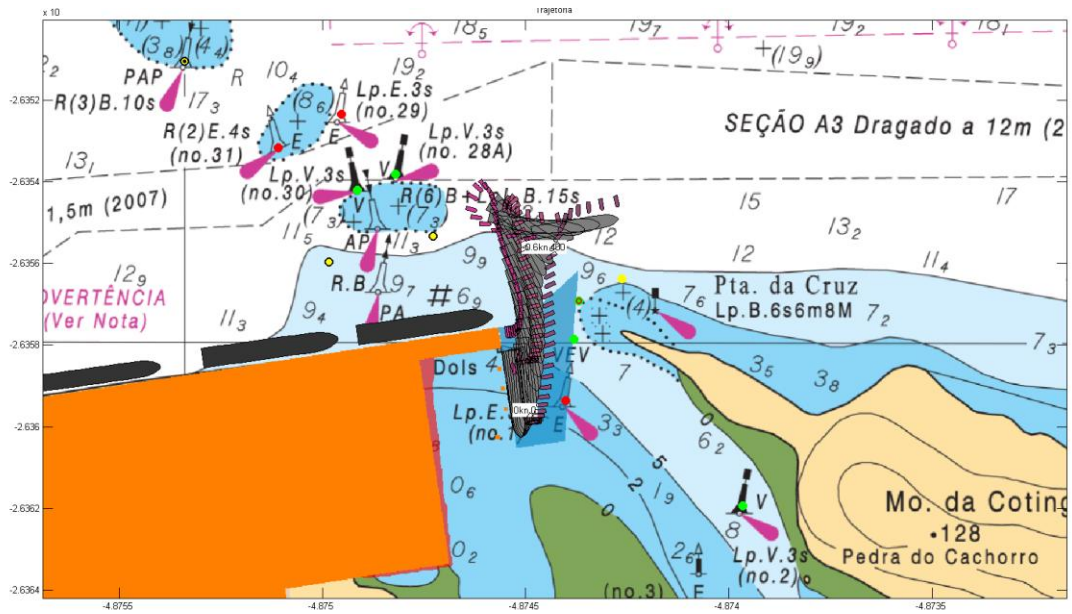


**Gráfico de folga sob a quilha:**



**6.17. Manobra 33**

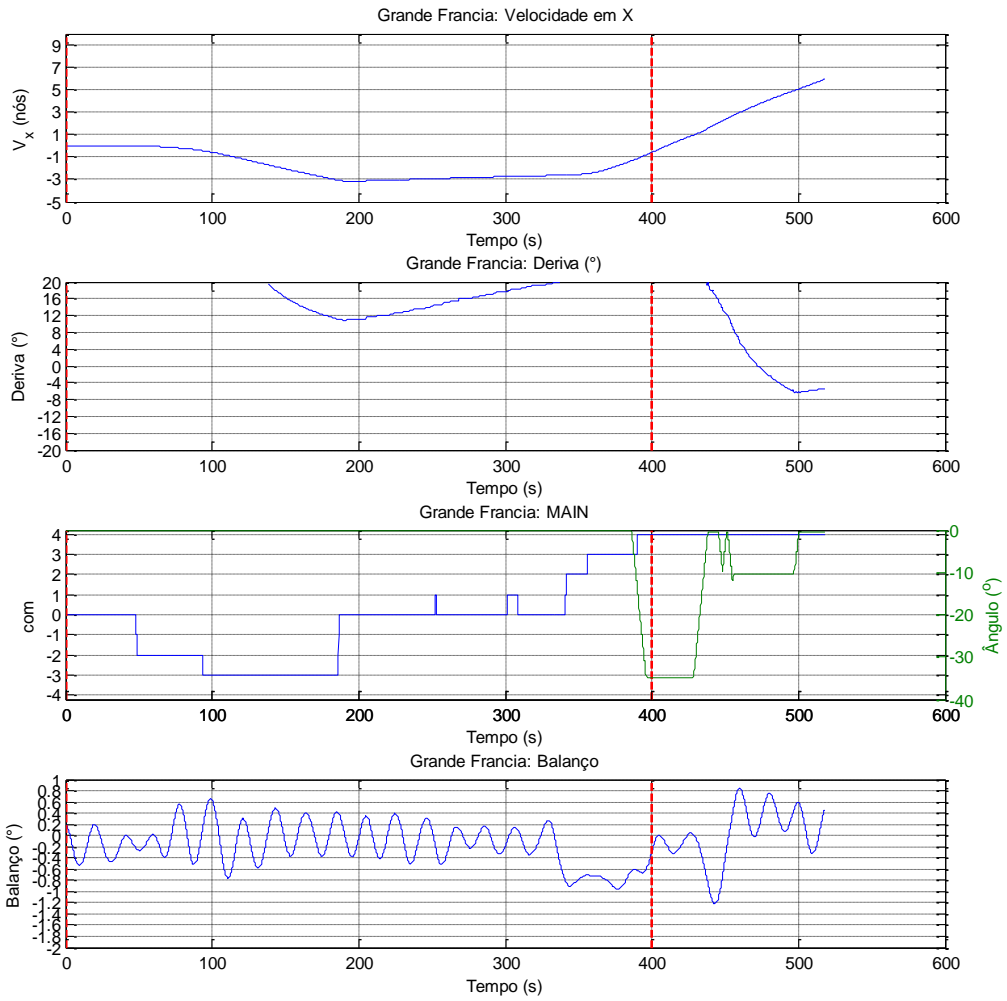
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



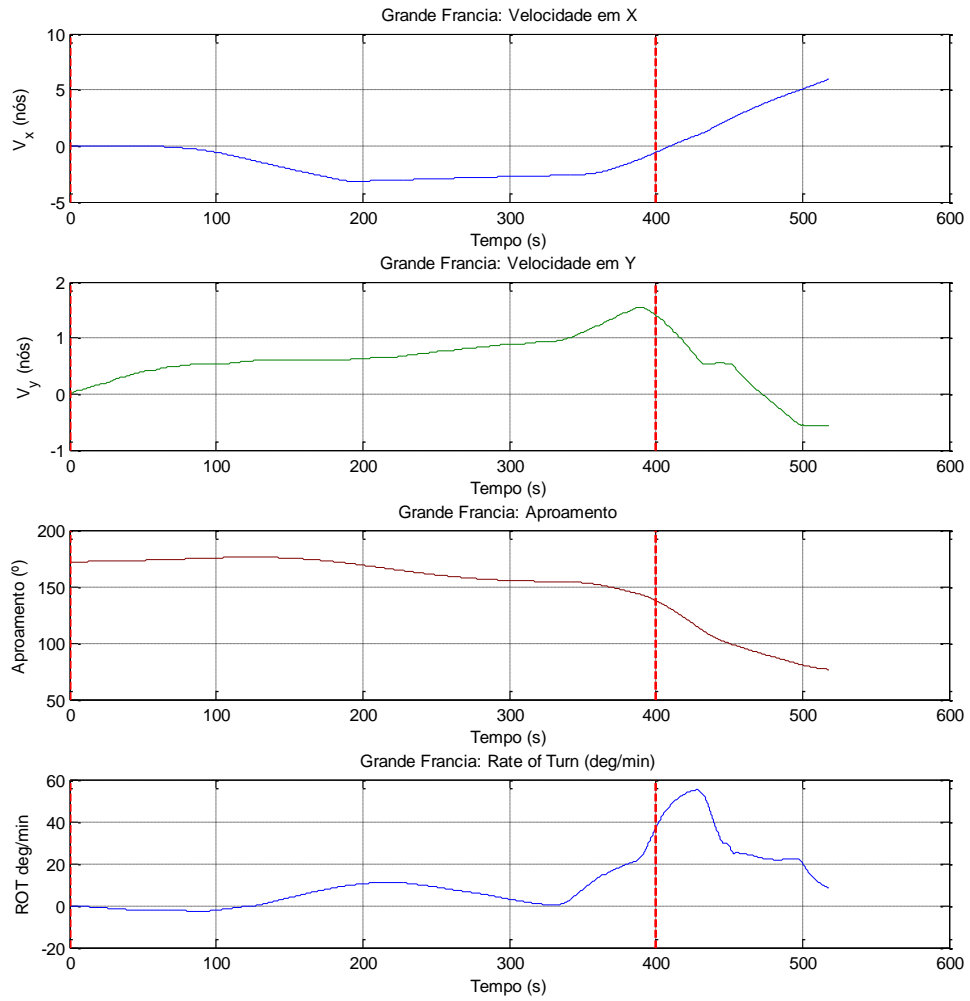
**Comentários:**



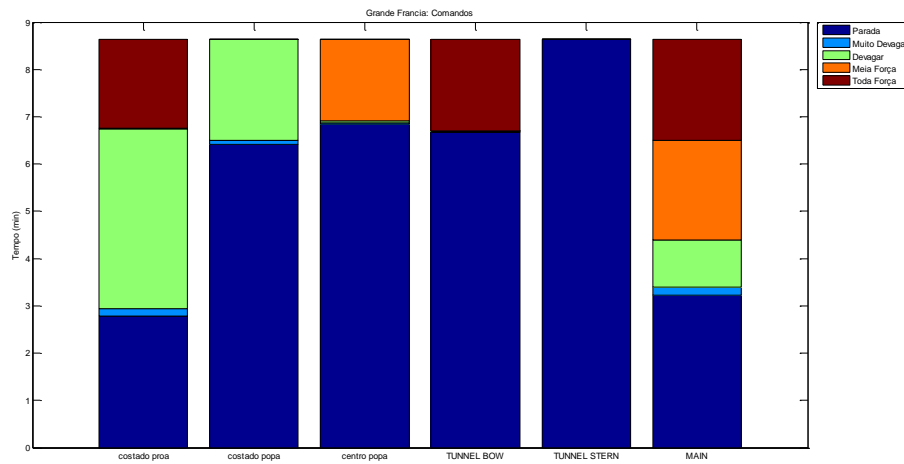
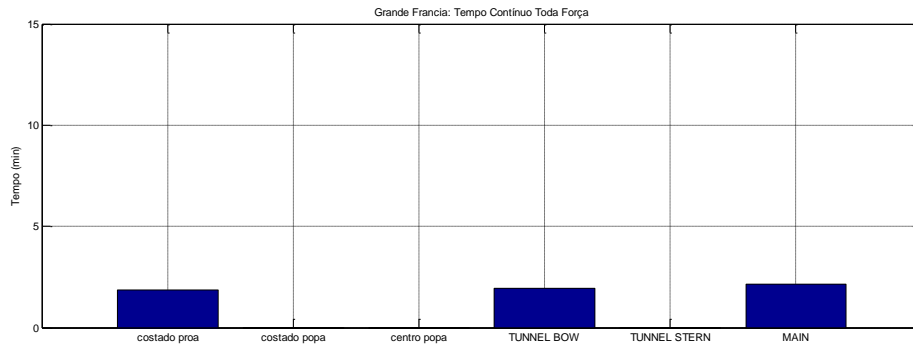
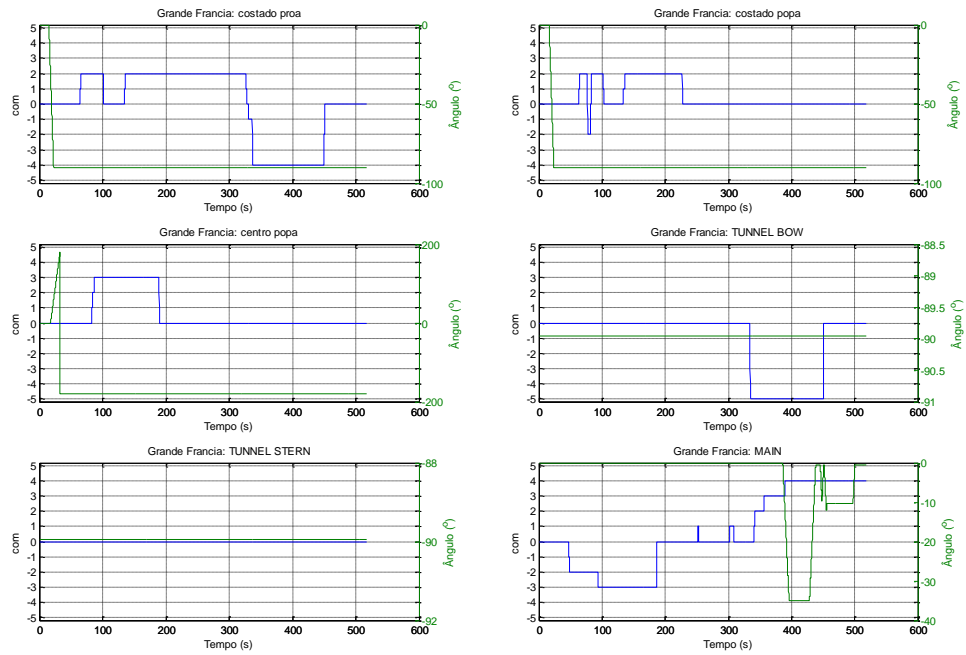
**Resumo:**



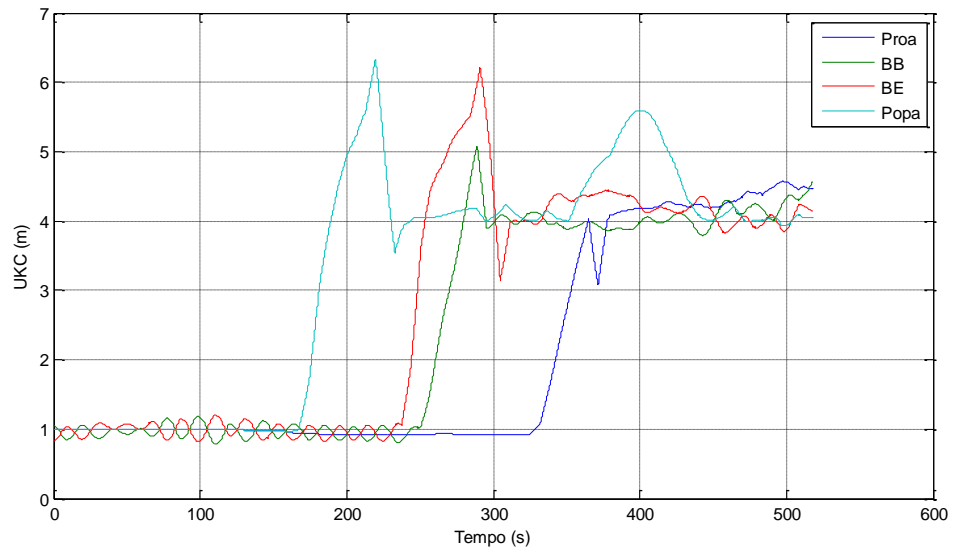
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

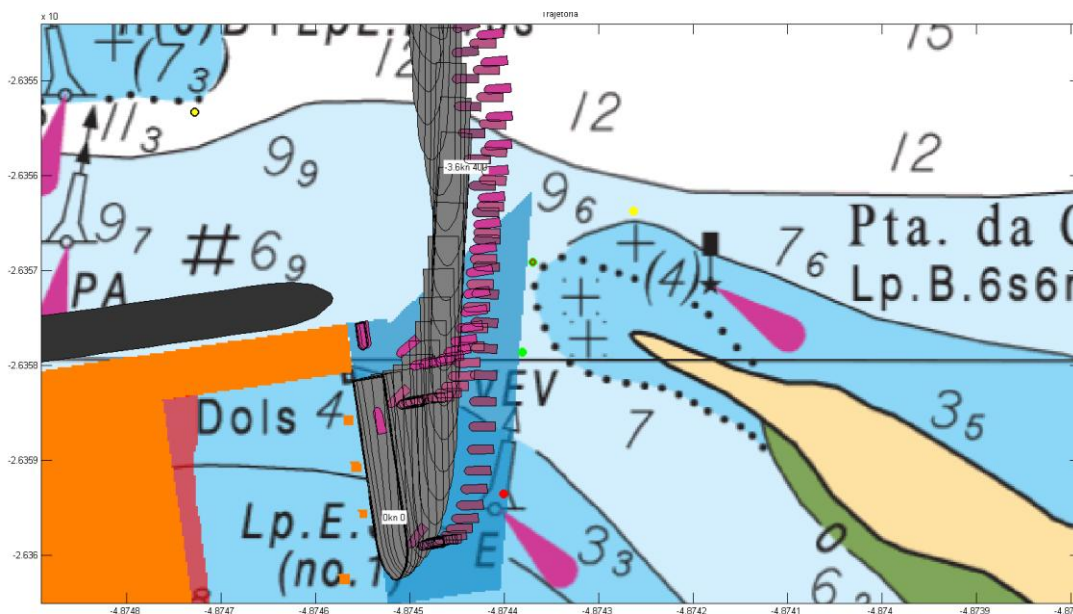
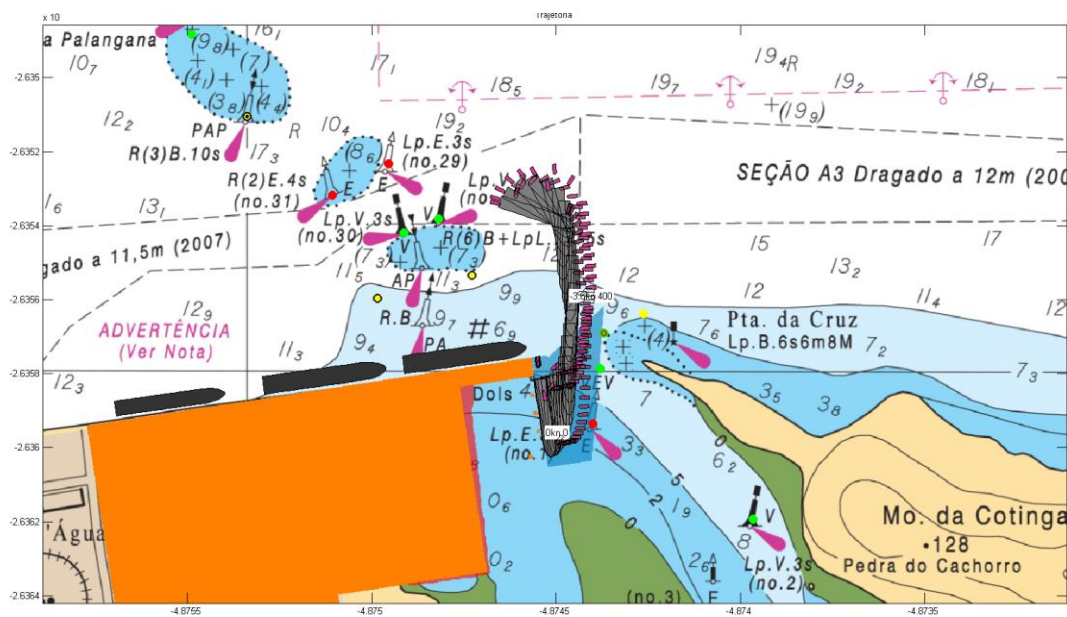


**Gráfico de folga sob a quilha:**



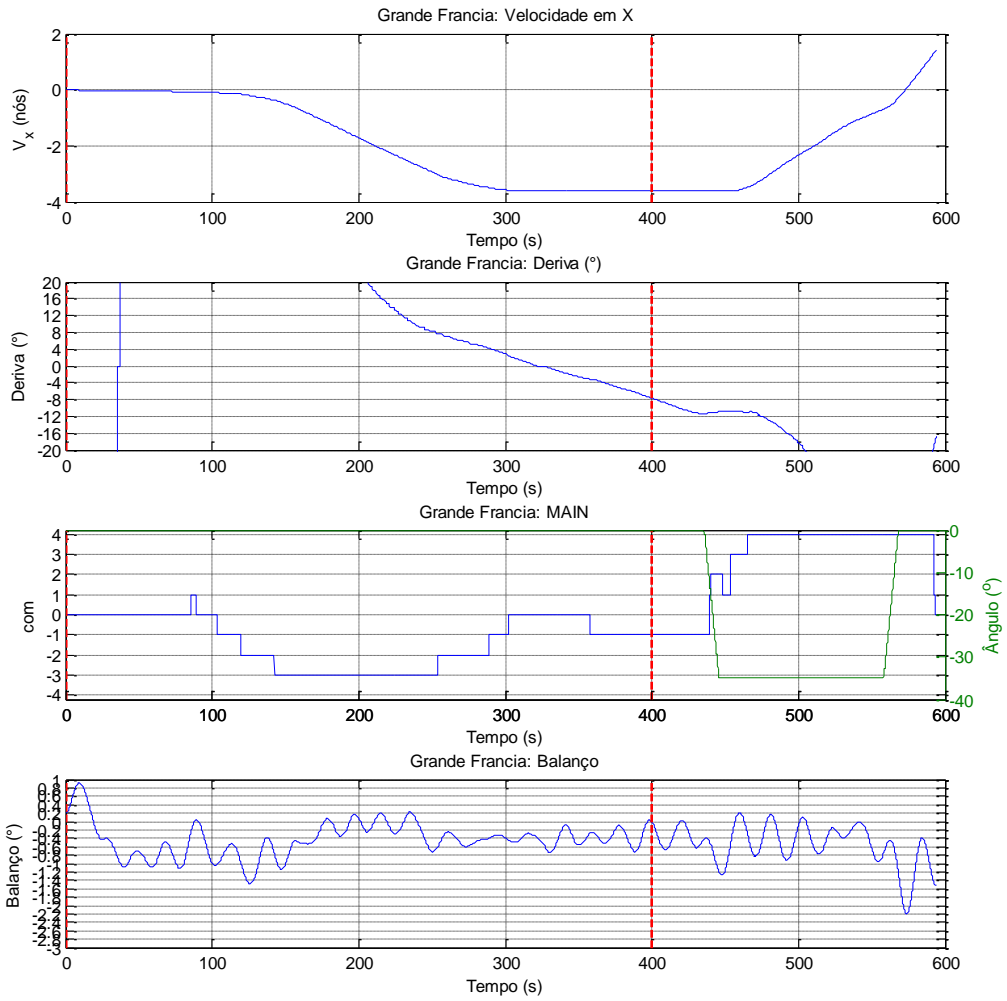
**6.18. Manobra 34**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



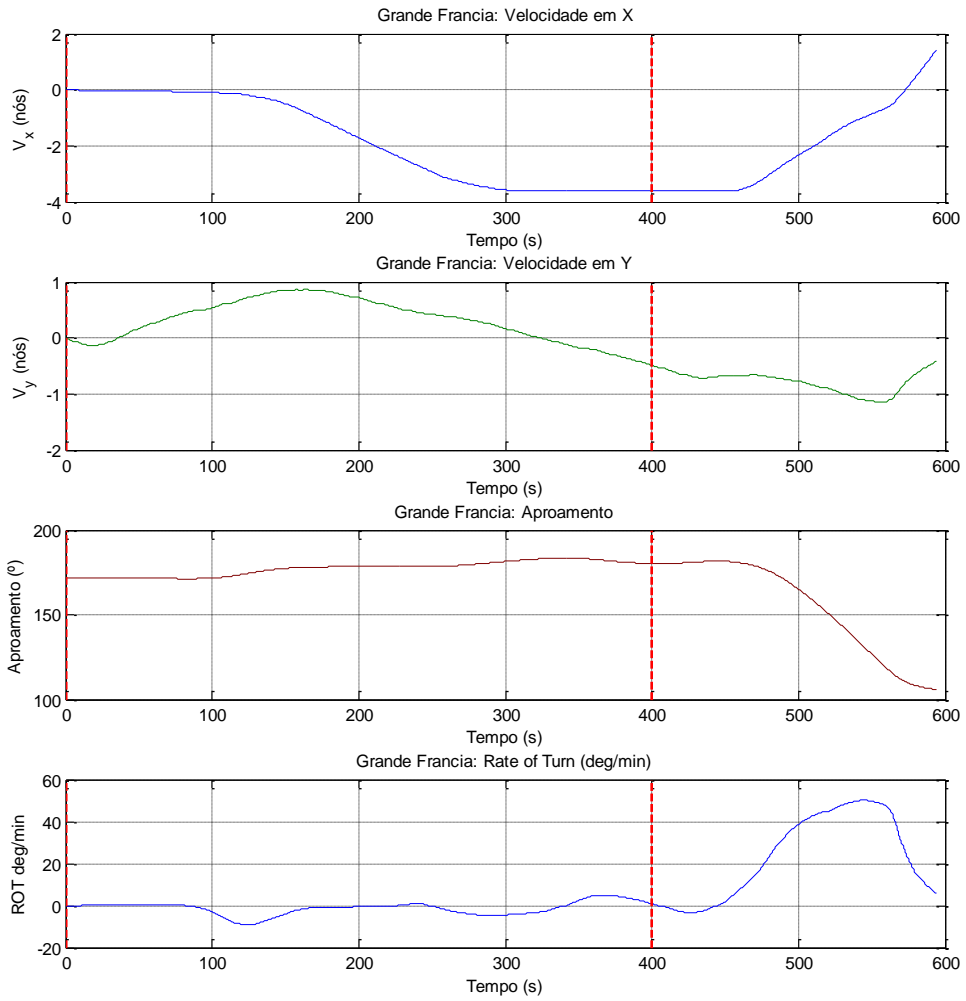
**Comentários:**

**Resumo:**

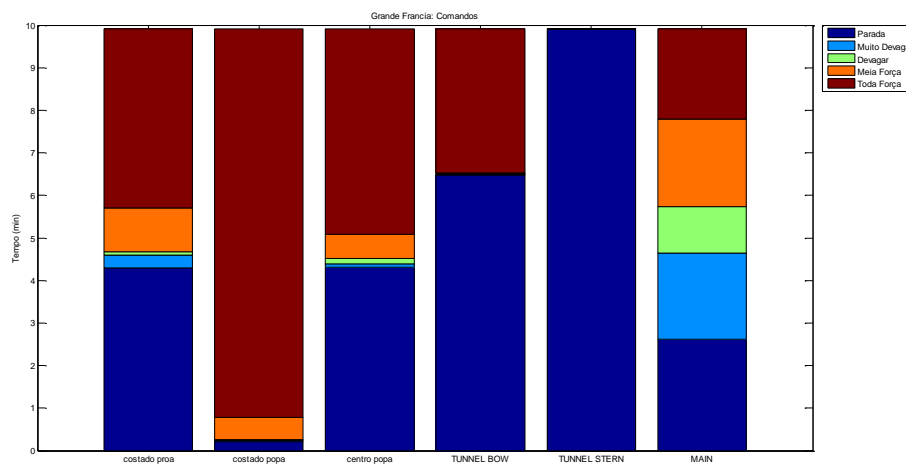
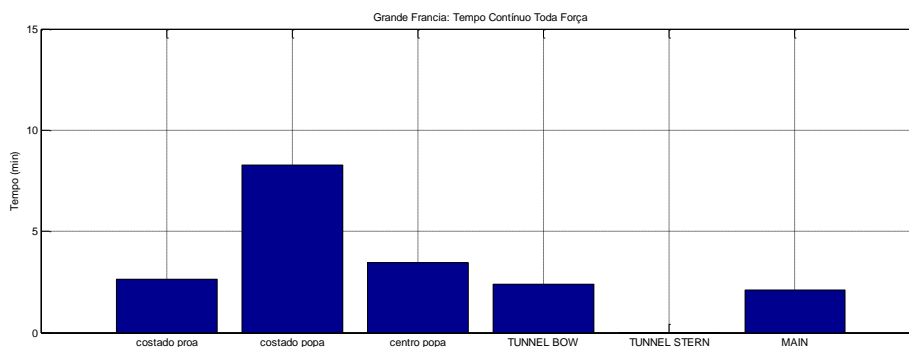
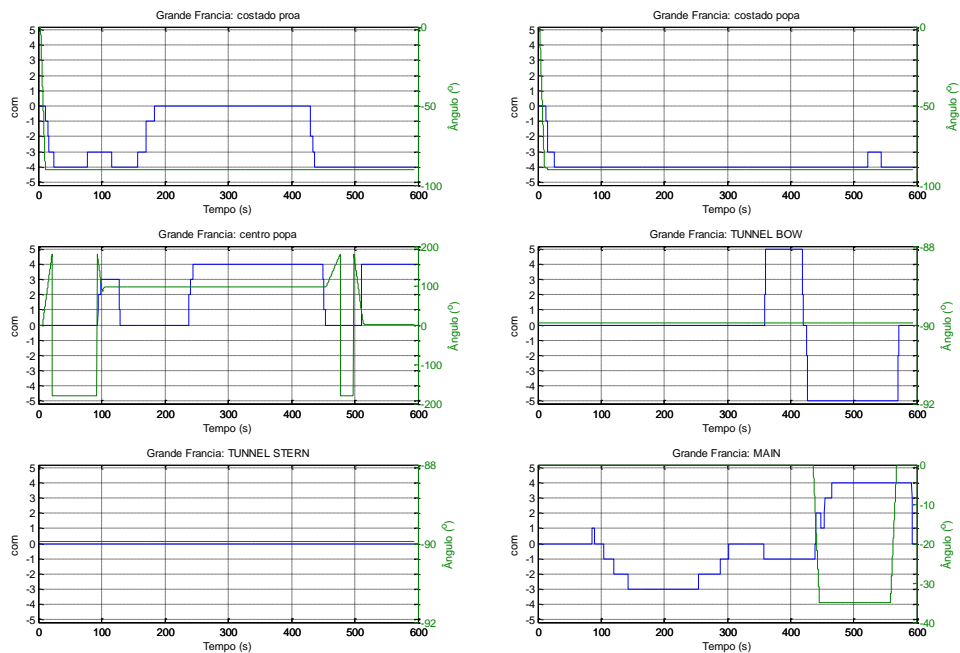




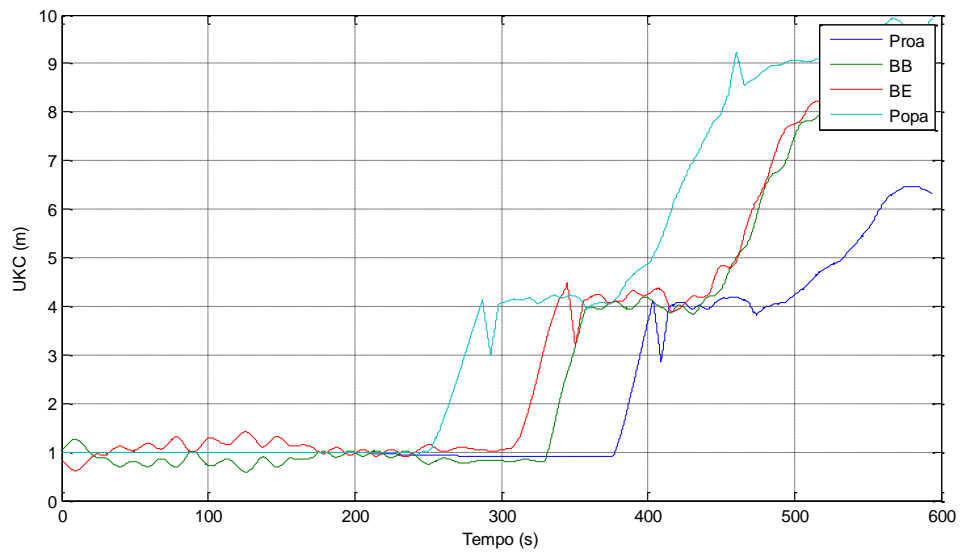
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

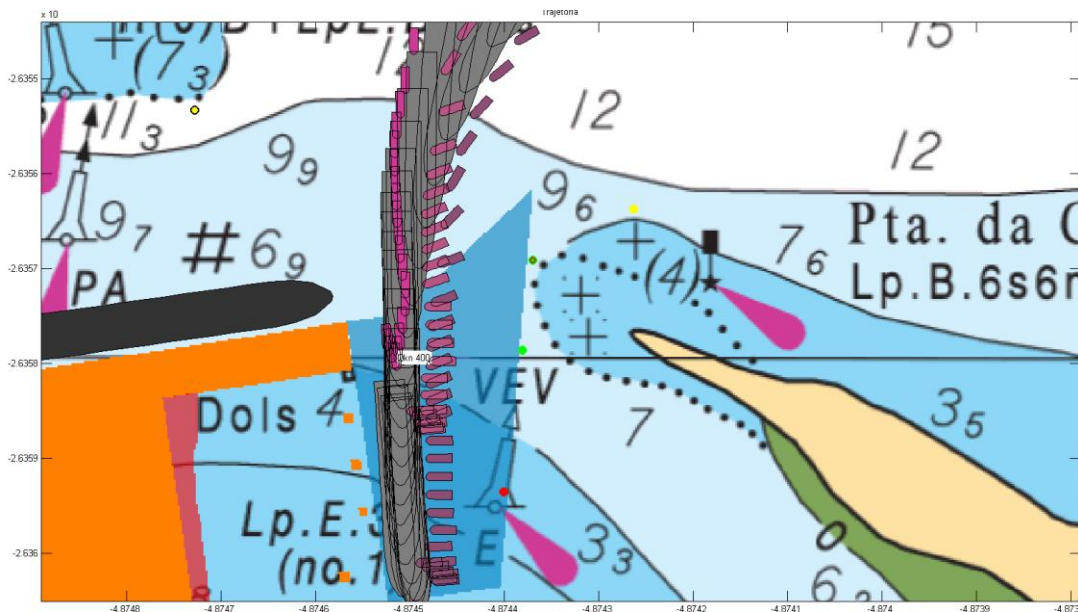
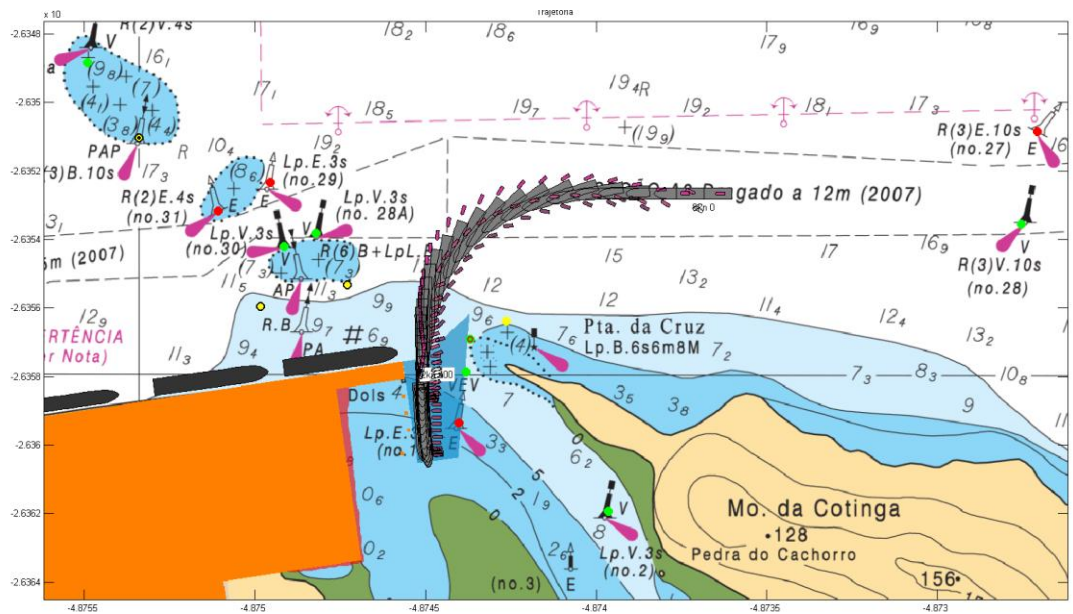


**Gráfico de folga sob a quilha:**



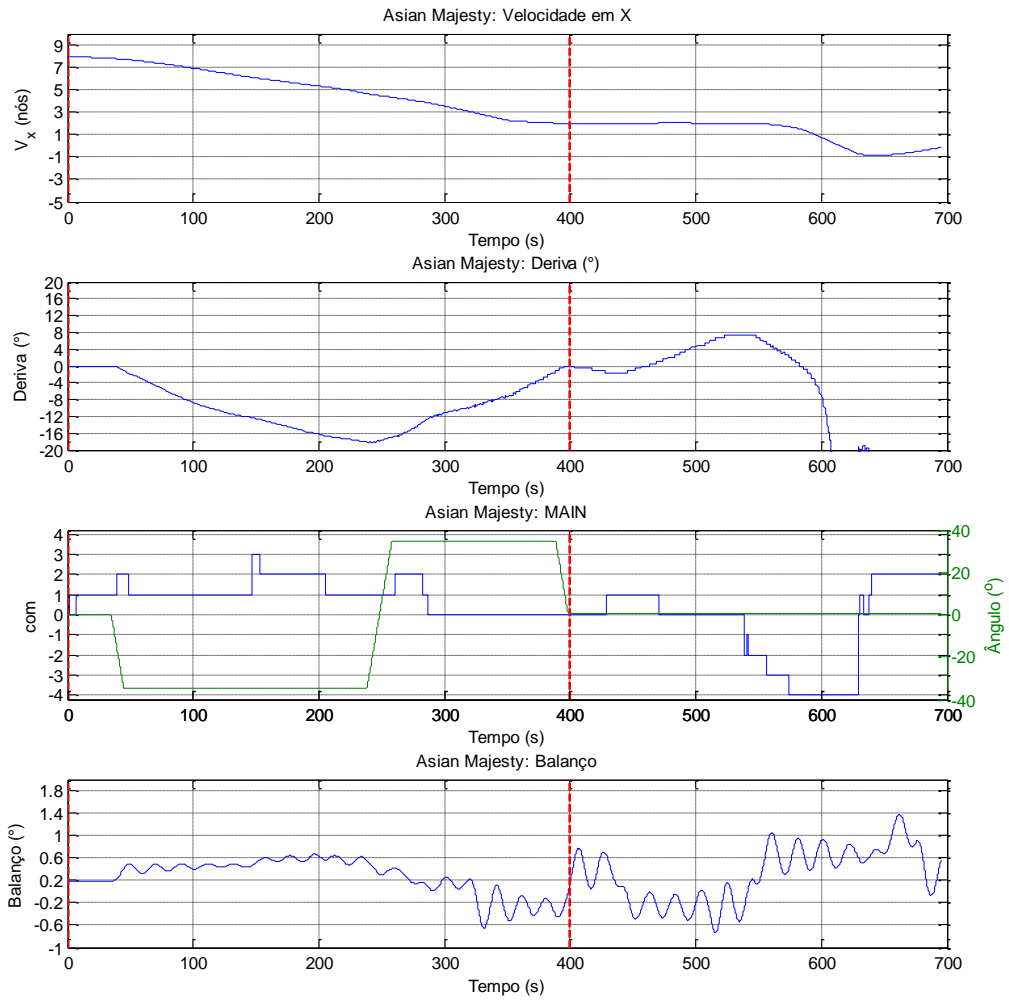
**6.19. Manobra 35**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

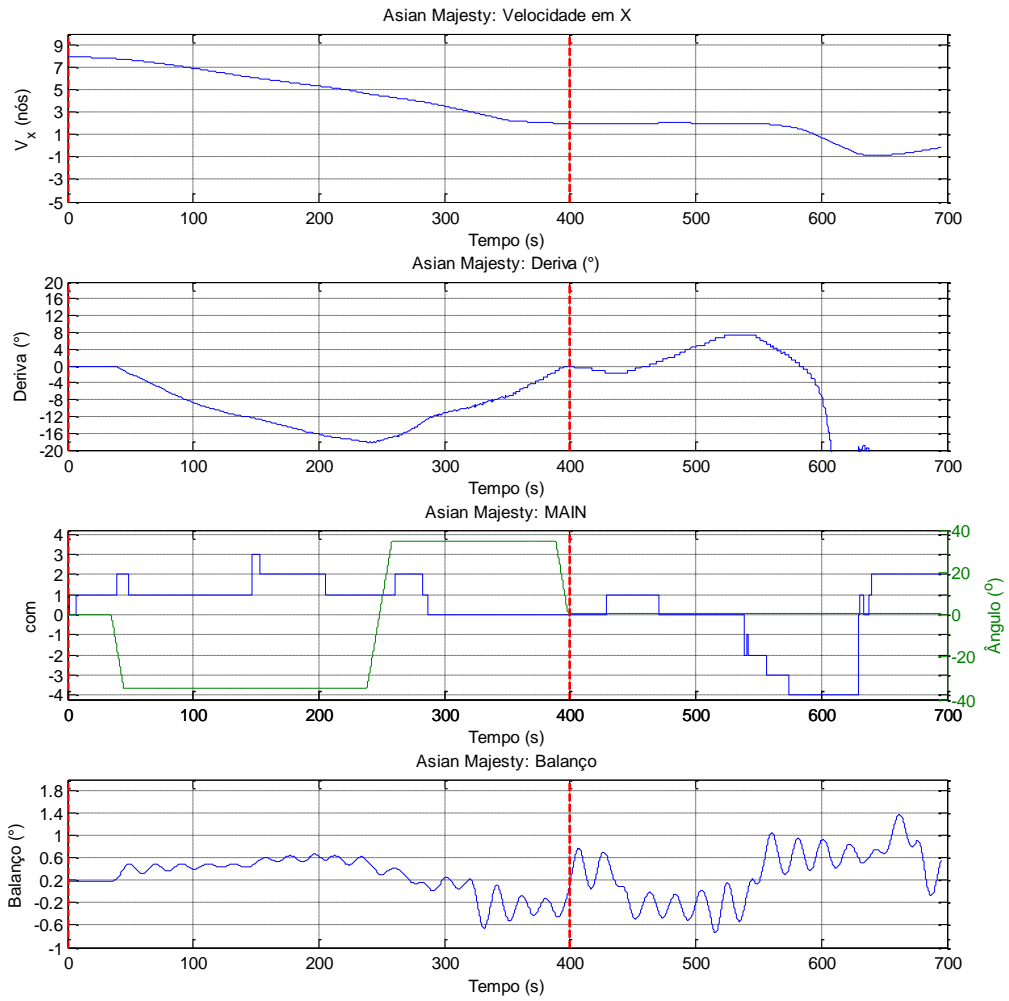


**Comentários:**

**Resumo:**

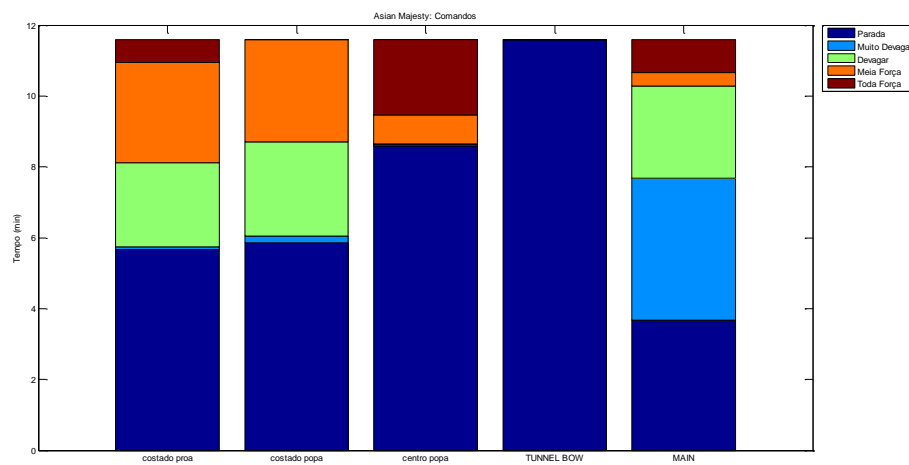
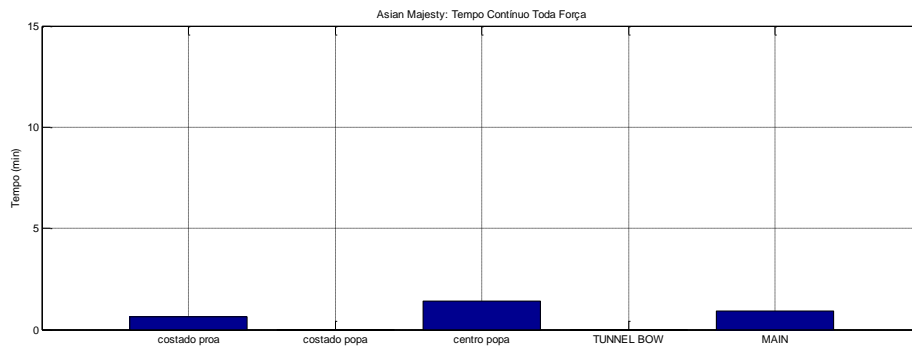
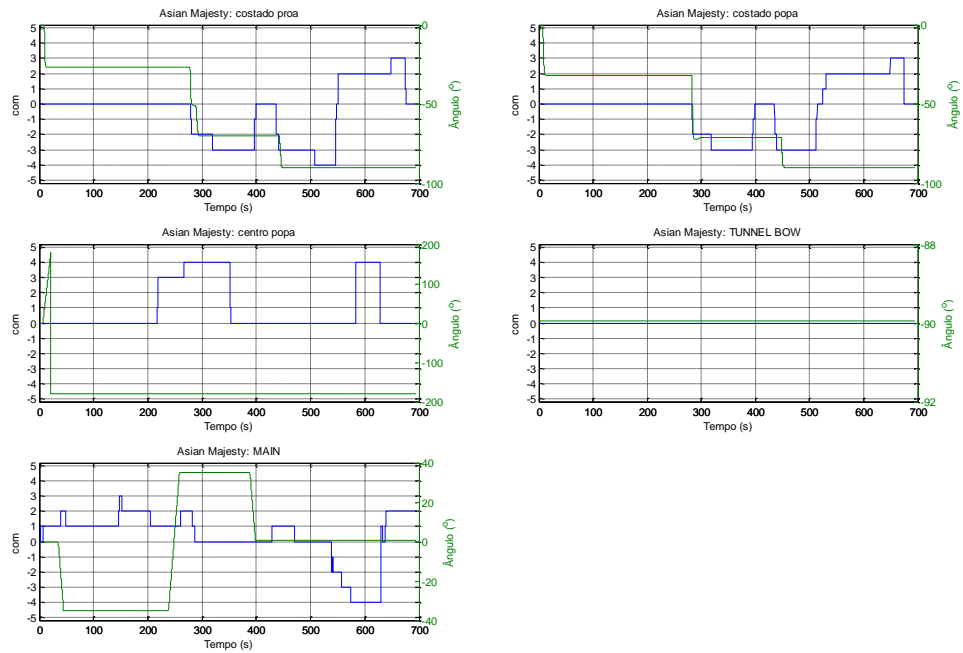


**Velocidades e Aproamento:**

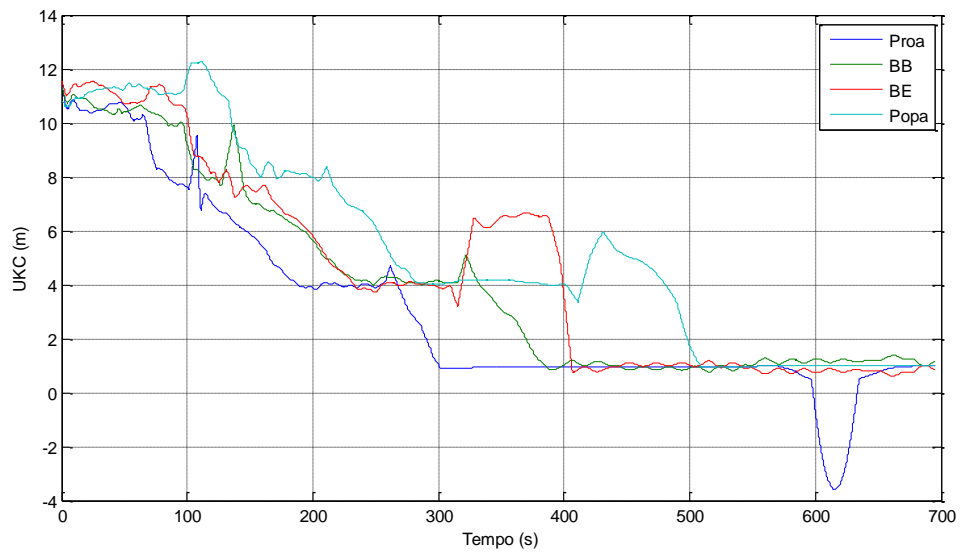




**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

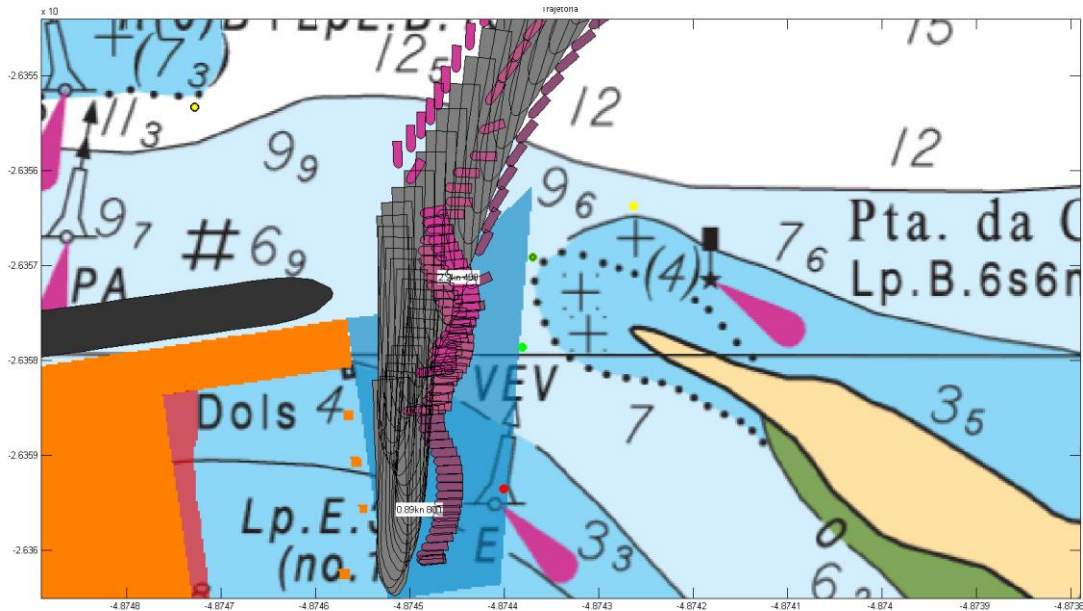
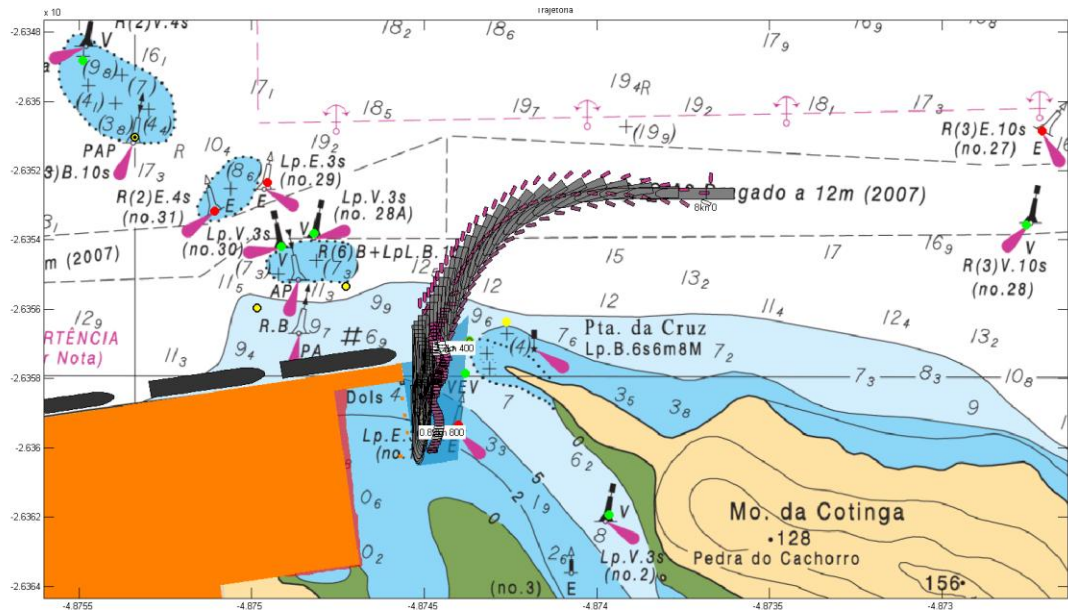


**Gráfico de folga sob a quilha:**



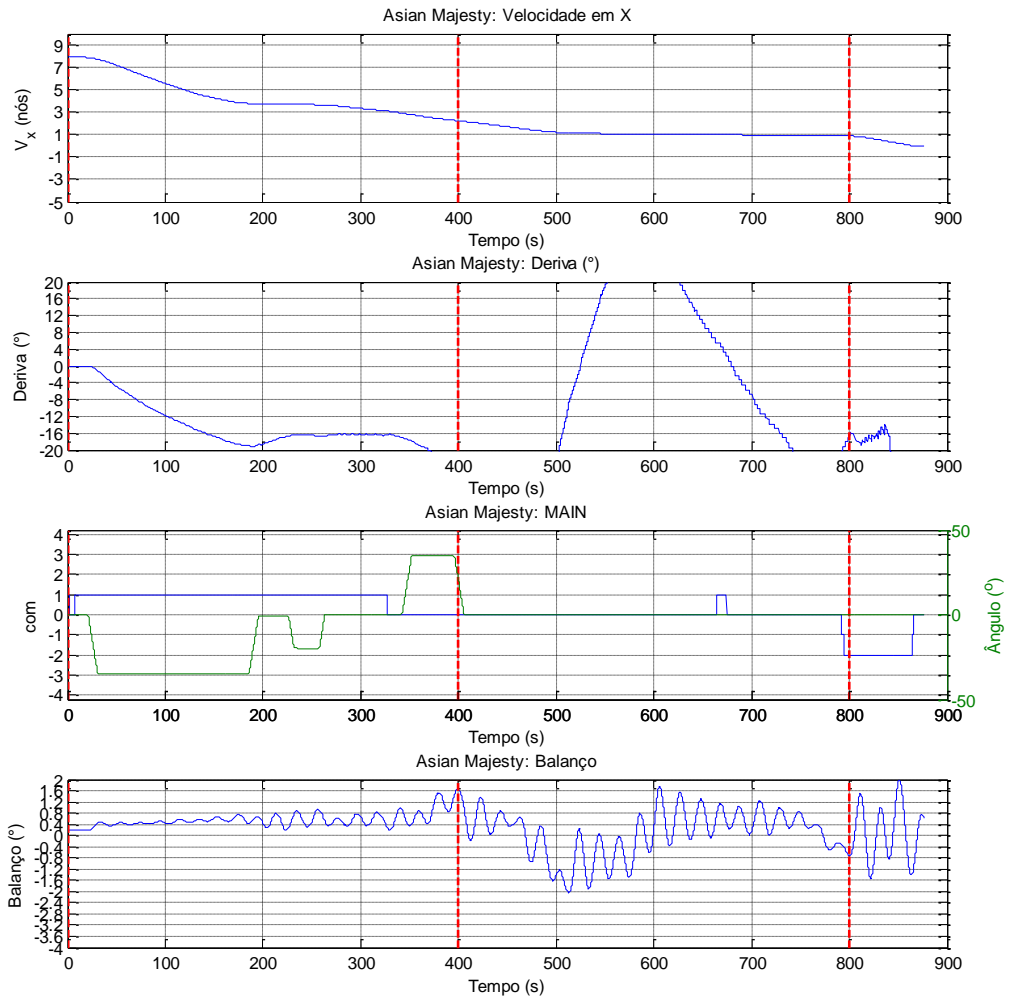
**6.20. Manobra 36**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente PM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

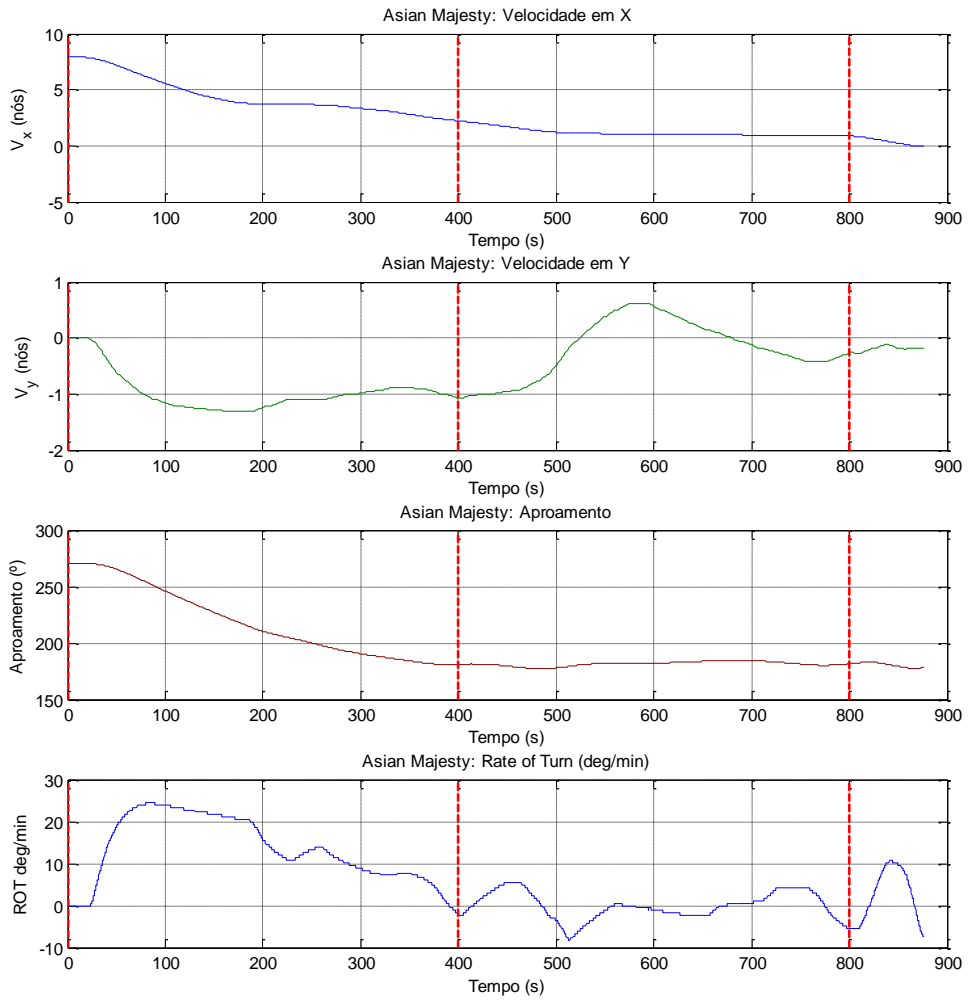


**Comentários:**

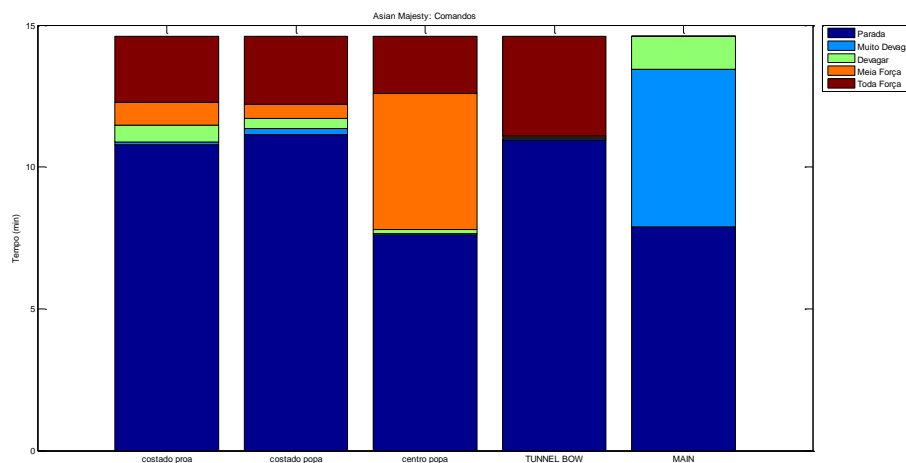
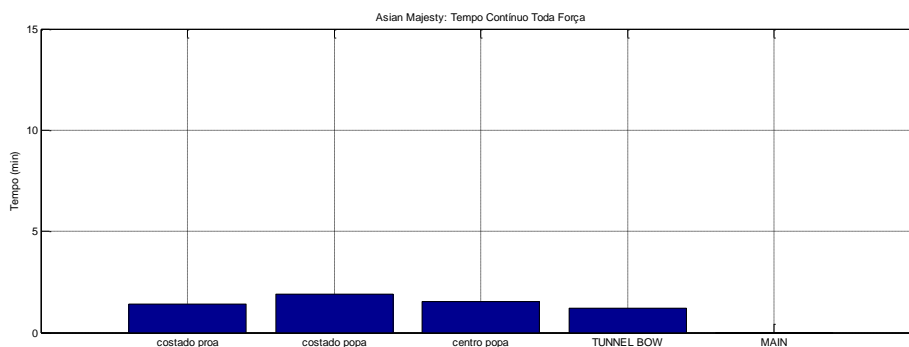
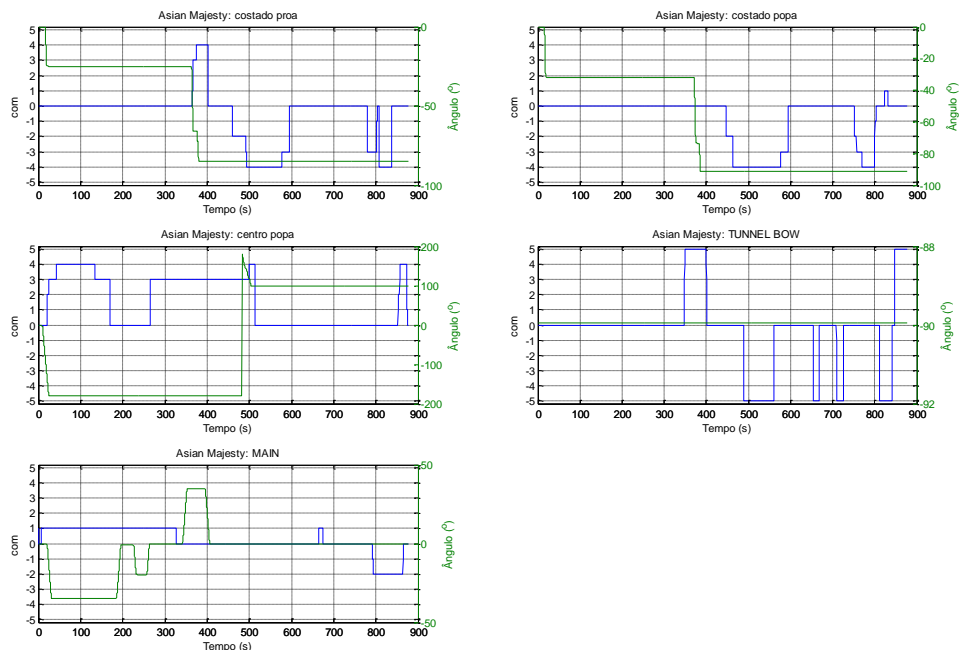
**Resumo:**



**Velocidades e Aproamento:**

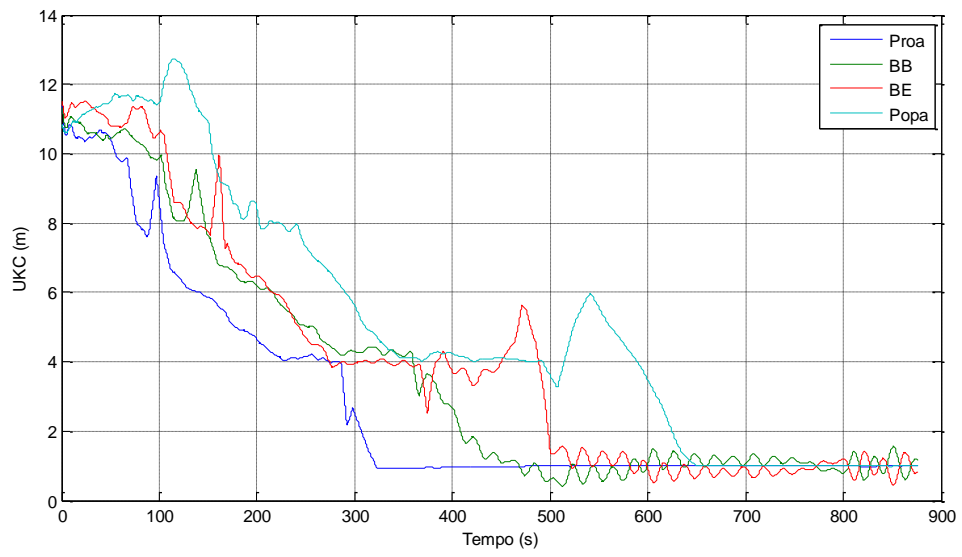


**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



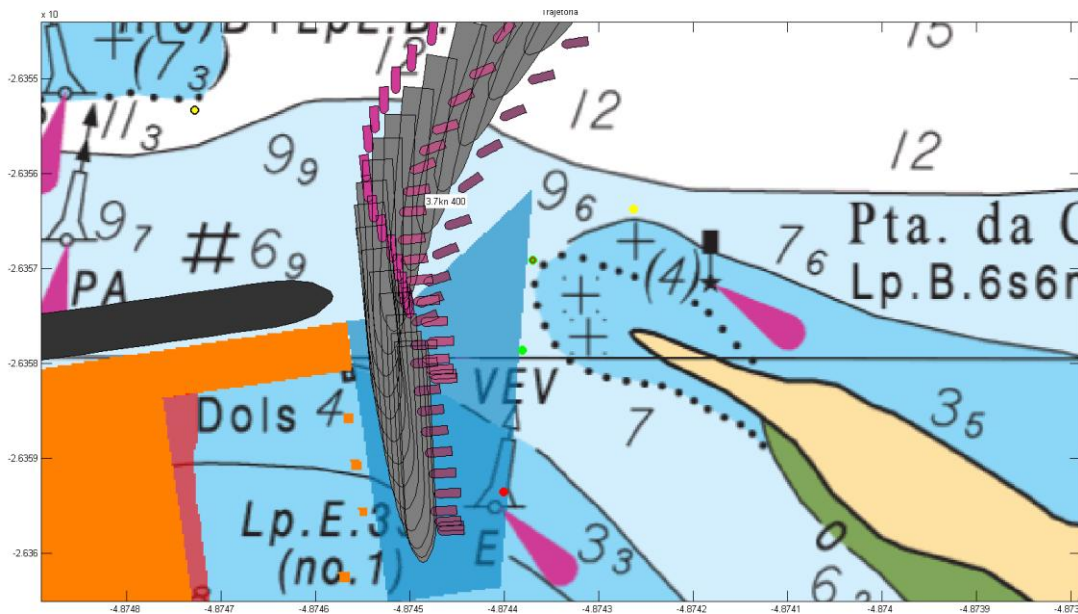
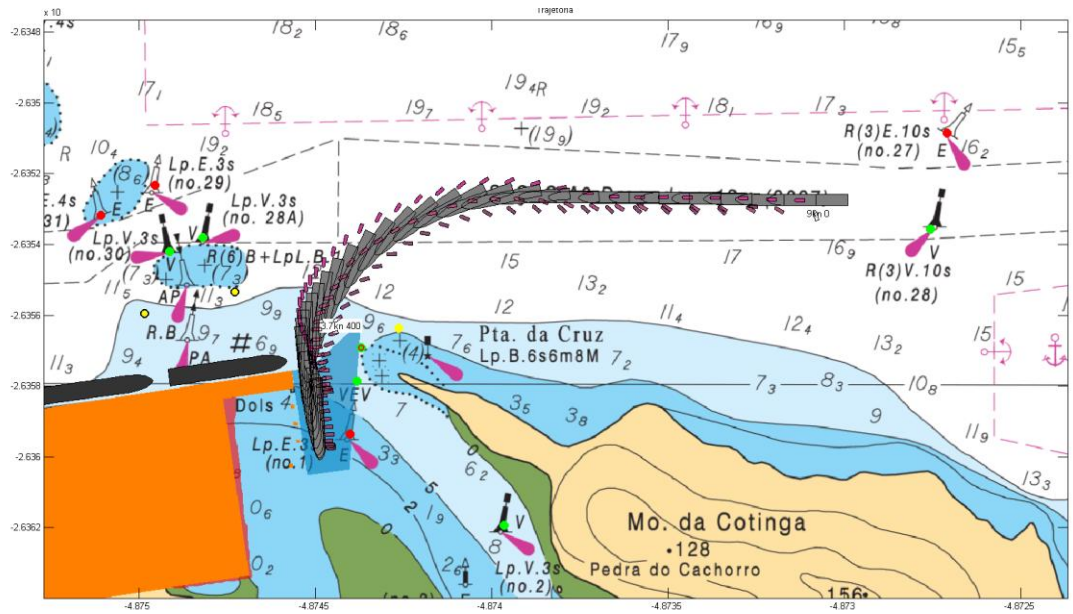


**Gráfico de folga sob a quilha:**



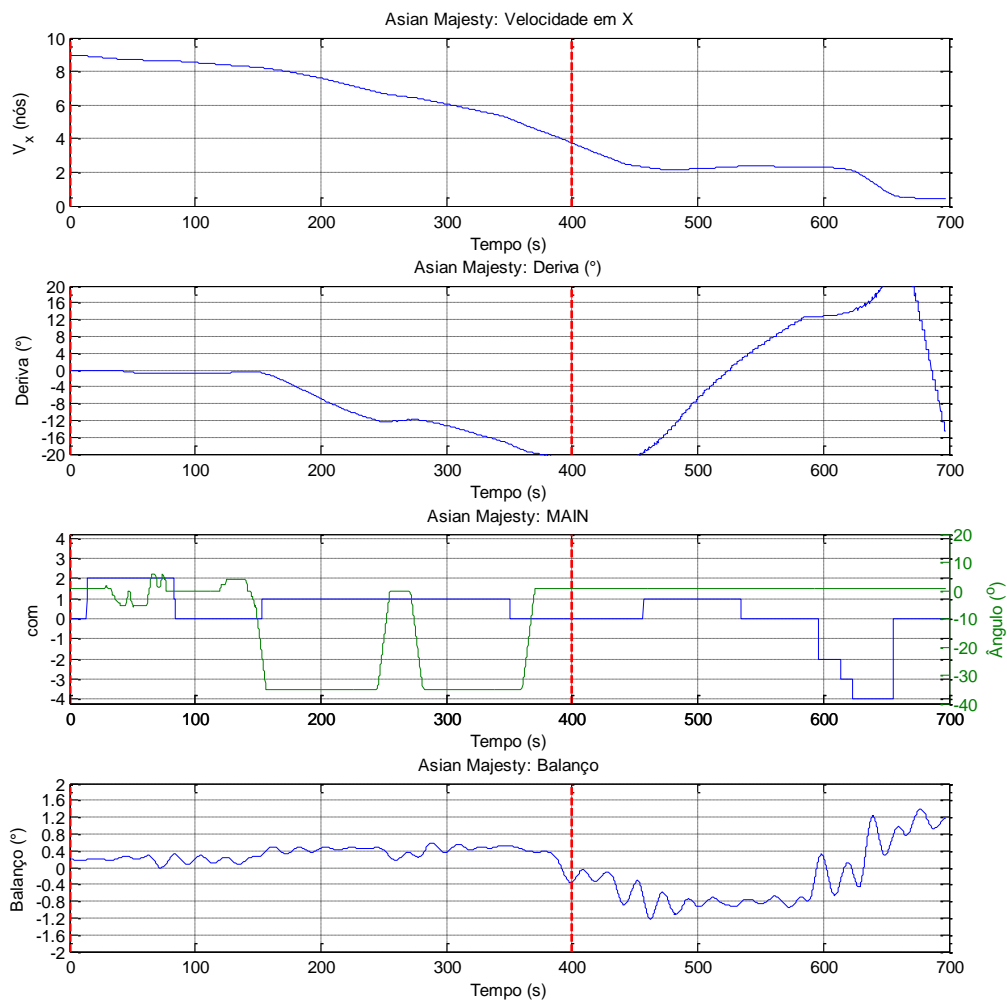
**6.21. Manobra 37**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

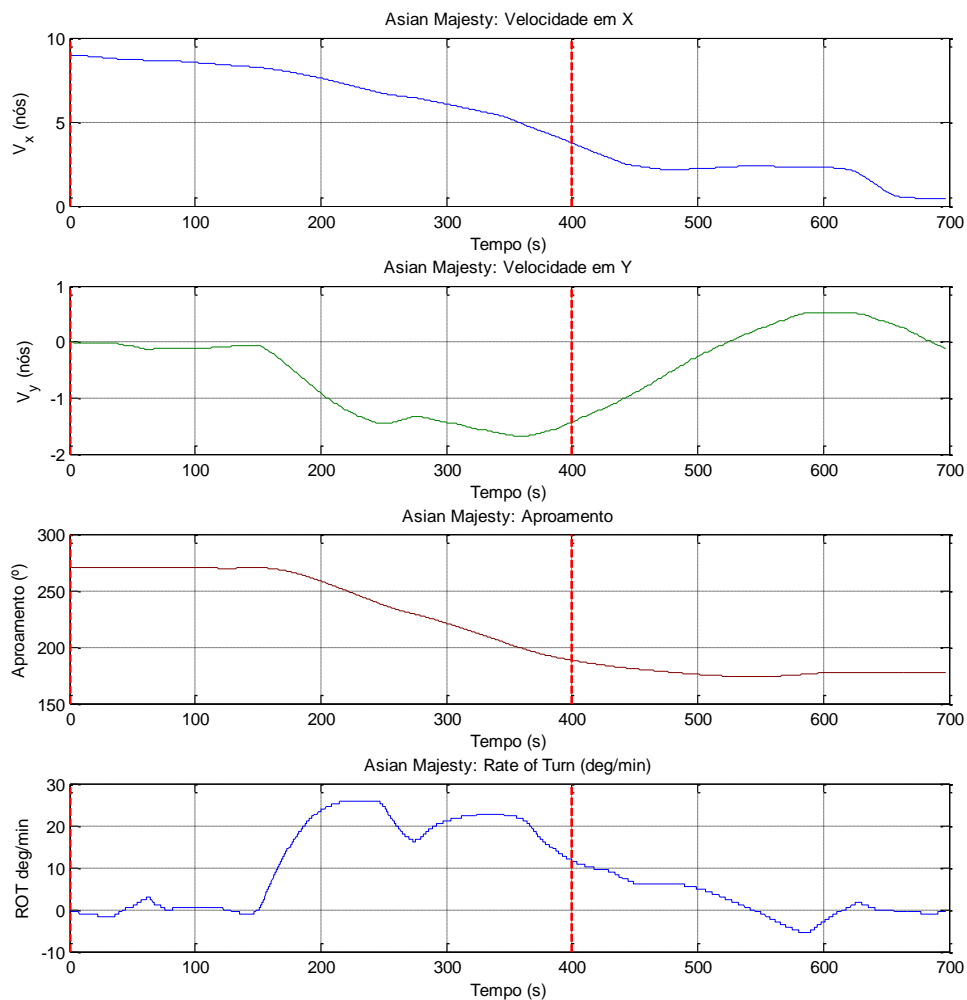


**Comentários:**

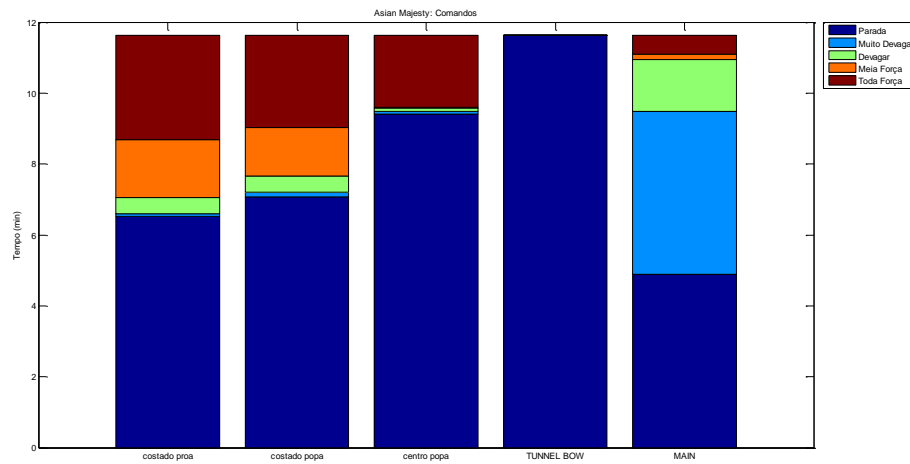
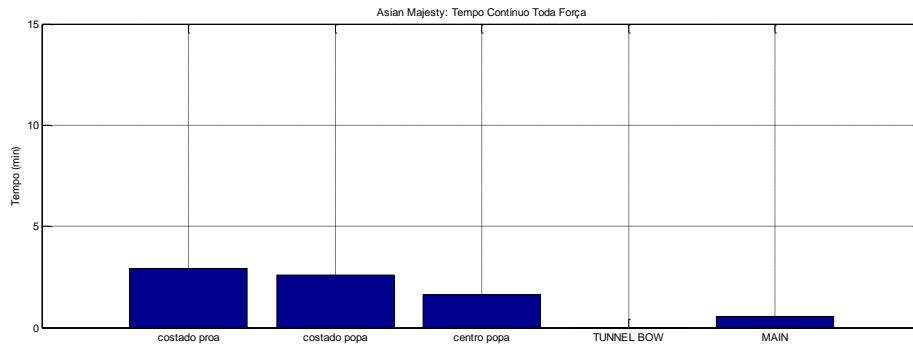
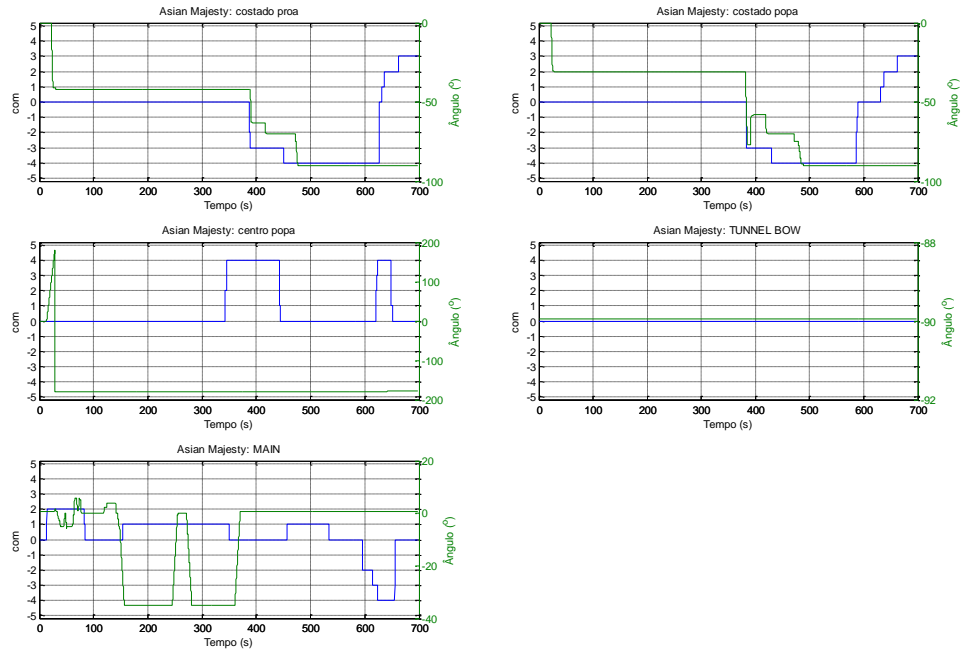
**Resumo:**



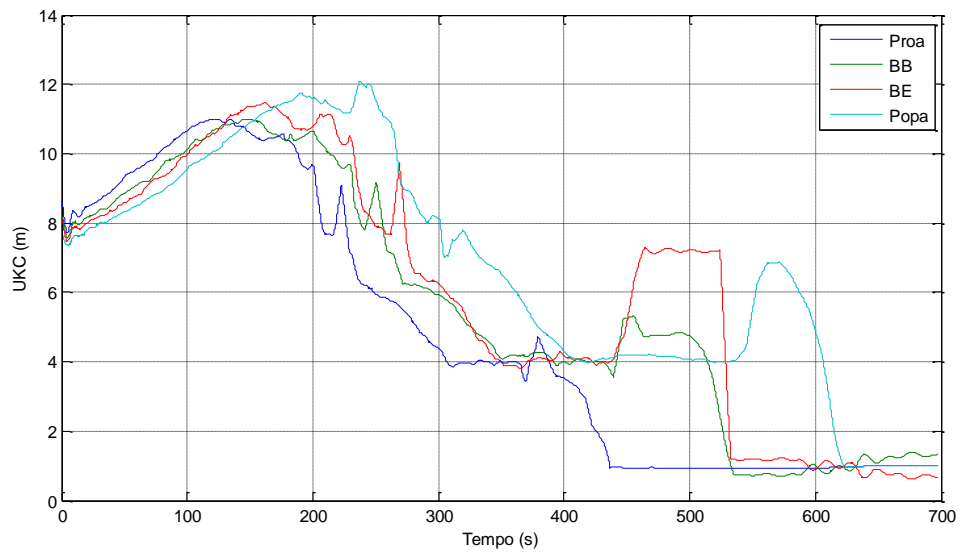
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



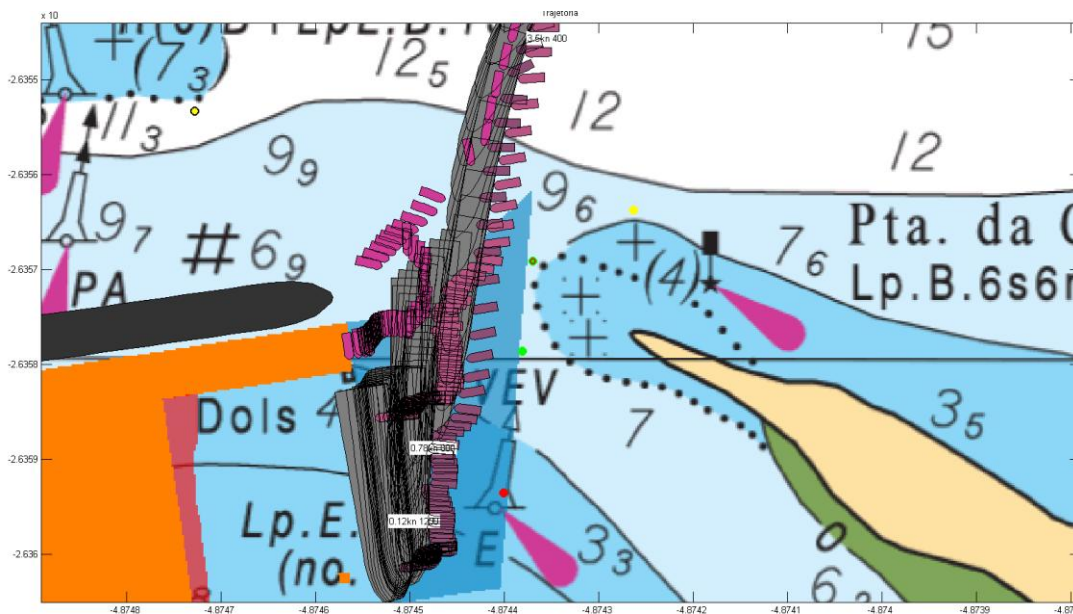
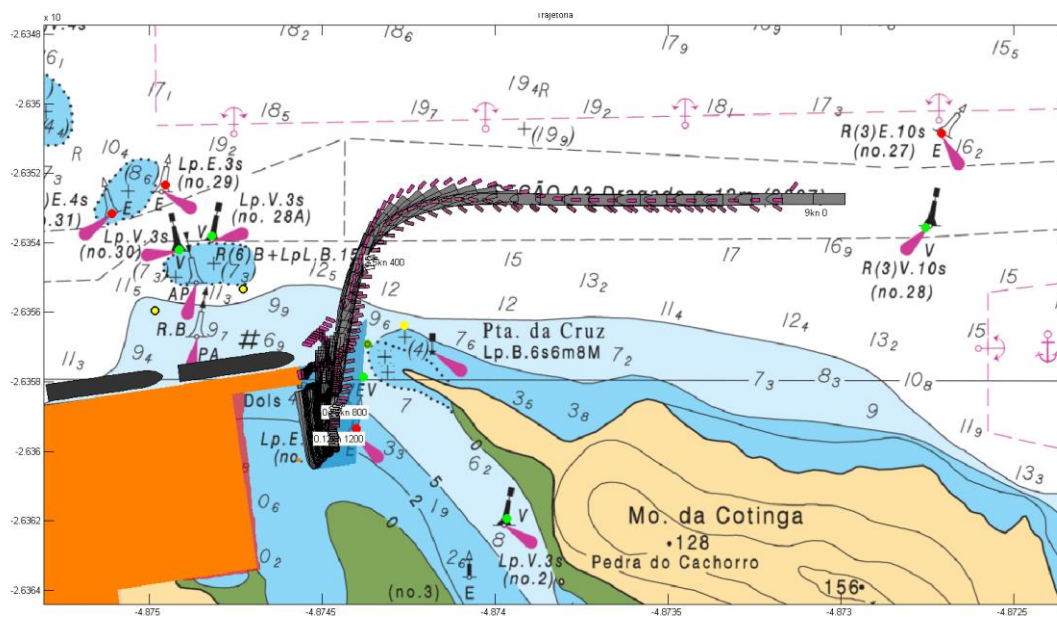
**Gráfico de folga sob a quilha:**





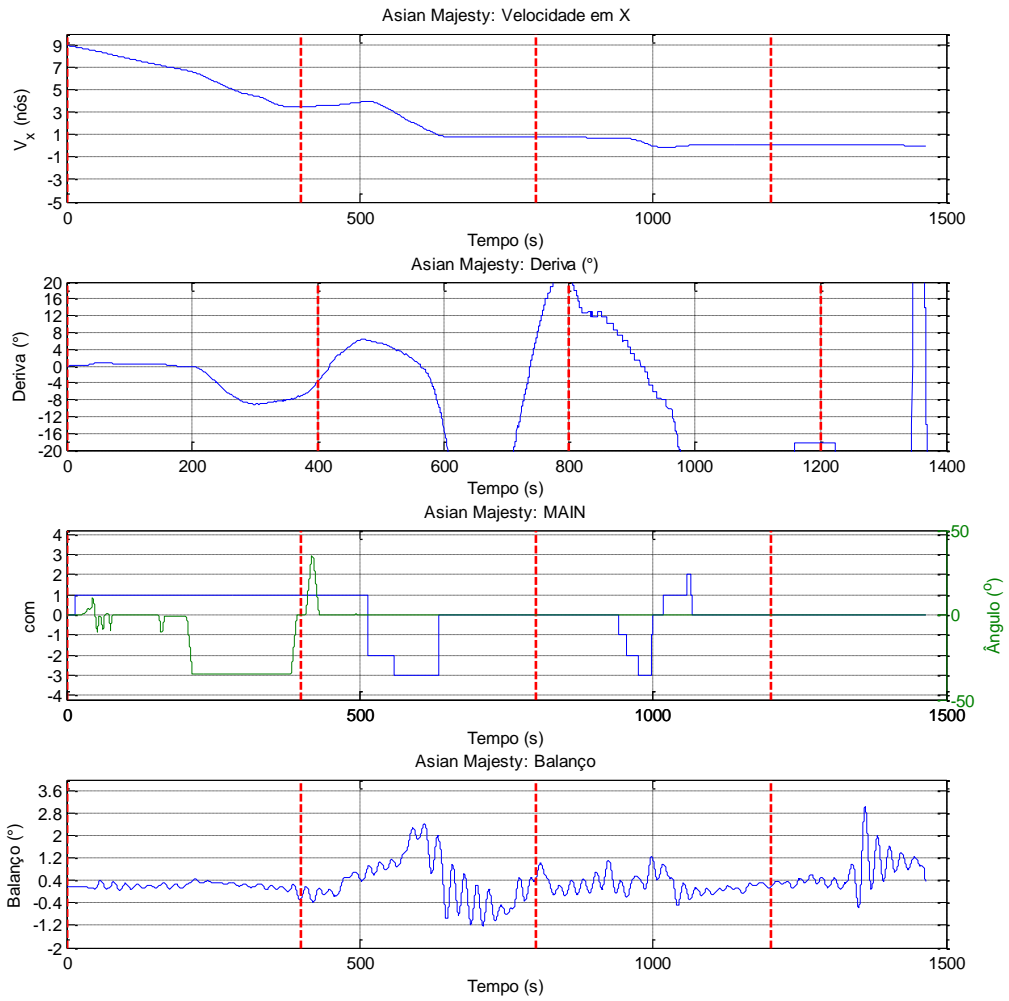
6.22. Manobra 38

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

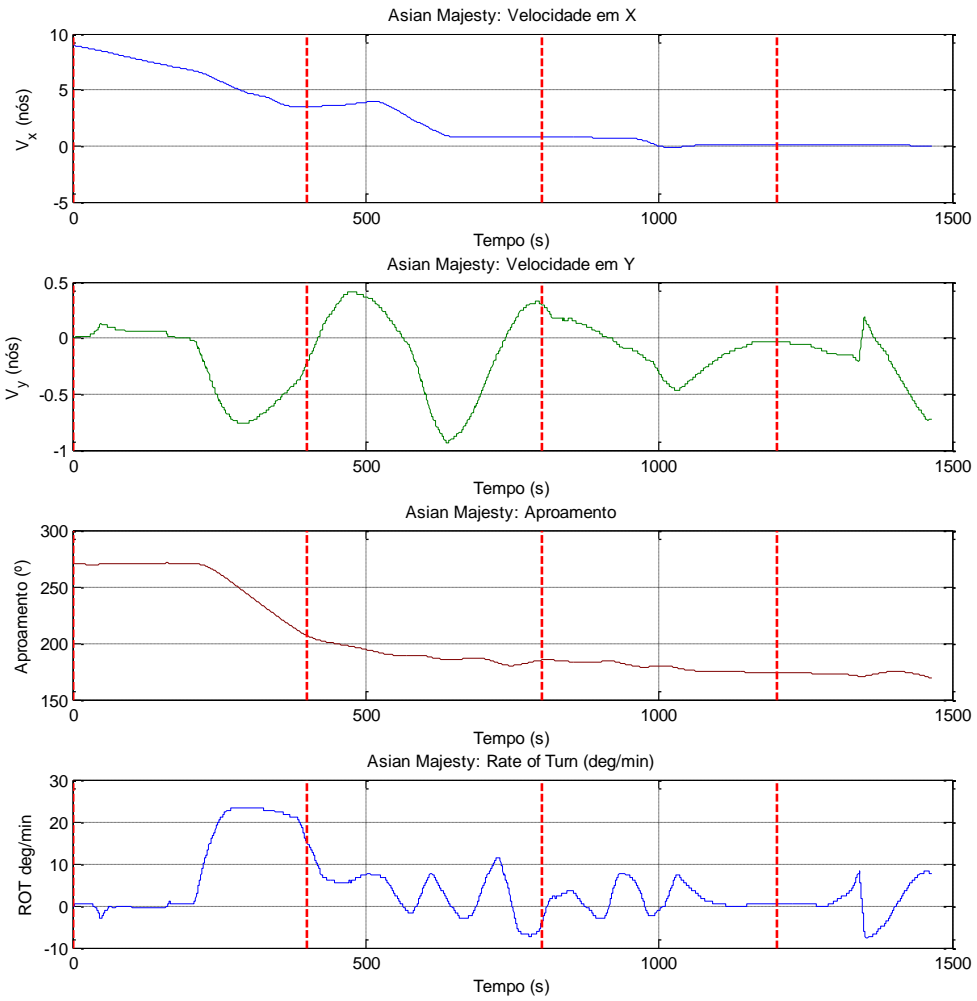


**Comentários:**

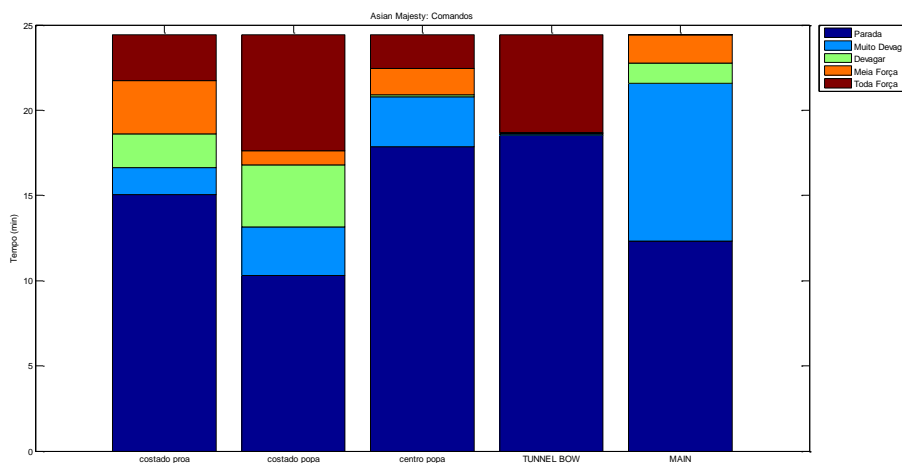
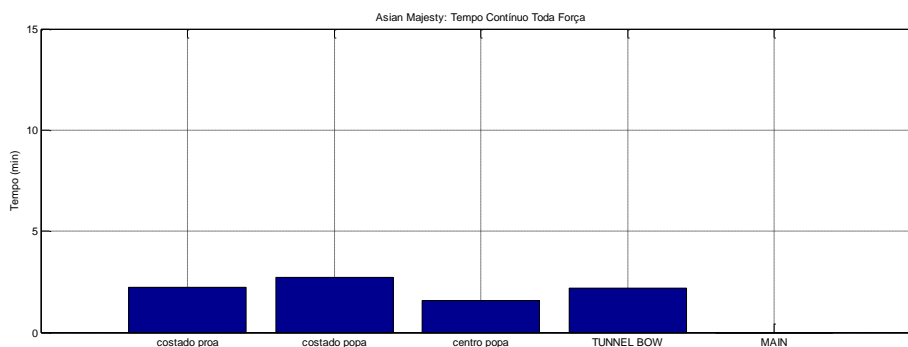
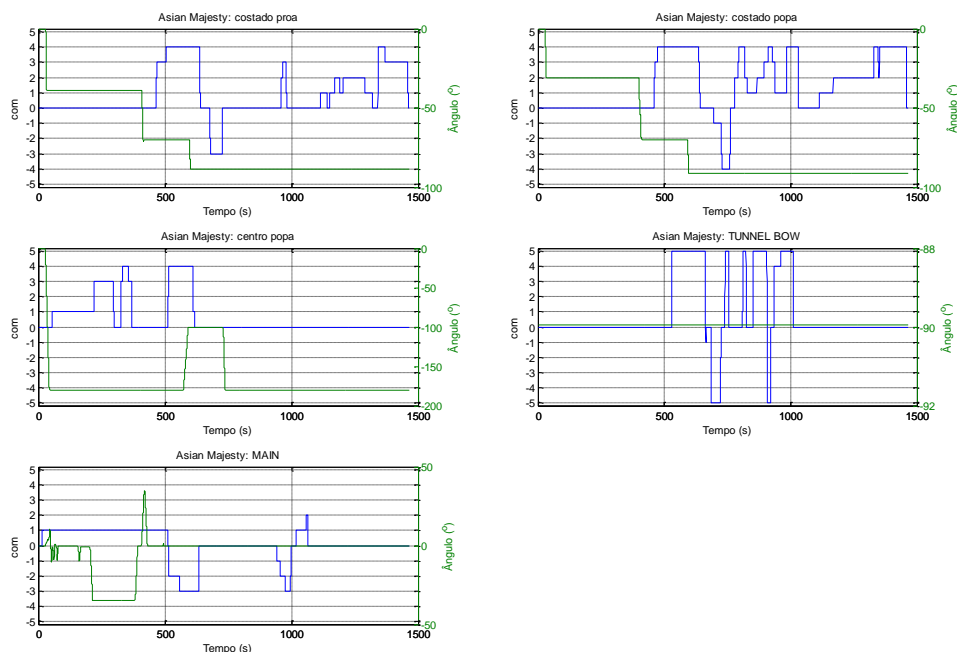
**Resumo:**



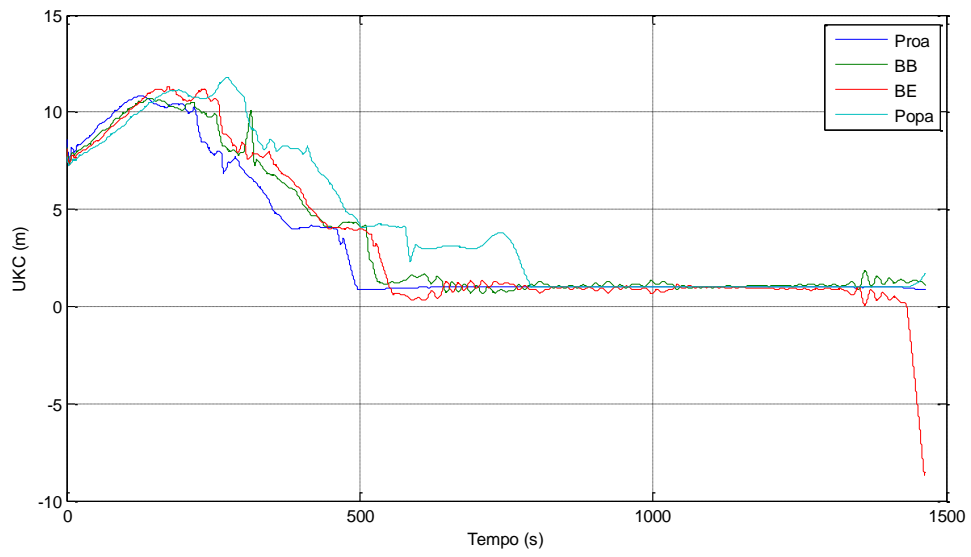
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

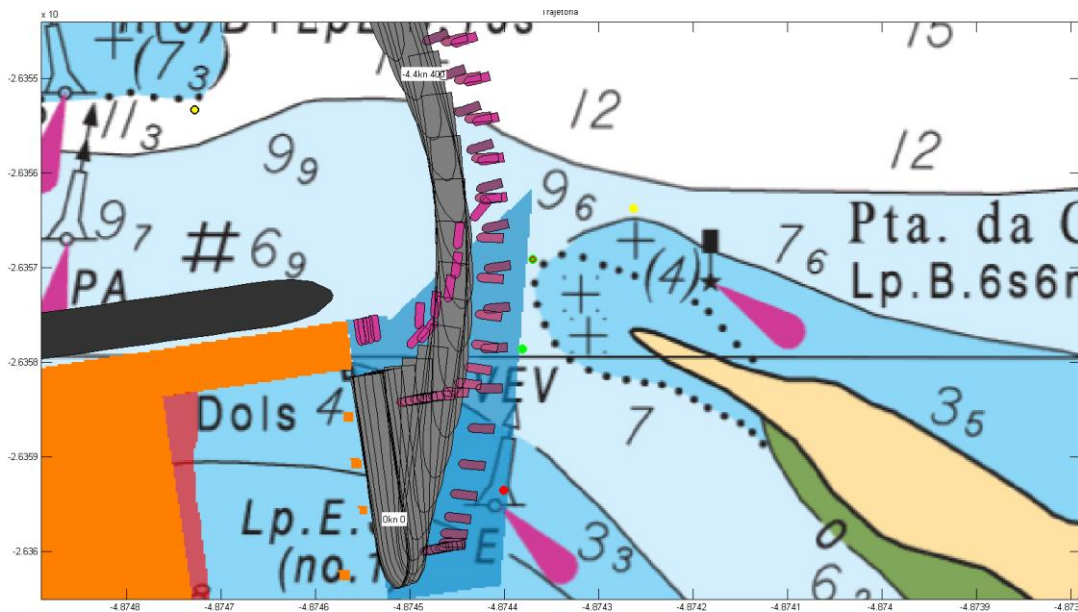
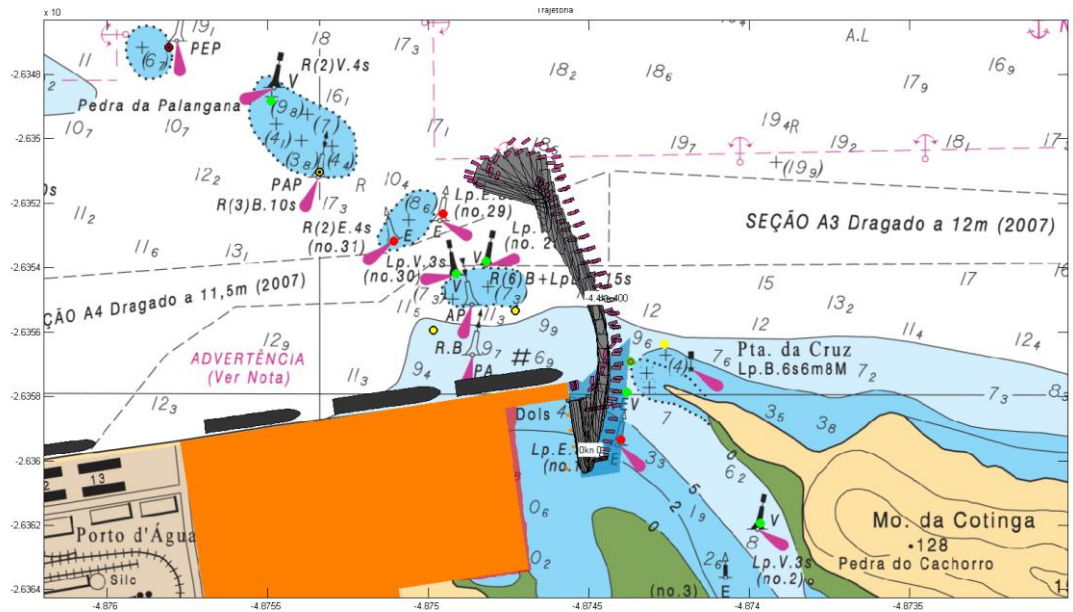


**Gráfico de folga sob a quilha:**



**6.23. Manobra 39**

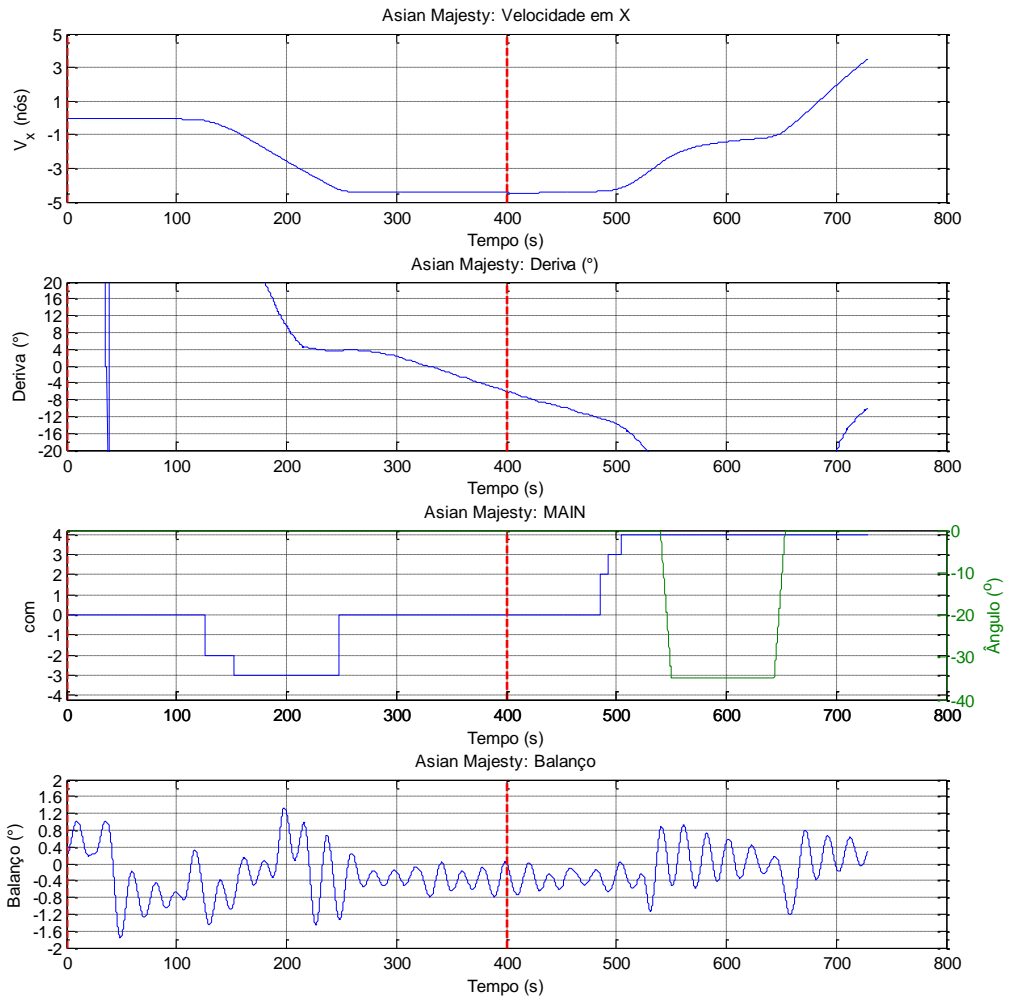
<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



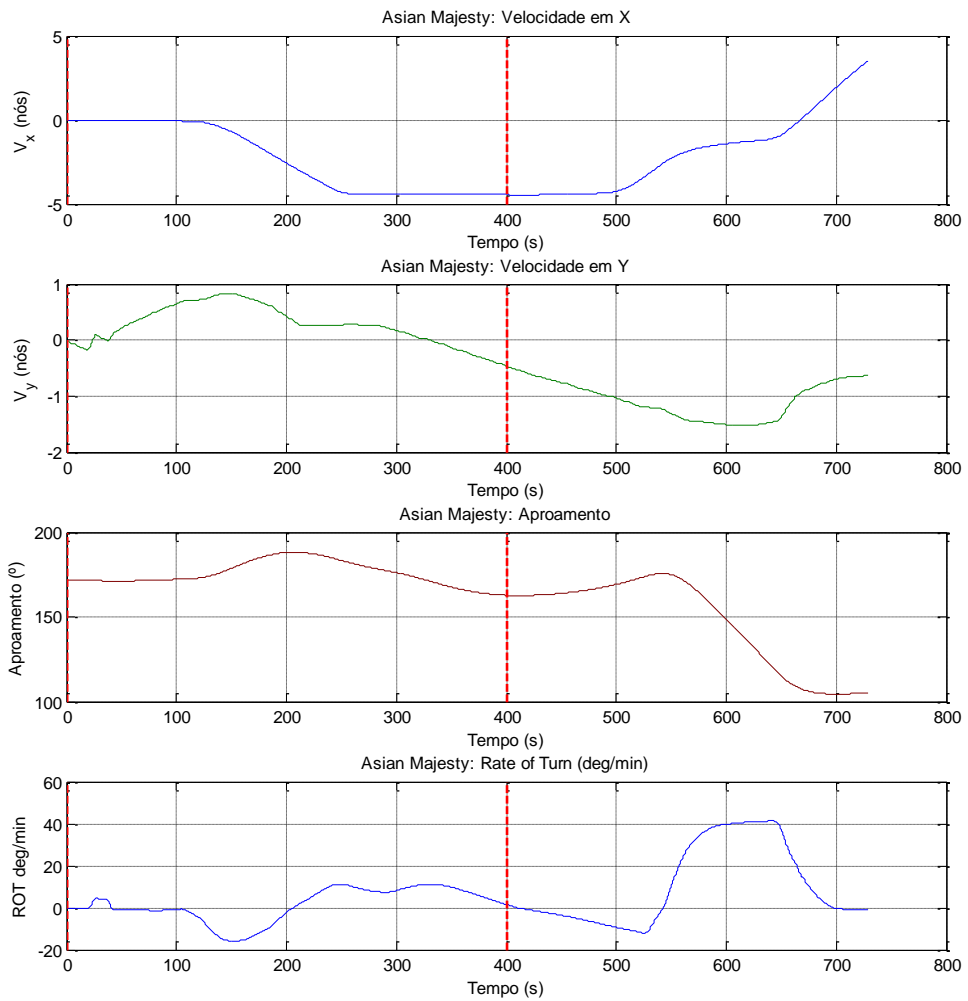
**Comentários:**



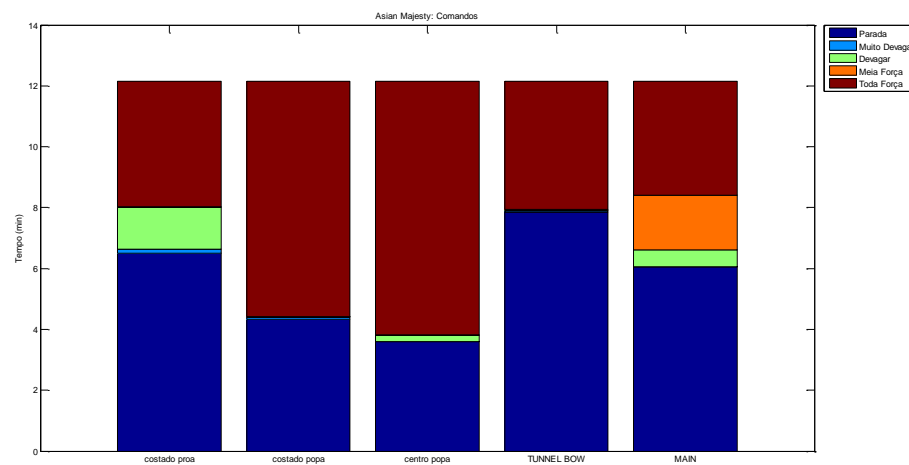
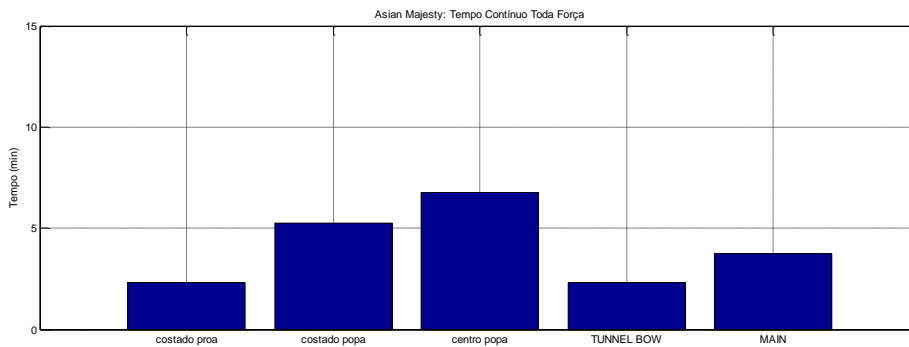
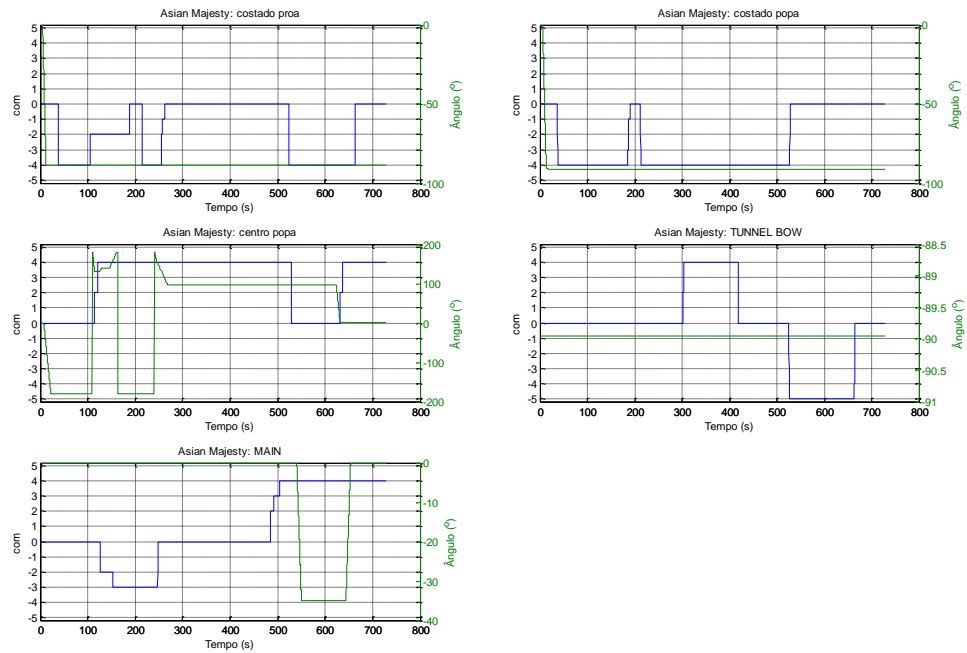
**Resumo:**



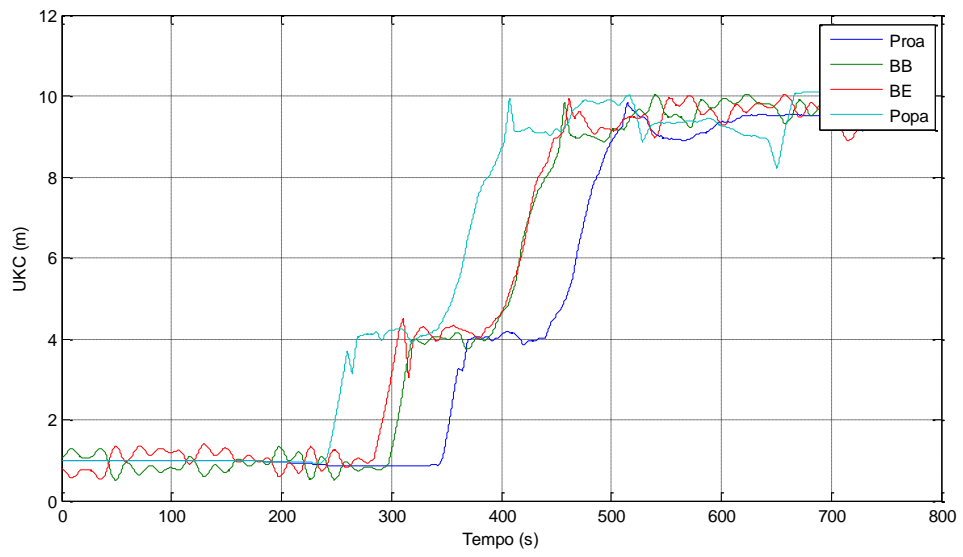
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

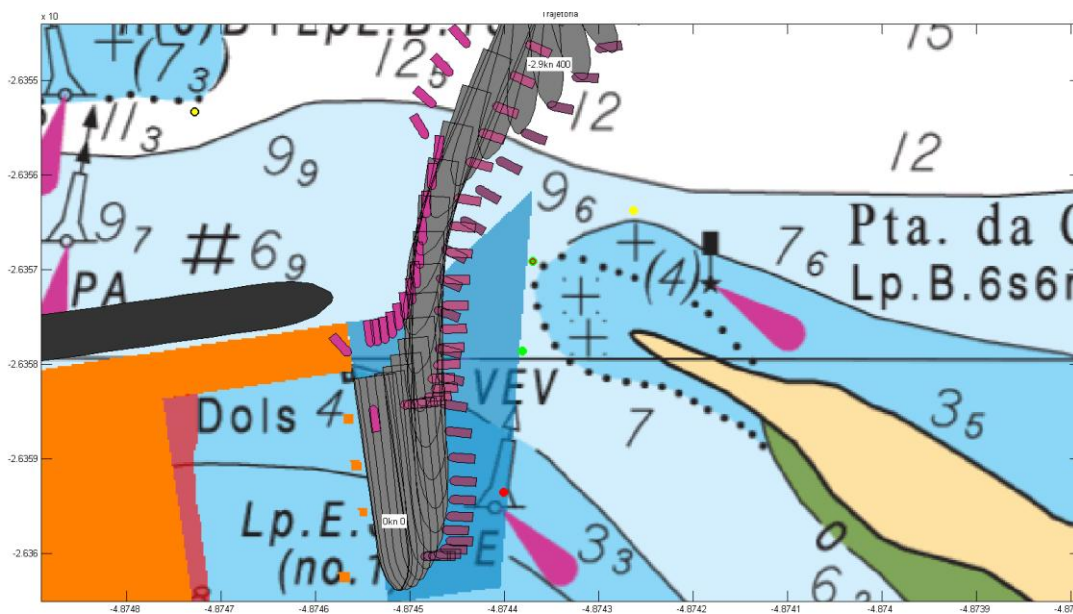
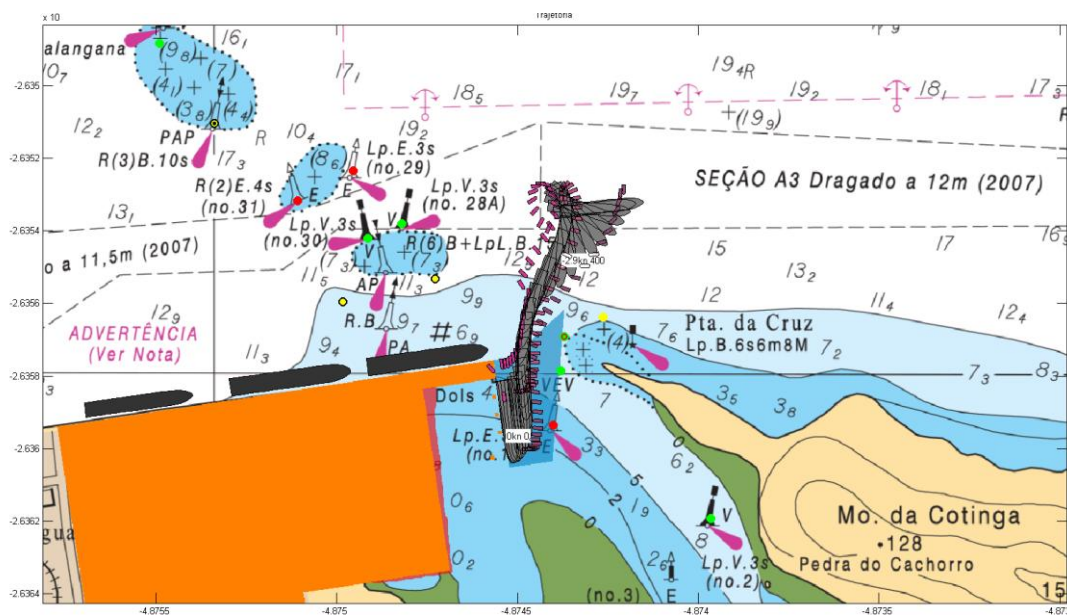


**Gráfico de folga sob a quilha:**



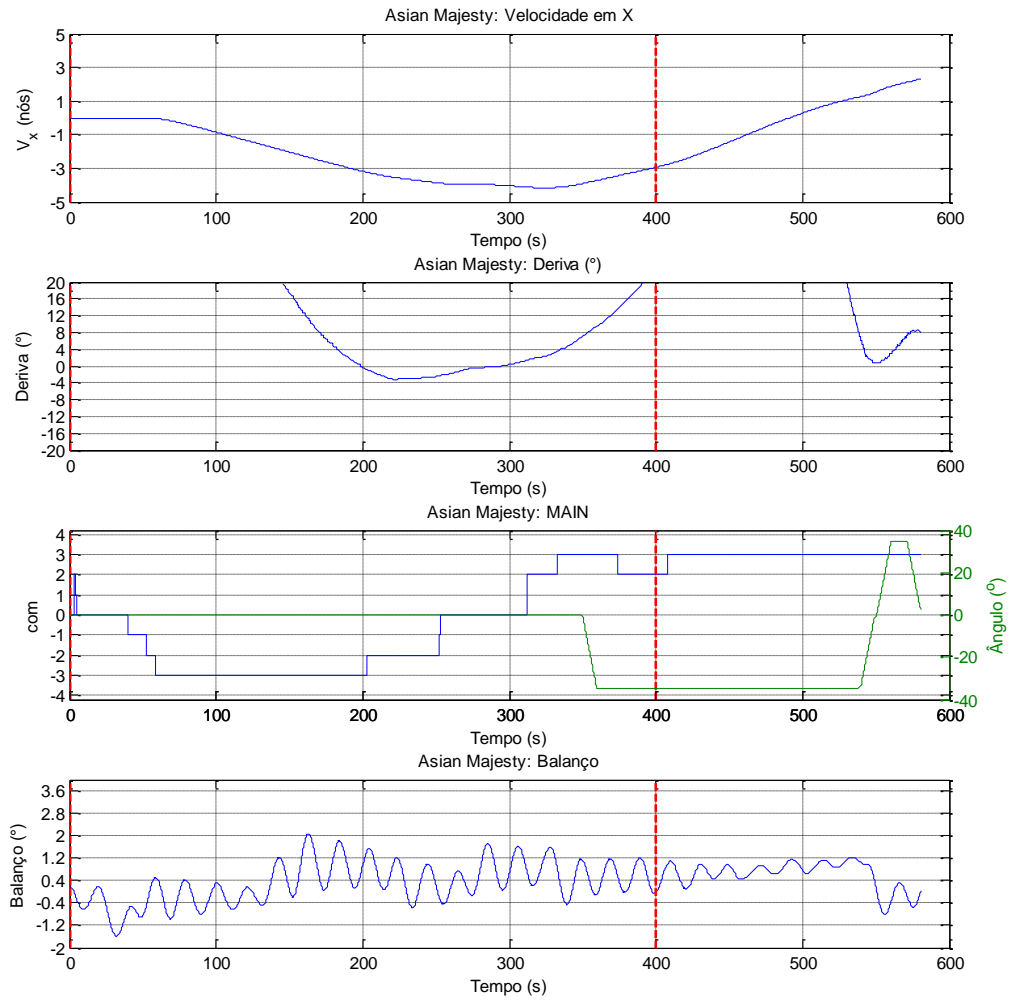
**6.24. Manobra 40**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



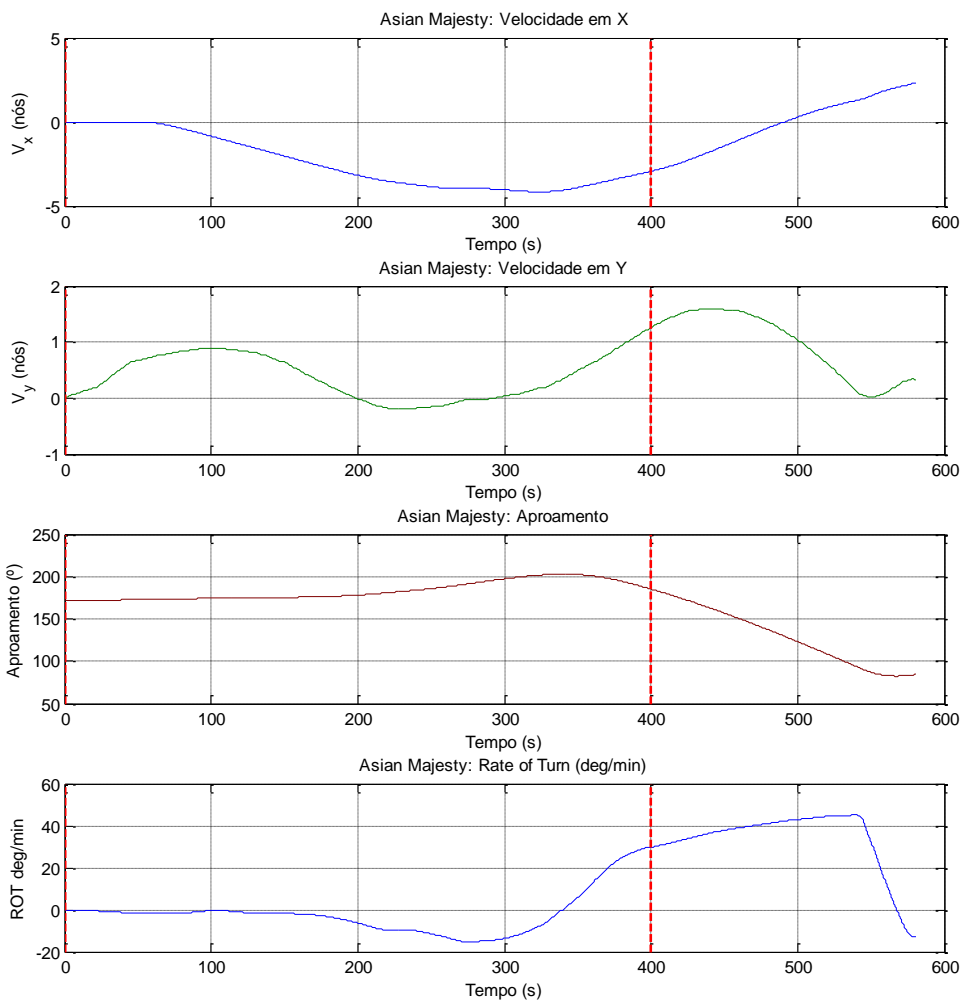
**Comentários:**

**Resumo:**

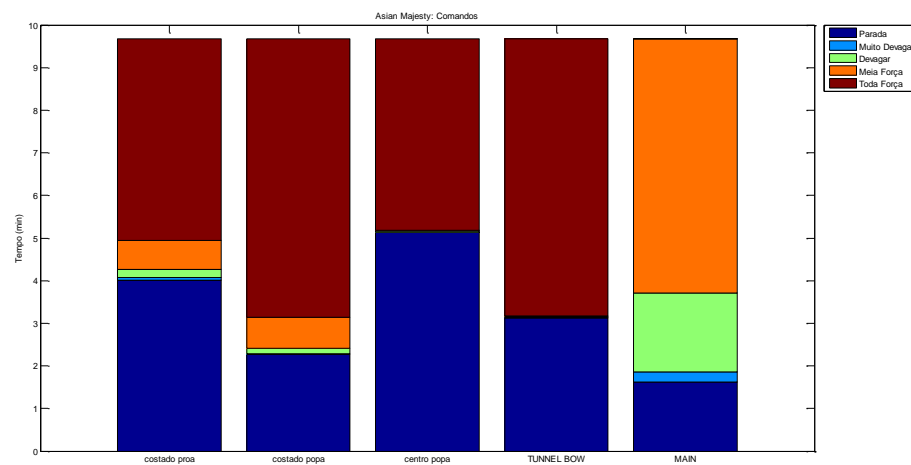
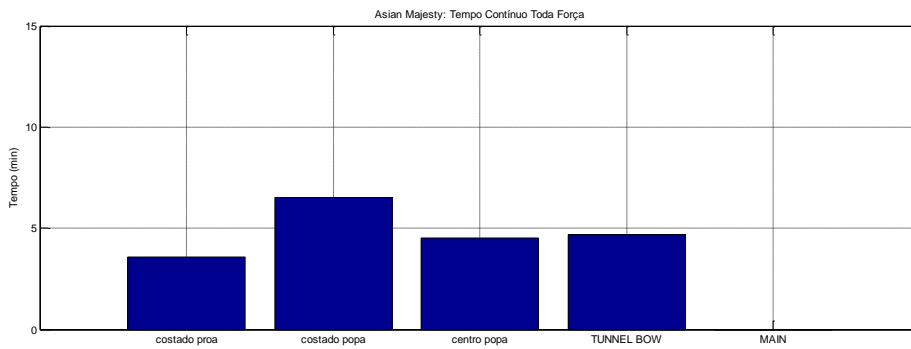
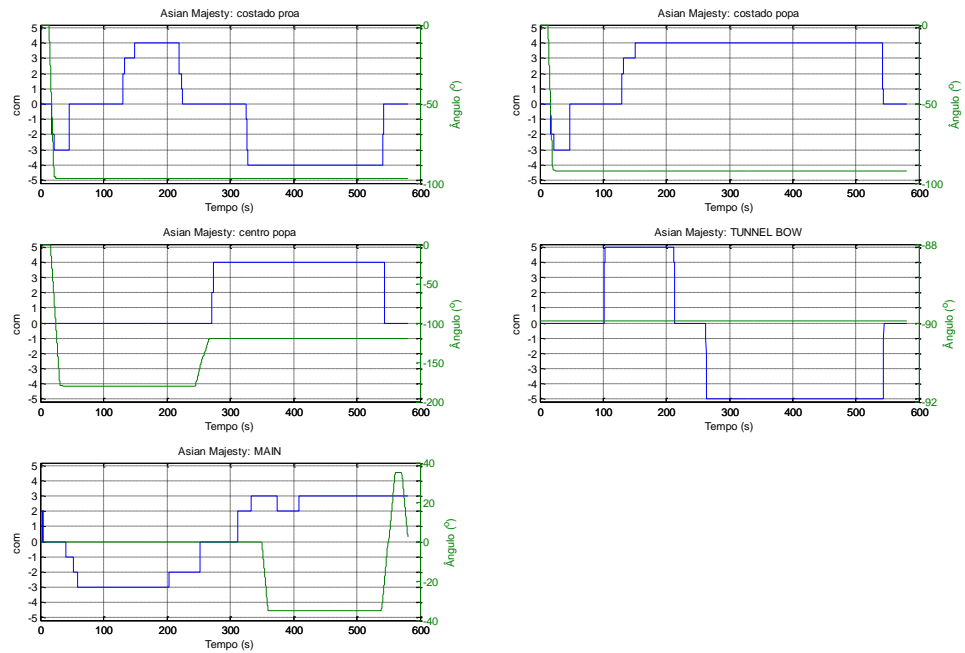




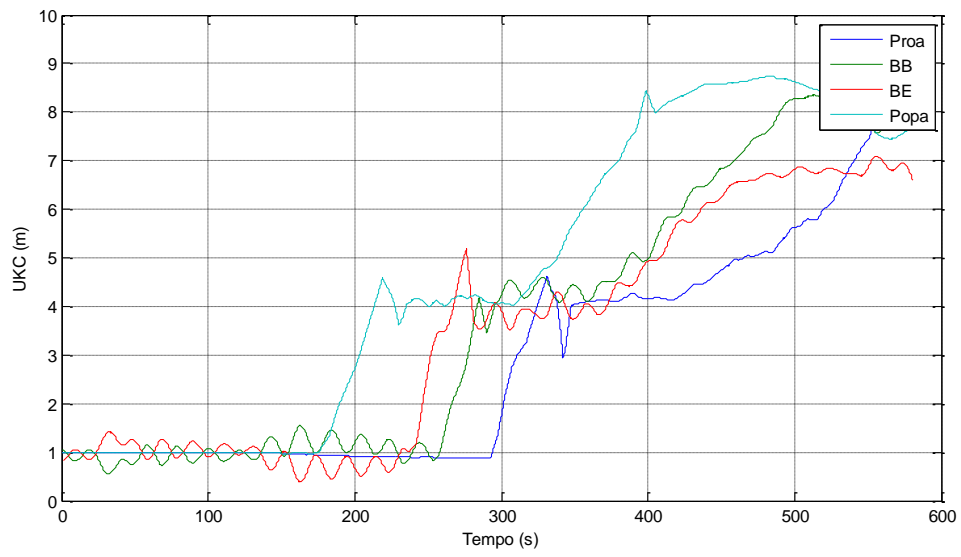
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

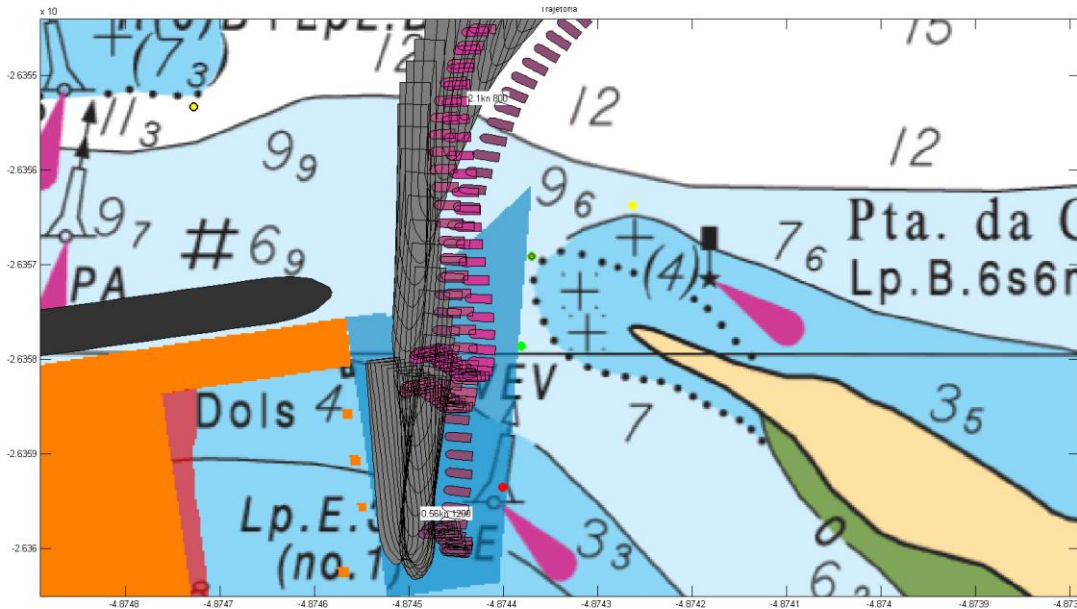
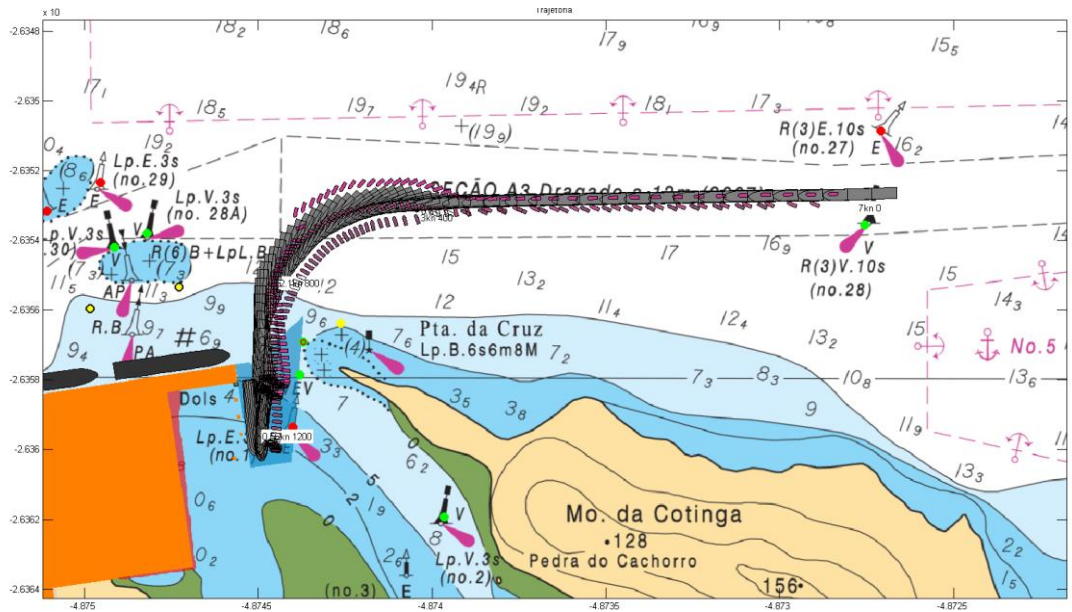


**Gráfico de folga sob a quilha:**



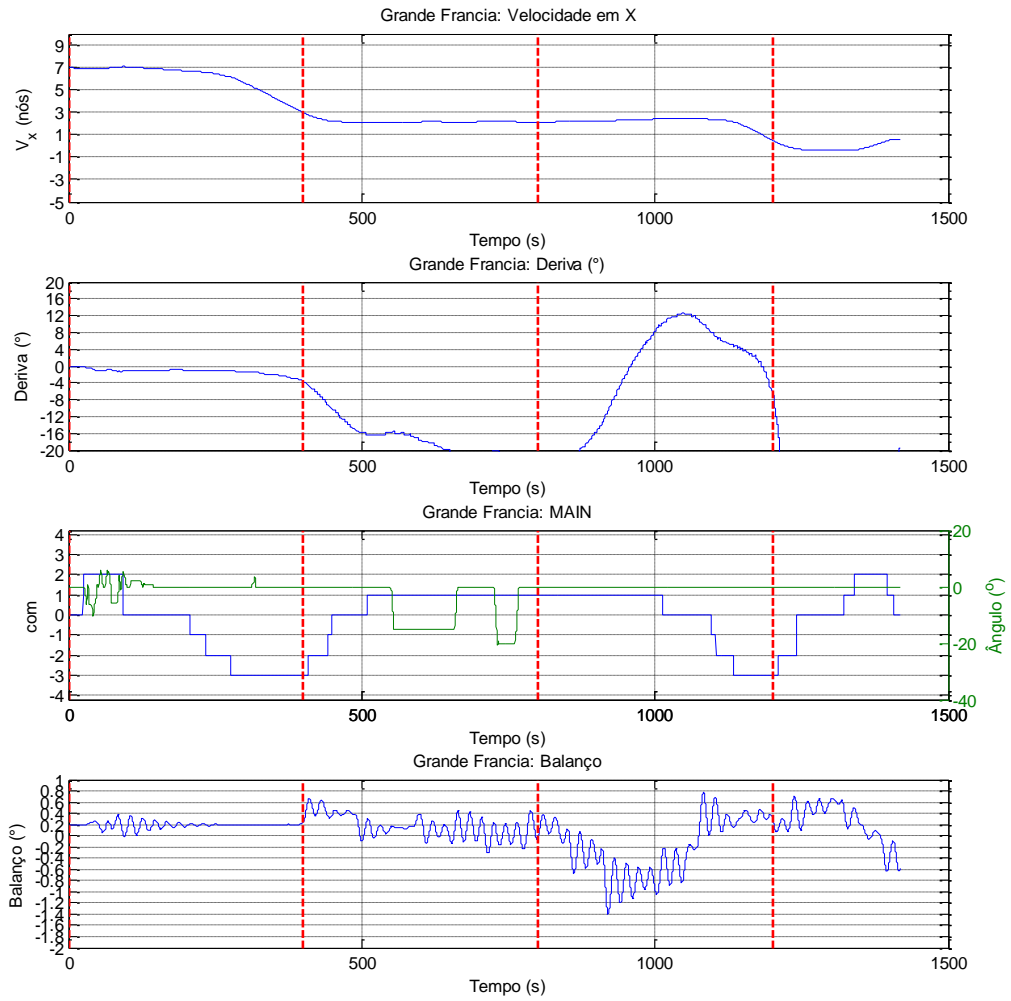
**6.25. Manobra 41**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

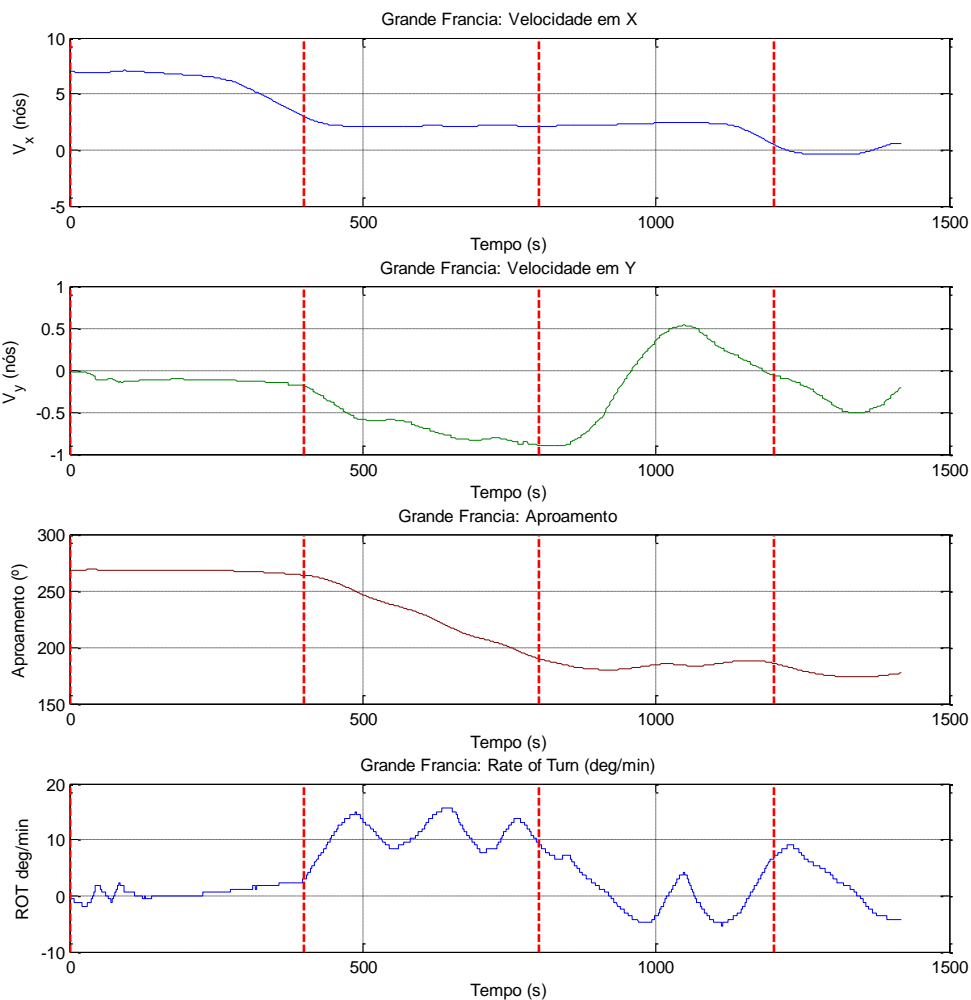


**Comentários:**

**Resumo:**

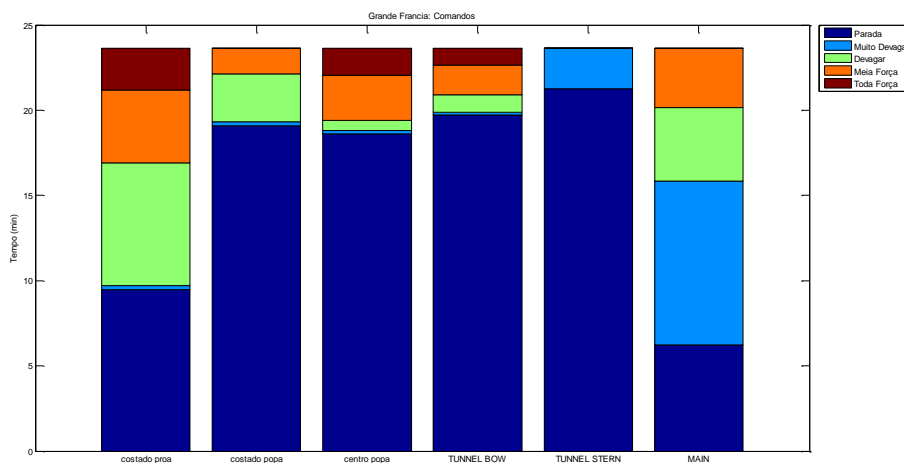
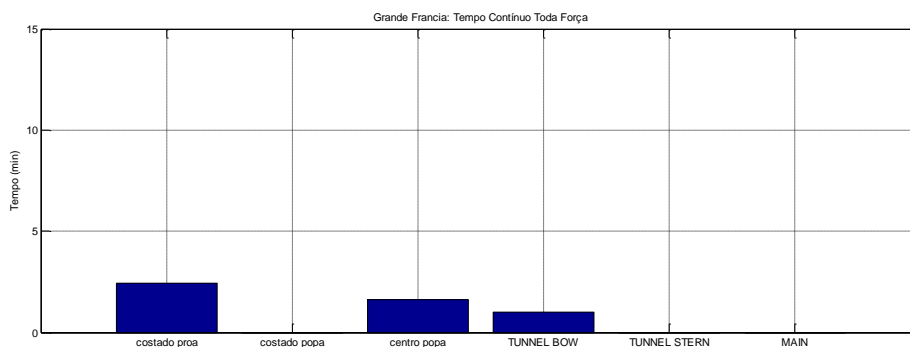
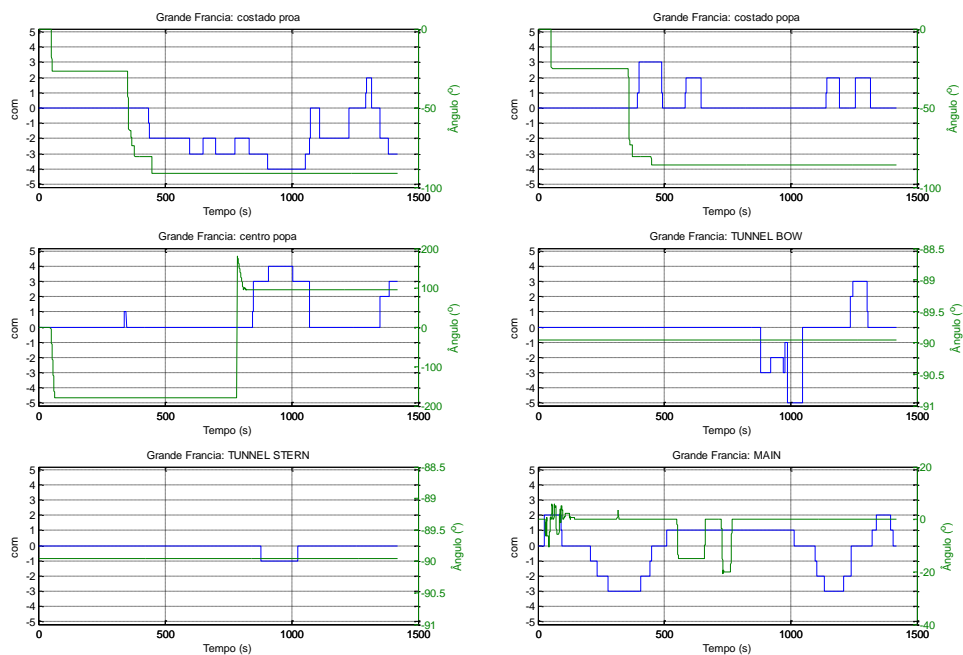


**Velocidades e Aproamento:**

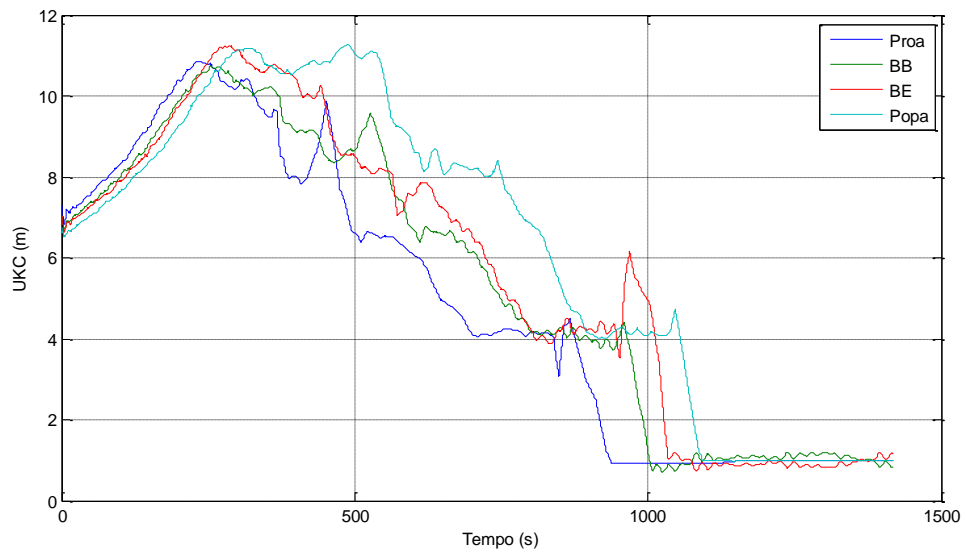




**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

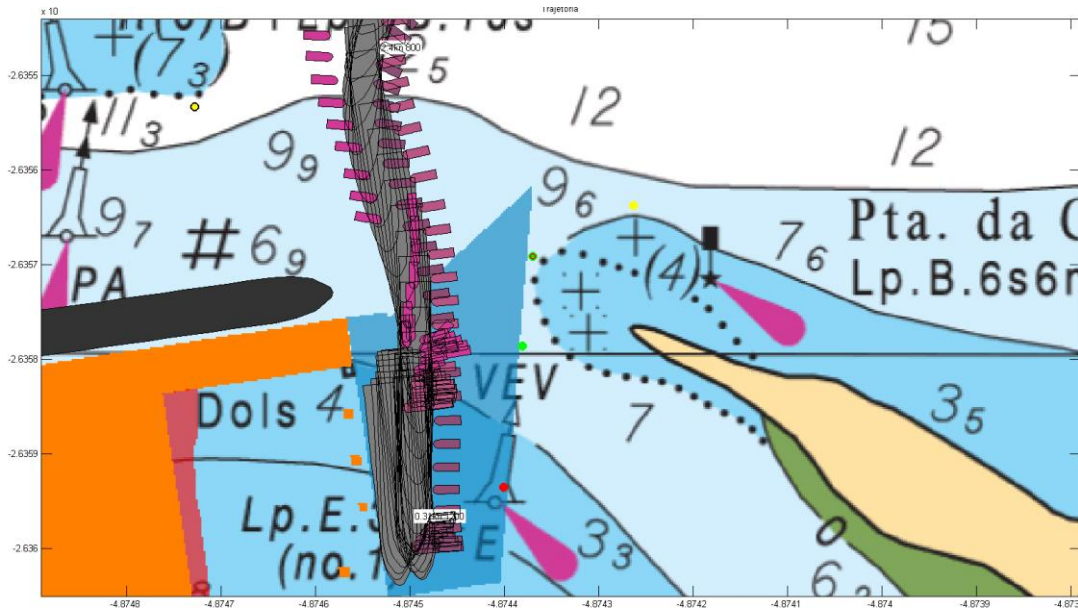
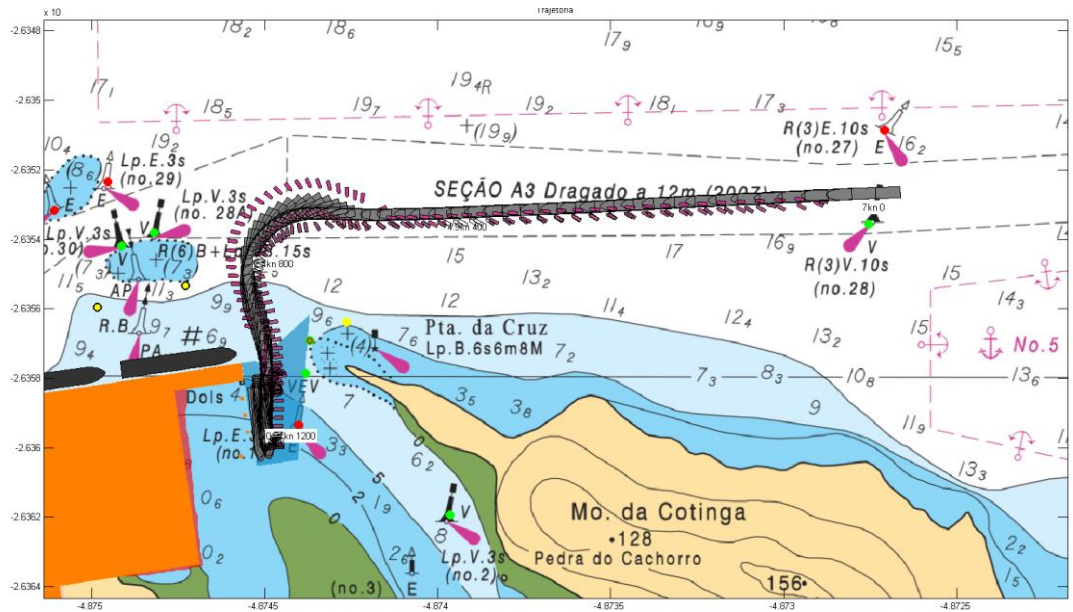


**Gráfico de folga sob a quilha:**



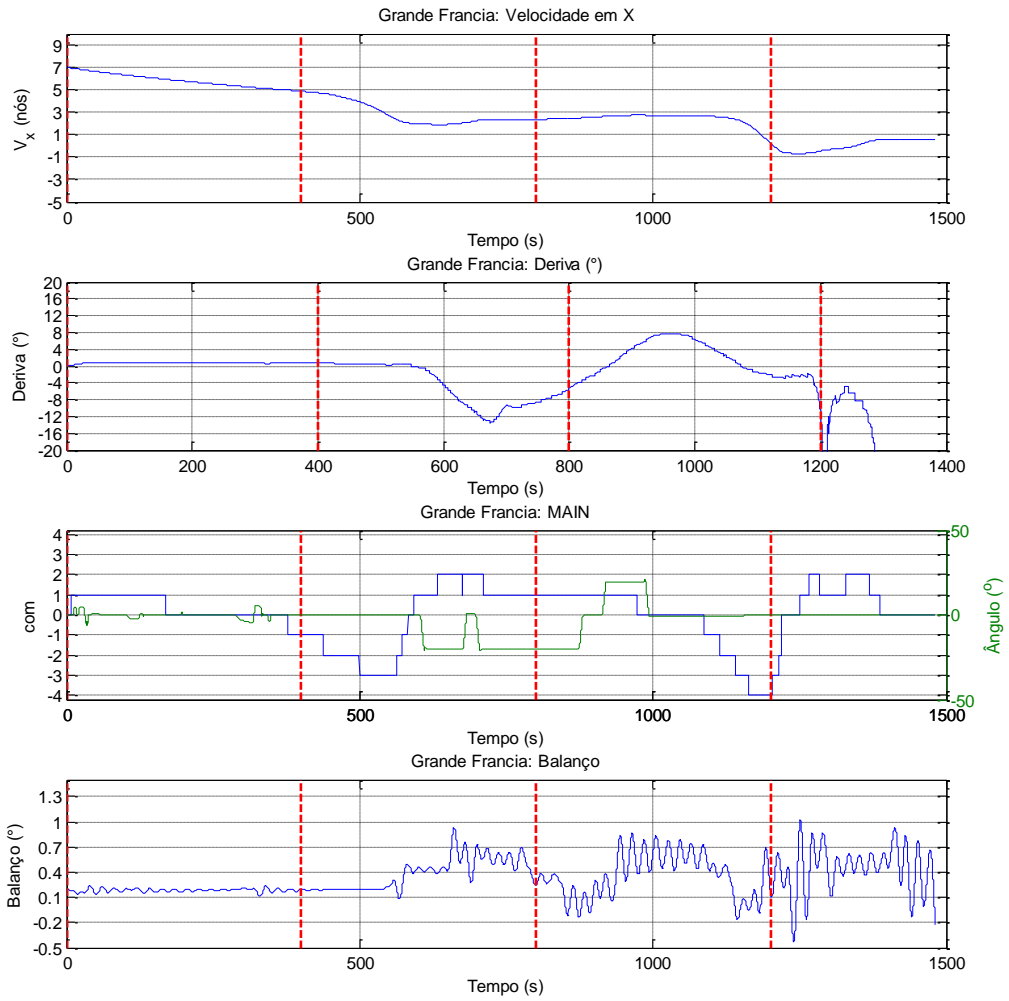
6.26. Manobra 42

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

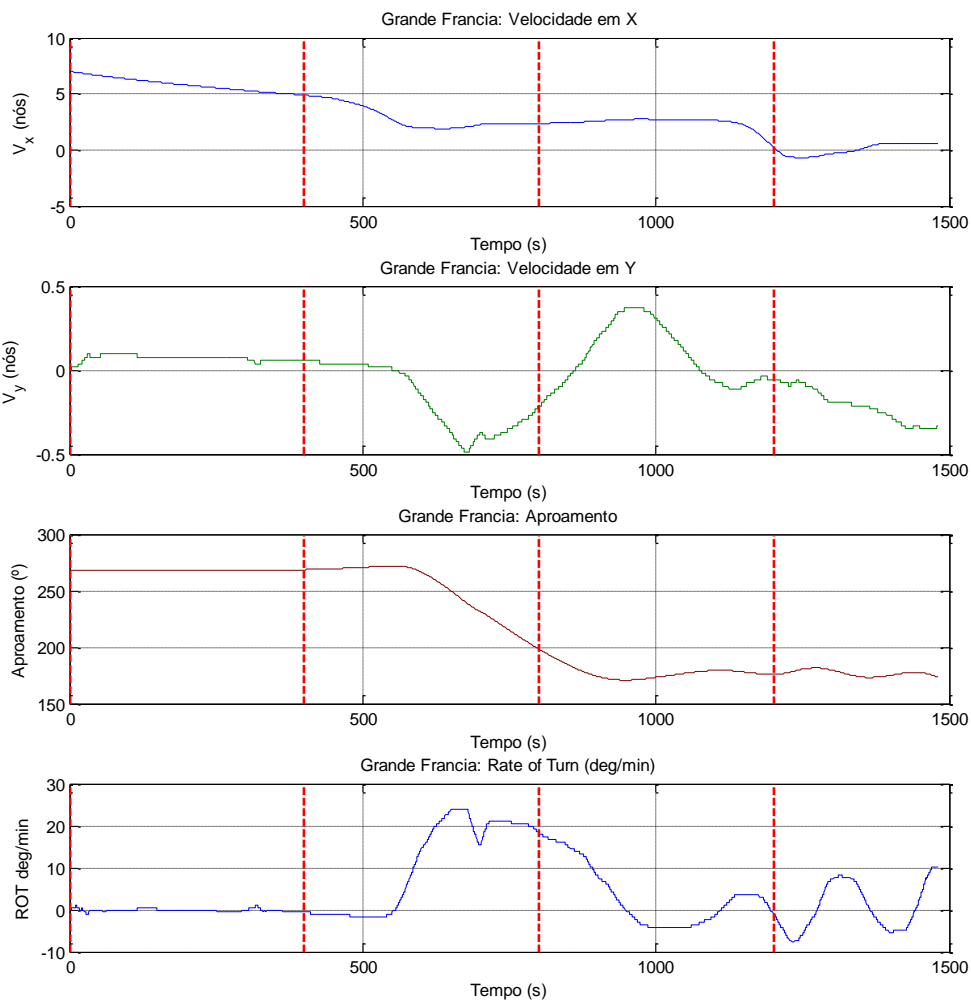


**Comentários:**

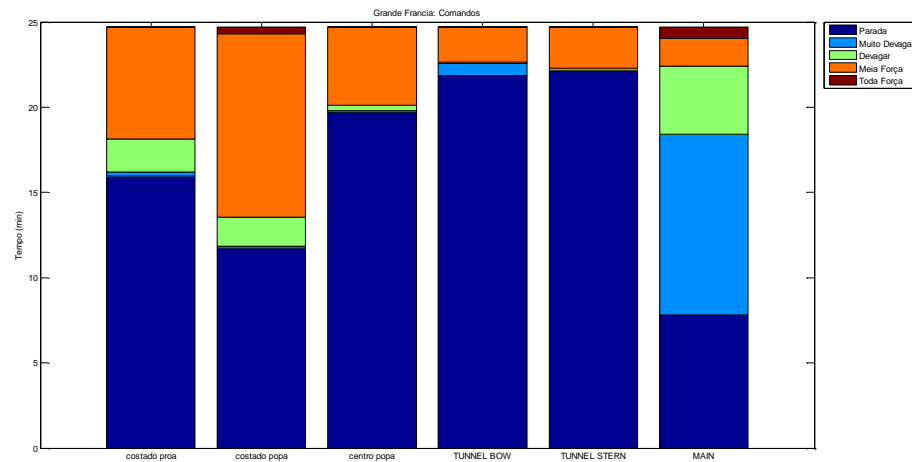
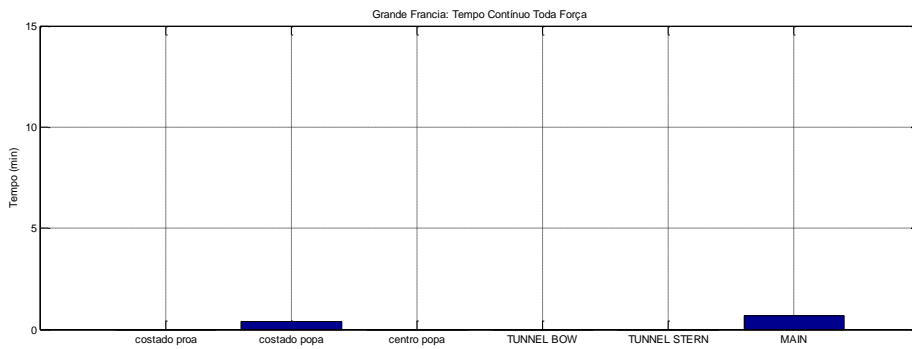
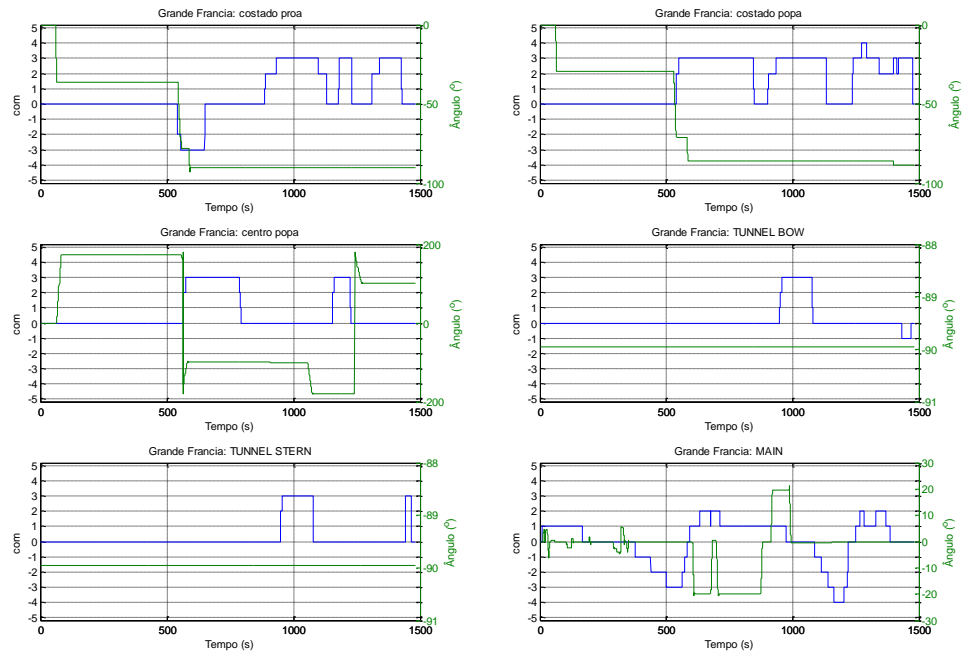
**Resumo:**



**Velocidades e Aproamento:**

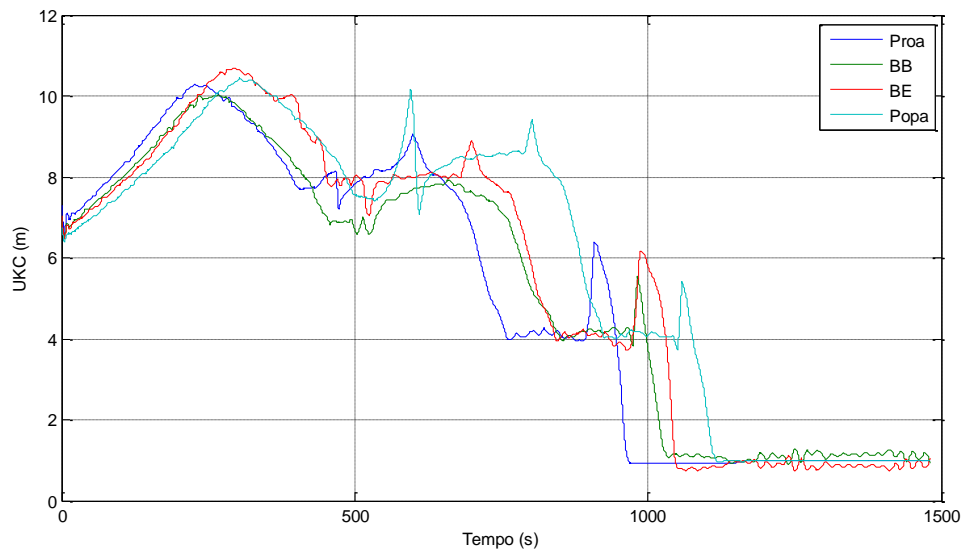


**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



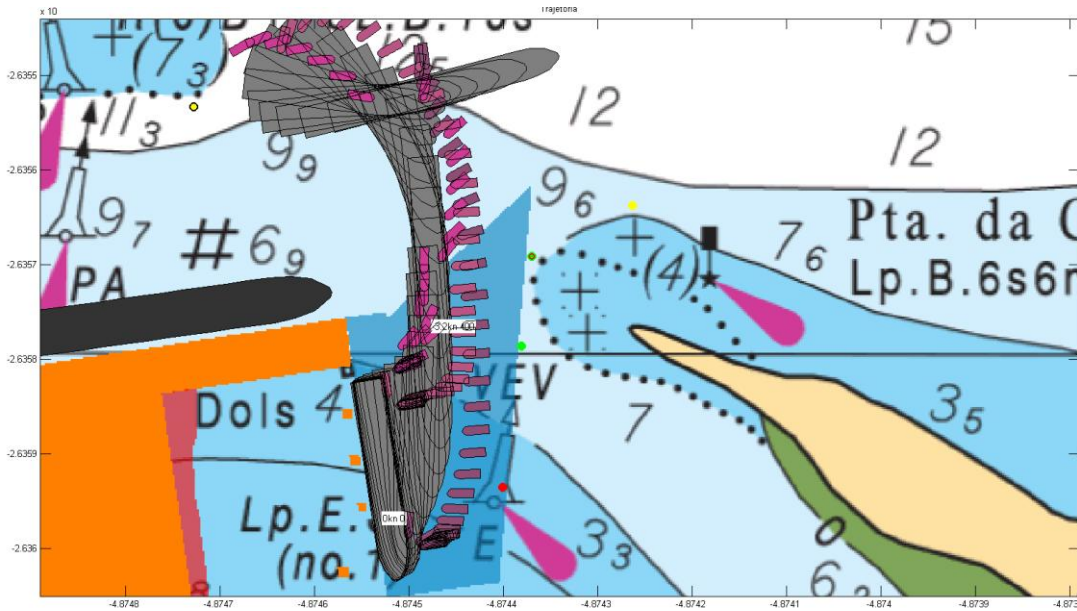
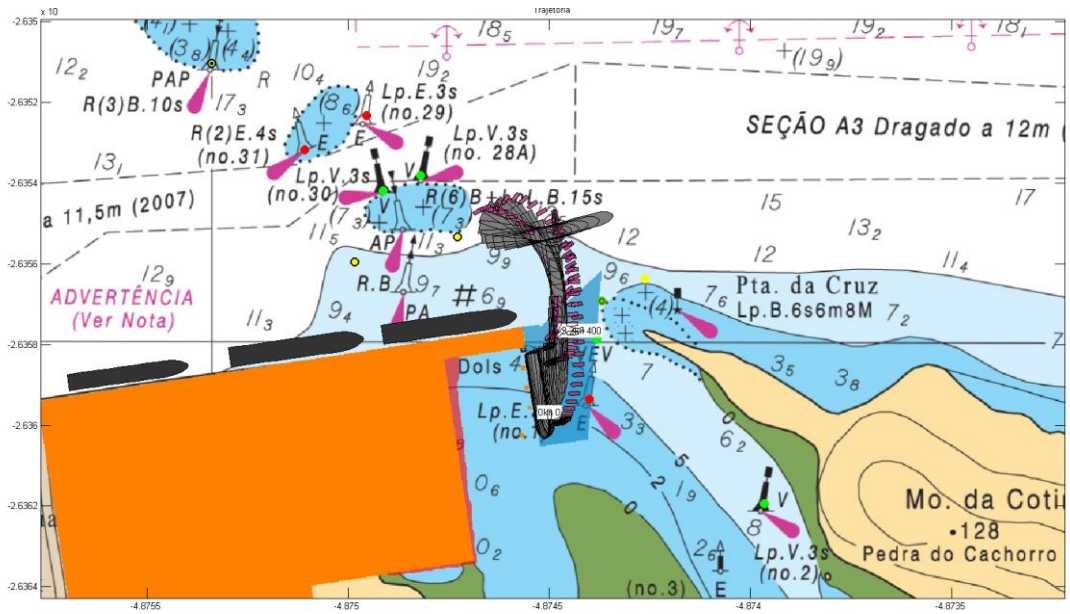


**Gráfico de folga sob a quilha:**



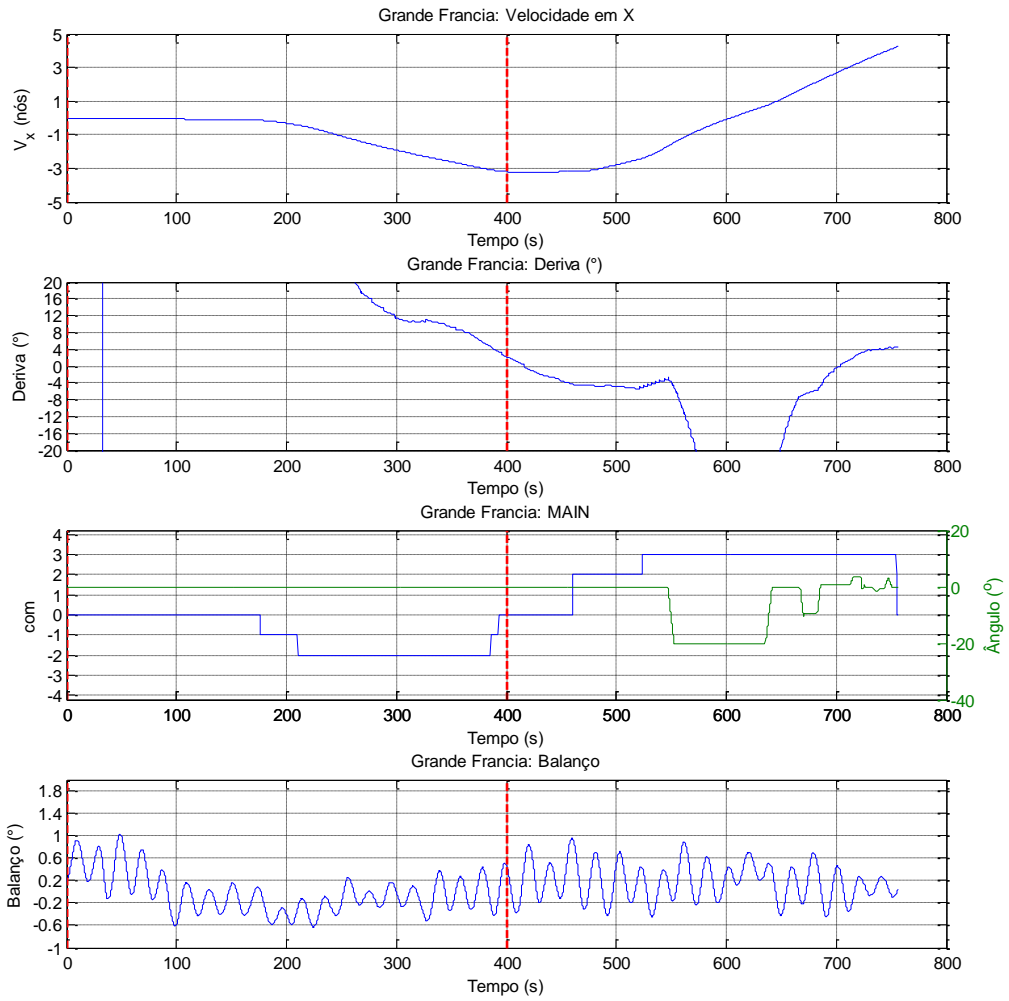
**6.27. Manobra 43**

<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

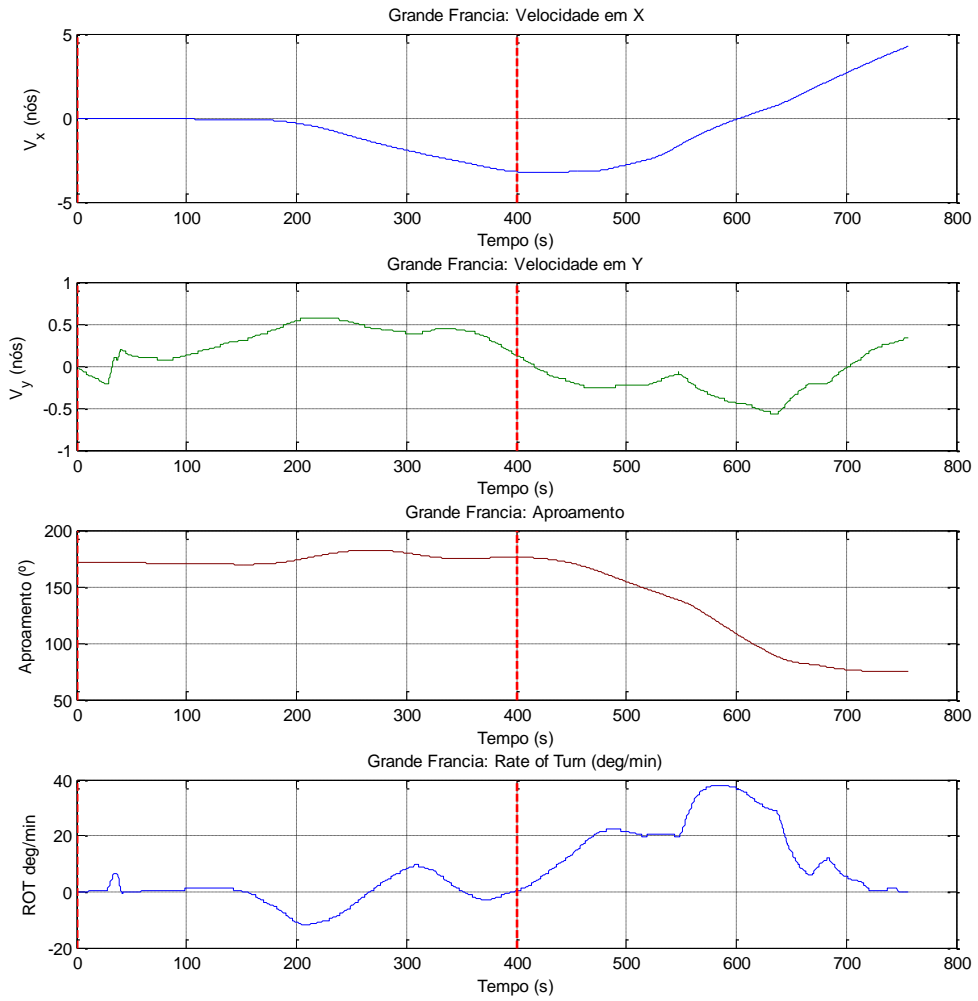


**Comentários:**

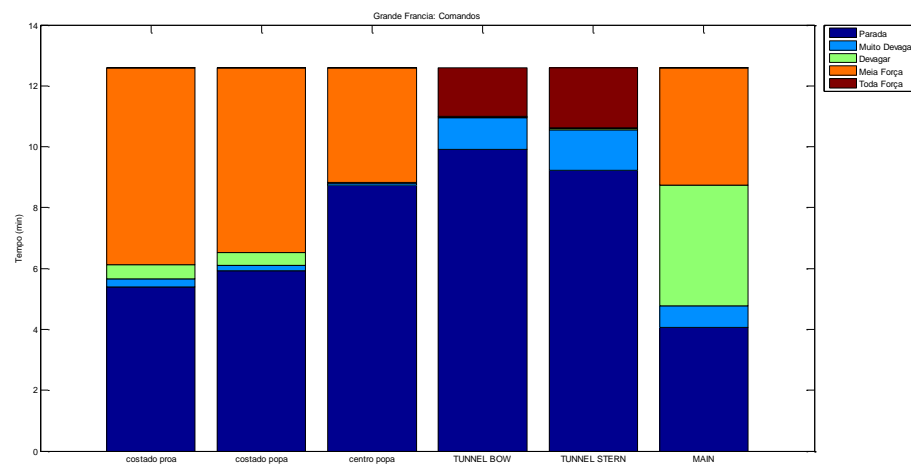
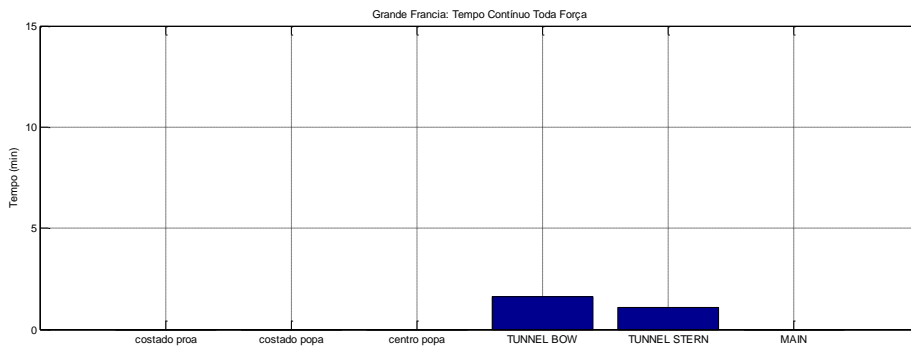
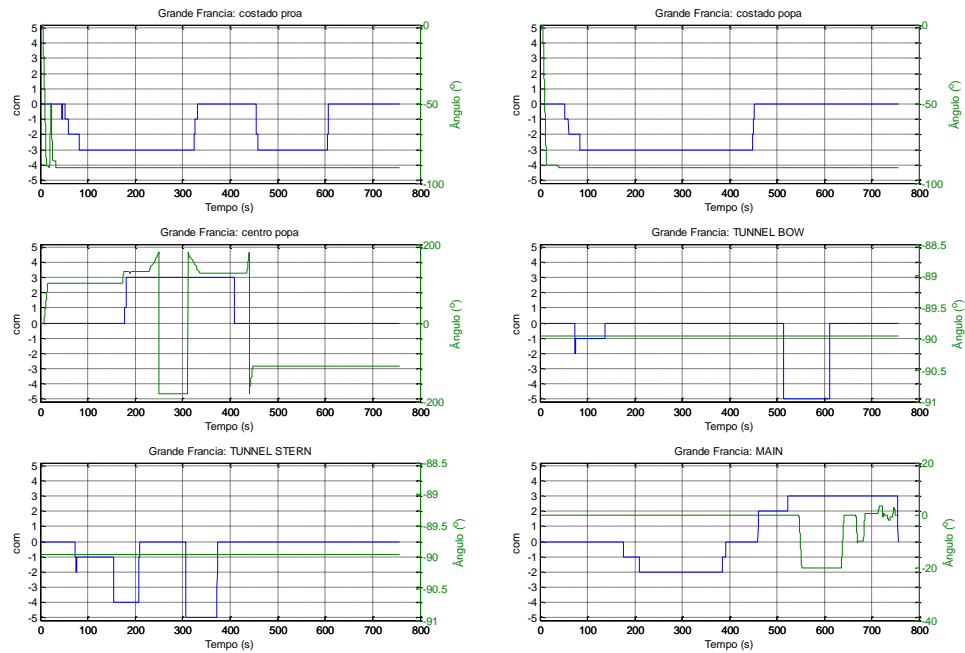
**Resumo:**



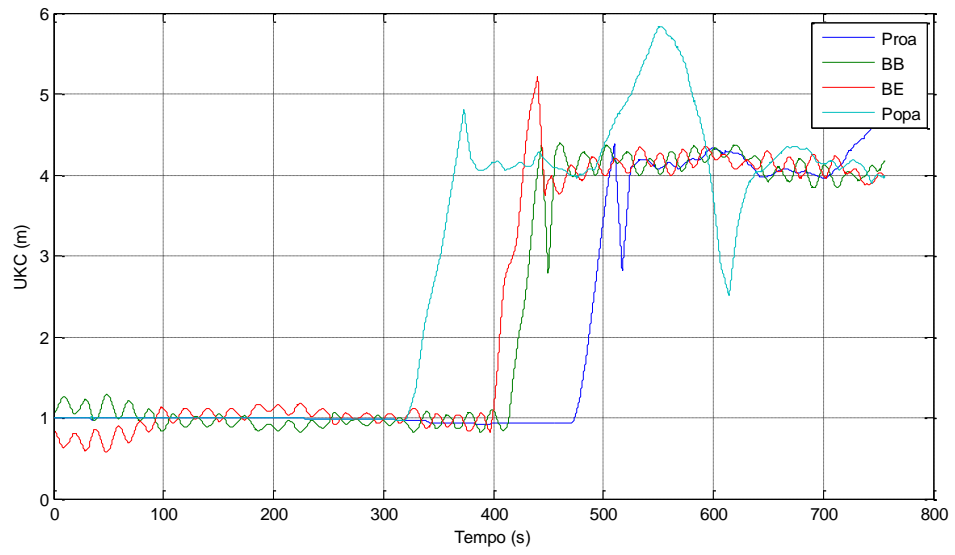
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



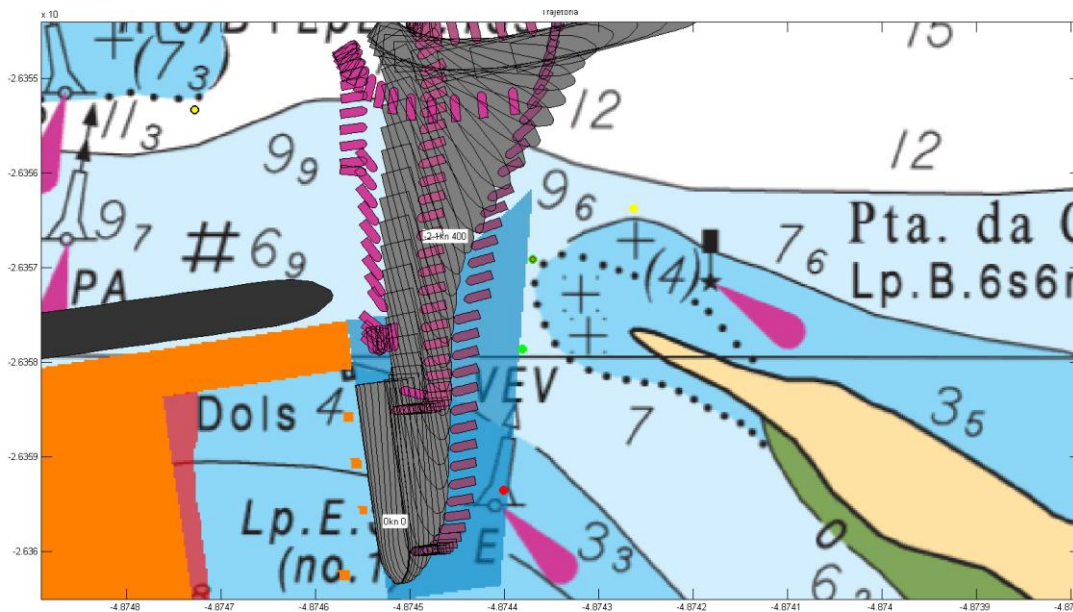
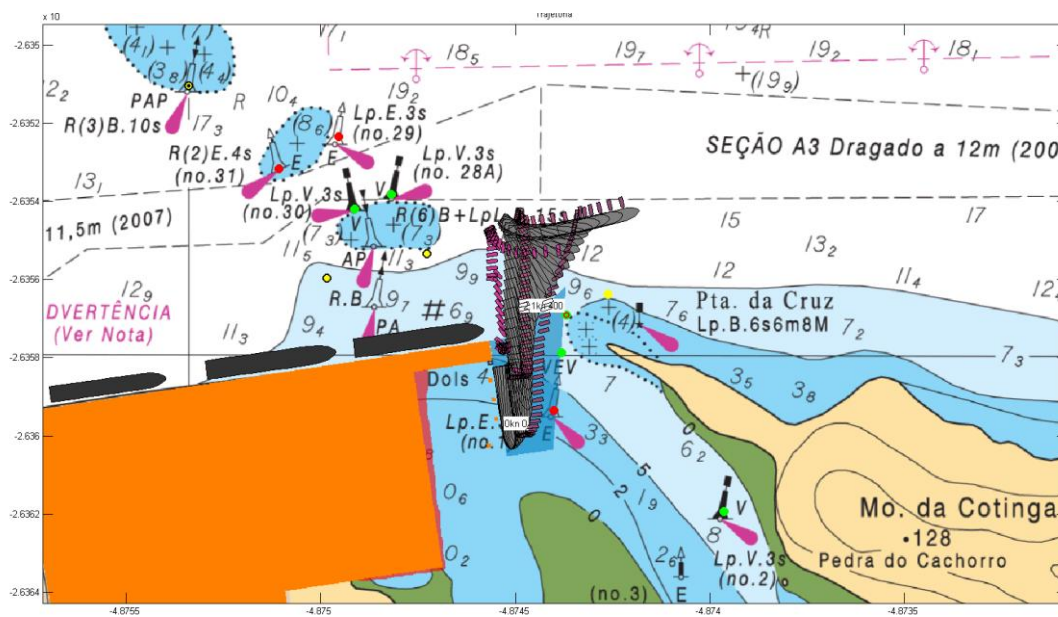
**Gráfico de folga sob a quilha:**





**6.28. Manobra 44**

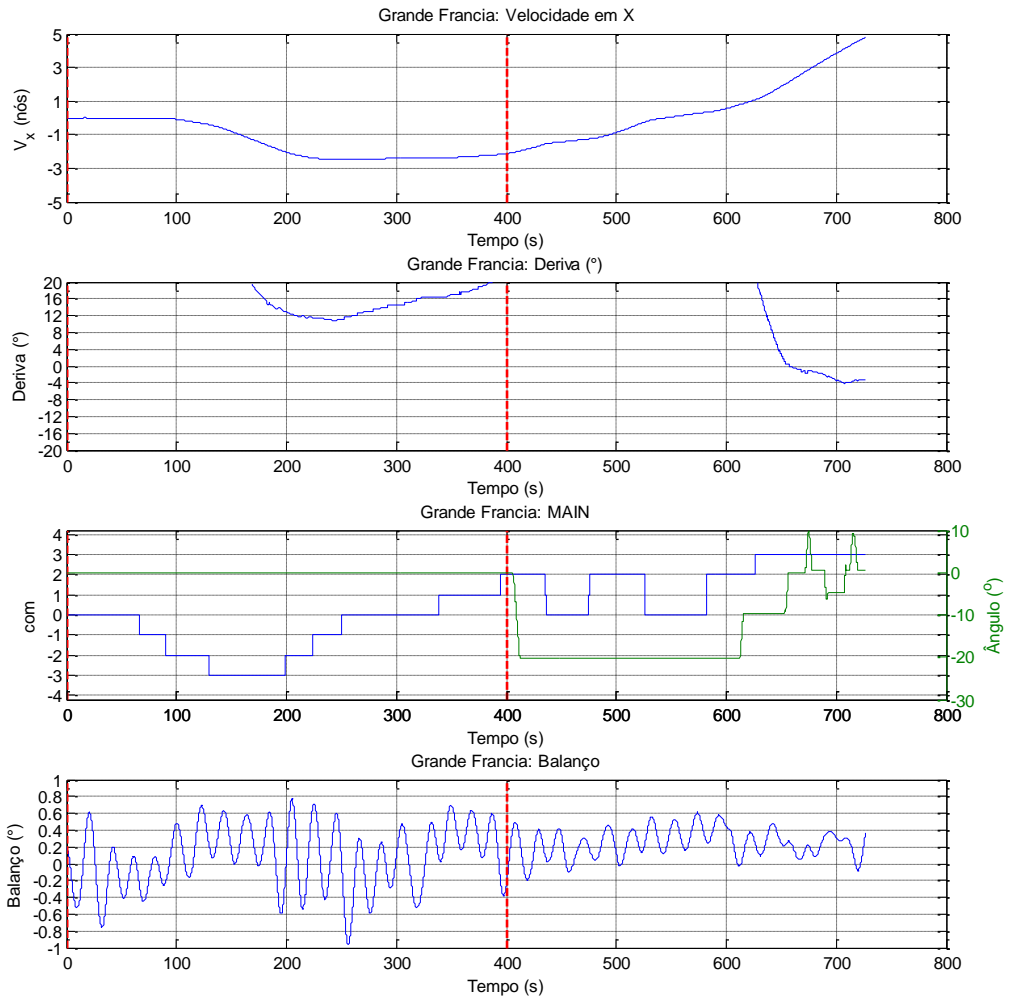
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



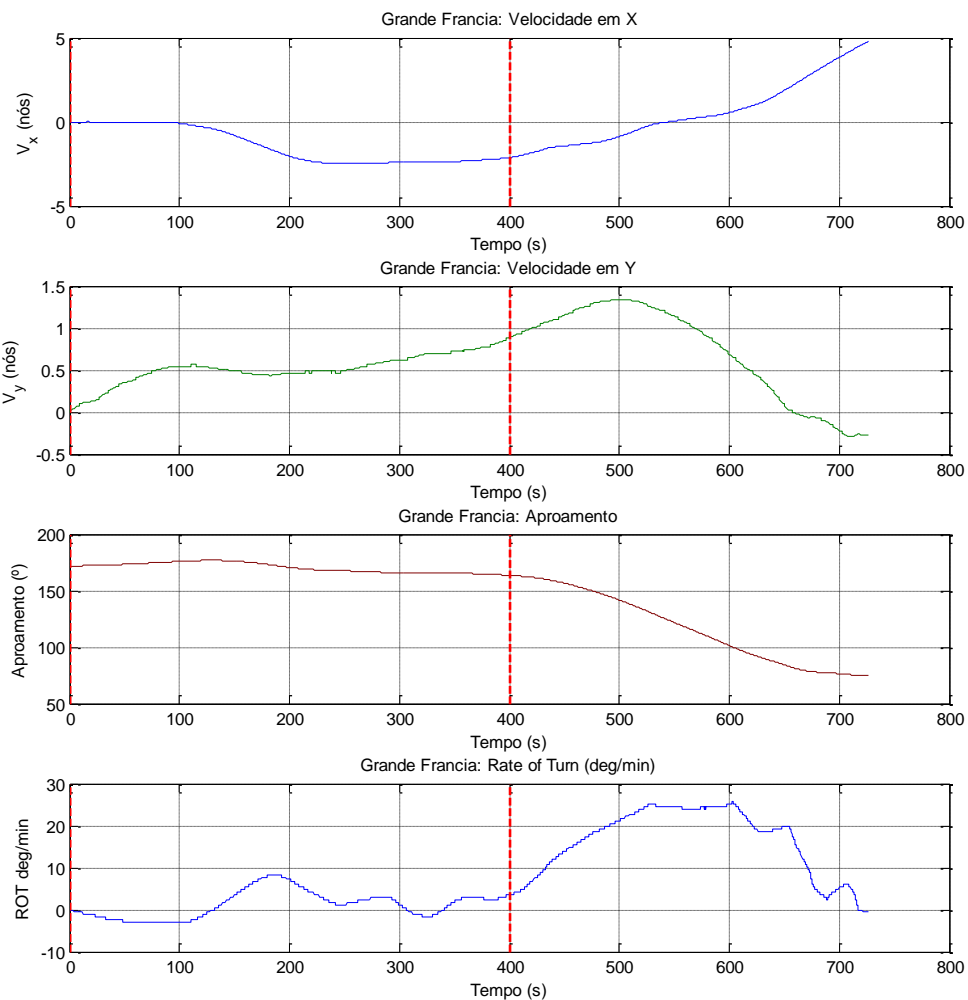
**Comentários:**



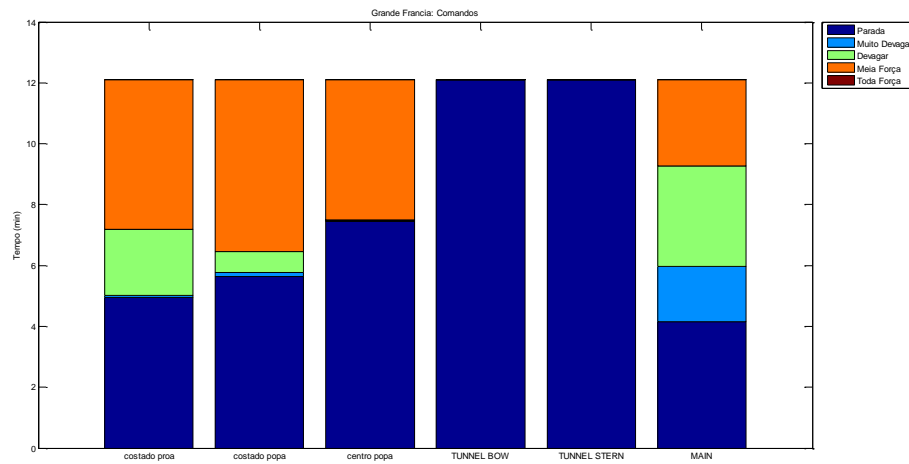
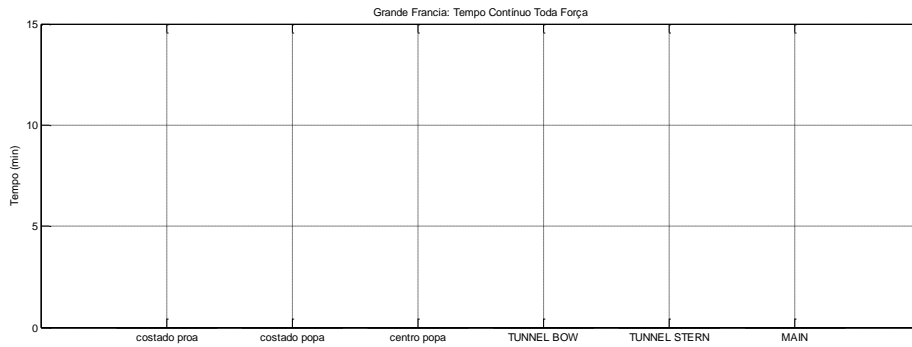
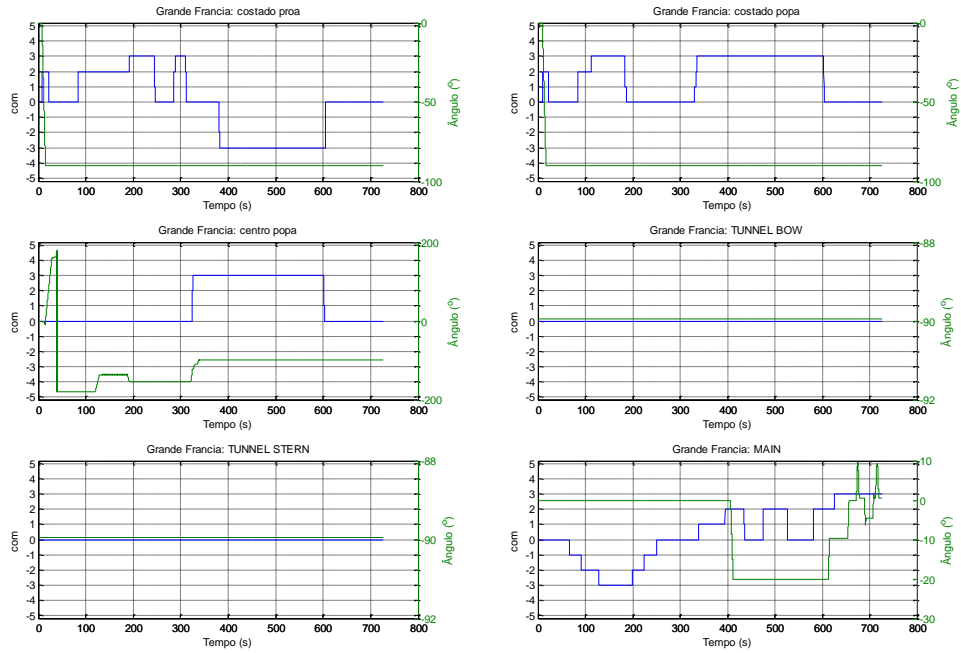
**Resumo:**



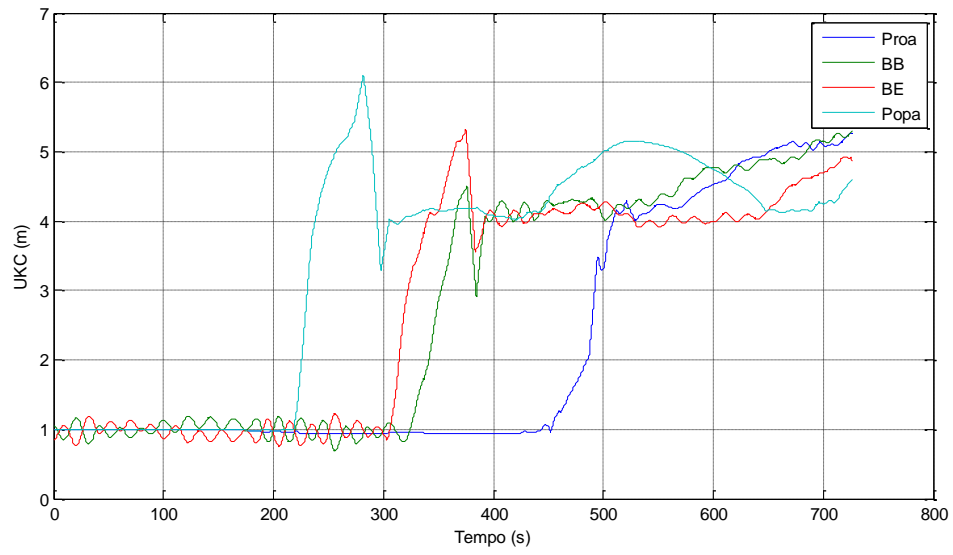
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

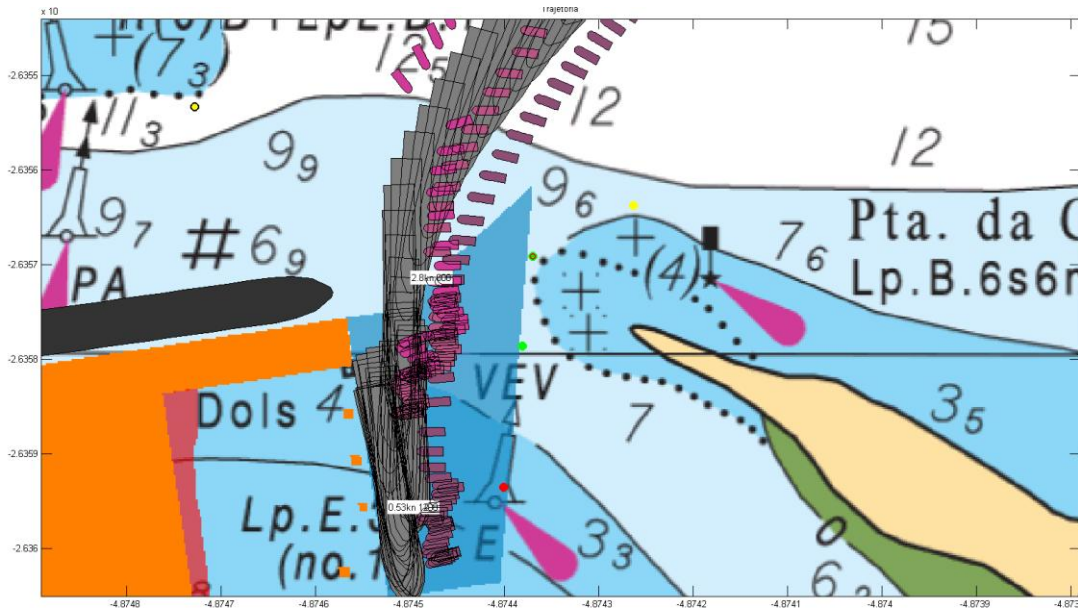
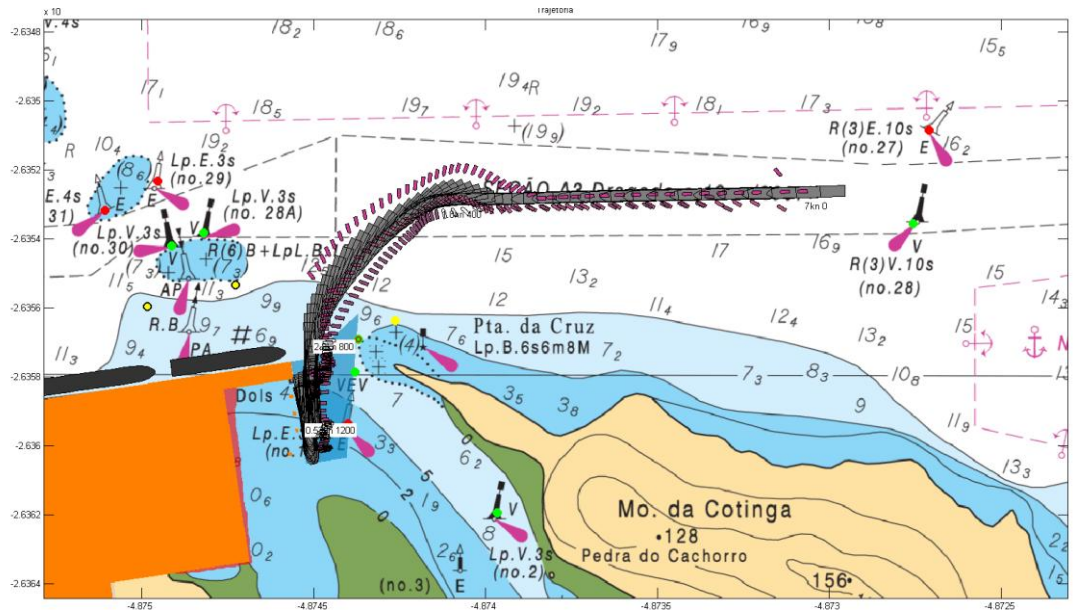


**Gráfico de folga sob a quilha:**



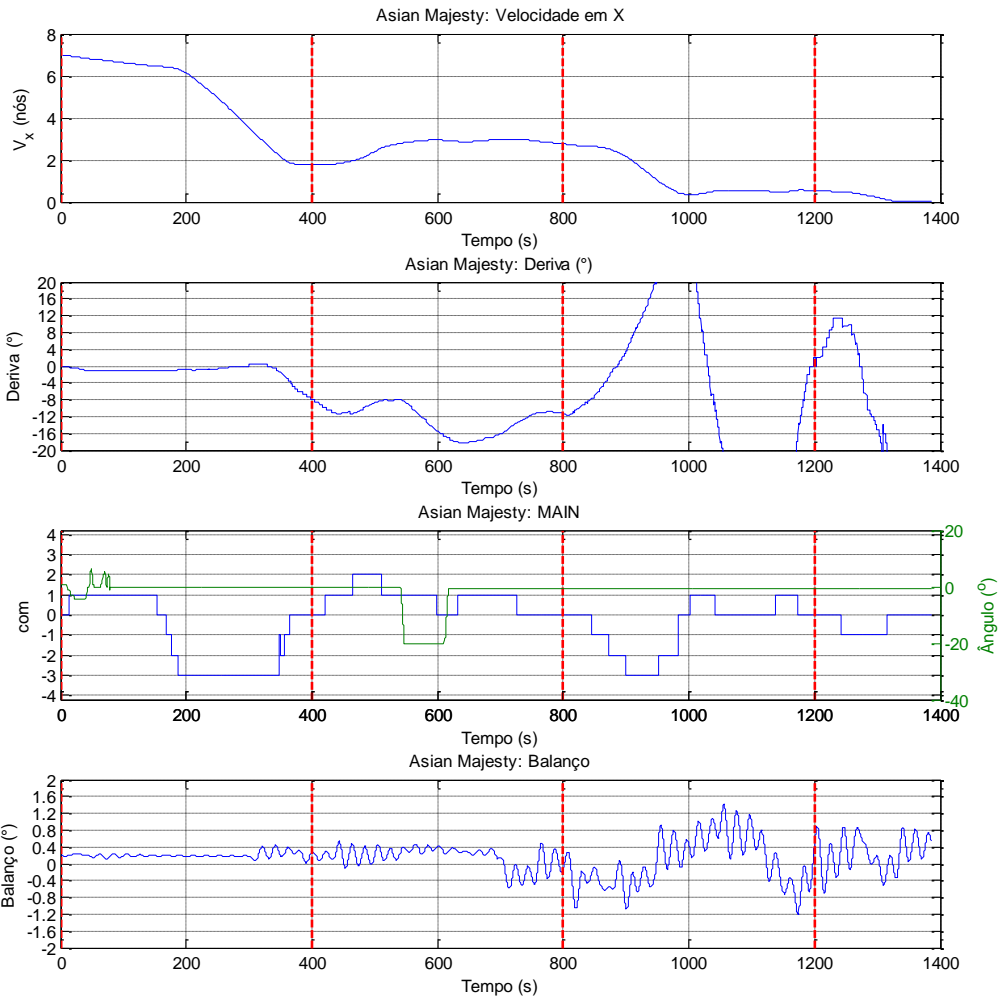
**6.29. Manobra 45**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



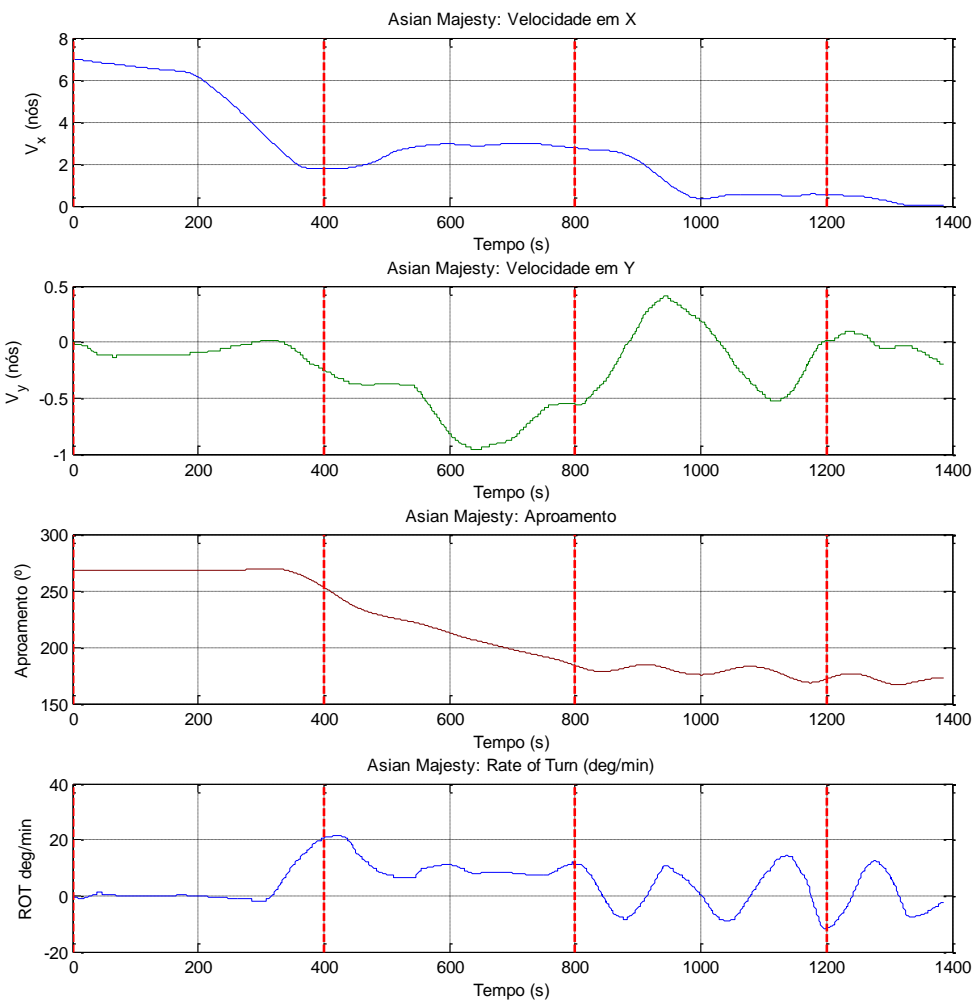
**Comentários:**

**Resumo:**

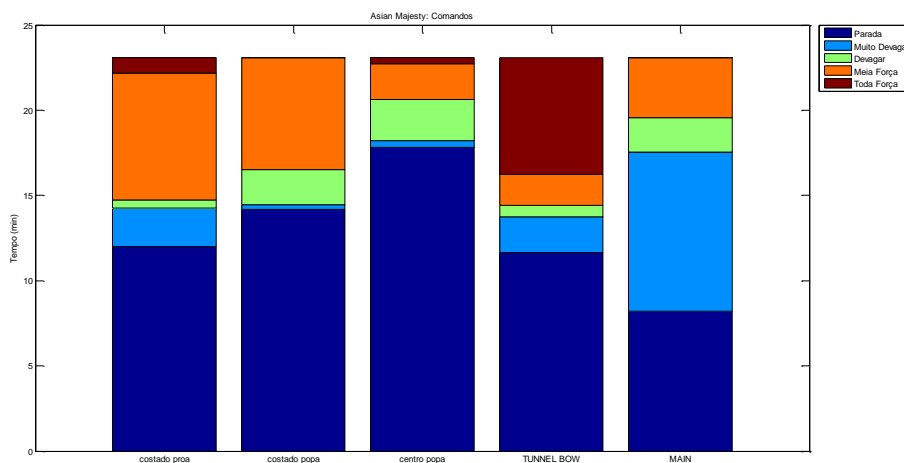
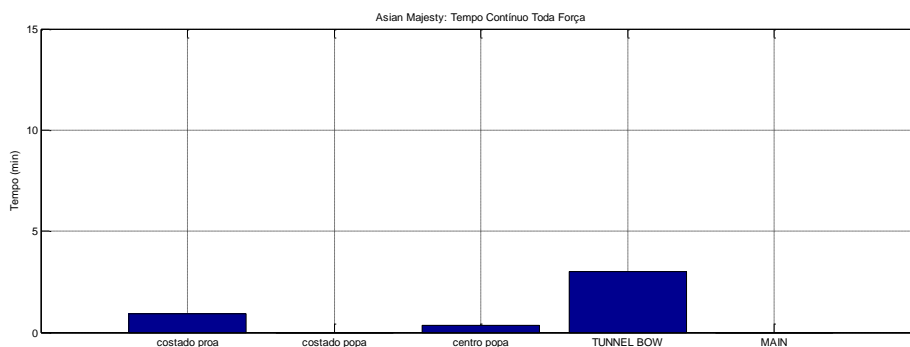
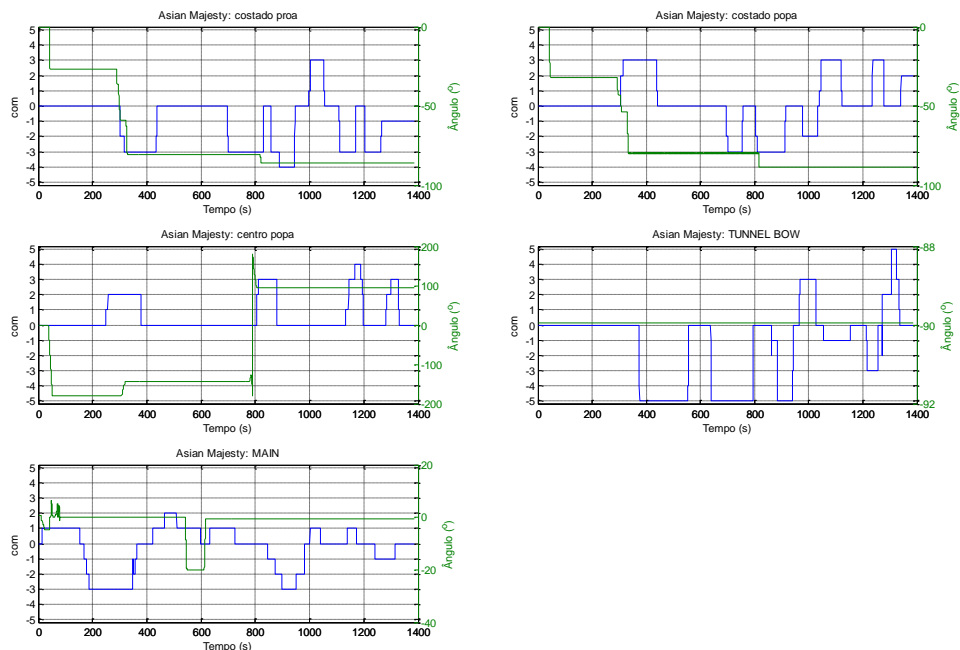




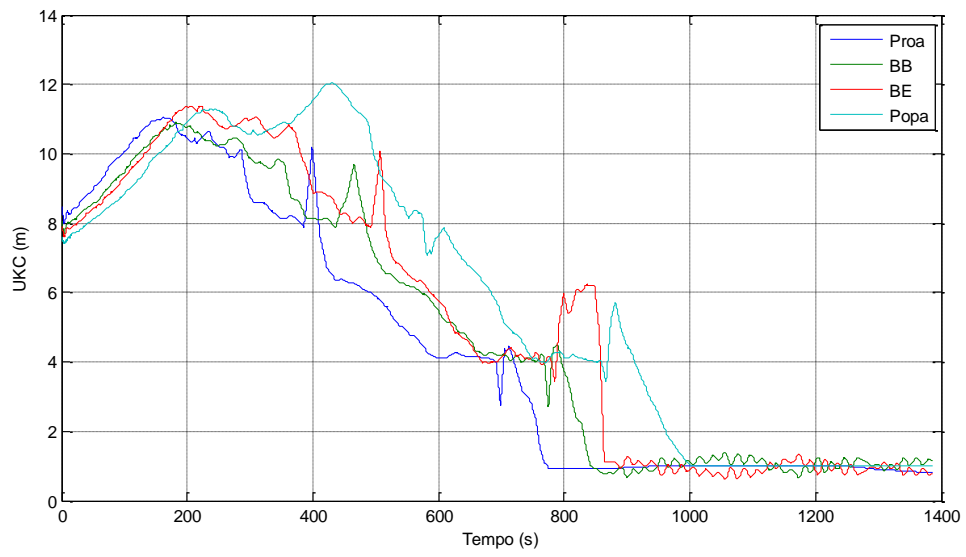
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

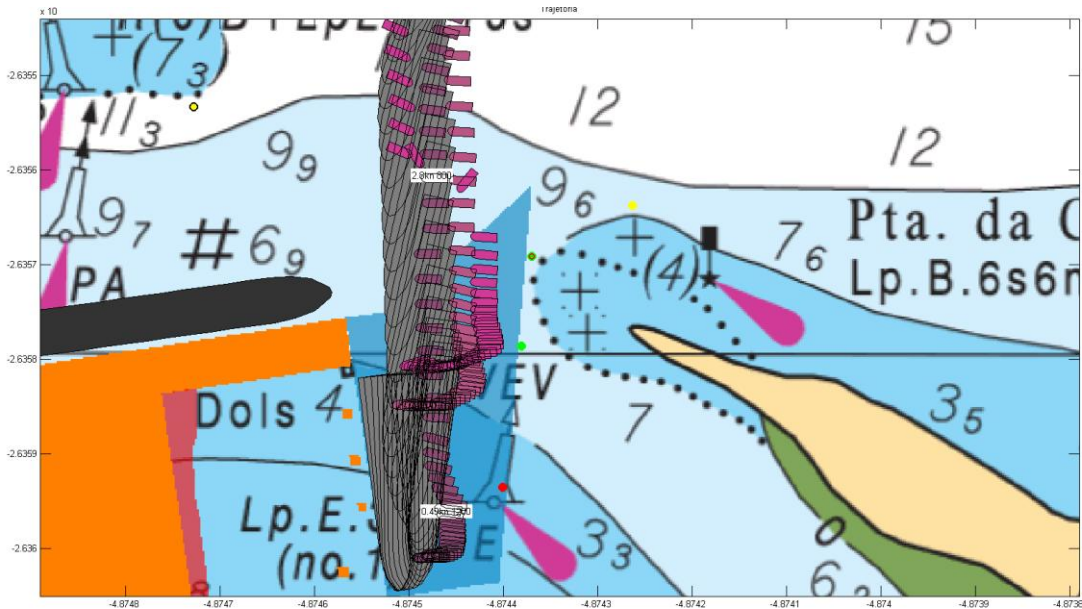
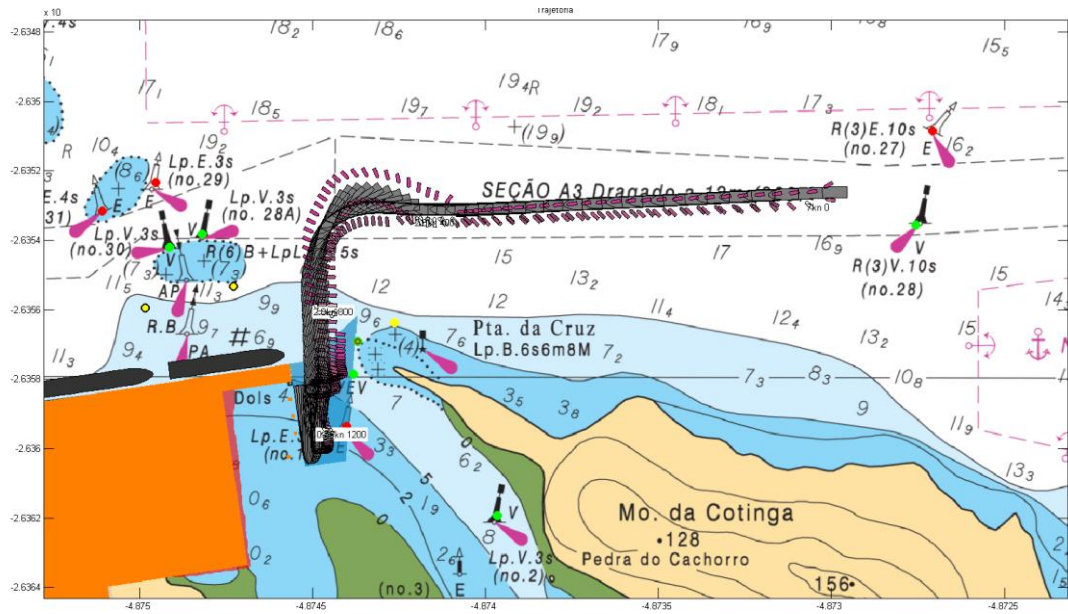


**Gráfico de folga sob a quilha:**



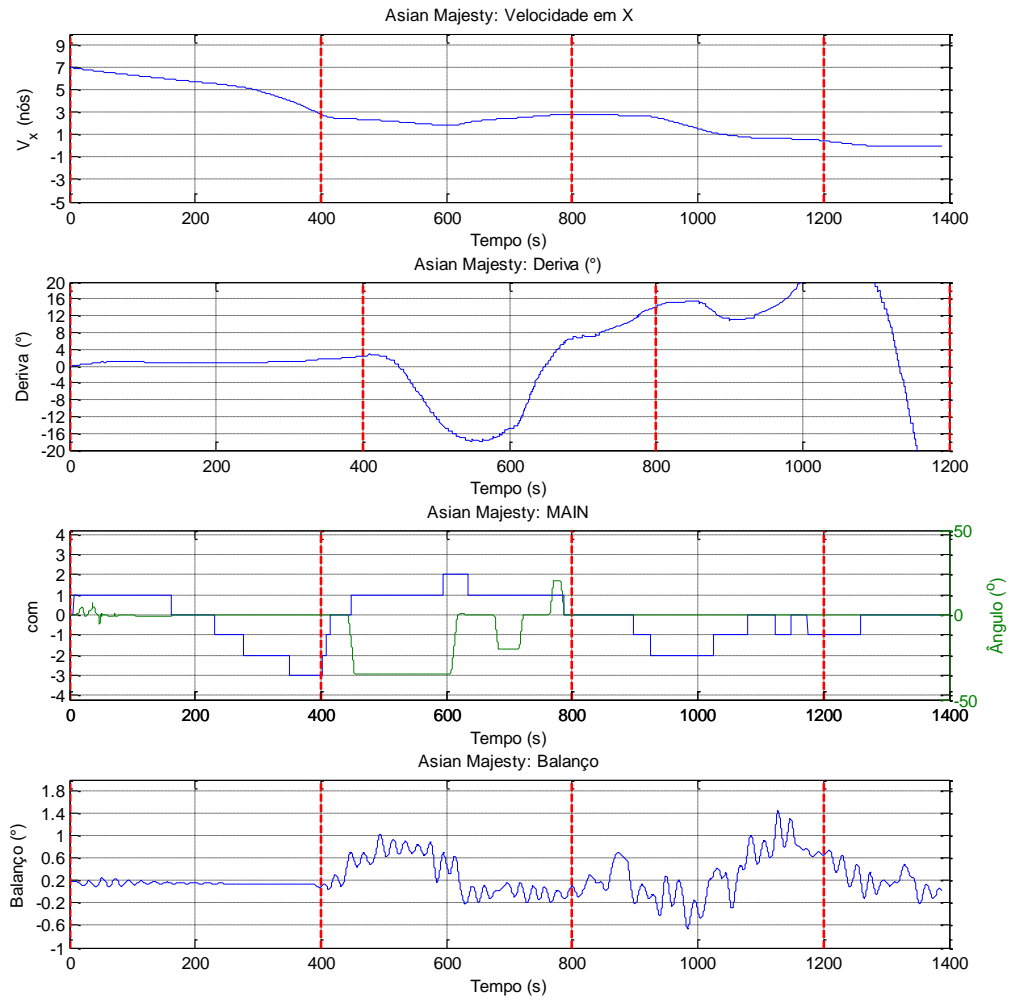
**6.30. Manobra 46**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

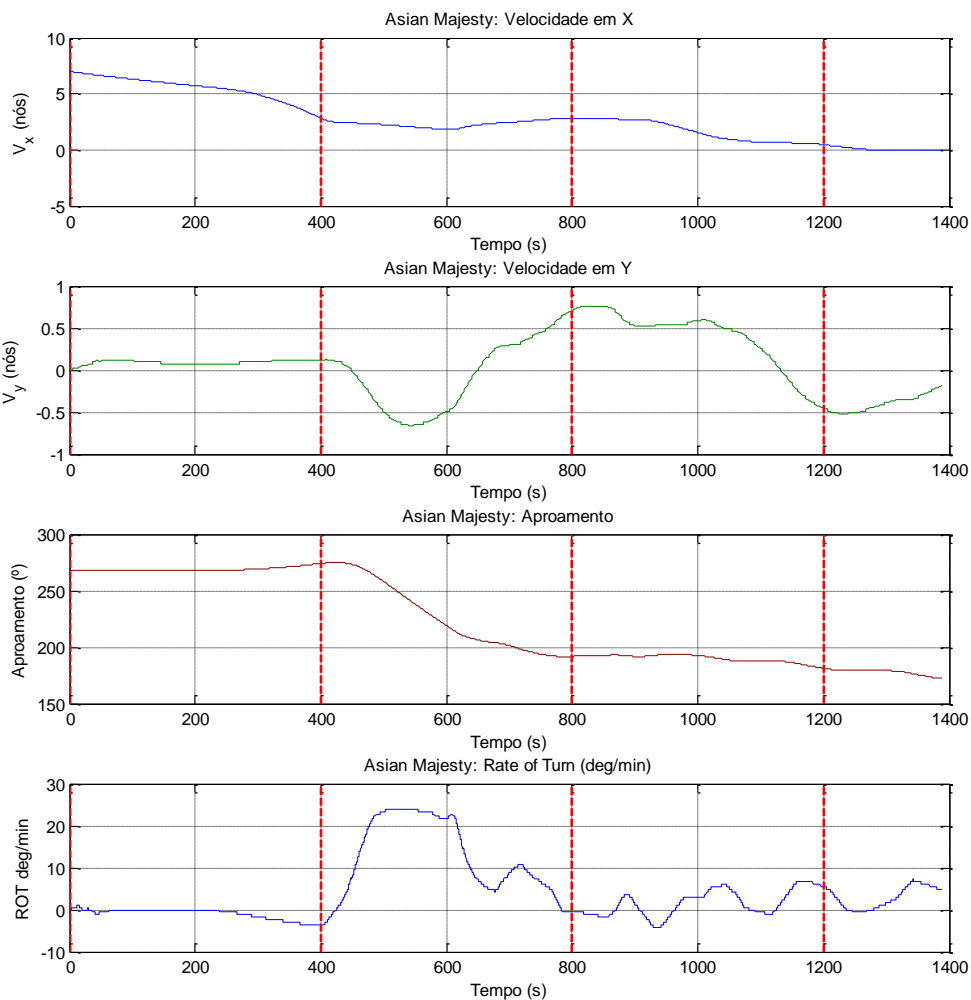


**Comentários:**

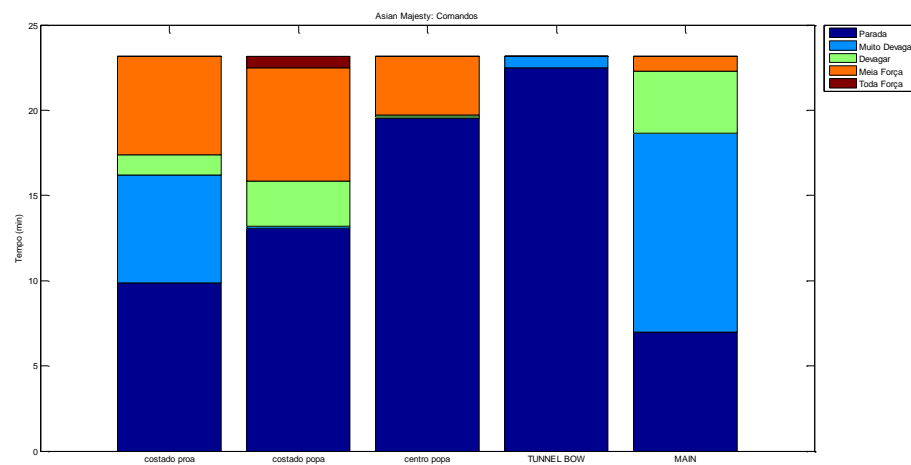
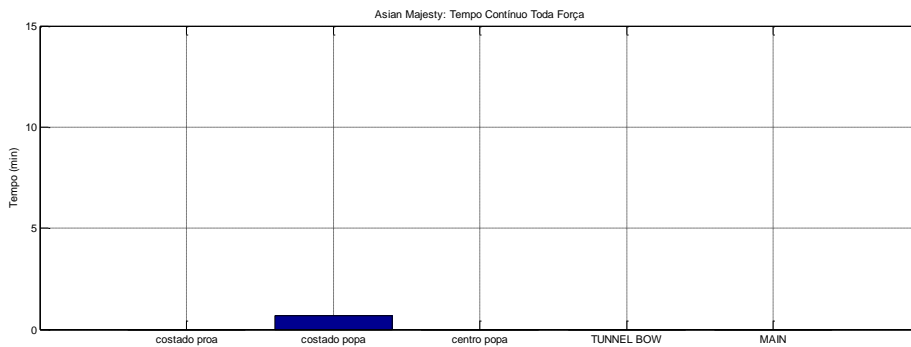
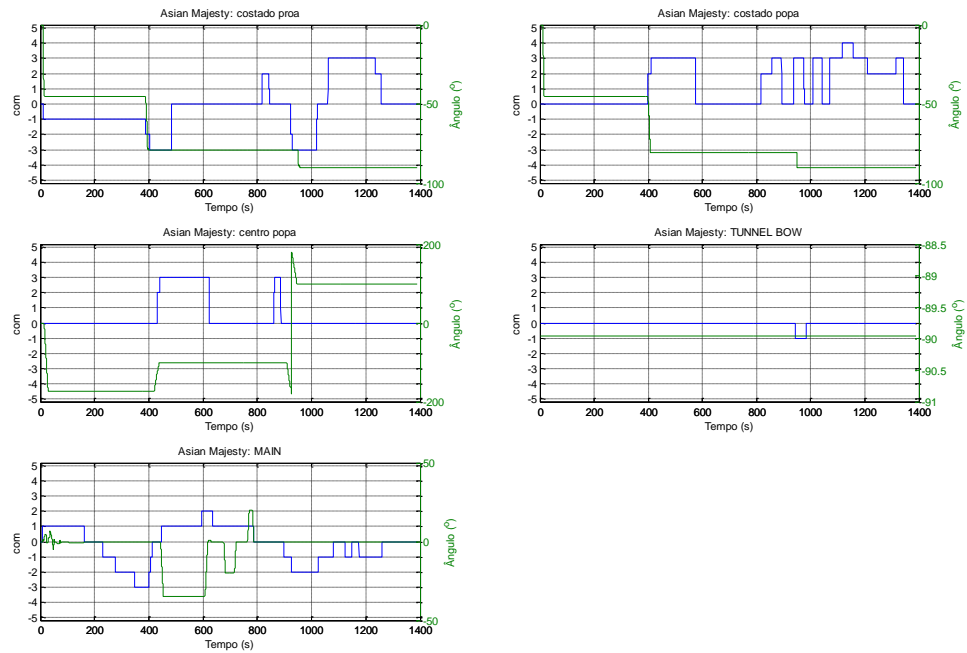
**Resumo:**



**Velocidades e Aproamento:**

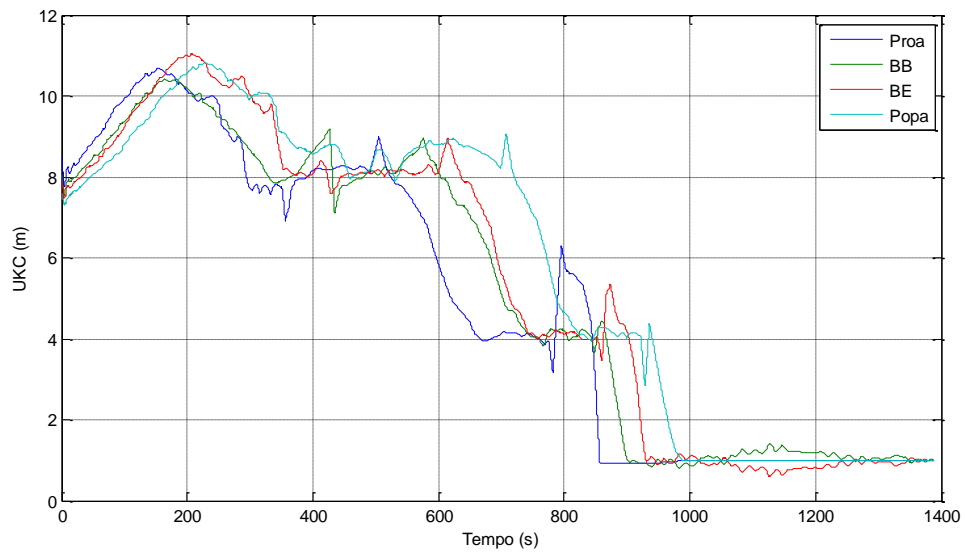


**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



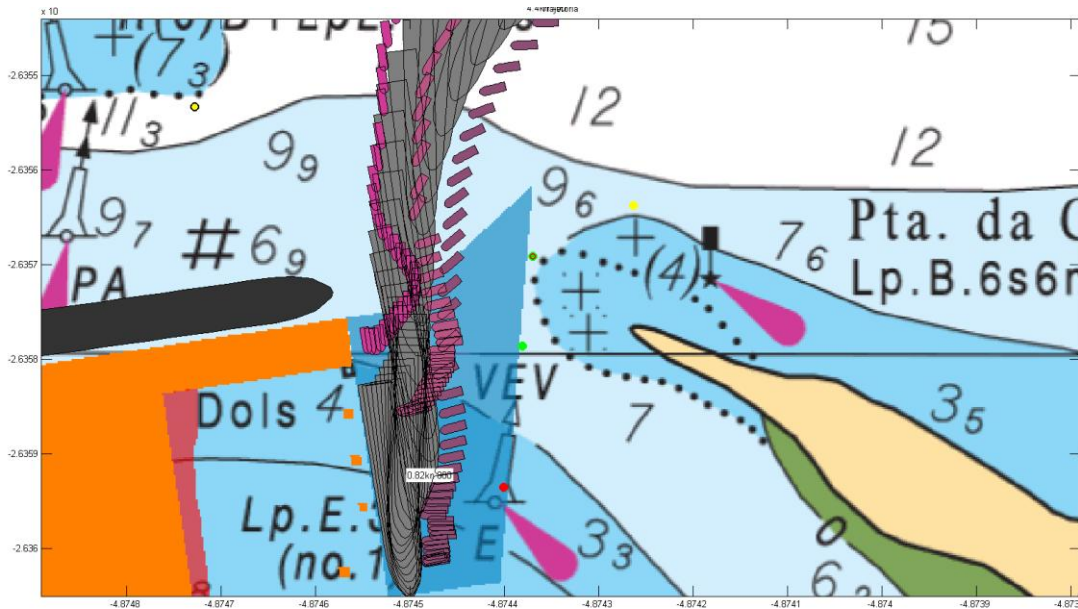
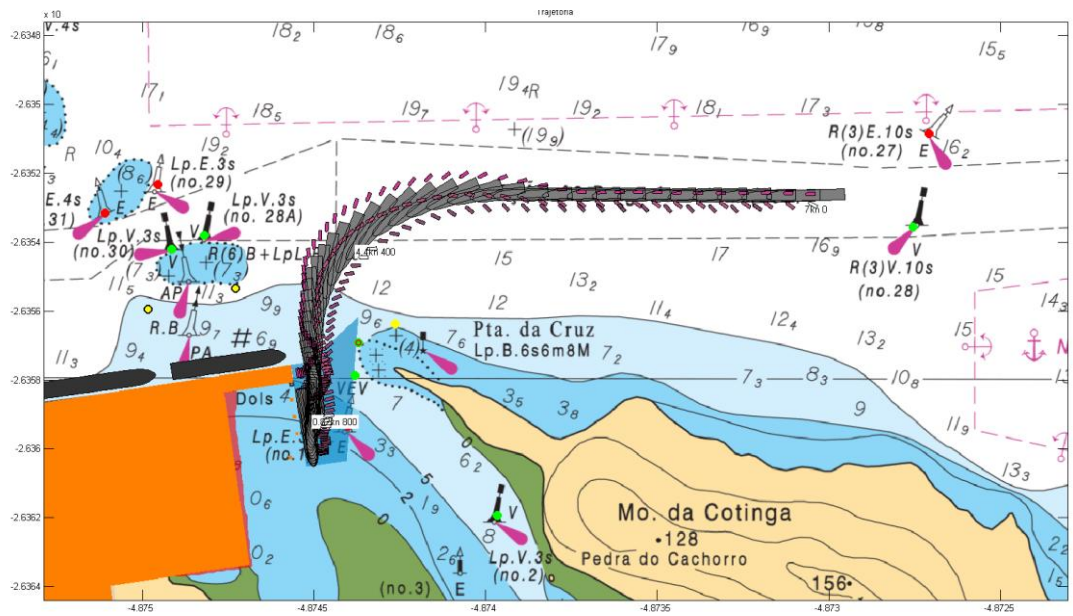


**Gráfico de folga sob a quilha:**



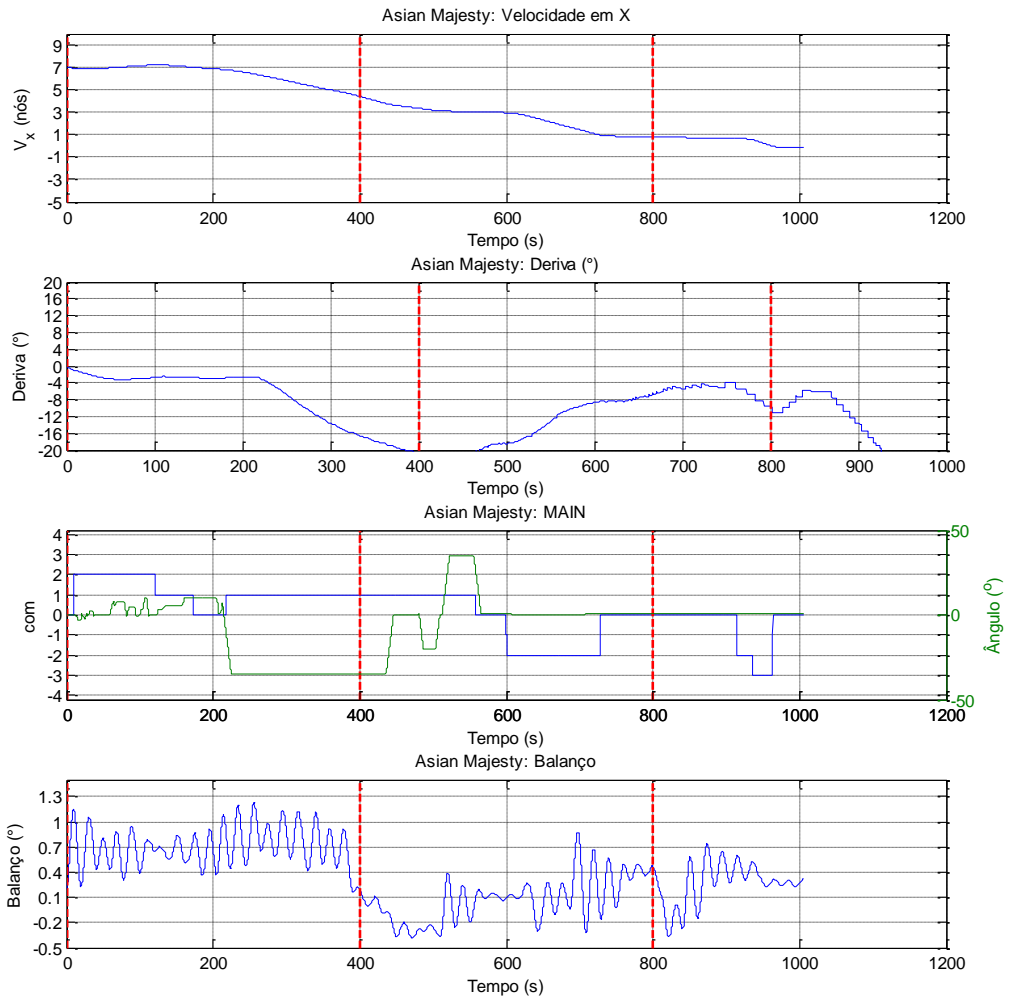
**6.31. Manobra 47**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós S
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

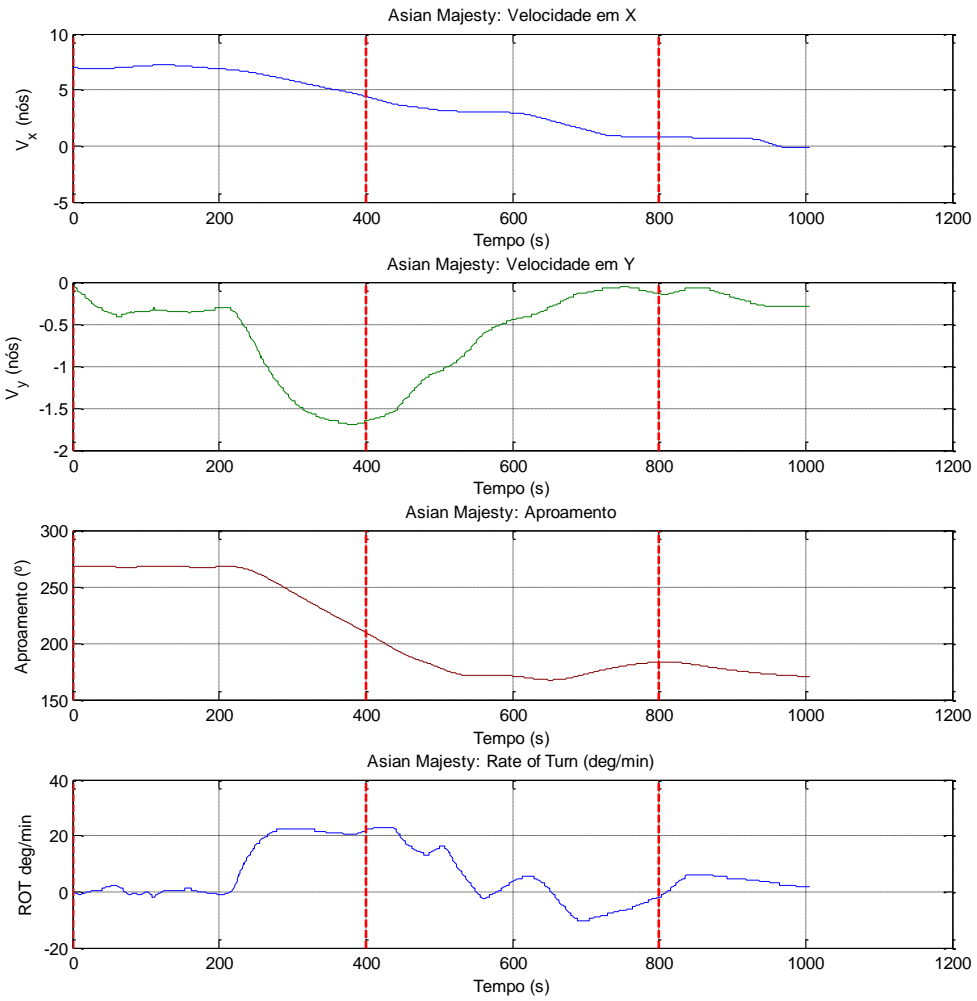


**Comentários:**

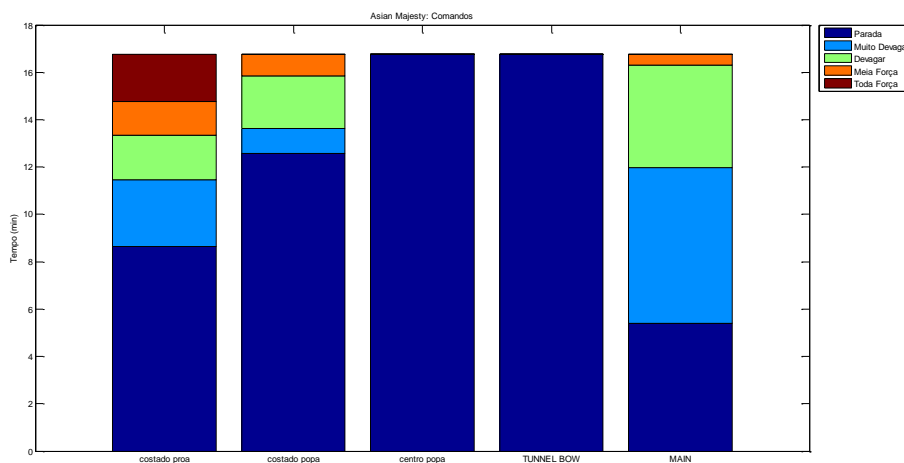
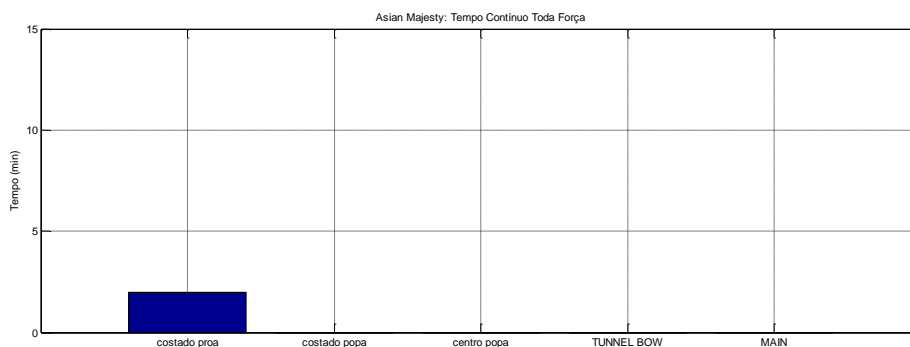
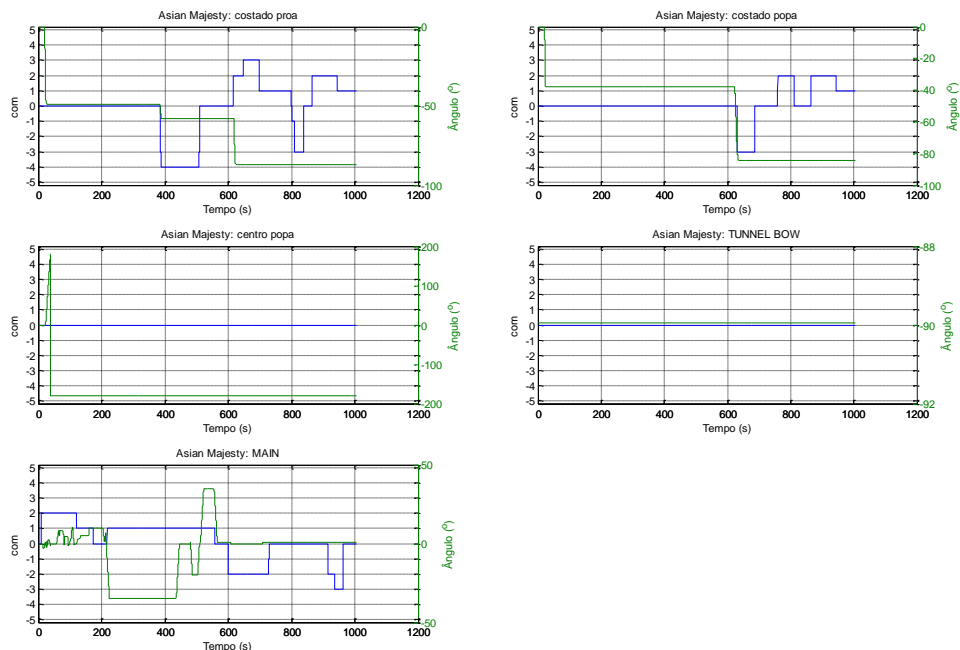
**Resumo:**



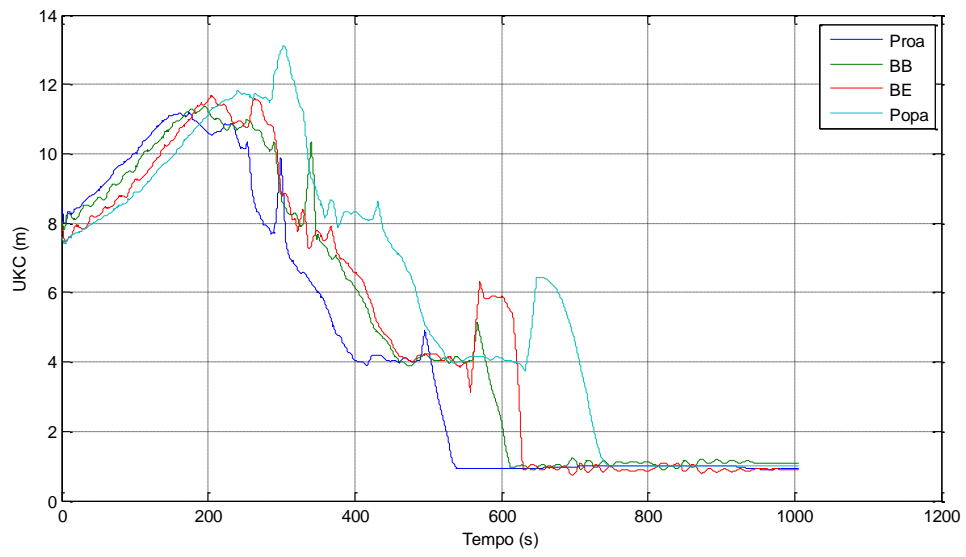
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



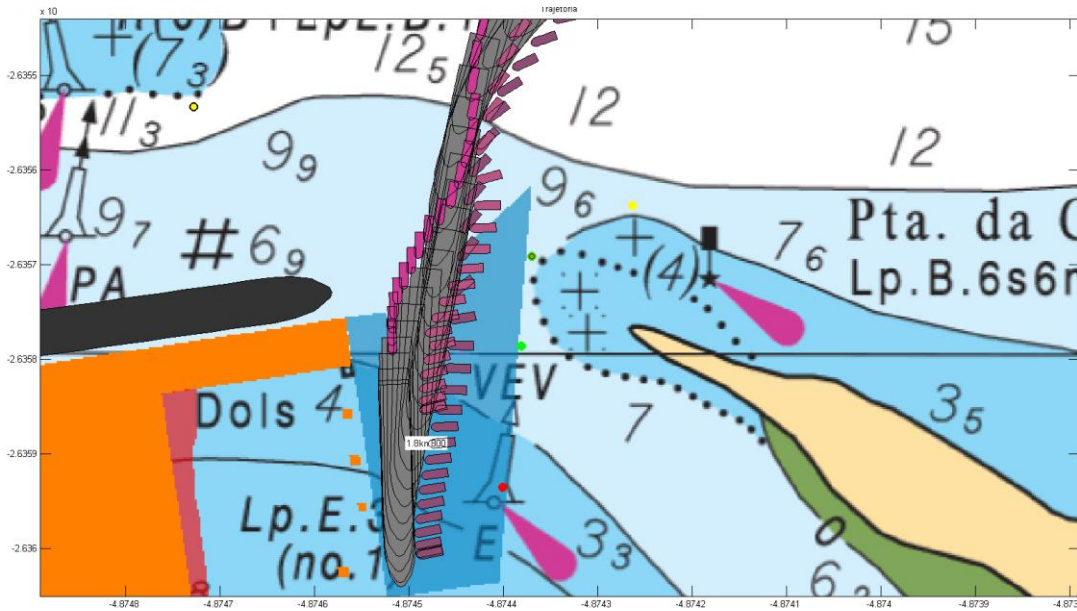
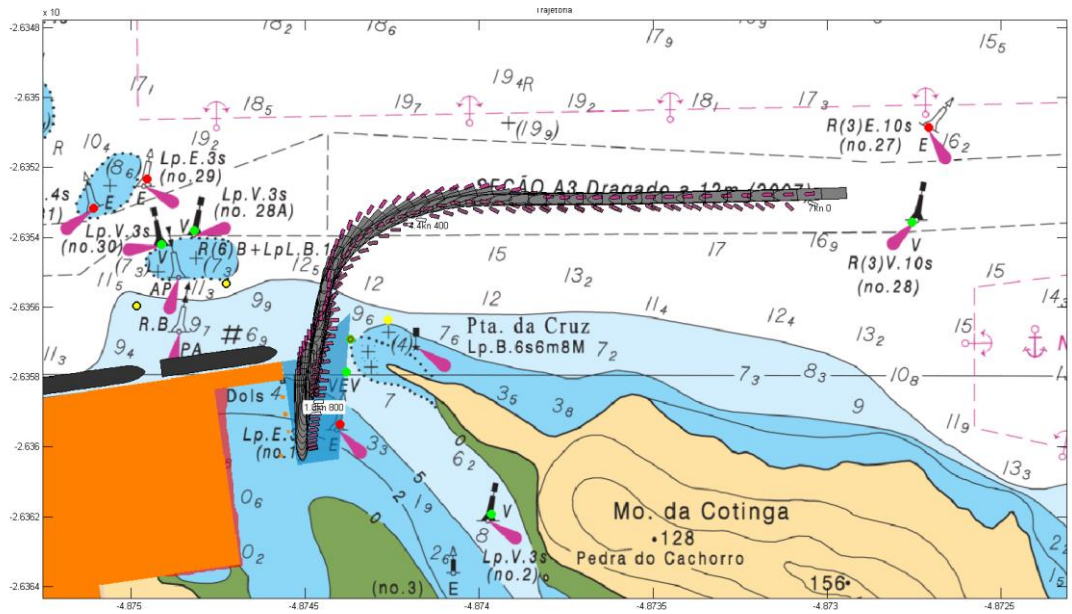
**Gráfico de folga sob a quilha:**





**6.32. Manobra 48**

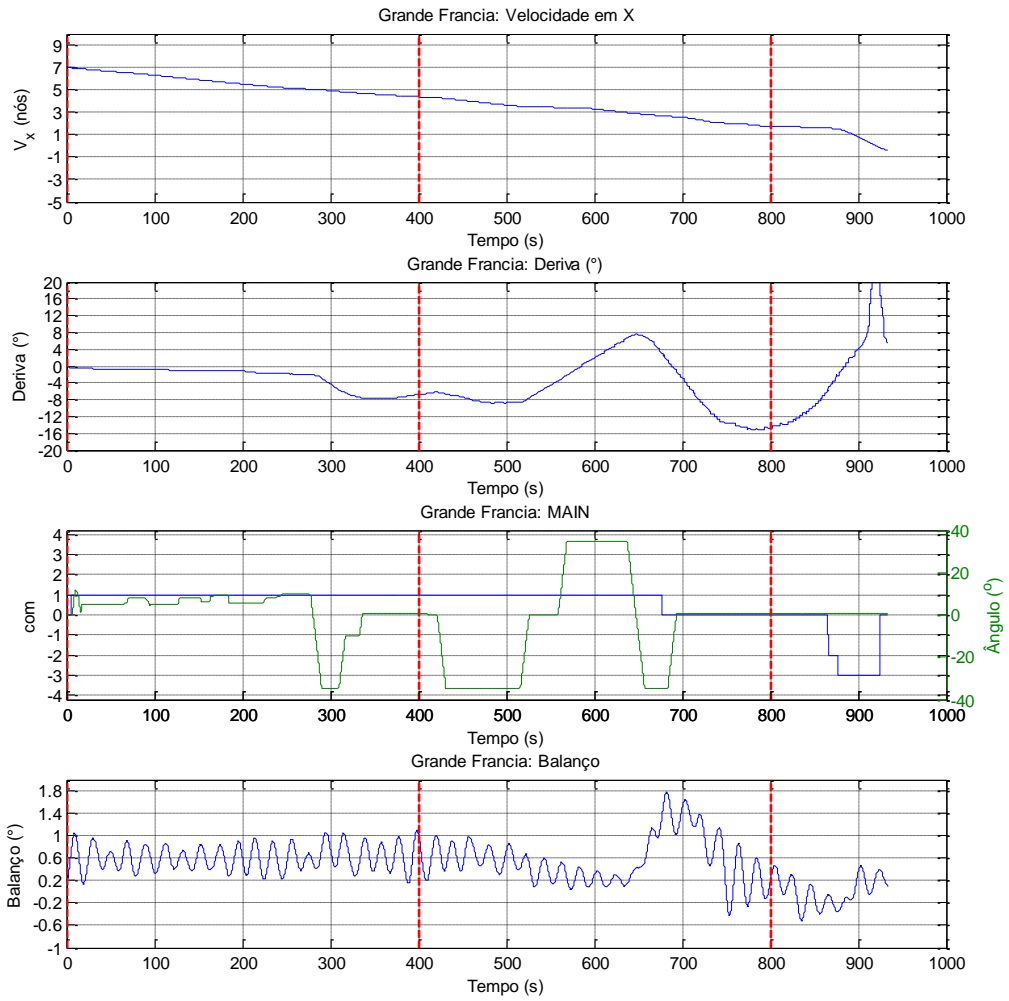
<b>Navio:</b> Grande Francia L214 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós S
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



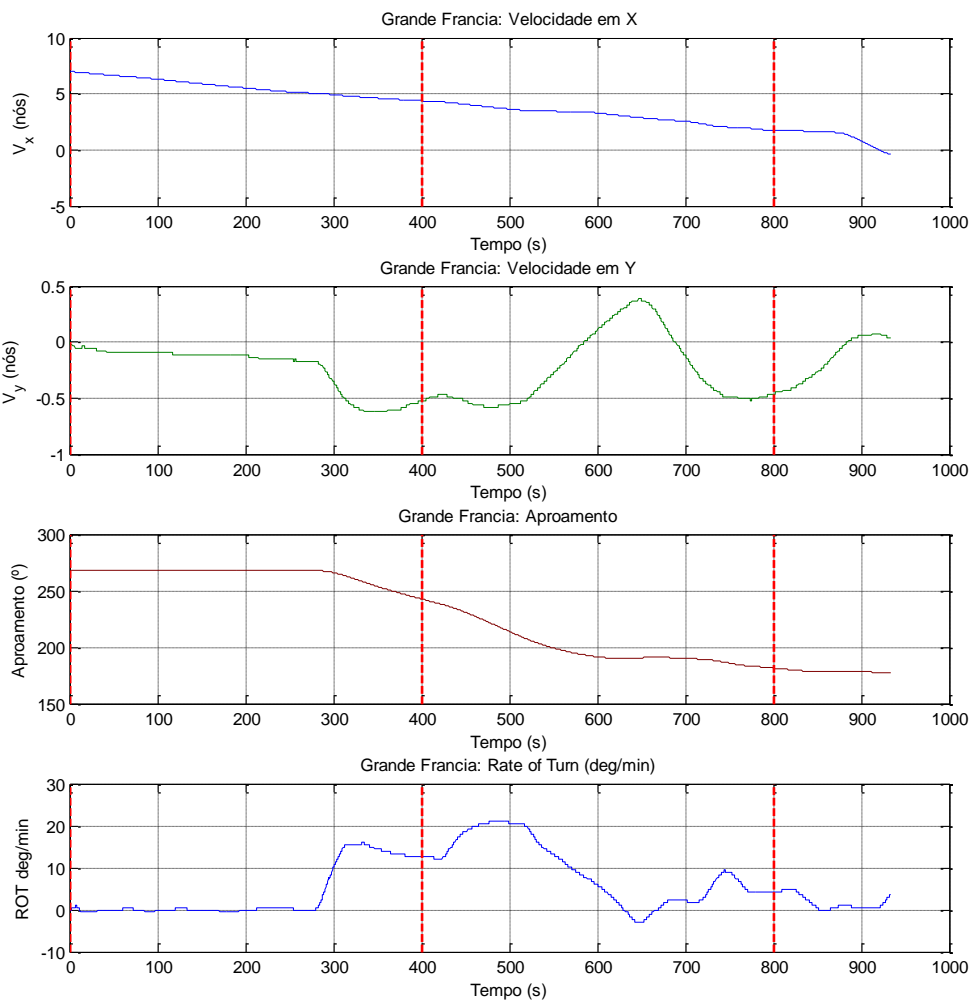
**Comentários:**



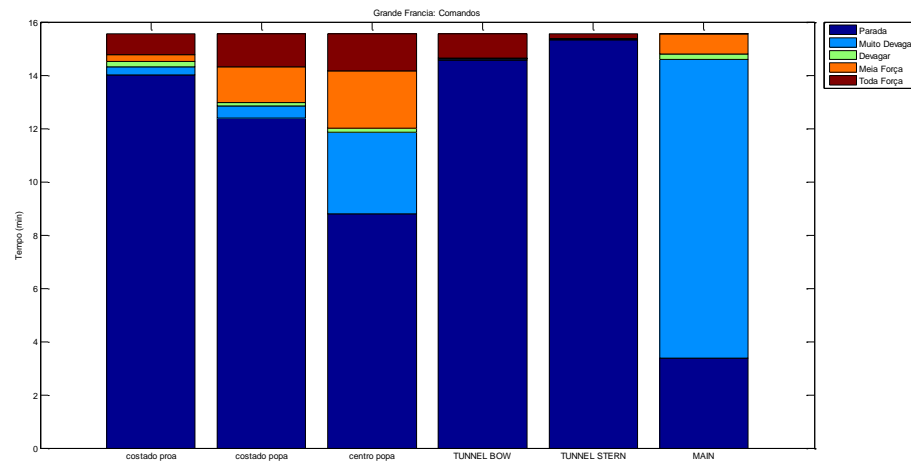
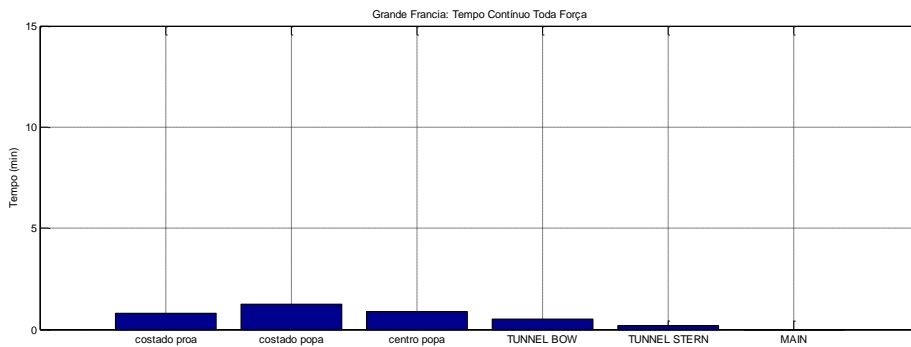
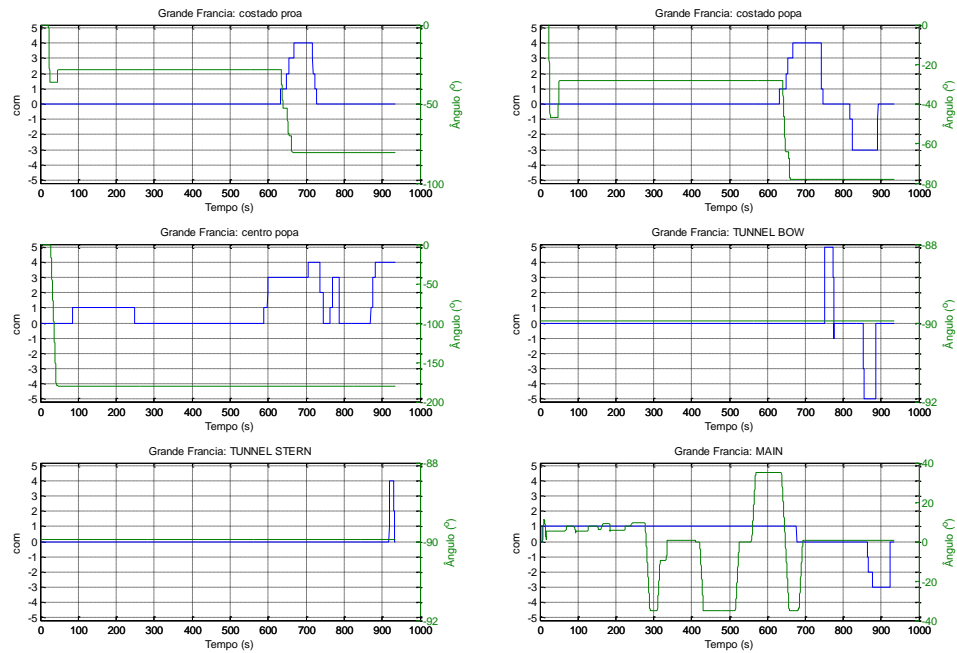
**Resumo:**



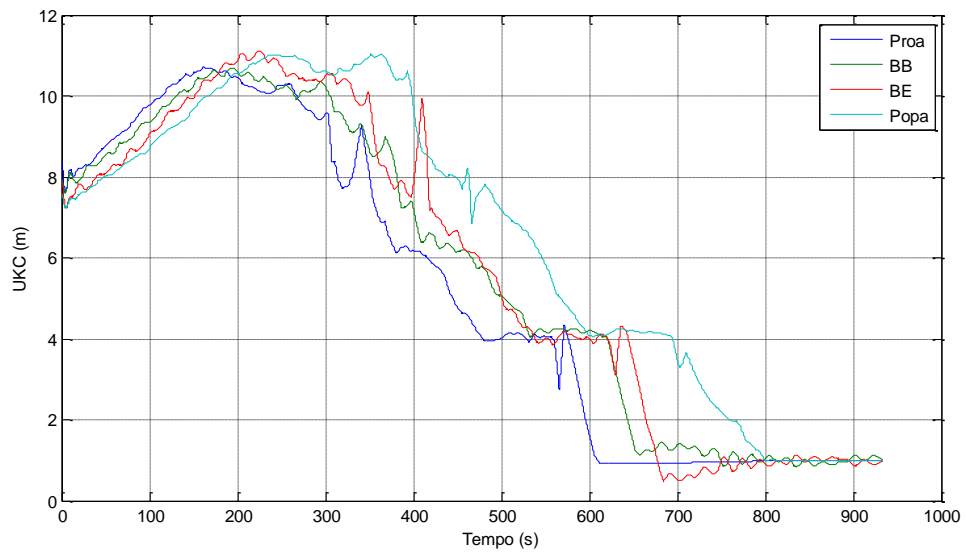
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

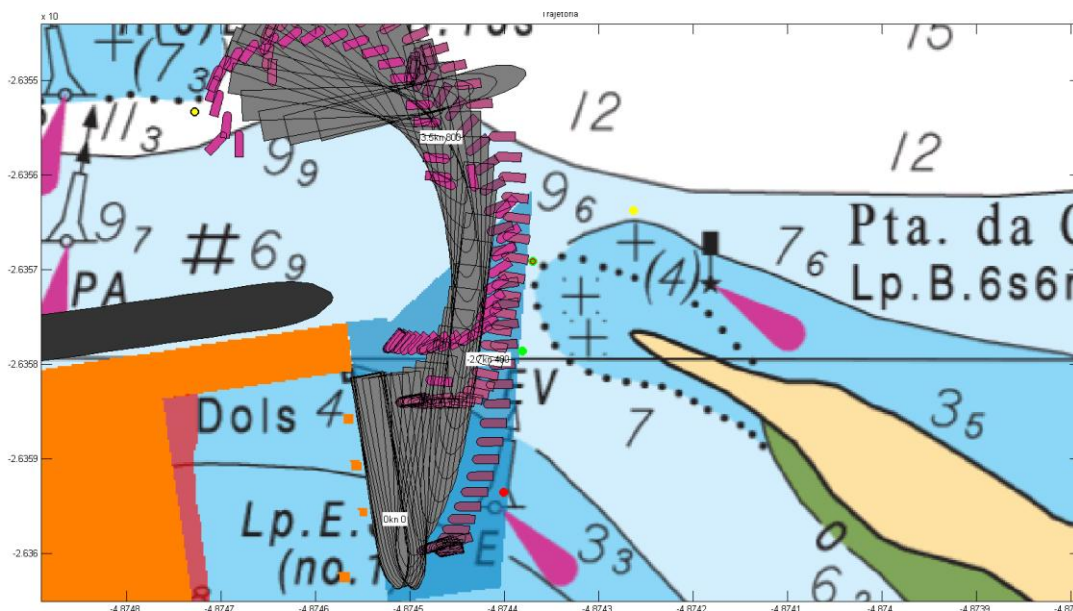
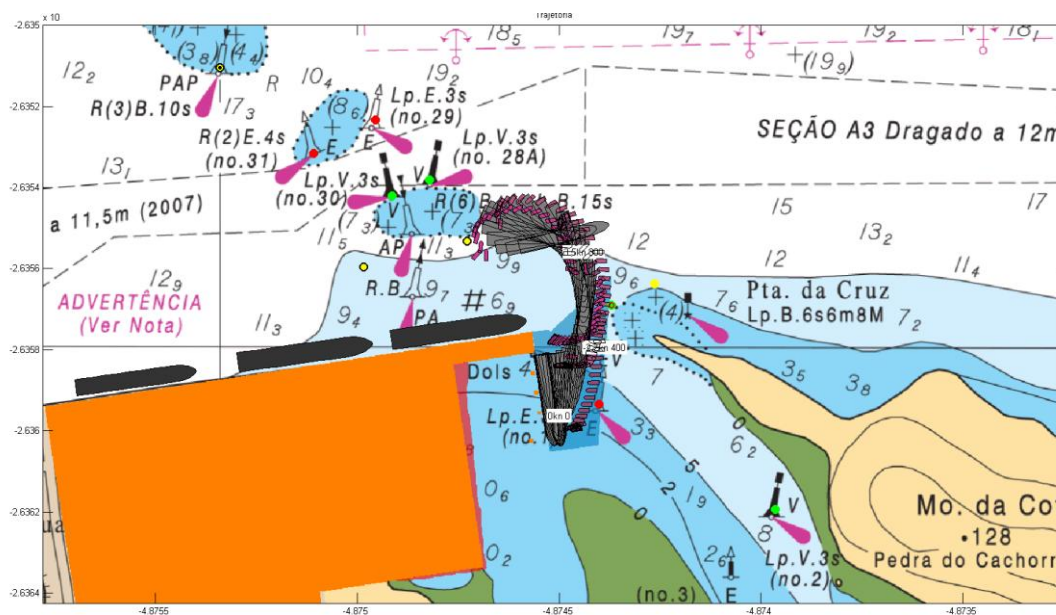


**Gráfico de folga sob a quilha:**



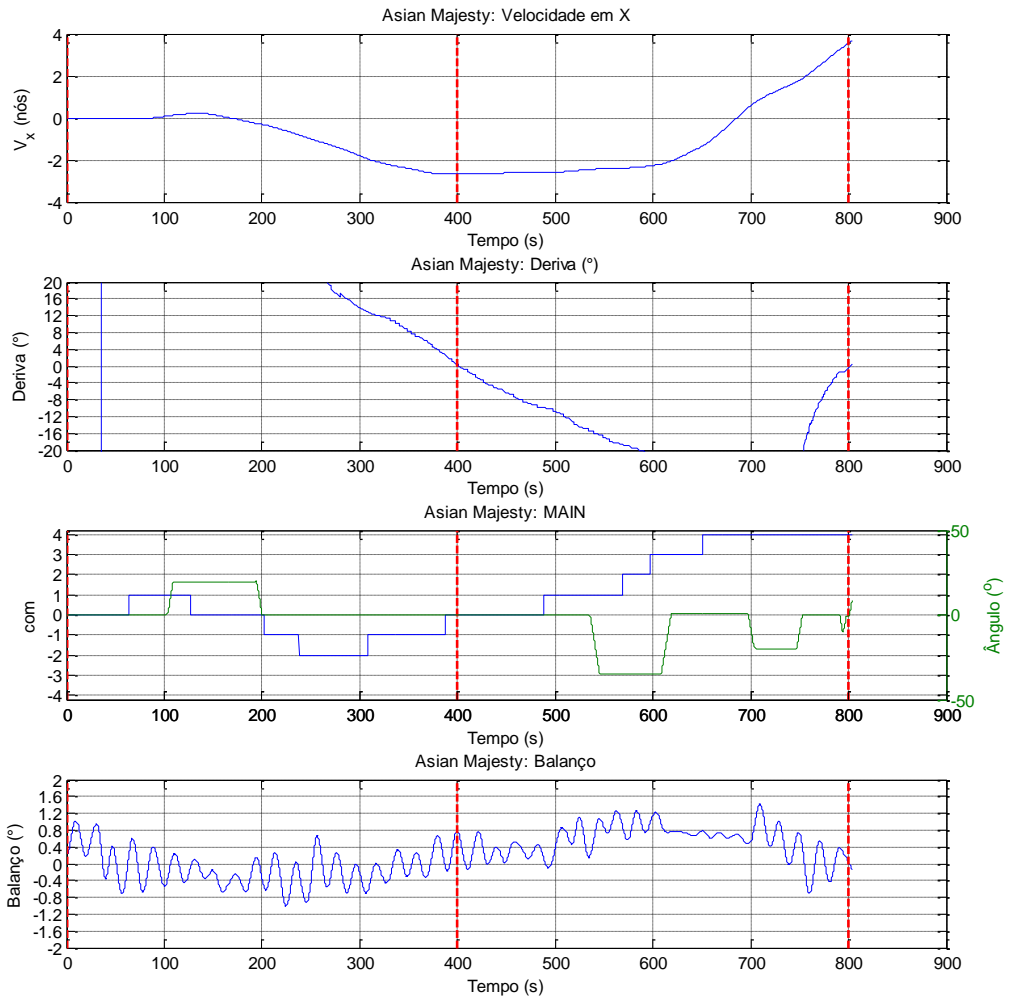
**6.33. Manobra 49**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

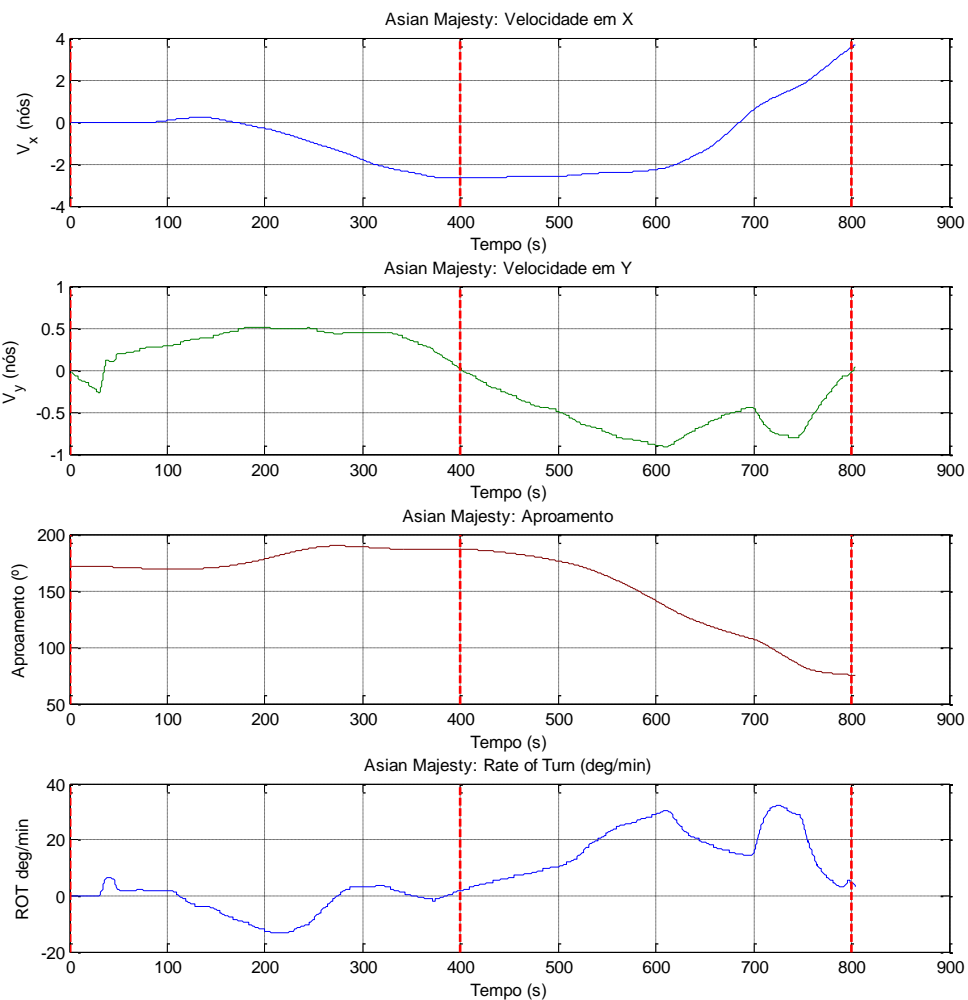


**Comentários:**

**Resumo:**

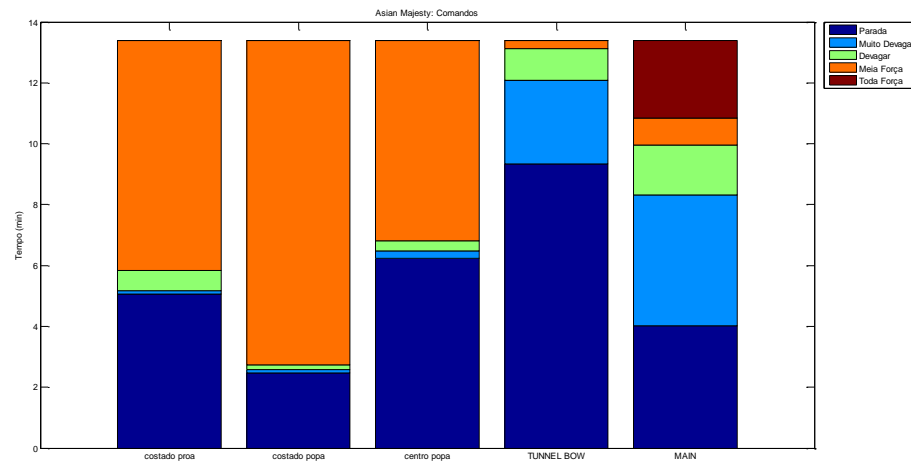
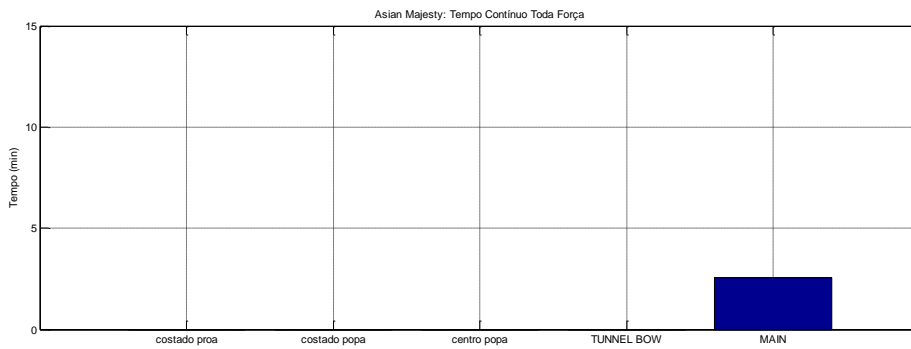
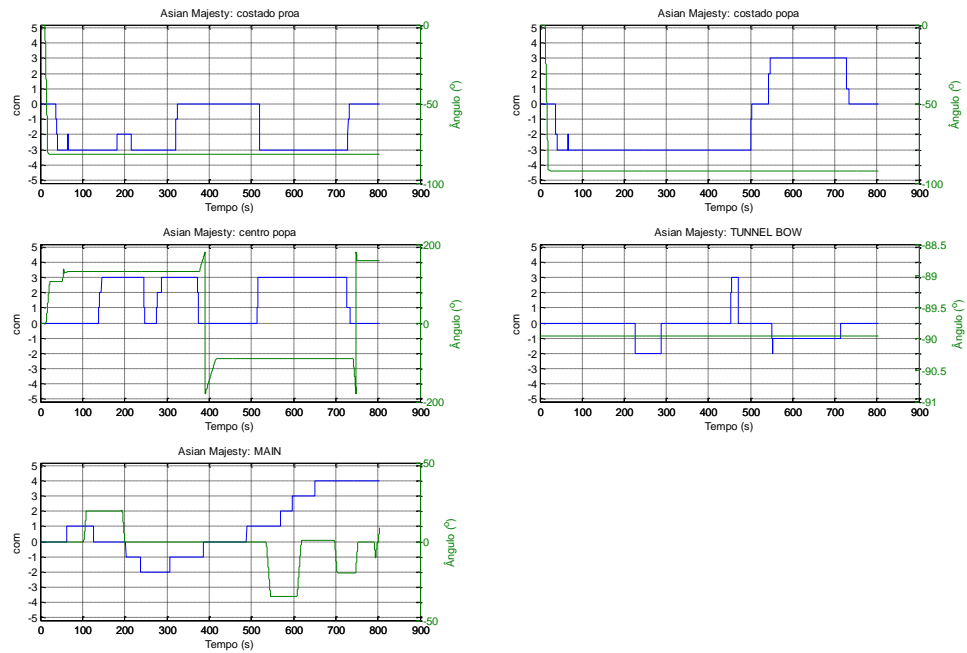


**Velocidades e Aproamento:**

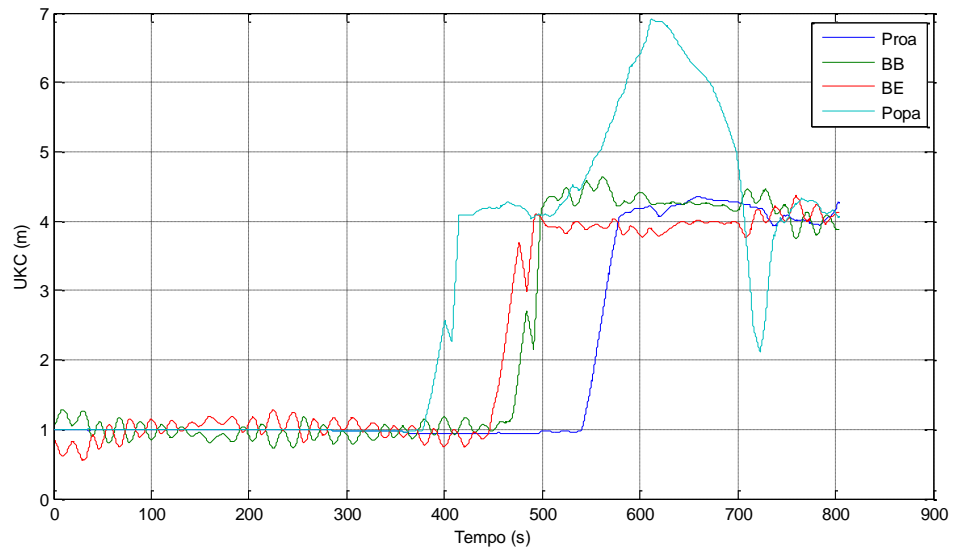




**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

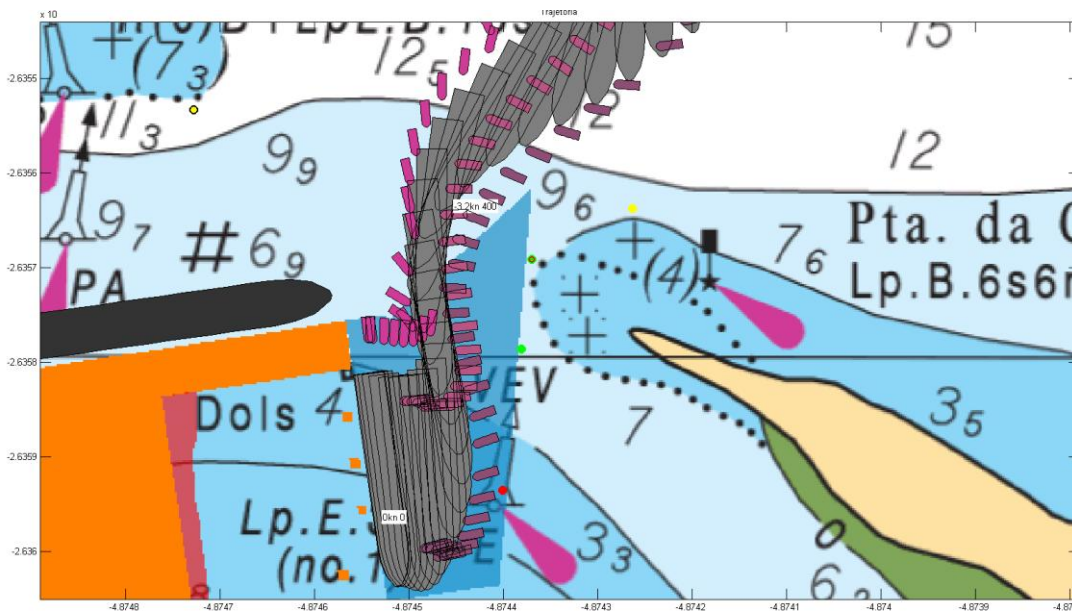
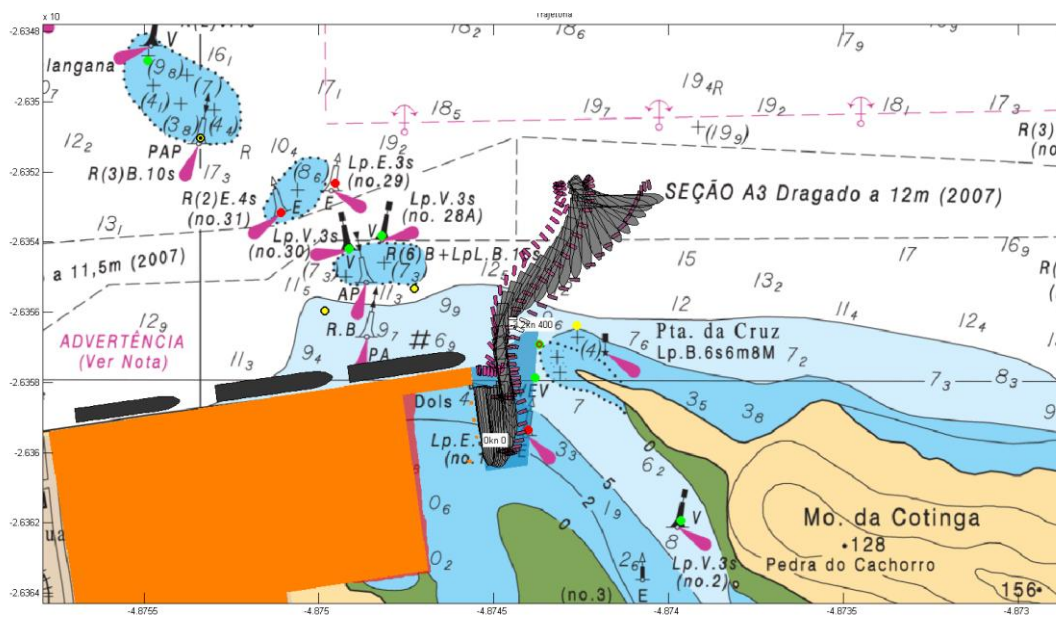


**Gráfico de folga sob a quilha:**



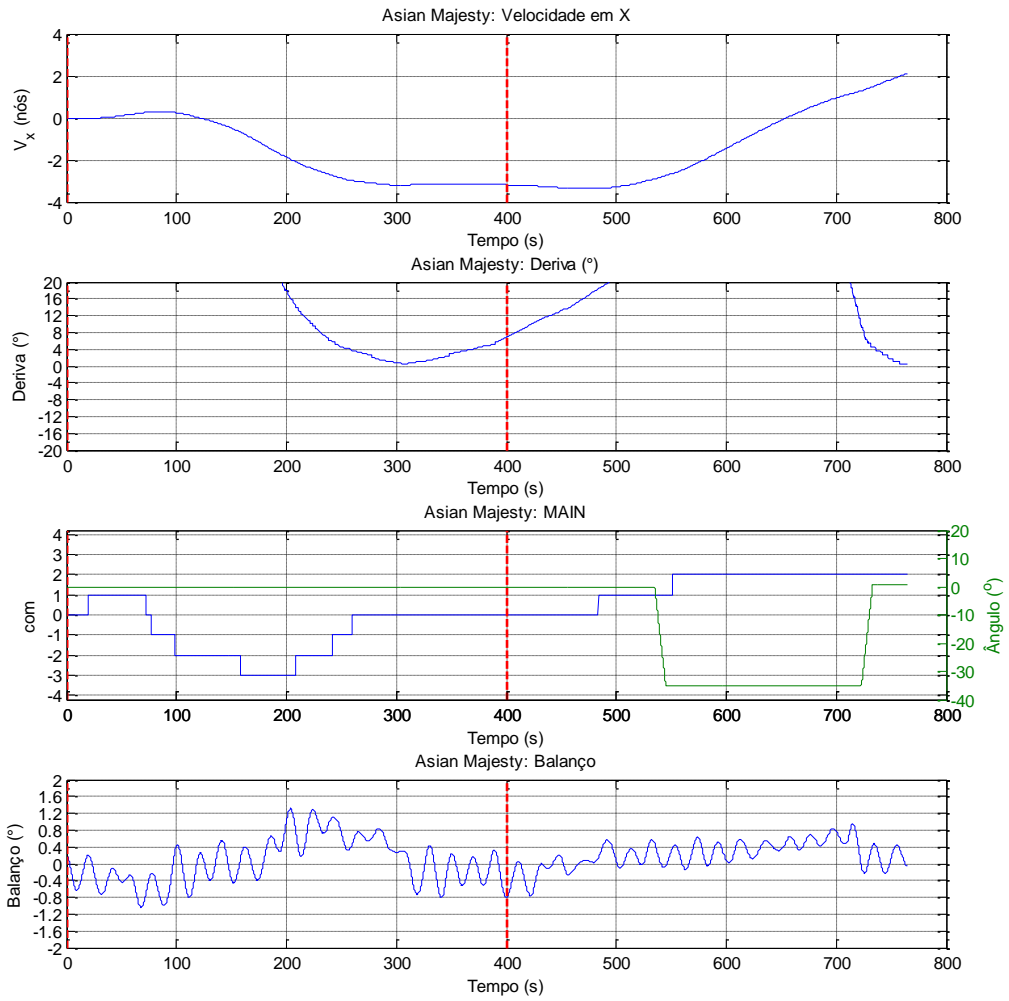
**6.34. Manobra 50**

<b>Navio:</b> Asian Majesty L228 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

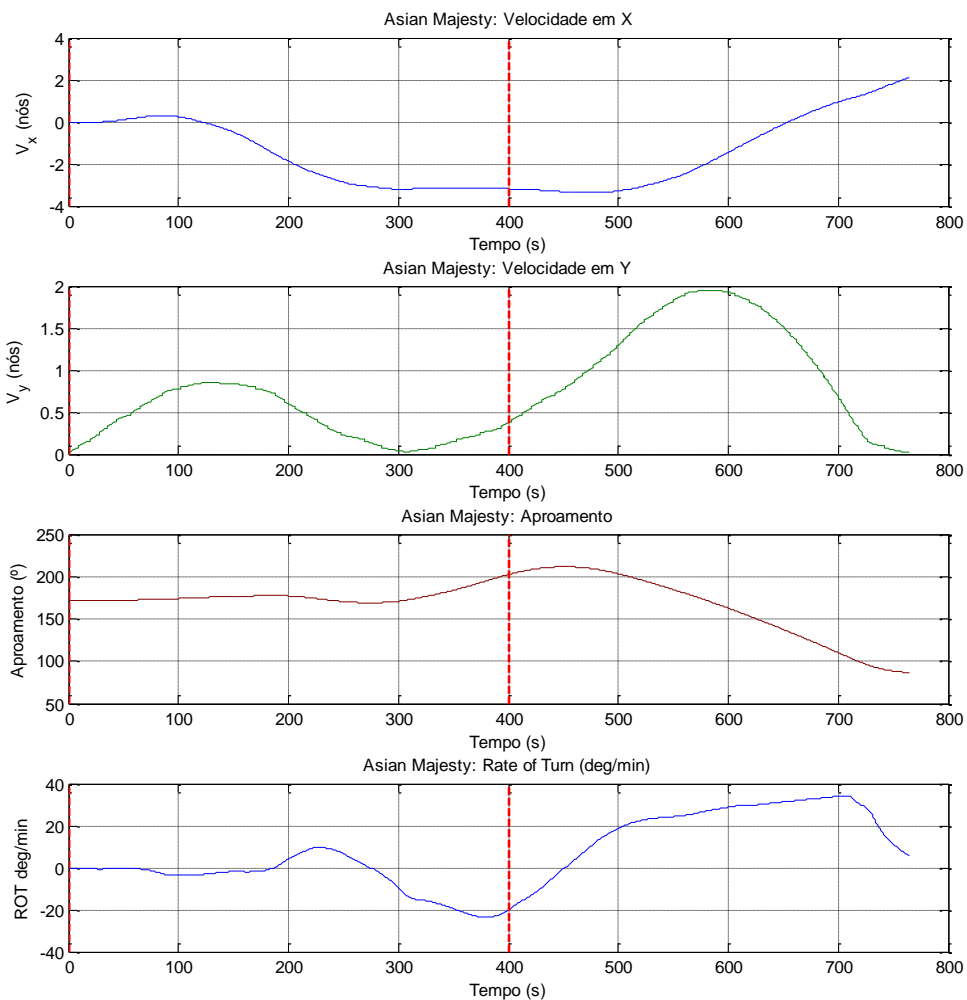


**Comentários:**

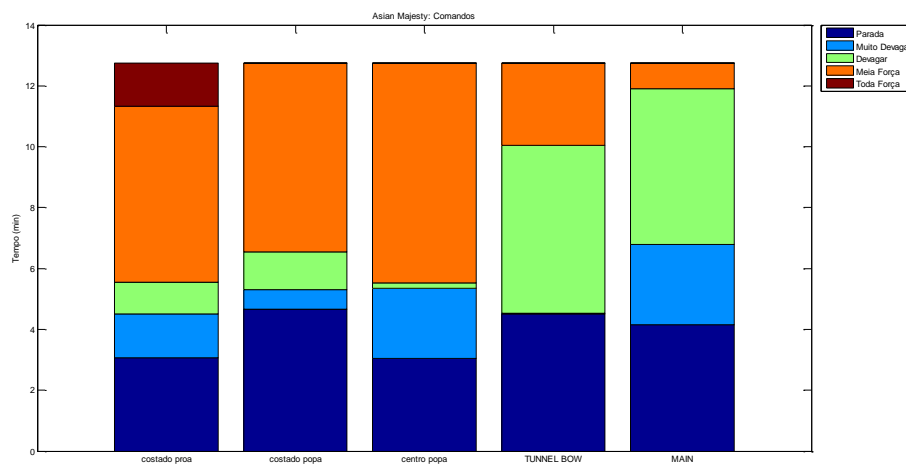
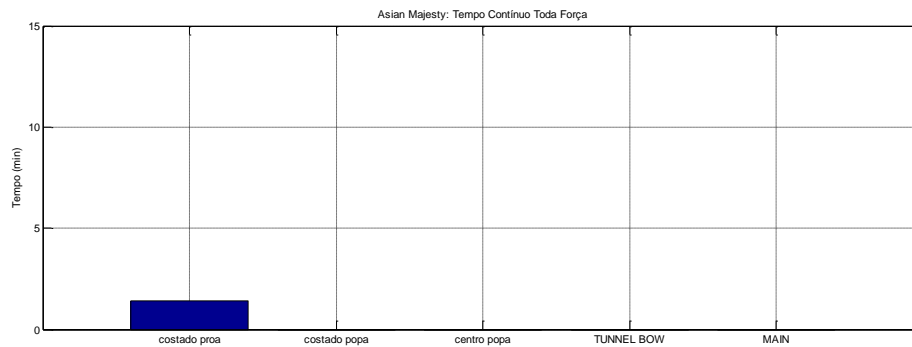
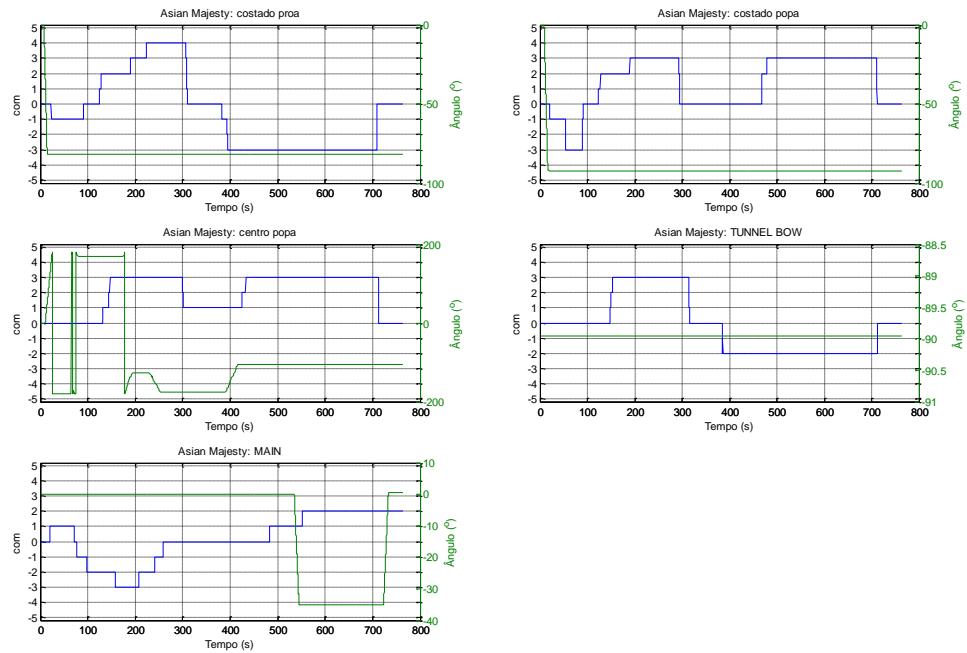
**Resumo:**



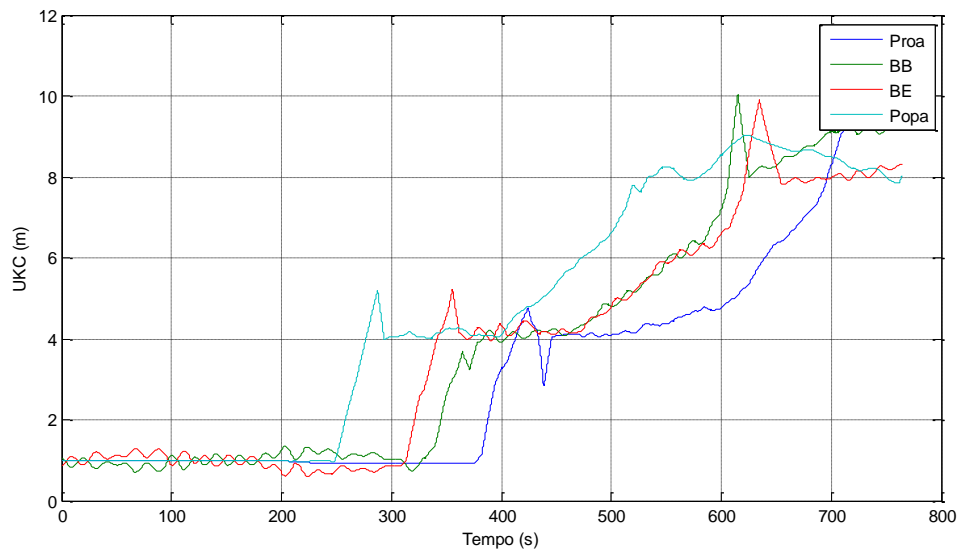
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



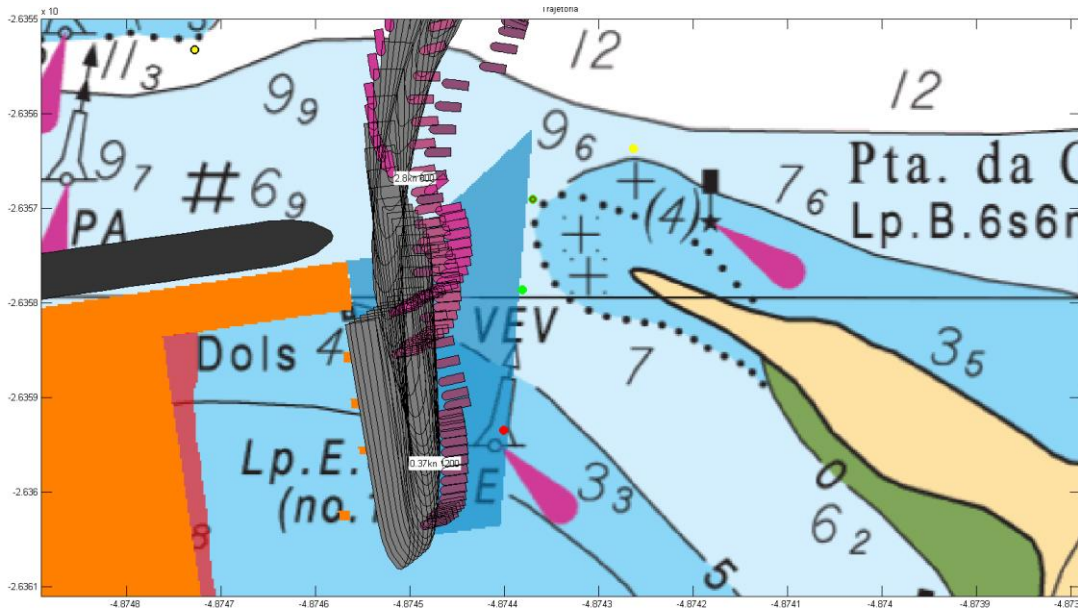
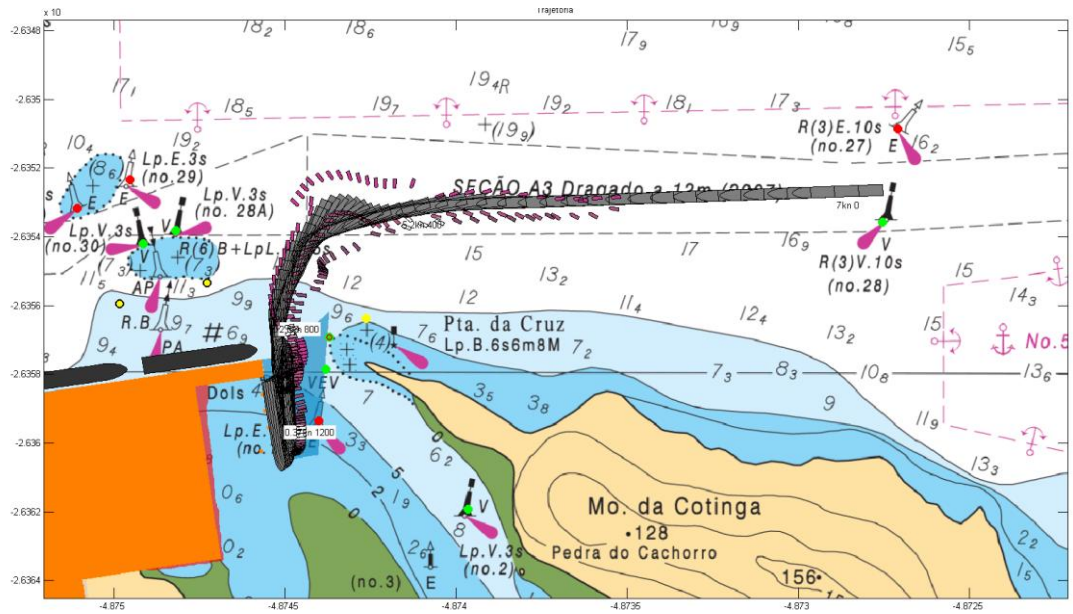
**Gráfico de folga sob a quilha:**





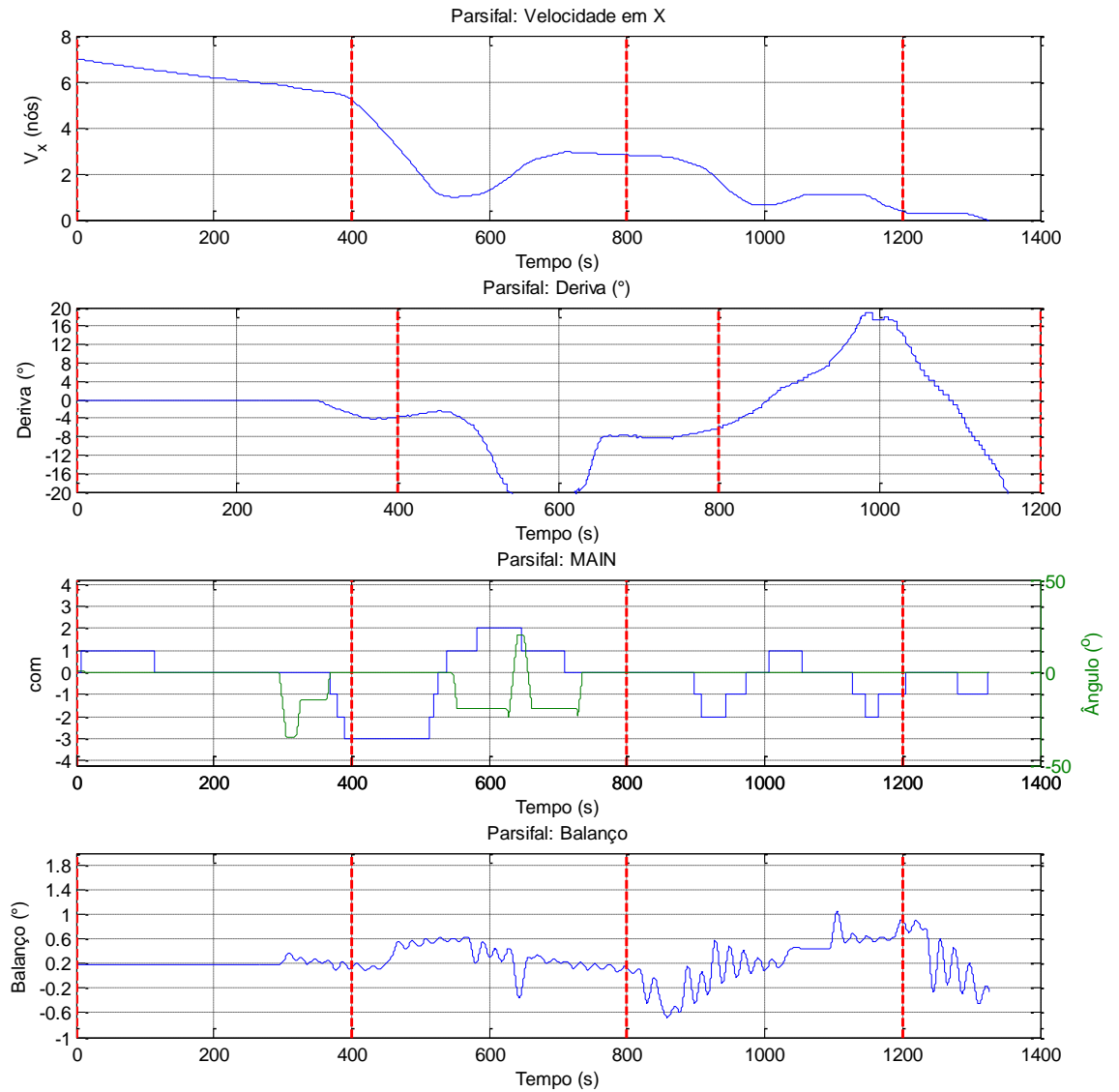
**6.35. Manobra 51**

<b>Navio:</b> Parsifal L265 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 0 nós
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> -
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

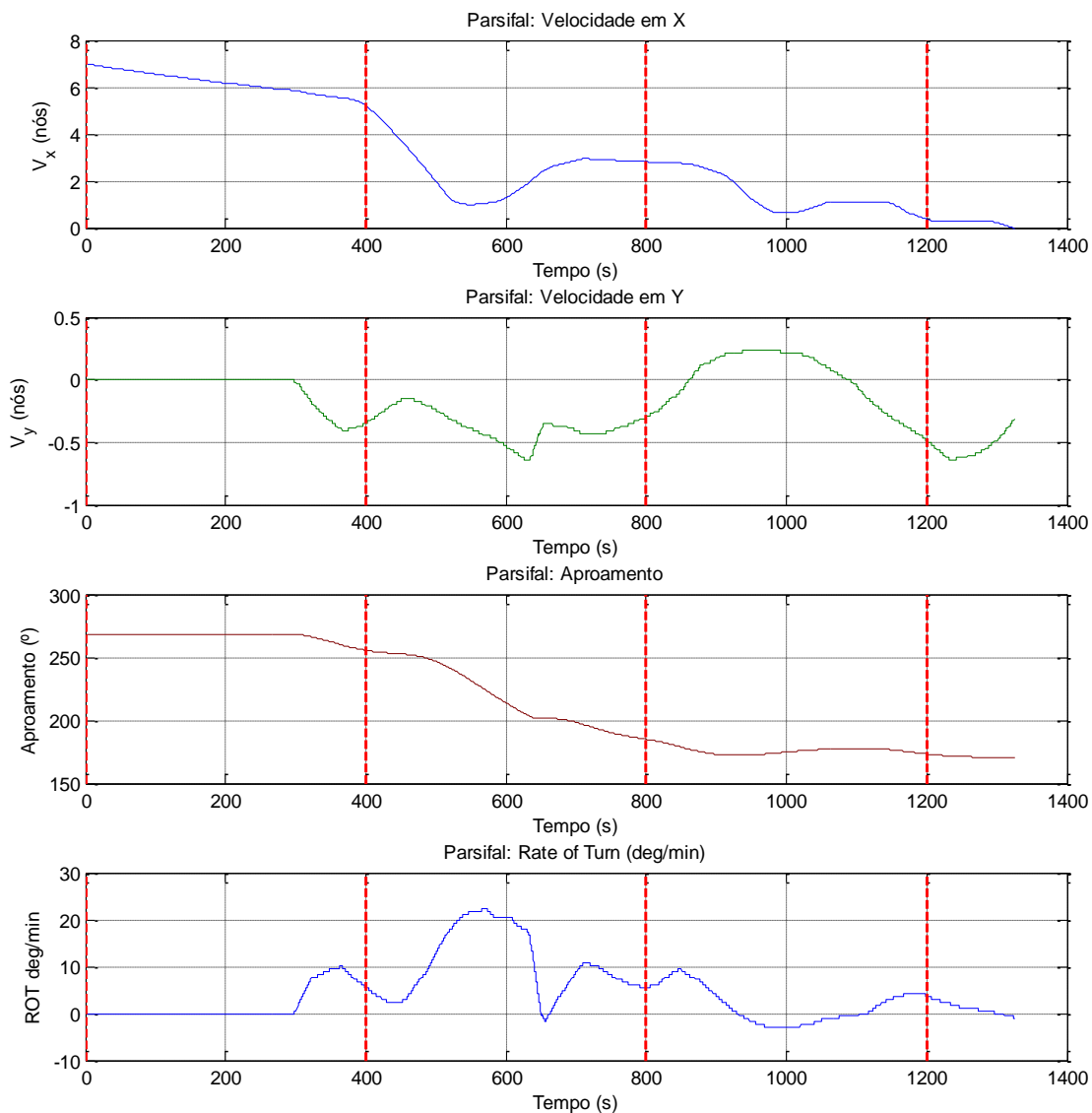


**Comentários:**

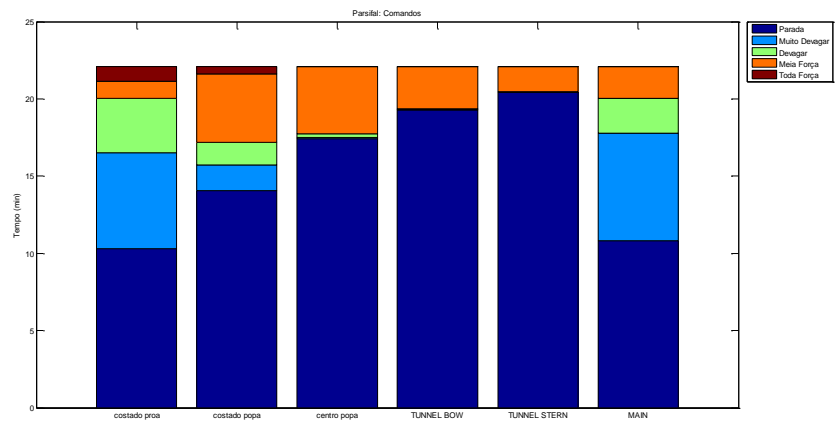
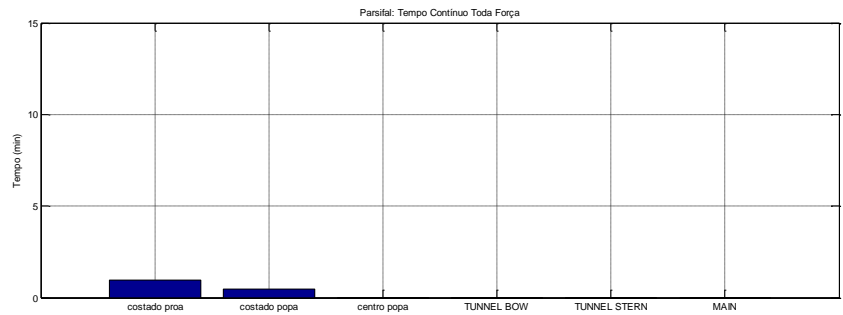
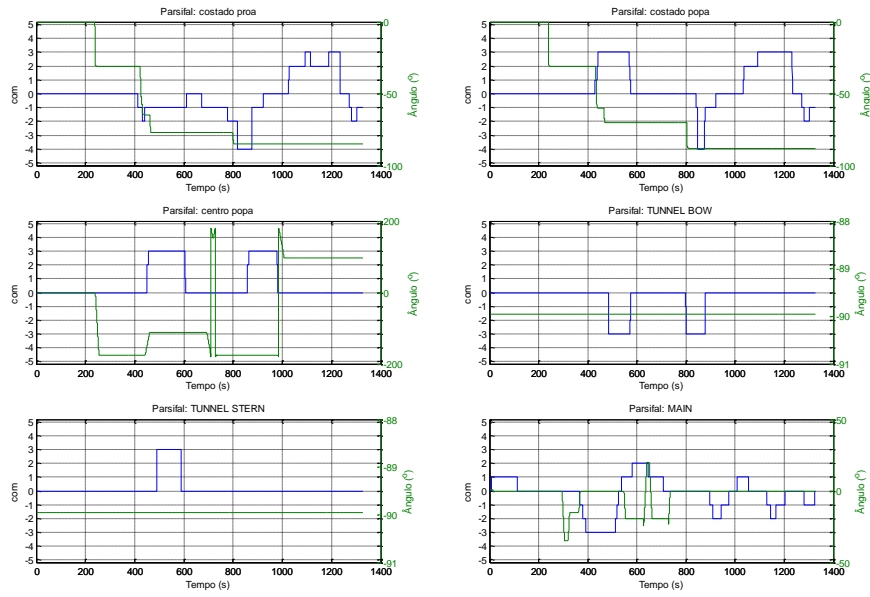
**Resumo:**



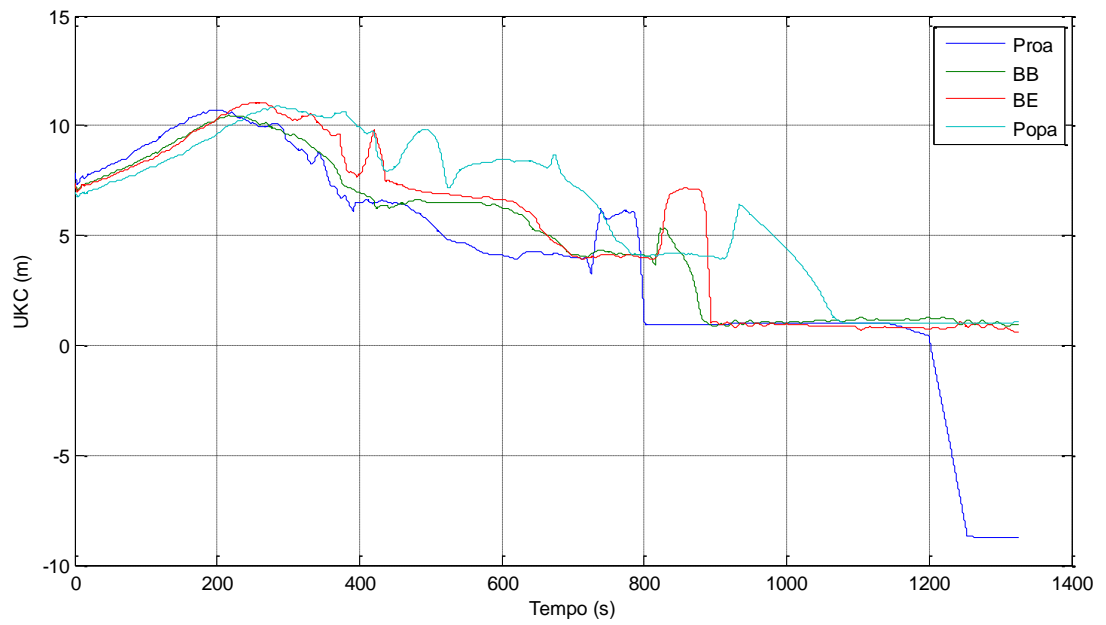
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

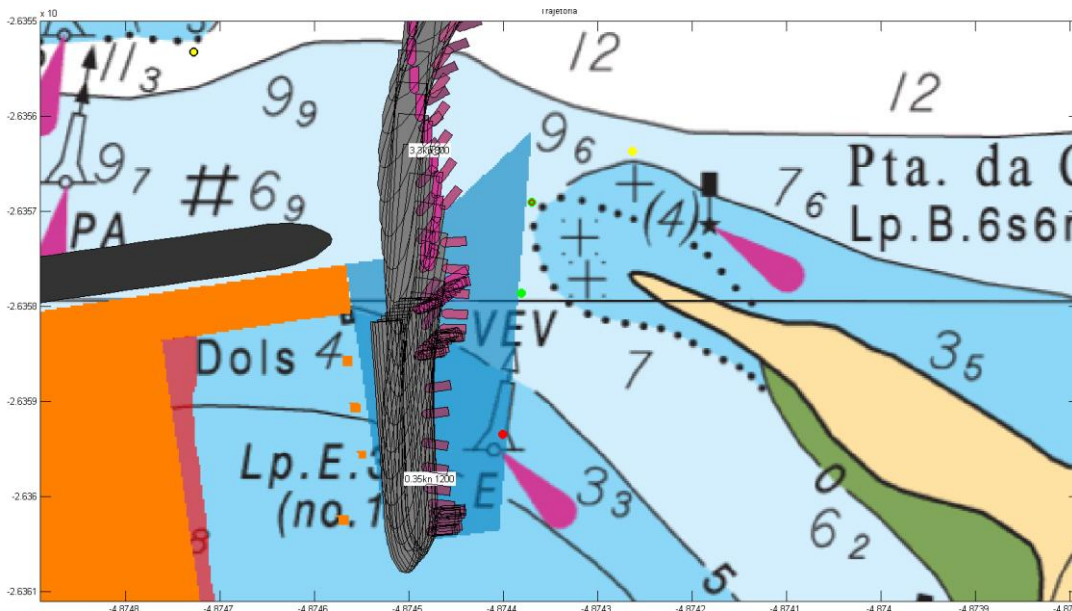
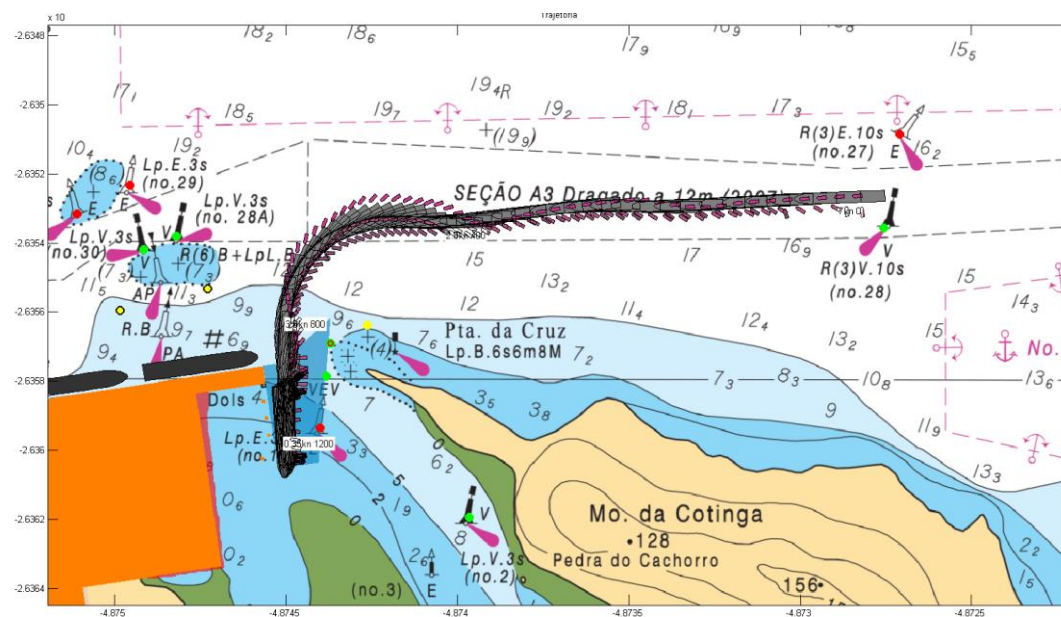


**Gráfico de folga sob a quilha:**



6.36. **Manobra 52**

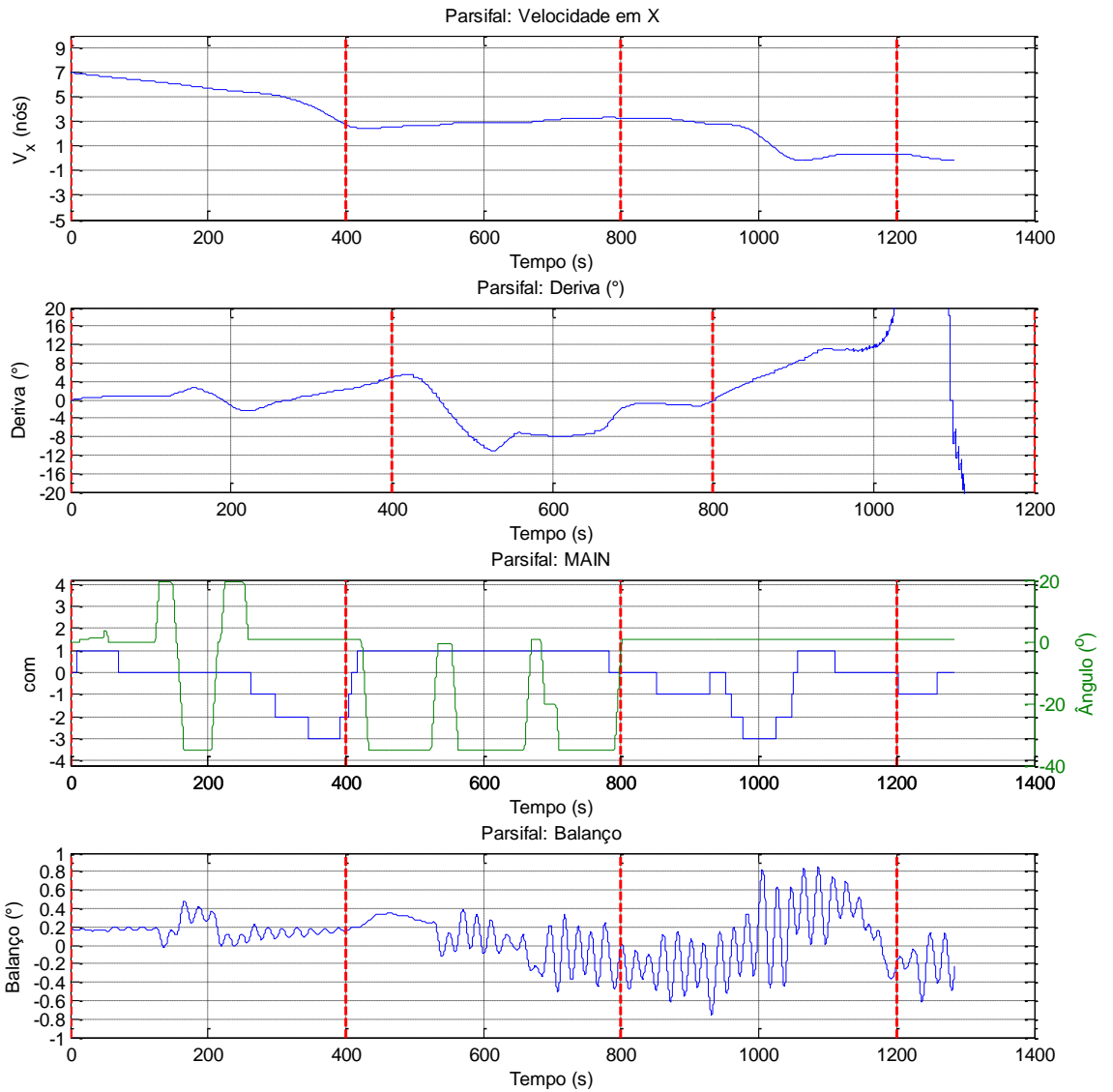
<b>Navio:</b> Parsifal L265 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós W
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Vazante BM-30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



**Comentários:**

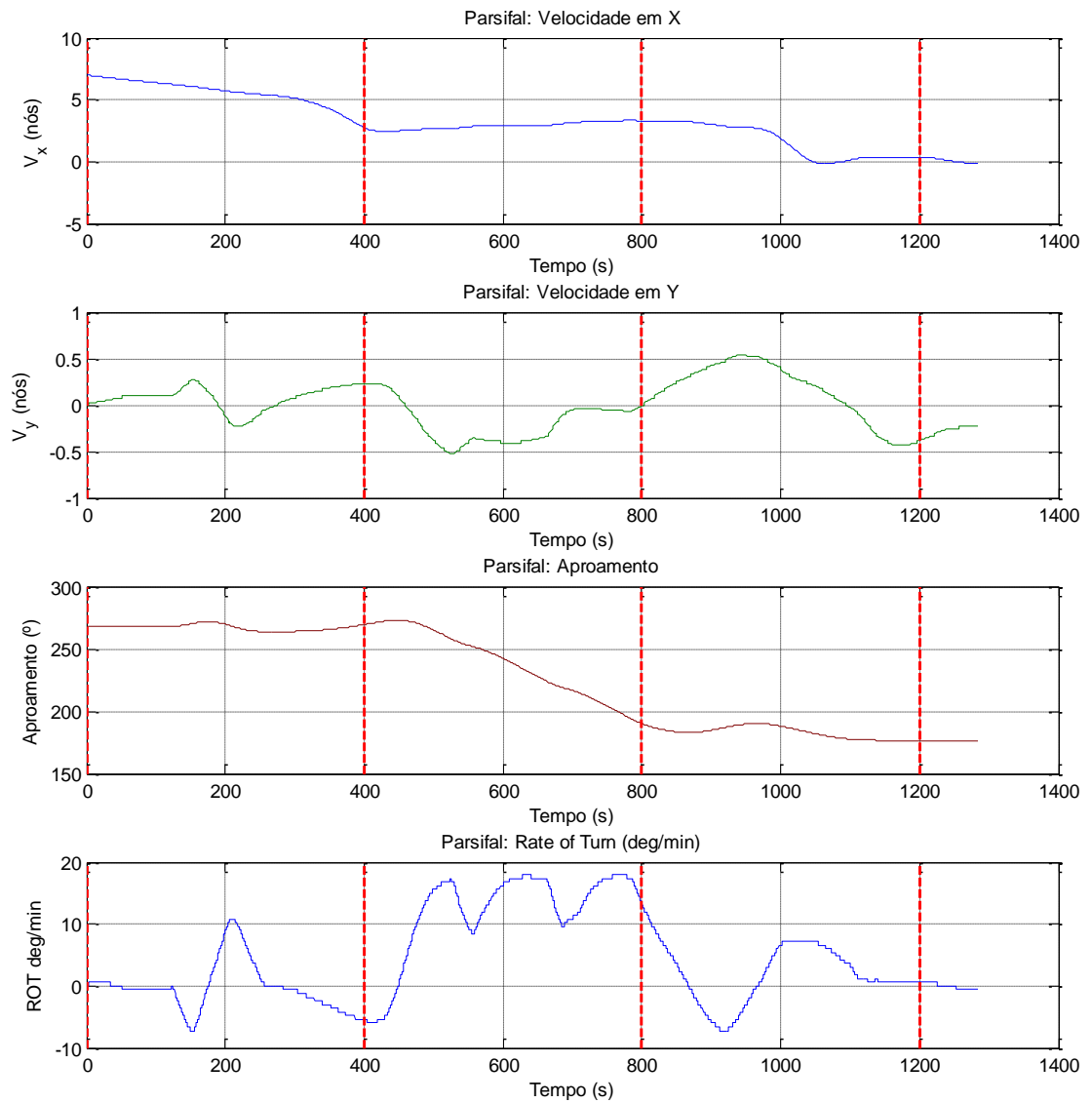


**Resumo:**

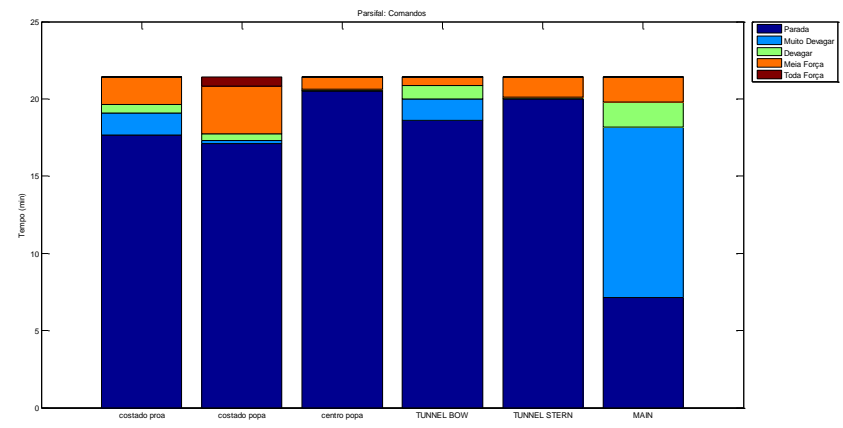
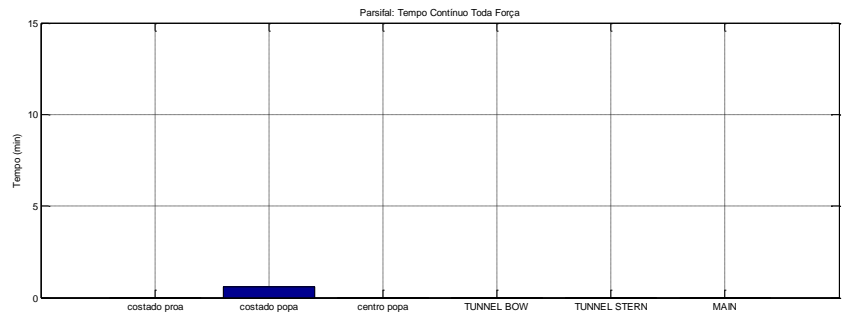
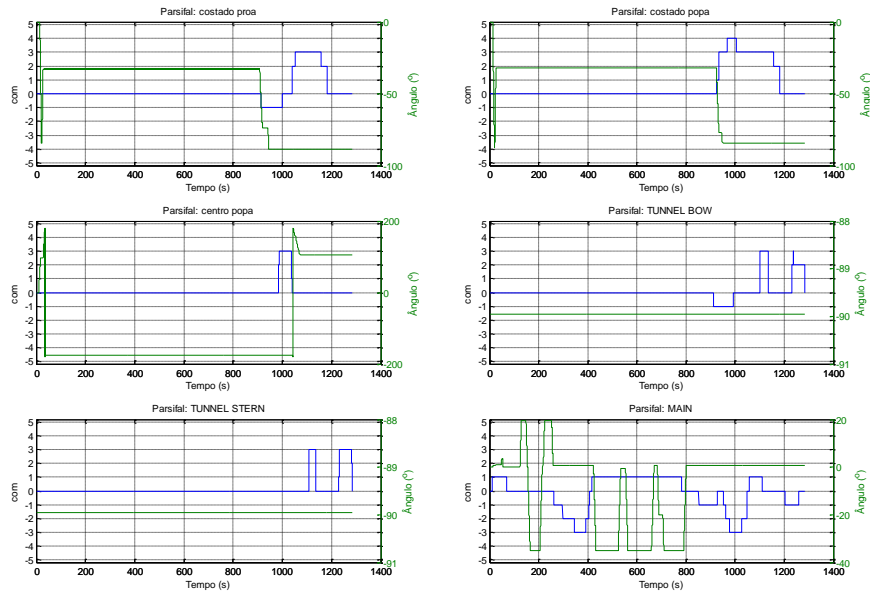




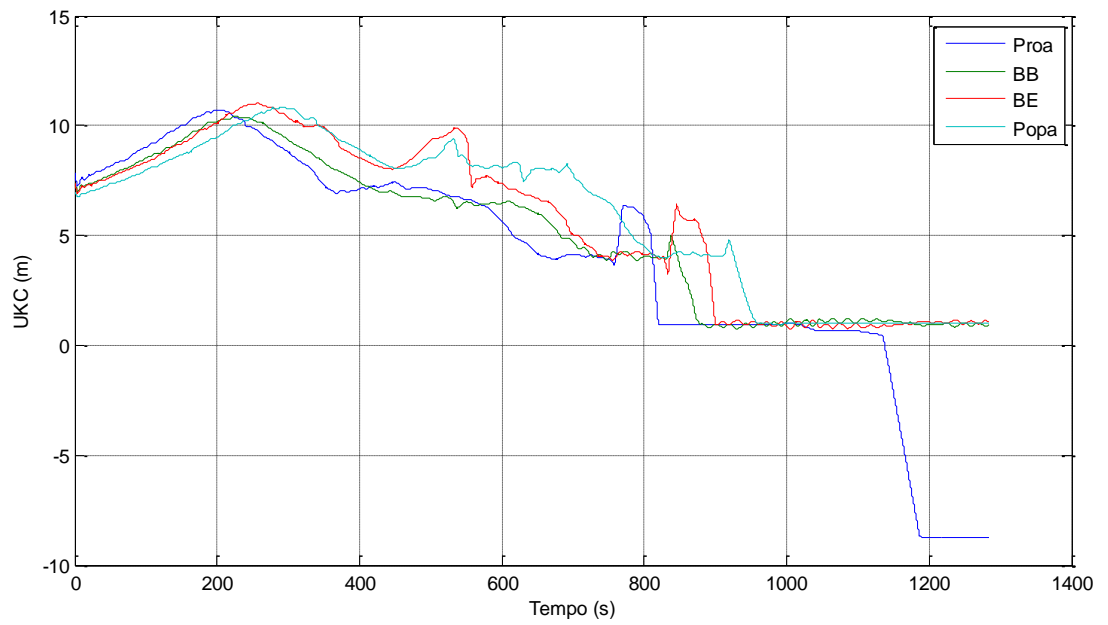
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**

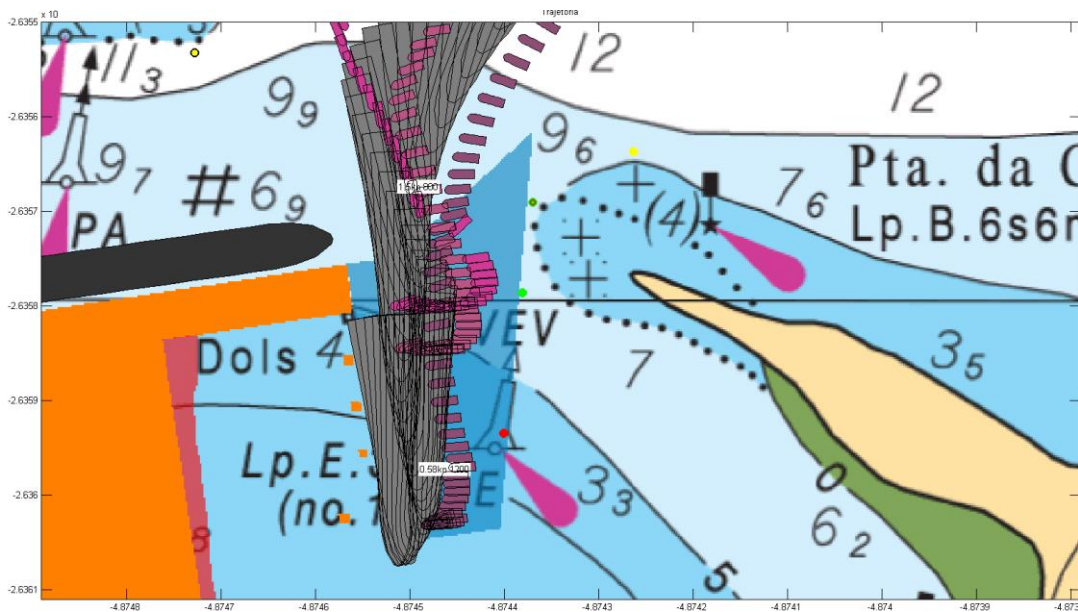
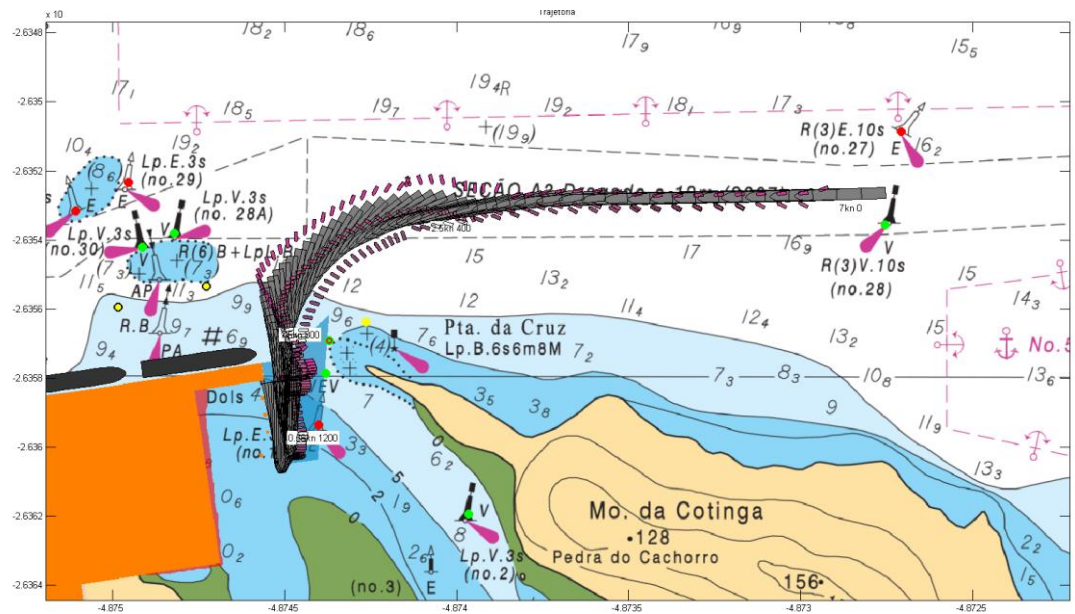


**Gráfico de folga sob a quilha:**



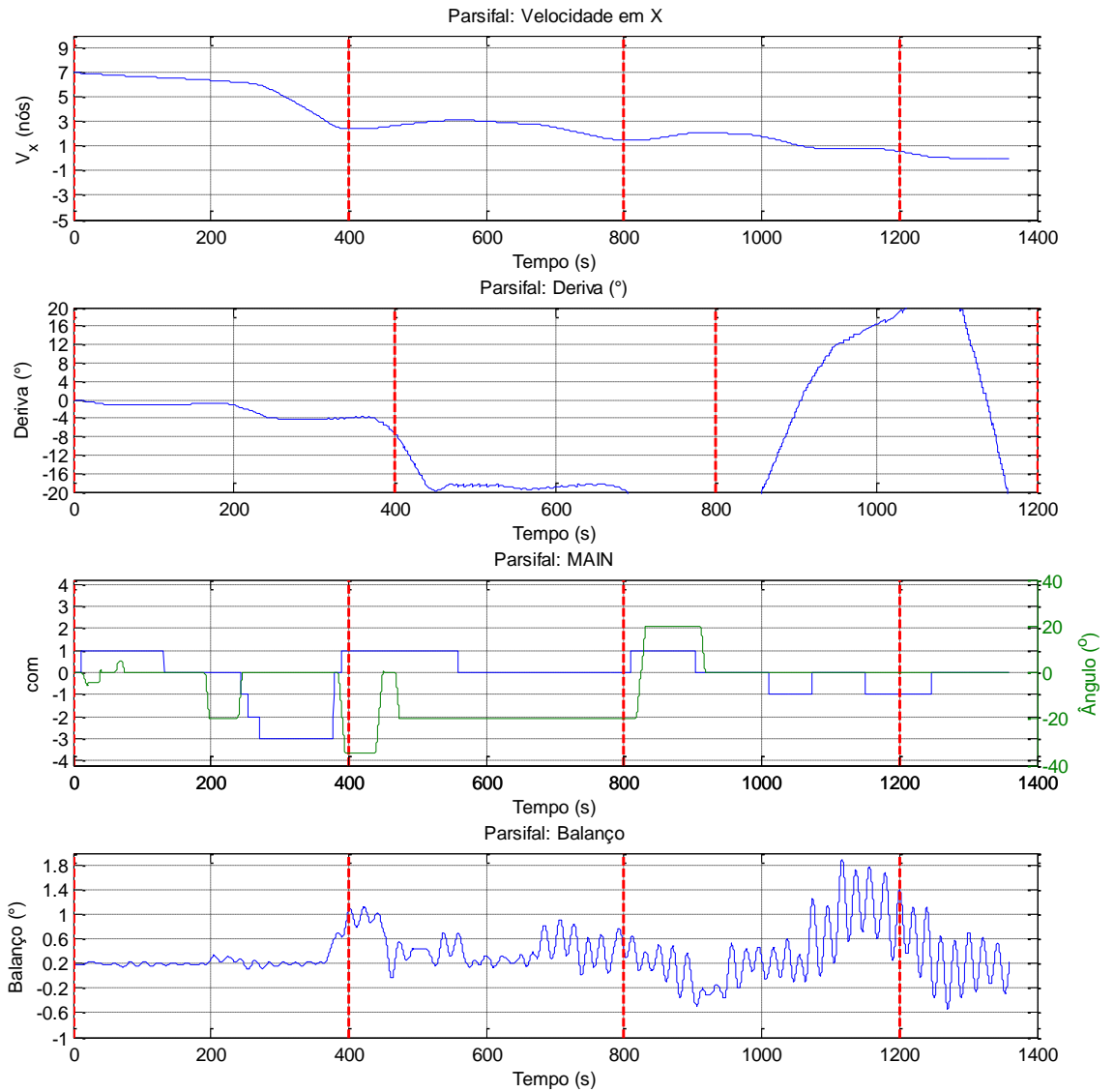
**6.37. Manobra 53**

<b>Navio:</b> Parsifal L265 B32	<b>Cenário:</b> Entrada
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 10 nós E
<b>Manobra:</b> Entrada	<b>Corrente:</b> Enchente BM+30min
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

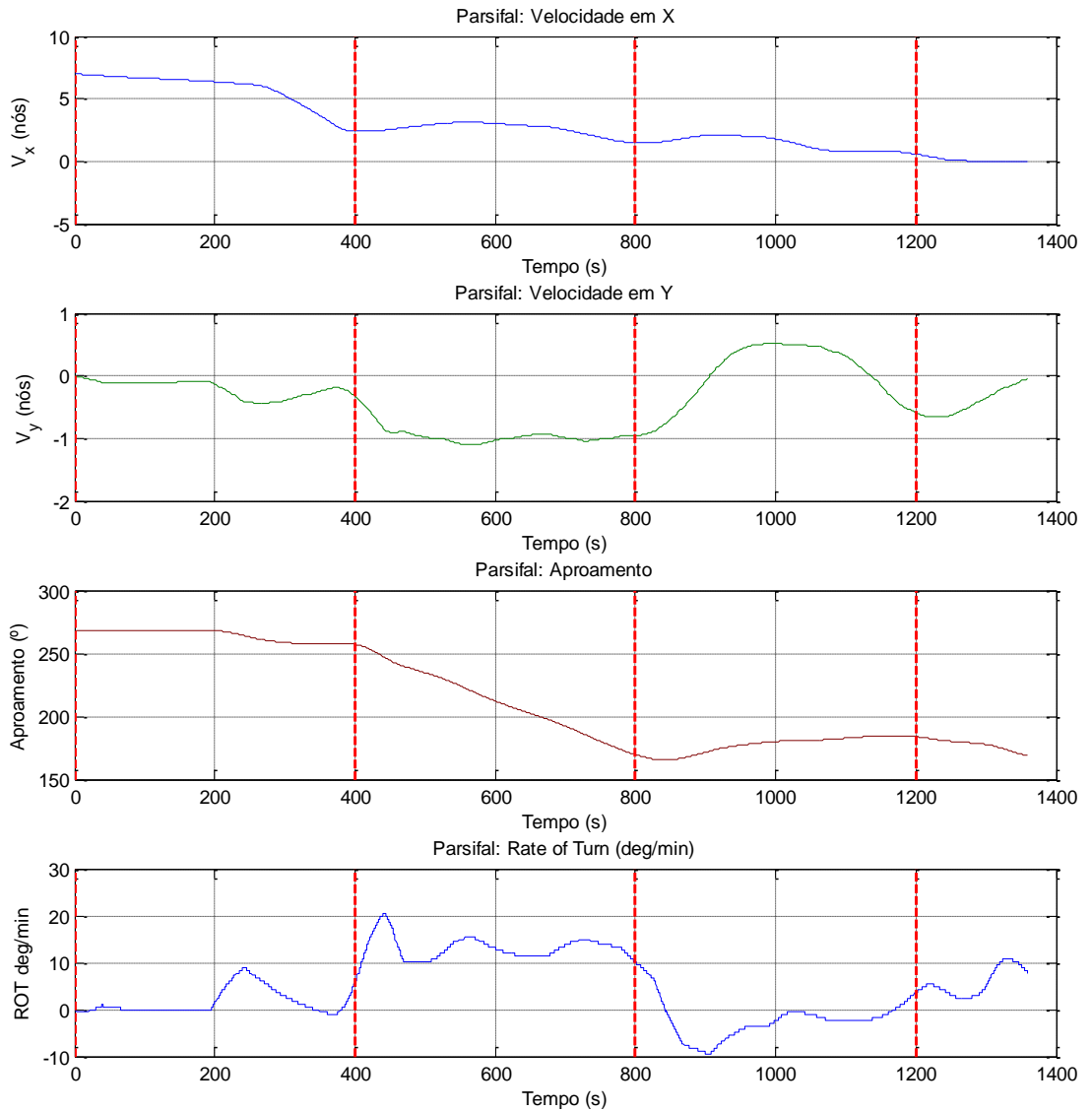


**Comentários:**

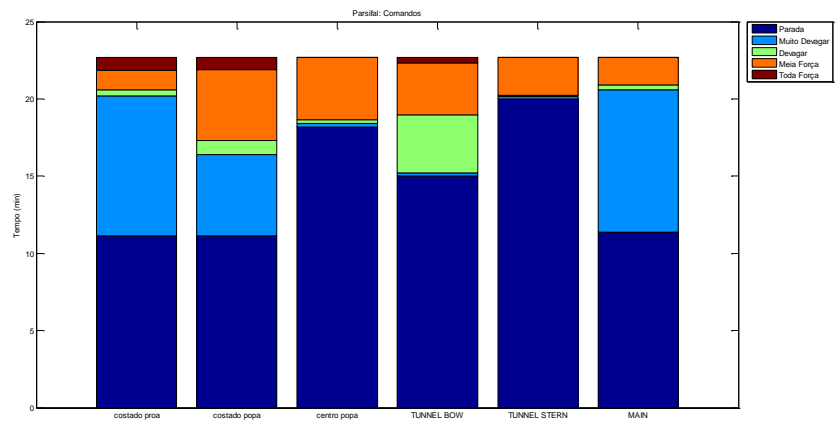
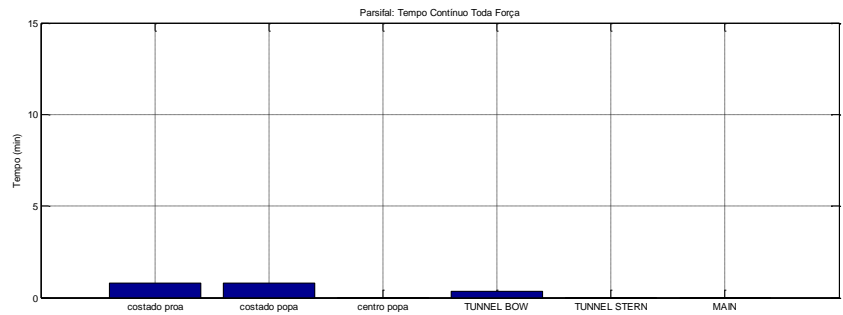
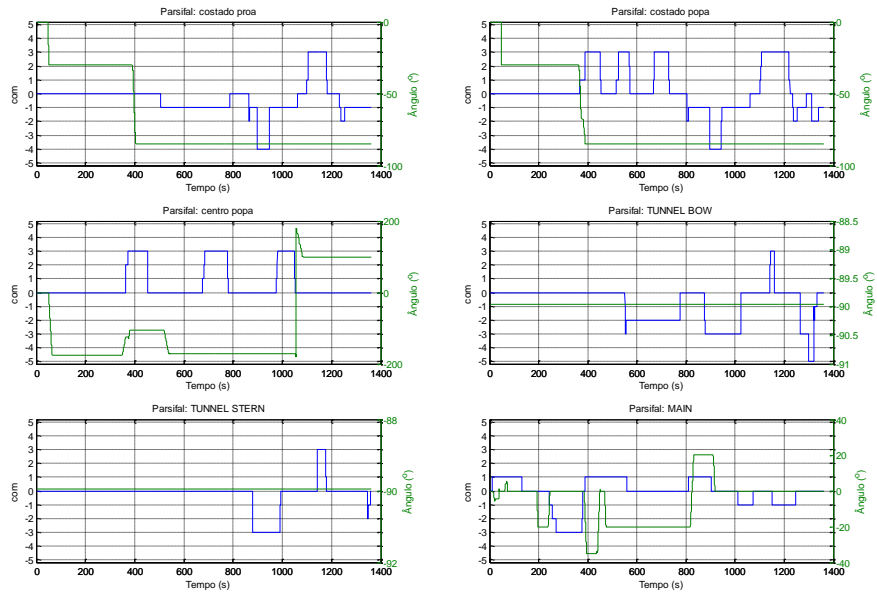
**Resumo:**



**Velocidades e Aproamento:**

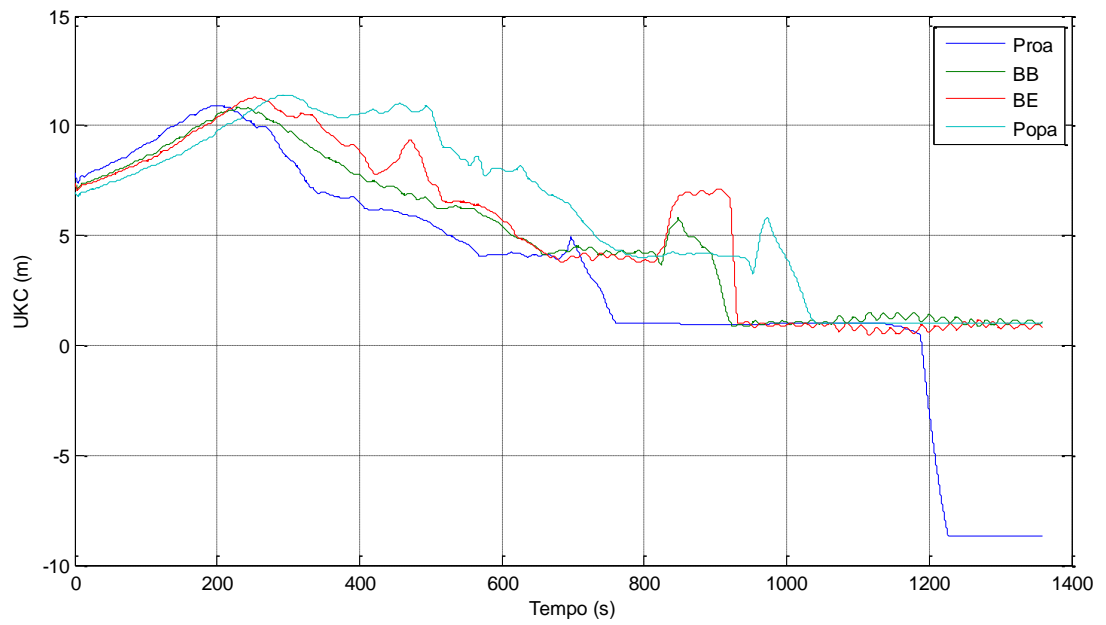


**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



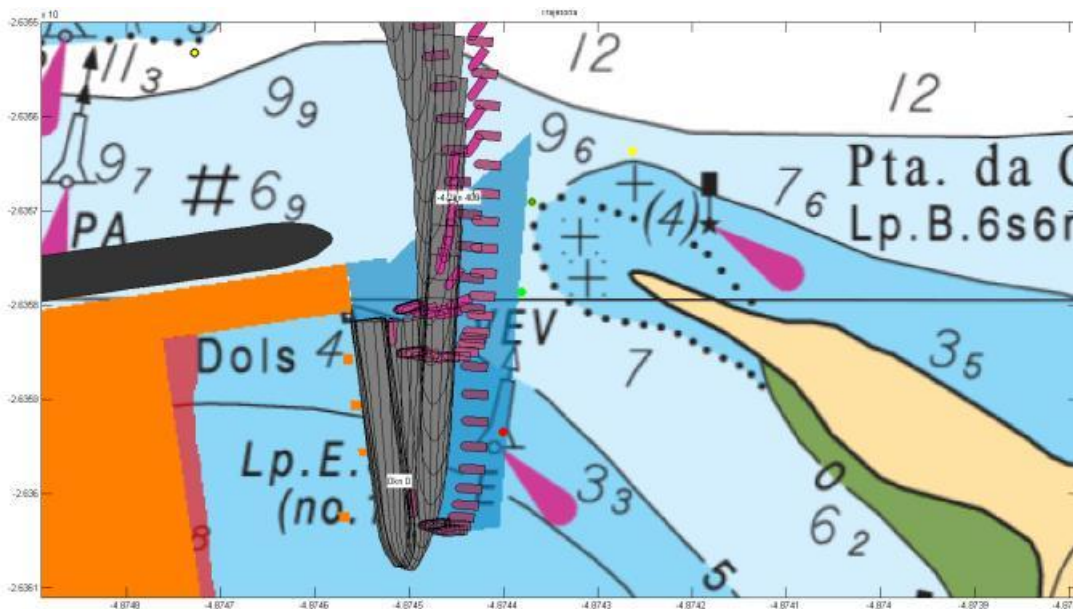
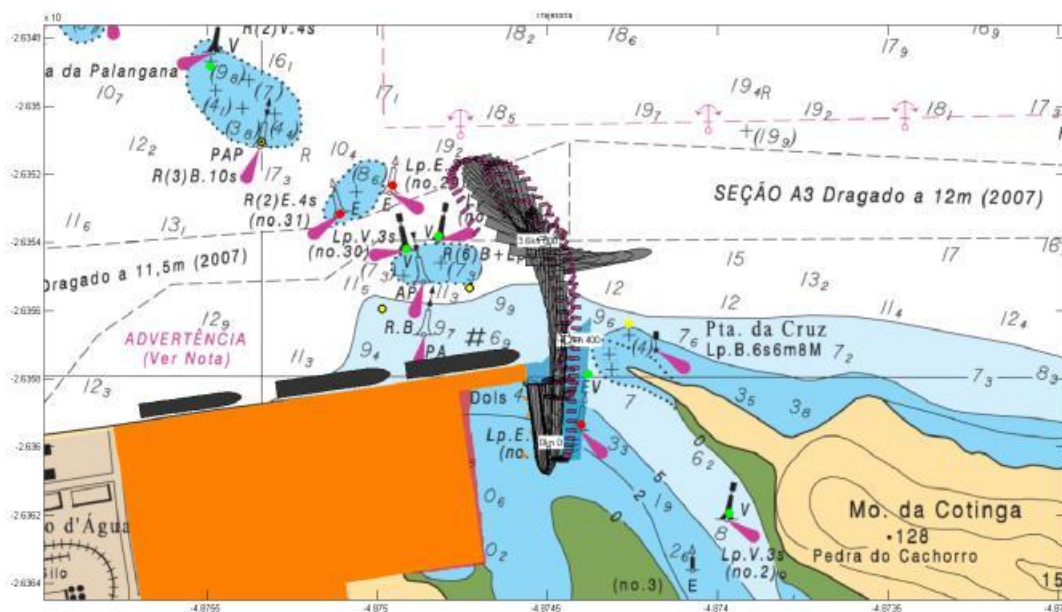


**Gráfico de folga sob a quilha:**



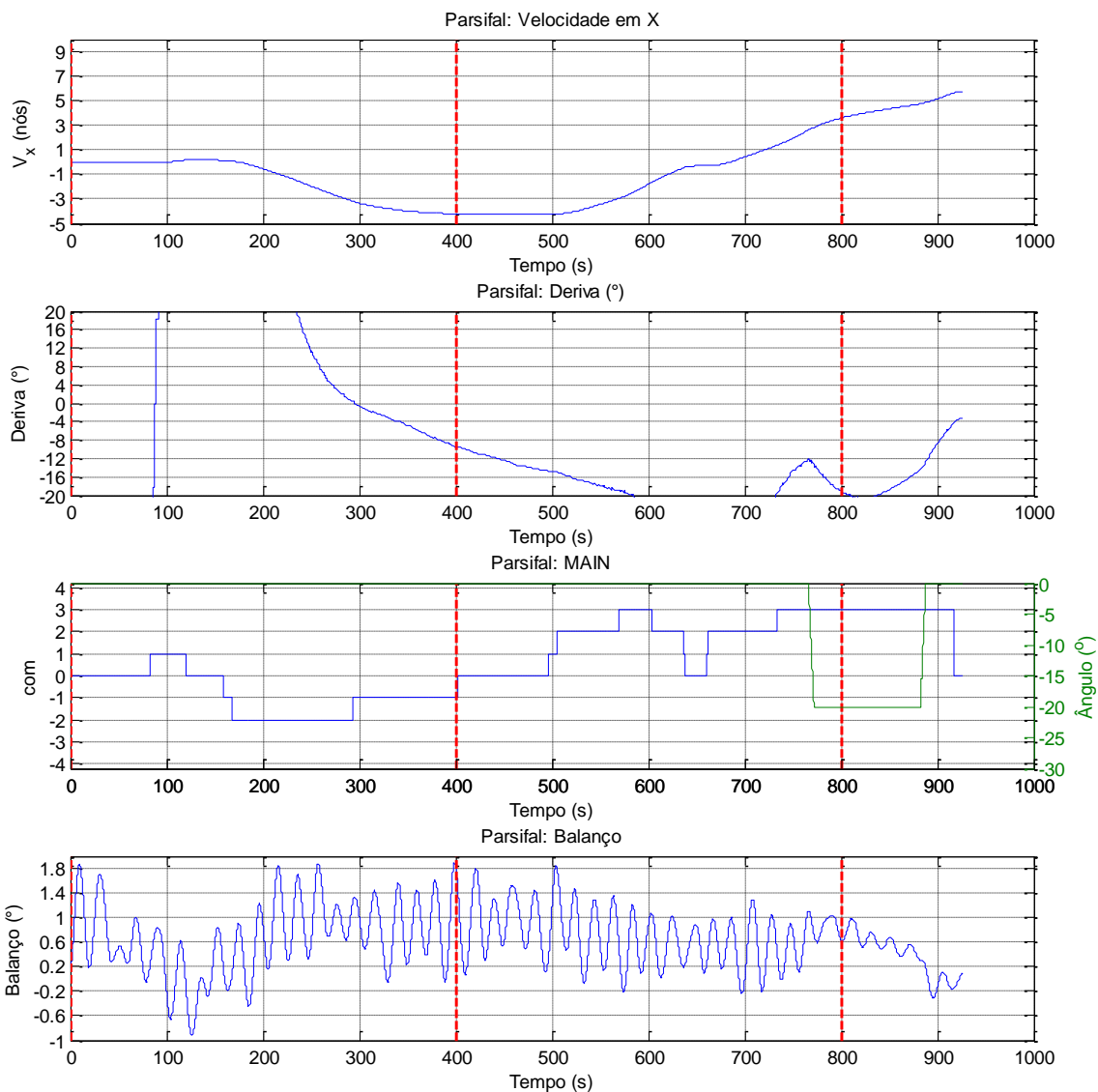
**6.38. Manobra 54**

<b>Navio:</b> Parsifal L265 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós E
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Enchente BM+1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -

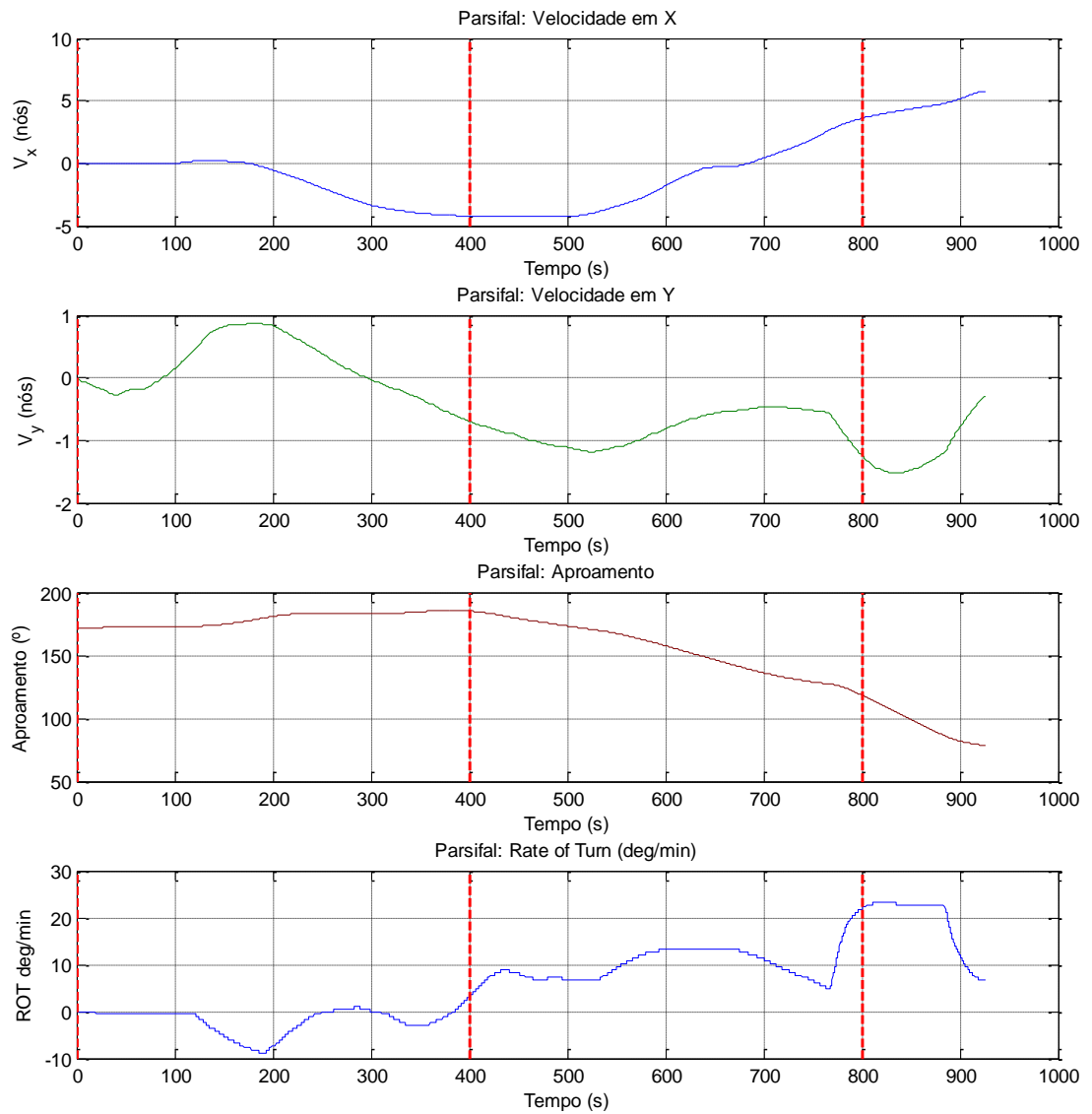


**Comentários:**

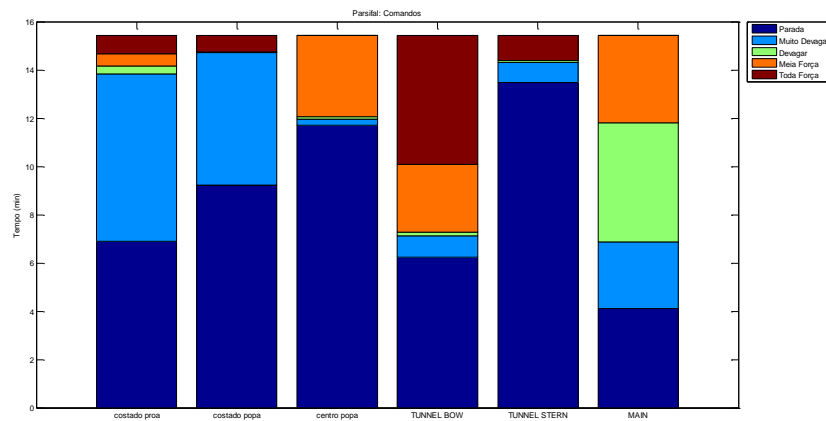
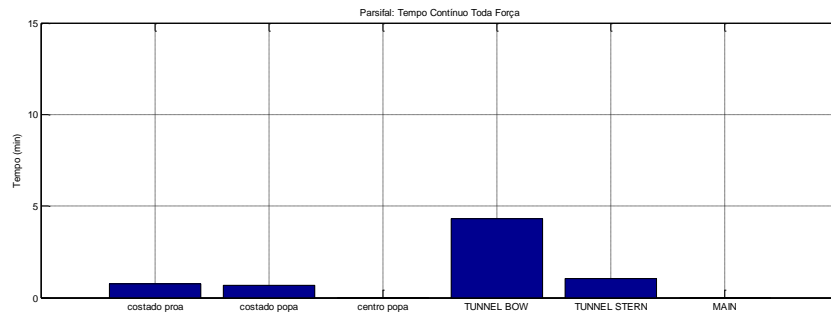
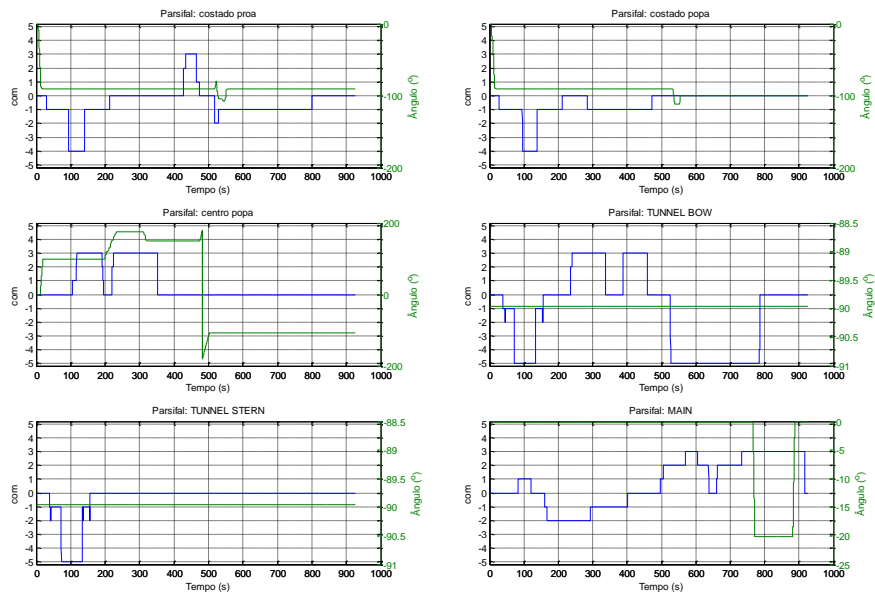
**Resumo:**



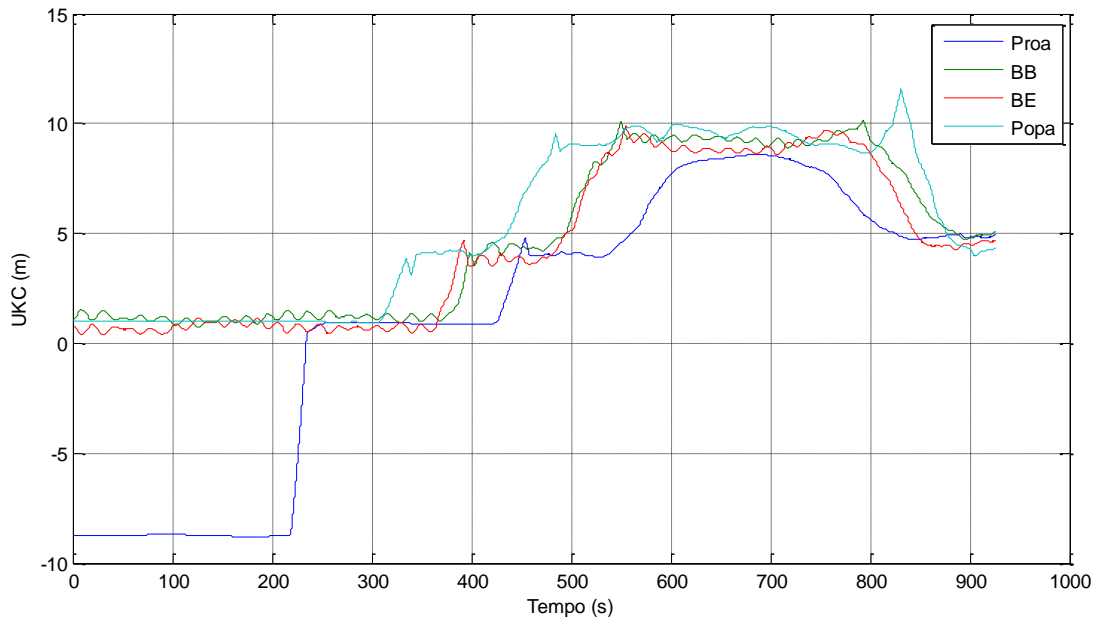
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



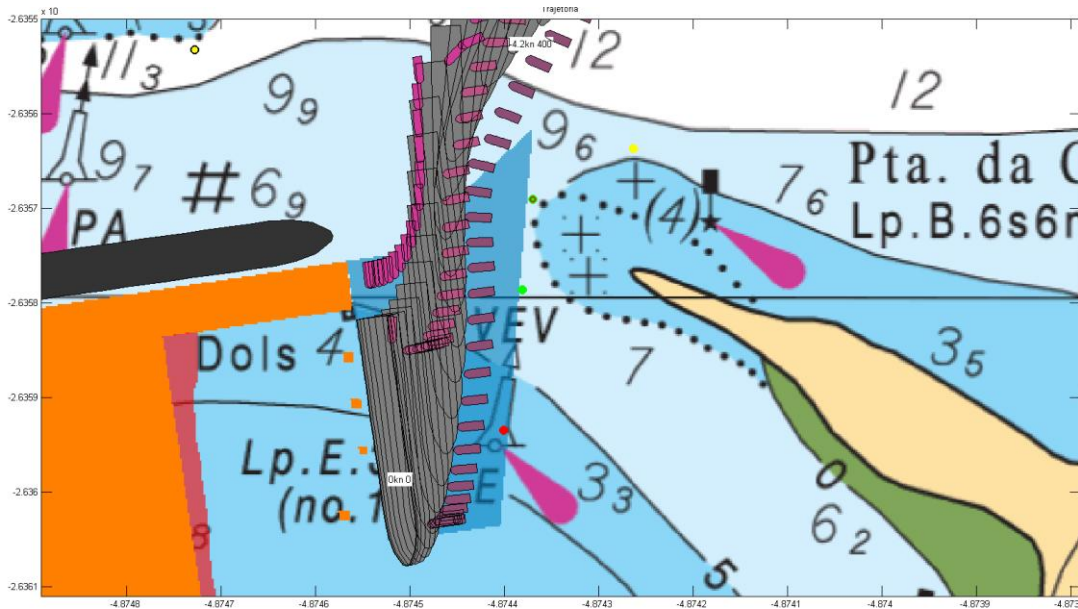
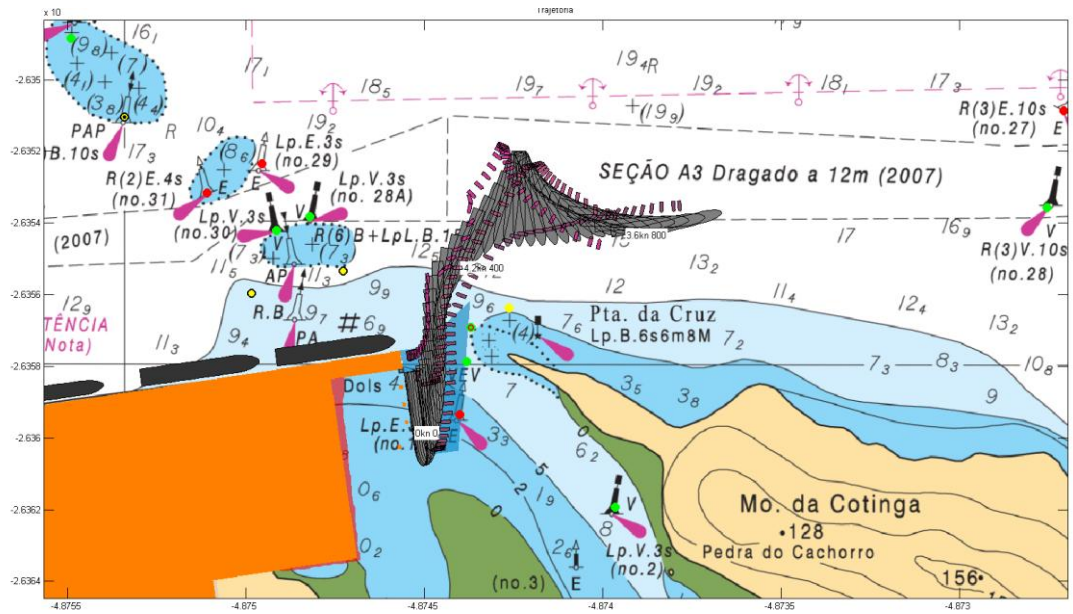
**Gráfico de folga sob a quilha:**





**6.39. Manobra 55**

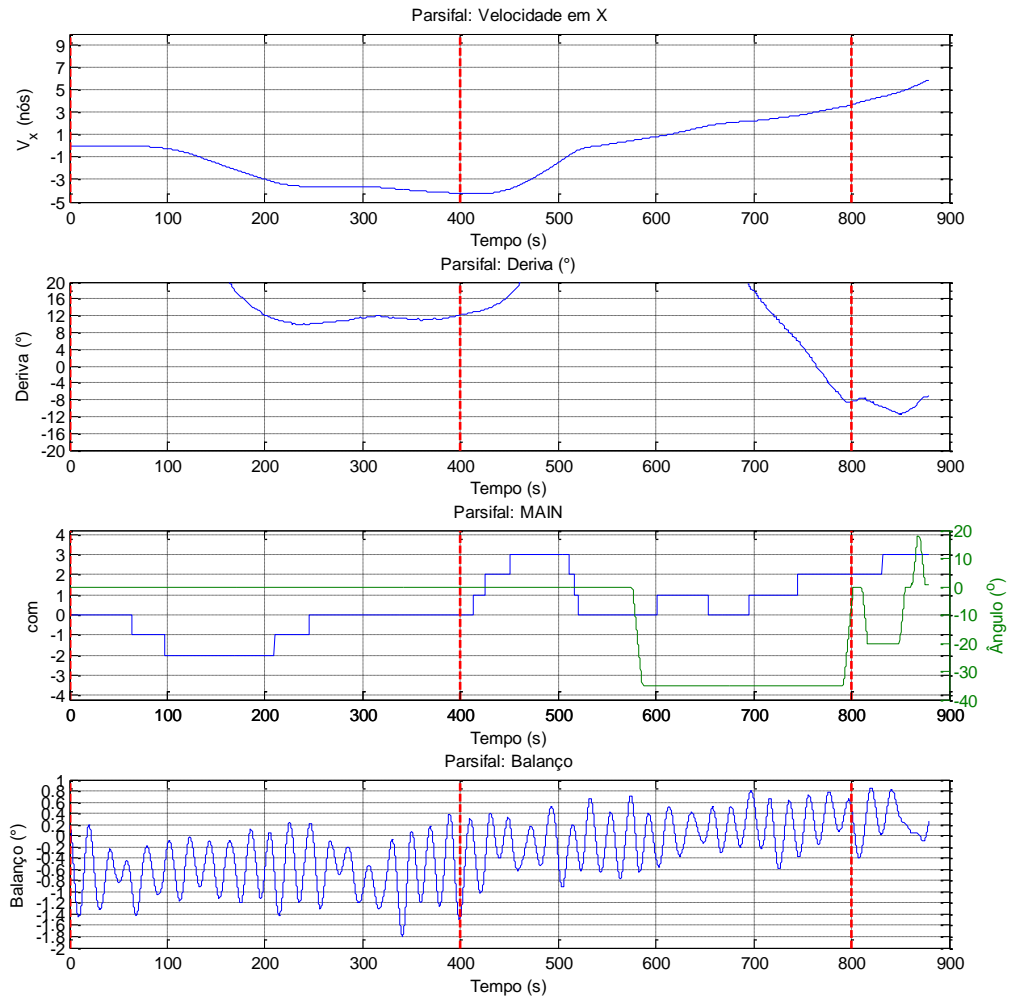
<b>Navio:</b> Parsifal L265 B32	<b>Cenário:</b> Saída
<b>Calado:</b> 9,5m	<b>Vento:</b> 15 nós W
<b>Manobra:</b> Saída	<b>Corrente:</b> Vazante BM-1h
<b>Berço:</b> -	<b>Onda:</b> -



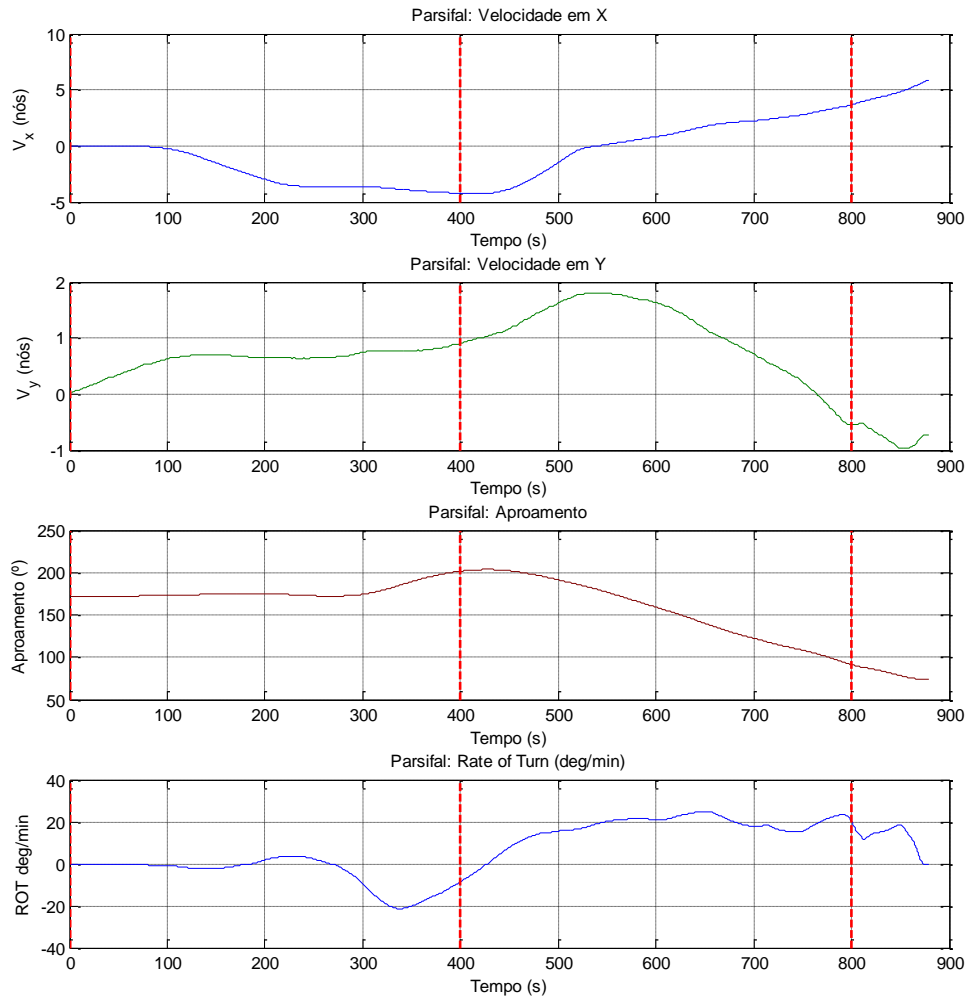
**Comentários:**



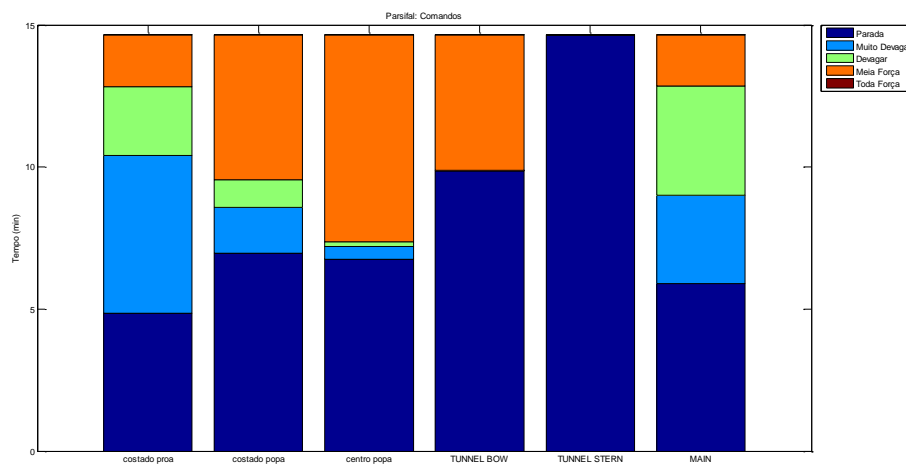
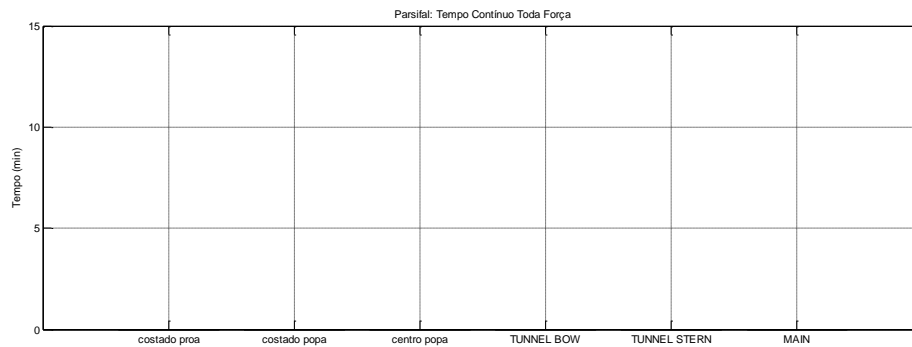
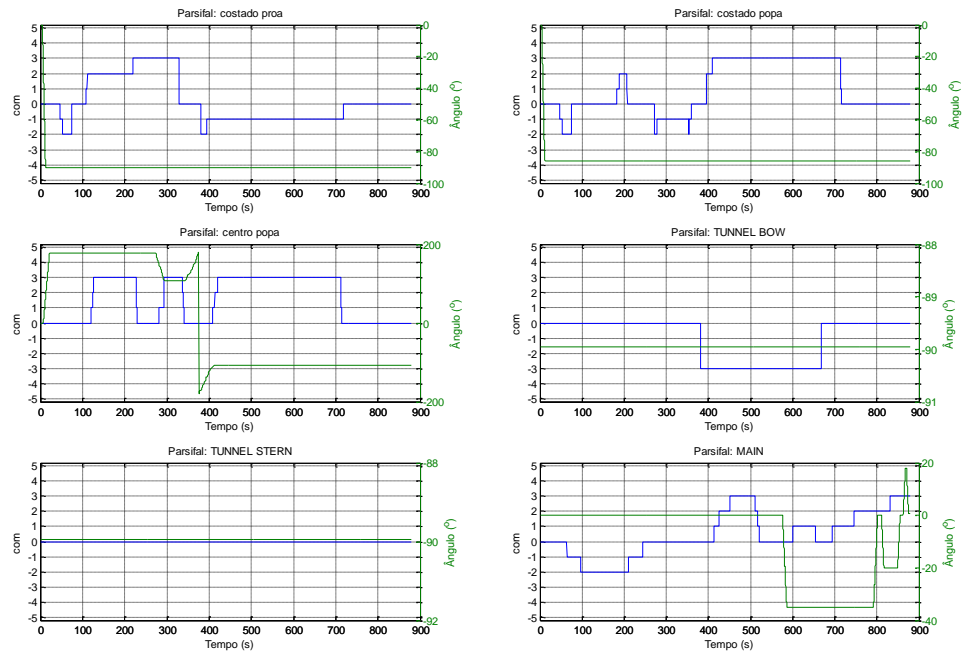
**Resumo:**



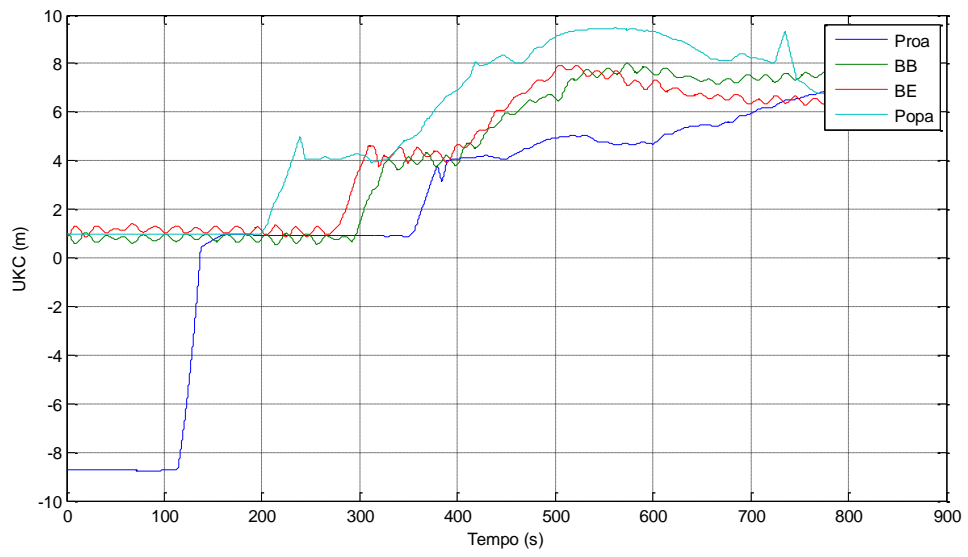
**Velocidades e Aproamento:**



**Comando de máquina, leme e uso dos rebocadores:**



**Gráfico de folga sob a quilha:**



## 7. Referências Gerais

ANBT, 1995, Planejamento portuário - Aspectos Náuticos NBR 13246.

Hensem H., Tug Use in Ports, A Practical Guide, 2a Edição, The Nautical Institute, 2003.

PIANC, 2014. Harbour Approach Channels Design Guidelines, Report n° 121 - 2014.

LOPES, G.M., APLICAÇÃO DE UM MODELO NUMÉRICO HIDRODINÂMICO PARA AS BAÍAS DE PARANAGUÁ E ANTONINA-PR, Dissertação de Mestrado, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, CENTRO DE ESTUDOS DO MAR, 2010

Acquadinâmica, ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES HIDRODINÂMICAS E MORFOLÓGICAS DE CURTO E LONGO PERÍODO, EM DECORRÊNCIA DA EXPANSÃO DO TERMINAL DE CONTÊINERES DE PARANAGUÁ – TCP, Relatório de Modelagem Numérica, Dezembro, 2015.