TRANSPETRO	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	**Nº MC-4450.72-6611-962-E3C-001**
	CLIENTE: TP/DOP/DTNNESE/UO-NORTE/MP/TRANSBEL	**FOLHA:** 1 DE 29
	PROGRAMA: -	TPP-138
	ÁREA: TERMINAL DE BELÉM	
DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	**TÍTULO:** **MEMÓRIA DE CÁLCULO DE AMARRAÇÃO**	DTEC/ENG/PPL/DPL/DP1
		NP-1

RAZÃO SOCIAL:	Exe Engenharia Ltda.	**Nº CONTRATO:**	4501657187
RESP. TÉCNICO:	Engº Rubens da Costa Sabino Filho	**Nº CREA:**	RJ 38915/D
RÚBRICA:		**Nº INTERNO:**	MC-323.001-205-11-001

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão Original

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	20/10/2022								
EXECUÇÃO	DNG								
VERIFICAÇÃO	PVF								
APROVAÇÃO	LFT								

DE ACORDO COM O DOCUMENTO PE-3TP-00218 AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA TRANSPETRO, SENDO PROIBIDA A.
UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV M.

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. NORMAS DE PROJETO 3
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3
4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES 4
5. EMBARCAÇÕES DE PROJETO - CARACTERÍSTICAS GERAIS 5
6. CONDIÇÕES AMBIENTAIS 7
7. CARACTERÍSTICAS E PREMISSAS GERAIS DE AMARRAÇÃO 12
8. ANÁLISE COMPUTACIONAL 16
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS 25
10. ANÁLISE DE NAVIO OPERANTE 26
11. AVALIAÇÃO DA EMBARCAÇÃO DE 50.000 TPB (ALIVIADO PARA 30.000 TPB) PARA A NOVA CONFIGURAÇÃO DE DOLFINS 28

1. OBJETIVO

O presente memorial tem o objetivo de calcular os esforços de amarração para o Projeto Básico de Arranjo Geral de Amarração, que tem a finalidade de ampliar a capacidade do Píer 1 (ou também Píer 100), a ser implantado no Terminal Petroquímico de Miramar, localizado à Av. Arthur Bernardes s/n – Bairro Val-de-Cães em Belém/PA.

2. NORMAS DE PROJETO

2.1. NORMAS ABNT

NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento

2.2. NORMAS INTERNACIONAIS OU ESTRANGEIRAS

OCIMF MEG4 – Mooring Equipment Guidelines, 4th edition

PIANC Report Nº 25 / Supplement to Bulletin nº 88 – Criteria for Movements of Moored Ships in Harbours: A Practical Guide

PIANC Report Nº 33 – Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002

PIANC Report Nº 149 – Guidelines for Marina Design, 2016

PIANC Report Nº 121 - Harbour Approach Channels Design Guidelines, 2014

PIANC Report Nº 153 - Recommendations for the Design and Assessment of Marine Oil and Petrochemical Terminals, 2016

BS 6349-4 – Maritime Structures, Part 4: Code of Practice for Design of Fendering and Mooring Systems, 1994

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

[1] ET-4450.72-6000-940-PTD-001_R0_F1-18_rodizio (Especificação técnica)

[2] DE-4450.72-6611-100-PTD-001_R0_F1-1 (Desenho de levantamento de campo da plataforma existente – Projeto conceitual)

[3] DE-4450.72-6611-941-PTD-001_R0_F1-1 - Proposta de revisão (Dolfins de atracação – Pier 100 – Projeto conceitual)

[4] DE-4450.72-6611-942-PTD-001_R0_F1-1 (Planta de Locação/ Dolfins de atracação – Píer 100)

[5] MD-4450.72-6611-941-PTD-001_R0_F1-17 (memorial descritivo)

[6] MC-4450.72-6611-962-PTD-001_R0_F1-20 (memorial de cálculo)

[7] 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf

[8] DE-4450.72-6631-934-LAQ-001_R0_F1-1.DWG (Planta de Situação)

[9] https://www.naval.com.br/ngb/P/P005/P005.htm (Dados de embarcação)

[10] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/File/Aqu/AQU_3_4_2_1_2_3.XLSX&ved=2ahUKEwj-

geLVh4r5AhWWFrkGHXx4AQkQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw1r7wq1u6tv_GEGwL06v-RJ (Relação de embarcações)

[11] PORT INFORMATION BELEM Atualizacao 2021 (Port Information - Terminal Aquaviário de Belém TA-Belém, 2021)

[12] Corrente ccm-salinopolis-a-belem.pdf

[13] Trelleborg Marine and Infraestructure - Fender Systems: Product Brochure (catálogo do fabricante, disponível em https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/resources/brochures)

[14] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 1.pdf

[15] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 2.pdf

[16] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 3.pdf

[17] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 4.pdf

[18] Projeto píer 1 - Dolfins amarração MC.pdf

[19] Relação de Navios.pdf

4. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O Píer 100 integra as instalações de acostagem do Terminal Petroquímico de Miramar localizado em Belém (PA), especializado na movimentação de granéis líquidos combustíveis e inflamáveis. Possui plataforma central de operações em estrutura de concreto armado, com dimensões de 76 metros de comprimento e 24 metros de largura, utilizado tanto para acostagem quanto para amarração dos traveses e espringues de embarcações. Conta ainda com dois dolfins de amarração, com dimensões em planta de 5,00x5,00m e altura de 1,20m, com afastamento entre eixos de 204 metros, além de um terceiro dolfim de amarração, com dimensões em planta de 4,00x4,00m, o qual não integra o presente estudo de amarração. A Figura 1 contém imagens de satélite da região em estudo.



Figura 1 – À esquerda: detalhe de navio operando. À direita e acima: localização do Terminal de Miramar. À direita e abaixo: Píer 100 (acima) e Píer 200 (abaixo). FONTE: Google Earth

5. EMBARCAÇÕES DE PROJETO - CARACTERÍSTICAS GERAIS

Foram analisados os navios indicados na especificação técnica (ver Referência [1]).

Os dados complementares dos navios de 50.000, 30.000 e 5.000 TPB foram retirados de PIANC nº 121, Tabela C-1 (*Product and Chemical Tankers* e *LPG Carries*) e estimados quando ausentes. Os dados complementares dos navios de 1.400, 800 e 105 TPB foram estimados com base na mesma tabela (*Ferries*).

5.1. NAVIOS UTILIZADOS PARA DEFINIÇÃO DE LAYOUT

Para o estudo e definição do *layout* de amarração foram analisados os seguintes navios:

a) Navio Patrulha P 12/ 105 T (Referência [9]):
- Deslocamento: 105 ton;
- LOA: 28,95m;
- Boca: 6,1m;
- Pontal: 2,9m (estimado)
- Calado mínimo (lastro): 1,1m (estimado);
- Calado operacional máximo carregado: 1,9m.

b) Balsa 800 TPB (baseado no navio 'SERRA DOURADA XVIII' da Referência [10]):
- Deslocamento: 868 ton;
- LOA: 48m;
- Boca: 11,5m;
- Pontal: 3,5m (estimado);
- Calado mínimo (lastro): 0,8m (estimado);
- Calado operacional máximo carregado: 3,3m.

c) Balsa 1400 TPB:
- Deslocamento: 2.480 ton (estimado);
- LOA: 62m;
- Boca: 15m;
- Pontal: 4,5m
- Calado mínimo (lastro): 1,2m;
- Calado operacional máximo carregado: 3,3m.

d) Gaseiro 5.000 TPB:
- Deslocamento: 8.800 ton; (referência [6])
- LOA: 134m;
- Boca: 16 m (referência [6])
- Pontal: 12,5m;
- Calado mínimo (lastro): 4,7m;
- Calado operacional máximo carregado: 8,1m.

e) Navio de 30.000 TPB:
- Deslocamento: 39.500 ton (referência [5]);
- LOA: 188m;
- Boca: 28m; (referência [5])
- Pontal: 14,2m;
- Calado mínimo (lastro): 5,8m (referência [5]);
- Calado operacional máximo carregado: 10,8m (referência [5]).

f) Navio de Projeto 50.000 TPB aliviado para 30.000 TPB:

- Deslocamento: 46.400 ton (estimado com base em PIANC Nº 33, tabela C-2);
- LOA: 210m;
- Boca: 32,2m;
- Pontal: 17,6m;
- Calado mínimo (lastro): 6,0m;
- Calado operacional máximo carregado: 11,0m.

5.2. NAVIOS UTILIZADOS PARA ANÁLISE DE ESFORÇOS DE AMARRAÇÃO

Para o estudo dos esforços de amarração foram analisados os navios de 50.000 TPB aliviado para 30.000 TPB, com comprimento de 210 metros, e o de 30.000 TPB, com comprimento de 188 metros, por serem os maiores e que, portanto, resultarão nos maiores esforços de amarração.

5.3. CARACTERÍSTICAS COMPLEMENTARES

A altura metacêntrica (GM) é estimada com base na Tabela C-3 de PIANC nº 121. Foi adotada a relação GM/T (altura metacêntrica dividida pelo calado máximo de projeto) igual a 0,3, atendendo aos valores indicados.

6. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

6.1. MARÉS

Segundo referência [5], item 4.1:

"(...) O regime de marés é semi-diurno, apresentando duas preamares e duas baixa-mares ao longo de um período de cerca de 12 horas. O nível médio encontra-se cerca de 1,81 m acima do nível de redução. As principais características da maré são:

- *Média das preamares de sizígia: 3,31 m;*
- *Média das preamares de quadratura: 2,64 m;*
- *Média das baixamares de sizígia: 0,31 m;*
- *Média das baixamares de quadratura: 0,98 m.*
- *Máxima absoluta de preamar: +4,21 m.*
- *Mínima absoluta de baixamar: -0,37 m*

Em 35,5% do tempo o nível permanece acima de 2,0 m, sendo que em 97% das vezes permanece acima desse valor por período maior ou igual a 3 horas. O anteprojeto de dragagem para Miramar do INPH de 2017 considerou que a cota futura do canal de acesso seria subtraída do valor referente ao nível de 2,0 m de altura de maré. (...)".

Desta forma foi adotado em relação ao NR da DHN (Porto de Belém):

- MHWS: 3,31m;
- MLWS: 0,31m.

Para fins de análise dos esforços de amarração foi verificada apenas a condição de maré mínima (MLWS de 0,31m), visto que esta resulta na menor altura de folga sob a quilha

(*underkeel clearence*) e, portanto, nos maiores esforços atuantes sobre o casco do navio (ver PIANC nº 116, item 6.8 – *Current*).

6.2. VENTO

Foi admitida velocidade máxima de vento de 18,0 m/s (35 nós), de acordo com orientação da Transpetro para limites operacionais. Para valores maiores que esse, foi considerado que a embarcação deverá deixar o local.

Foi realizada a verificação dos esforços para todas as direções de vento, com variação a cada 5º.

6.3. VELOCIDADE DE CORRENTEZA

De acordo com a carta de correntes de maré do Rio Pará (referência [12]), podem ocorrer velocidades máximas de correntes da ordem de 2,9 nós (1,5 m/s), sendo esta a velocidade adotada na análise tanto para vazante quanto para enchente (ver Figura 2 e Figura 3).

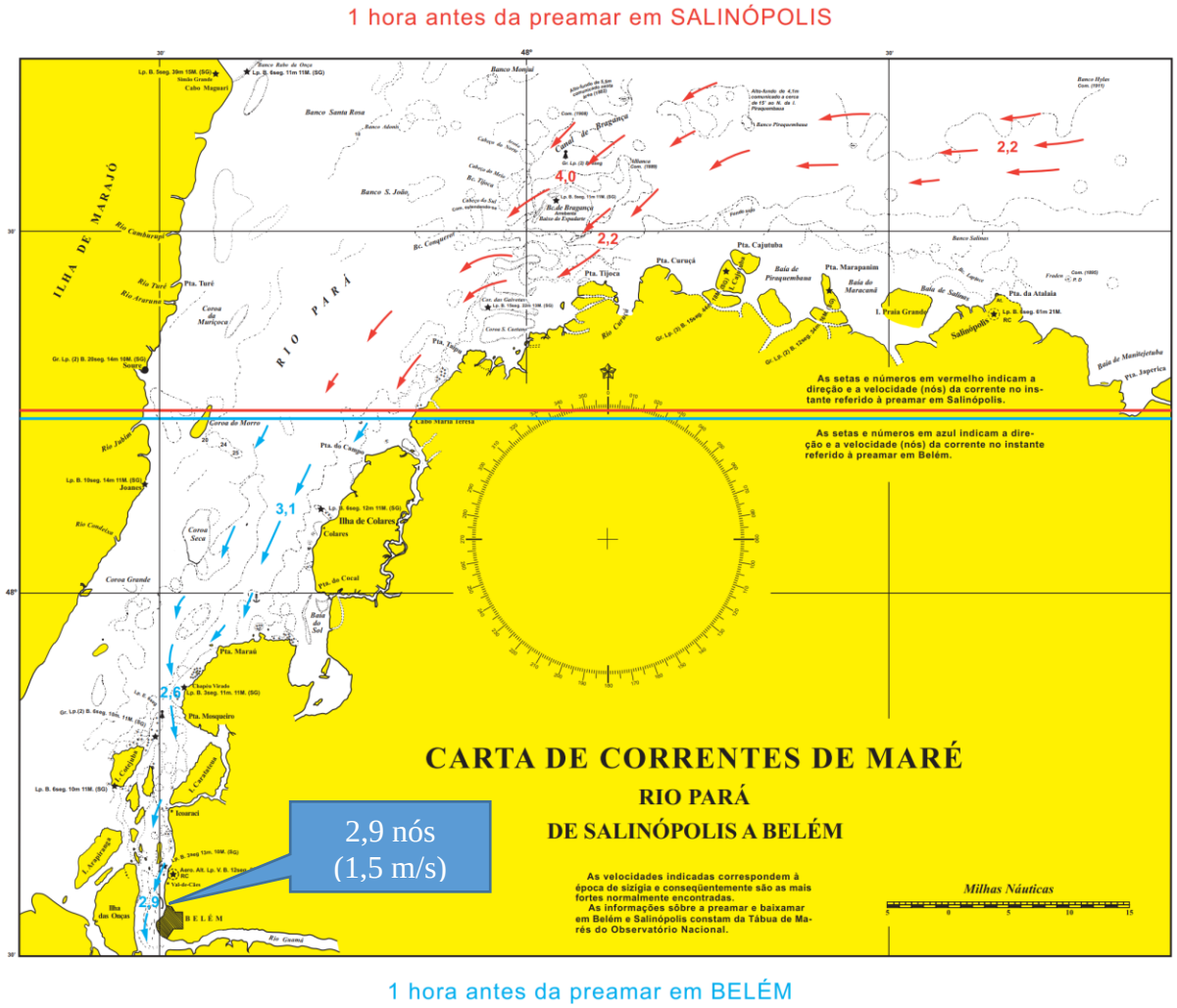

Figura 2 – Carta de Correntes de Maré – Rio Pará – 1 hora antes da preamar em Belém
FONTE: Referência [12]

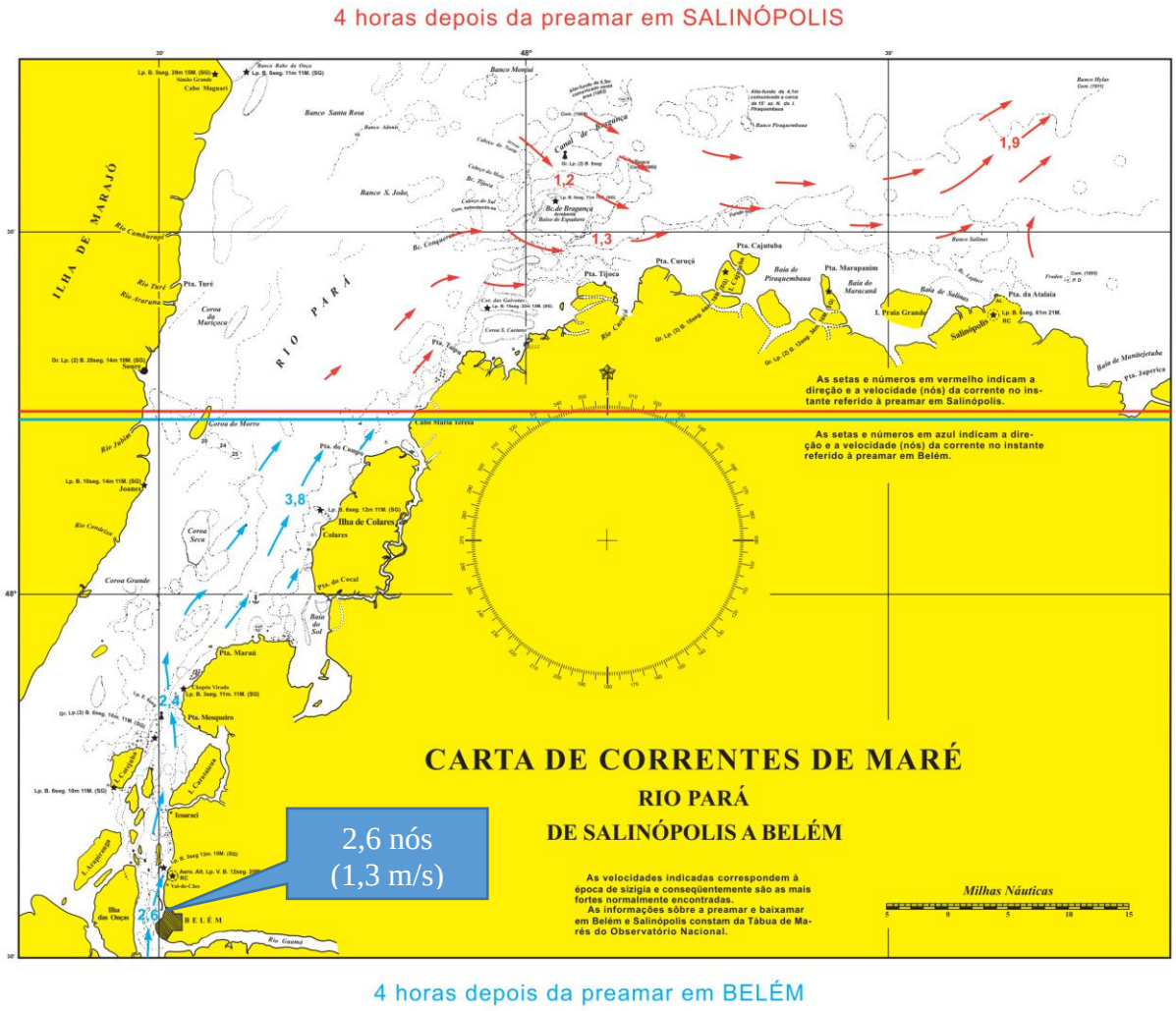

Figura 3 – Carta de Correntes de Maré – Rio Pará – 4 horas depois da preamar em Belém
FONTE: Referência [12]

6.4. DIREÇÃO DA CORRENTEZA

A respeito das direções das correntezas, a Figura 7 da Referência [6] apresenta a Rosa das Correntes, com variação de direção de correnteza da ordem de ± 10º (ver Figura 4).

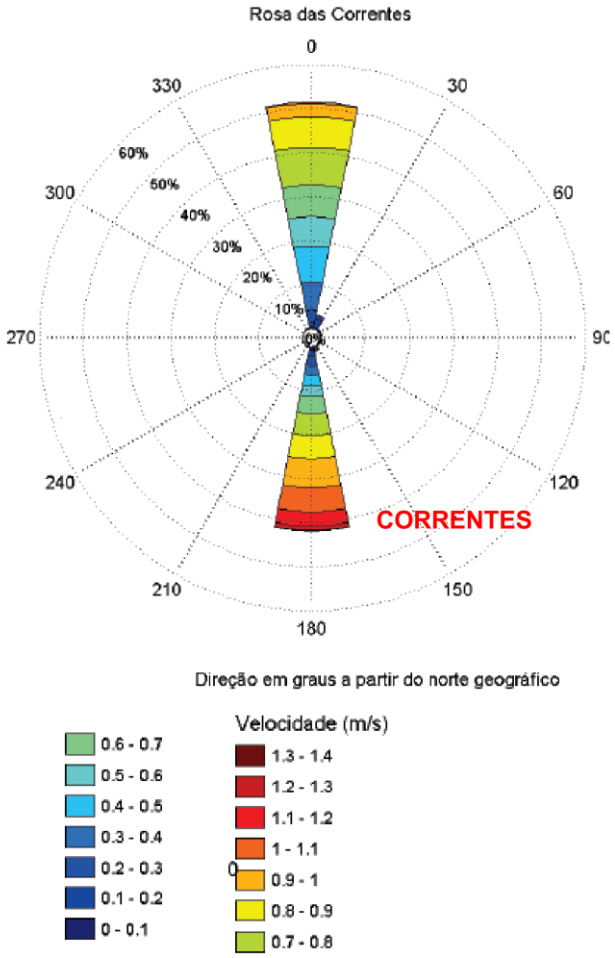

Figura 4 – Rosa das correntes

FONTE: MC-4450.72-6611-962-PTD-002_R0_F00001-92-01.pdf (Referência [6])

Além disso, cita-se o modelo hidrodinâmico apresentado no anteprojeto de dragagem (Referência [7]), que indica direções da ordem de 7º em relação ao norte geográfico (ver exemplo na Figura 5).

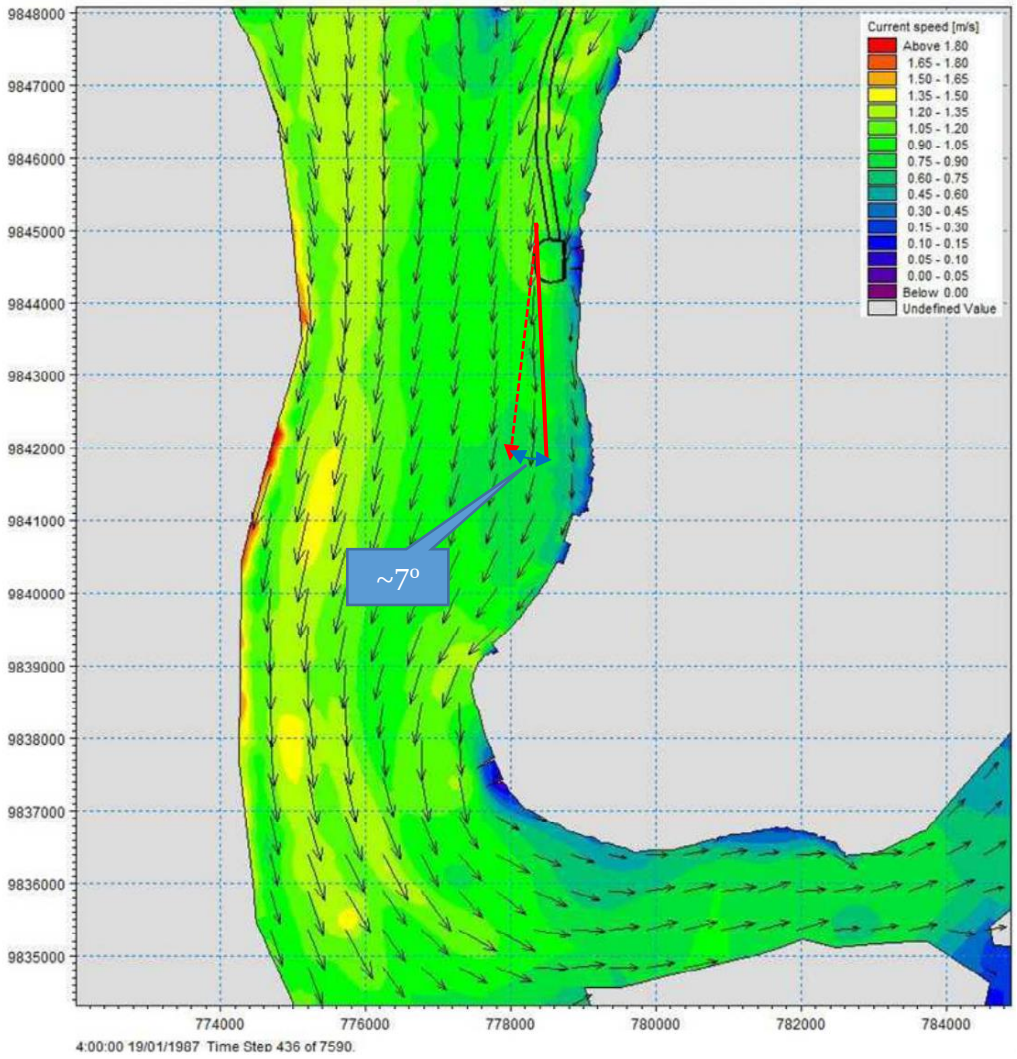

Figura 5 – Modelo hidrodinâmico
FONTE: 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf (referência [7])

Portanto, admitiu-se ação de correnteza atuando paralela à linha de atracação com variação de ± 10º (ver Figura 6).

Note-se que as direções de 10º e -10º (ou 350º) estão orientadas para o norte geográfico, aproximadamente, e equivalem à correnteza de vazante, e as direções de 170º e 190º estão orientadas para o sul, aproximadamente, e equivalem à correnteza de enchente.

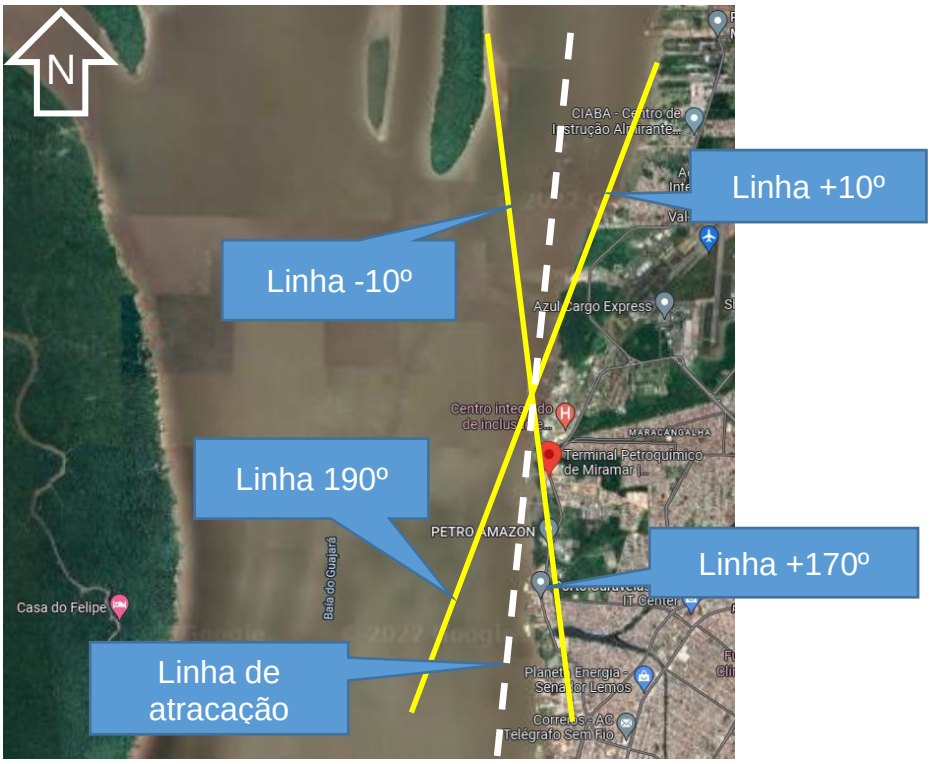

Figura 6 – Vista Satélite – Direção correnteza
FONTE: Do autor

6.5. ONDAS

Segundo referência [7], item 3.6:

"(...) Sob condições de vento "terral" predominam ondas com período (T) variando de 3 a 5 s, que dependendo da profundidade do local de propagação apresentam comprimento de onda (L) variando de cerca de 14 m até aproximadamente 40 m. A celeridade © varia entre 4,57 m/s e 7,66 m/s e a velocidade de grupo (Cg) entre 2,51 m/s e 4,15 m/s (...)

(...) Formam-se ondas caracterizadas por apresentar períodos em torno de 3 a 4 s e, frequentemente, alturas superiores a 1 m (...)"

Neste caso adotou-se altura de onda de 1,0m e período de 3,5 segundos.

7. CARACTERÍSTICAS E PREMISSAS GERAIS DE AMARRAÇÃO

7.1. LAYOUT

A disposição dos dispositivos de amarração, bem como das embarcações, está exemplificada na Figura 7, e constitui-se de 2 *dolfins* de amarração existentes (DAM 1 e DAM 2), 2 *dolfins* de amarração a serem construídos (DAM 3 e DAM 4) e 2 *dolfins* de atracação (DAT 1 e DAT 2) a serem construídos à frente da plataforma central de operações existentes e que também servirão para amarração dos espringues dos navios de maior porte.

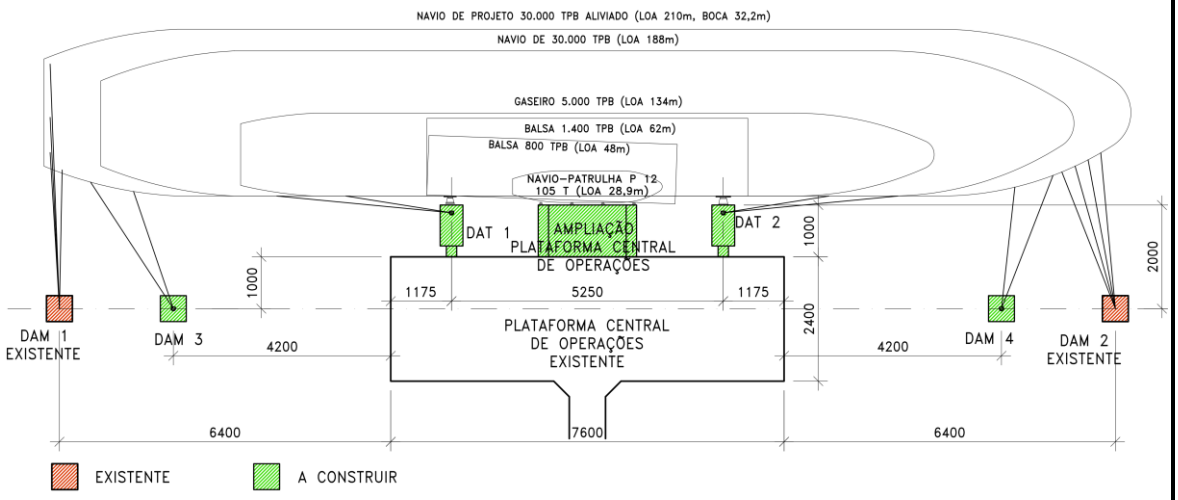

Figura 7 – Arranjo de amarração estudado

7.2. CONFIGURAÇÃO DE AMARRAÇÃO

Foram consideradas as configurações de amarração da Tabela 1, em concordância com esquemas típicos dos navios operantes no Terminal de Miramar (ver também Referência [11], item 7.3).

Lançantes de Proa	Través de Proa	Espringues de Proa	Espringues de Popa	Través de Popa	Lançantes de Popa
4	2	2	2	2	4

Tabela 1: Arranjo de amarração para navios de 30.000 e 50.000 TPB

Foi admitida uma pré-tensão de 5 toneladas nos cabos ancorados por guincho, em concordância com valores indicados em PIANC nº 153, item 7.4.11, e nulo nos demais cabos. Para os lançantes foi admitido que 2 cabos estão pré-tensionados e 2 estão simplesmente amarrados nos tambores adjacentes e externos ao guincho (cabos 'solteiros'), e para os espringues foi admitido que um dos cabos está pré-tensionado e o outro está simplesmente ancorado sem pré-tensão. Para os traveses foi admitido que ambos os cabos estão pré-tensionados.

7.3. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

Foram analisados cabos de polipropileno de 72 mm de diâmetro, usuais nos navios que operam no Porto de Miramar, com resistência característica de 57,3 toneladas, de acordo com PIANC 153, item 7.5.2.

Admitiu-se esforço máximo atuante nos cabos de amarração referente a 50% do MBL (*Minimum Breaking Load*), conforme indicado na tabela 7.3 de PIANC nº 153.

7.4. PROFUNDIDADE DO BERÇO

Foi adotada profundidade de berço de 12 metros, segundo a Referência [7] e ilustrado na Figura 8.

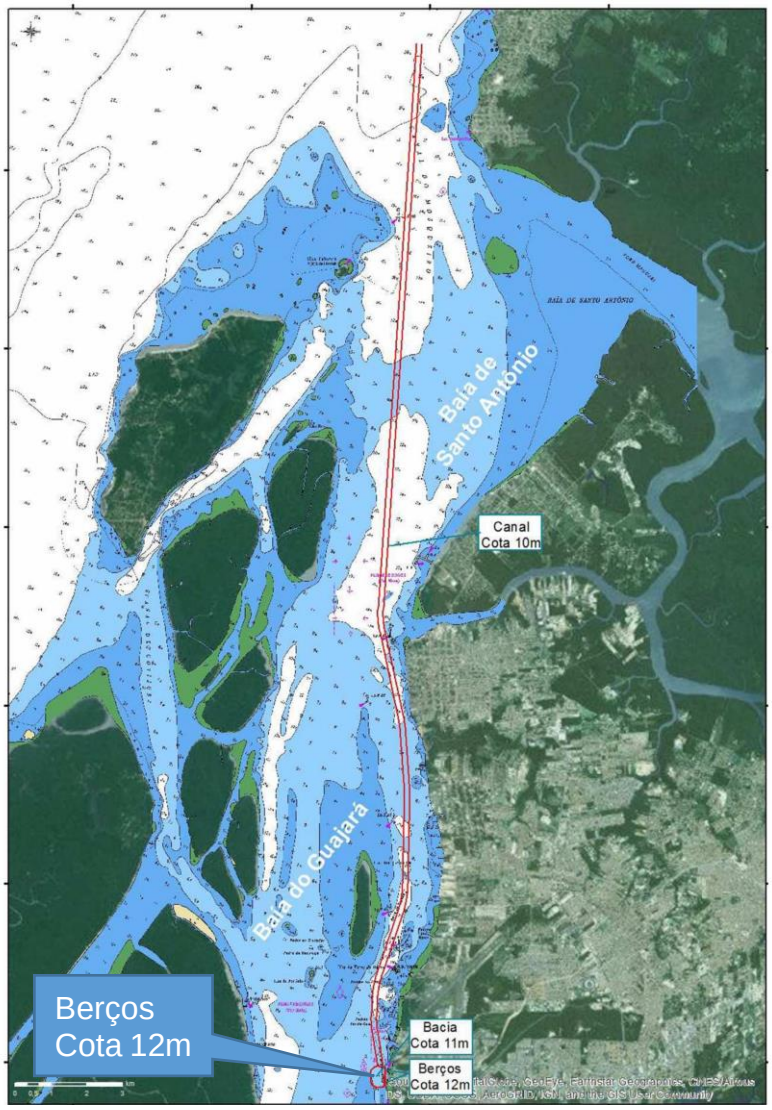

Figura 8 – Cotas após dragagem
FONTE: 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf (Referência [7])

Os dados do Píer 100 com características de profundidade e outros dados complementares, utilizados no software OPTIMOOR, estão ilustrados na Figura 9.

Berth Data - C:\Users\exe\Desktop\PVF\Berth Data\Berço_Miramar-01.bth

berth File BerthType Options Window Help

Berth Data for Miramar

Left to Right of Screen Site Plan Points:	180° N	Solid Pier Shields: Wind ☐ Waves ☐	
Width of Channel (for Current):	4000 m	**Regular Tide (without Table)**	
Pier Height (Fixed) above Datum:	4,7 m	Time Lag (mins)	0
Berth Fender Friction Coefficient:		HWL (or LWL)	0,3
Seabed Depth in way of Ship below Datum:	12,0 m	LWL (or HWL)	0,3
Permissible Surge Excursion Fwd/Aft: ±	2,00 m	**Tidal Current**	**Ebb** **Flood**
Permissible Sway Excursion Port/Stbd: ±	2,00 m	Time Lag at Slack (mins)	0 0
Permissible Vertical Movement: ±	..... m	Knots per m Tide	0,0 0,0
Dist of Berth Target to Right of Origin:	0,0 m	Direction (°N)	0° 0°
Wind Speed Specified at Height:	10,0 m	Current Specified at Depth:	mean m

Bollard/Hook ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Name (max 6 chars)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
X-Dist to Origin	-102,0	-80,0	-26,3	26,3	80,0	102,0								
Dist from Fenders	21,7	21,7	3,3	3,3	21,7	21,7								
Ht above Pier	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0								
Slope of Ground														

Fender	aa	bb	cc	dd	ee	ff	gg	hh	ii	jj	kk	ll	mm	nn
X-dist to Origin	-26,3	26,3												
Ht above Datum	4,7	4,7												
Fender Width	4,0	4,0												
Face Area (m²)	15,0	15,0												
Load-1 (t)	36	36												
Compression-1 (m)	0,07	0,07												
Load-2 (t)	70	70												
Compression-2 (m)	0,13	0,13												
Load-3 (t)	105	105												
Compression-3 (m)	0,20	0,20												
Load-4 (t)	137	137												
Compression-4 (m)	0,26	0,26												
Load-5 (t)	162	162												
Compression-5 (m)	0,33	0,33												
Load-6 (t)	177	177												
Compression-6 (m)	0,39	0,39												
Load-7 (t)	169	169												
Compression-7 (m)	0,59	0,59												
Load-8 (t)	159	159												
Compression-8 (m)	0,72	0,72												
Load-9 (t)	173	173												
Compression-9 (m)	0,91	0,91												
Load-10 (t)	180	180												
Compression-10 (m)	0,94	0,94												

Figura 9 – OPTIMOOR: Dados de entrada com características do Píer 100 e das defensas

7.5. DEFENSAS

Foram consideradas defensas cônicas Trelleborg, SCN 1300, grau F1.4 (ver Referência [13]). A Figura 9 e a Figura 10 ilustram os dados desta defensa conforme utilizados no software OPTIMOOR.

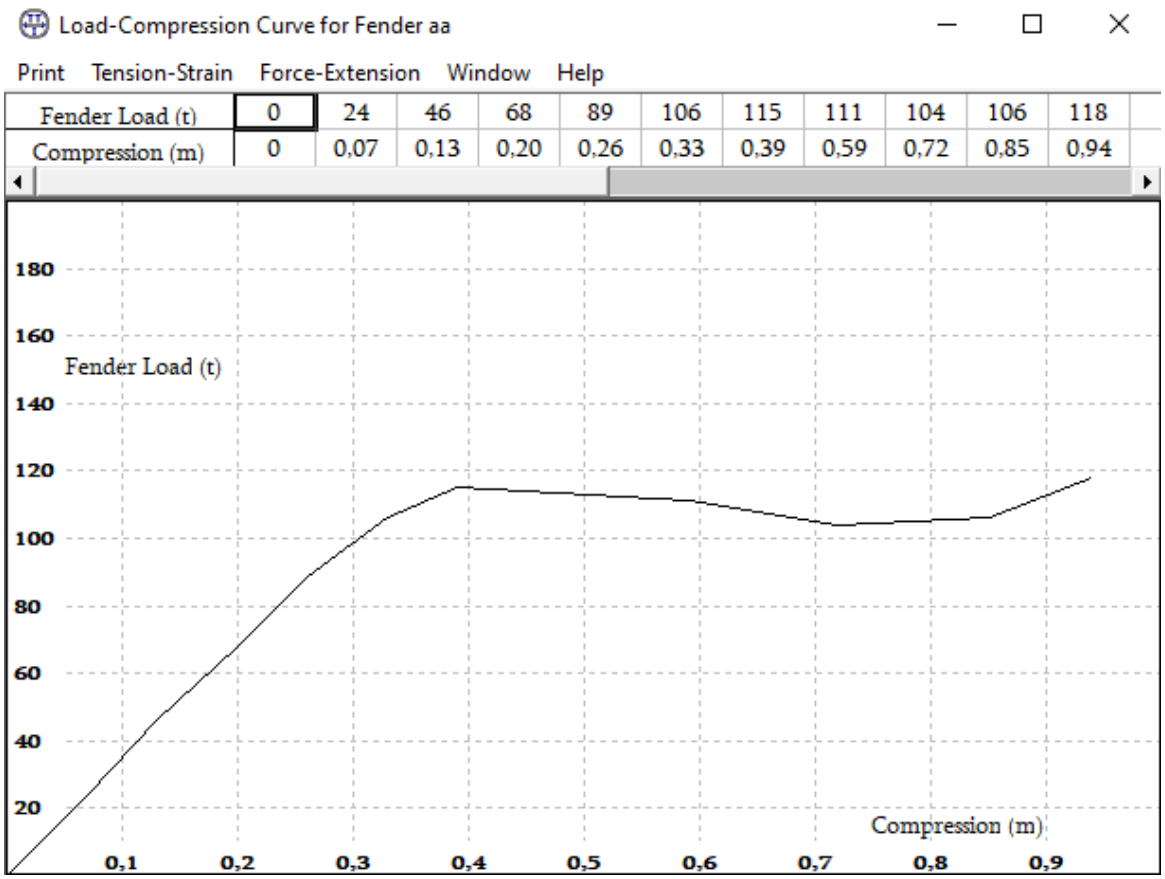

Figura 10 – OPTIMOOR: Gráfico de carregamento por deformação das defensas

7.6. LIMITES DE DESLOCAMENTOS

Foram adotados limites de deslocamentos de vaivém (*surge*) e deriva (*sway*) conforme Tabela 1.2 de PIANC Report nº 25, com valores limites de 3,0m de amplitude total (*peak-peak*) para movimento de vaivém e de 3,0m de deslocamento (*zero-peak*) para movimento de deriva.

8. ANÁLISE COMPUTACIONAL

Para o cálculo dos esforços de amarração utilizou-se o sotware de análise computacional OPTIMOOR, da Tension Technology International Ltd (www.tensiontech.com), o qual baseia-se nas recomendações da OCIMF (*Oil Companies International Marine Forum*).

A seguir são apresentados os dados de entrada e os resultados das análises executados no sotware OPTIMOOR.

8.1. EMBARCAÇÃO DE 50.000 TPB (ALIVIADO PARA 30.000 TPB)

8.1.1. ESQUEMA DE AMARRAÇÃO

O esquema de amarração para o navio de 50.000TPB está ilustrado na Figura 11. Note-se que o norte geográfico na figura está orientado para a esquerda, sendo esta a orientação de atracação do navio considerada (orientação da proa para o norte geográfico).



Figura 11 – OPTIMOOR: Esquema de amarração para a embarcação de 50.000 TPB

8.1.2. DADOS DA EMBARCAÇÃO

Os dados da embarcação de 50.000 TPB utilizados no software OPTIMOOR estão ilustrados na Figura 12.

Vessel Data - C:\Users\exe\Desktop\PVF\Vessel\Panamax_Miramar_50000TPB_4-2-2_SF32.vsl

vessel File Options Window Help

Vessel: Panamax
LBP: 200.0 m
Breadth: 32.2 m
Depth: 17.6 m
Port Target: 0.0m from -9.8 inboard 0.0 above
Stbd Target: 0.0m midship -9.8 from side 0.0 deck
Show Flatside
Fwd Flatside Limit/LBP: 0.549
Aft Flatside Limit/LBP: -0.533
Basis of Current Drag: OCIMF MEG-4 Tanker
Permissible Excursion at Target: .... m ±Longitudinal; .... m ±Transverse; .... m ±Vertical
Basis of Wind Drag: OCIMF Tanker (V-shaped Bow)
(Above Deck End-on: 483 m² Side: 776 m²
Proj. Wind Areas)
Dist Centroid fwd Midship: m
Hull Pressure Limit (t/m²) 20
Basis of Wave Motions: Panamax Bulk Carrier
Assumed L/B = 6.1 and LoadLine = 11.7
5 % Crit. Roll Damping Load Cb = 0.80
Draft/LoadLine should be 0.34 to 1.11

Mooring Line No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Midship to Fairlead	103.7	101.8	99.8	98.4	82.5	81.1		49.8	46.5	-51.6	-54.8		-85.6	-87.4	-101.9	-103.7	-105.1	-105.2		
Centreline to Fairlead	0.9	2.9	5.0	7.3	14.5	14.9		15.4	15.0	15.1	15.4		12.9	12.9	6.5	4.9	0.0	-2.2		
Ht above Main Deck	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Dist FL to Bitt/Winch	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0		15.0	15.0	15.0	15.0		15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0		
Winch Brake Limit																				
Pre-Tension Aim	0	5	5	0	5	5		5	0	0	5		5	5	0	5	5	0		
Line Diameter (mm)	72	72	72	72	72	72		72	72	72	72		72	72	72	72	72	72		
Type of Line	pp	pp	pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp	pp	pp		
Strength of Line (t)	57	57	57	57	57	57		57	57	57	57		57	57	57	57	57	57		
Length of Tail																				
Tail Diameter (mm)																				
Type of Tail																				
Strength of Tail (t)																				

Figura 12 – OPTIMOOR: Dados de entrada da embarcação de 50.000 TPB

8.1.3. DADOS AMBIENTAIS

Os dados ambientais para a embarcação de 50.000 TPB, utilizados no software OPTIMOOR, estão ilustrados na Figura 13.

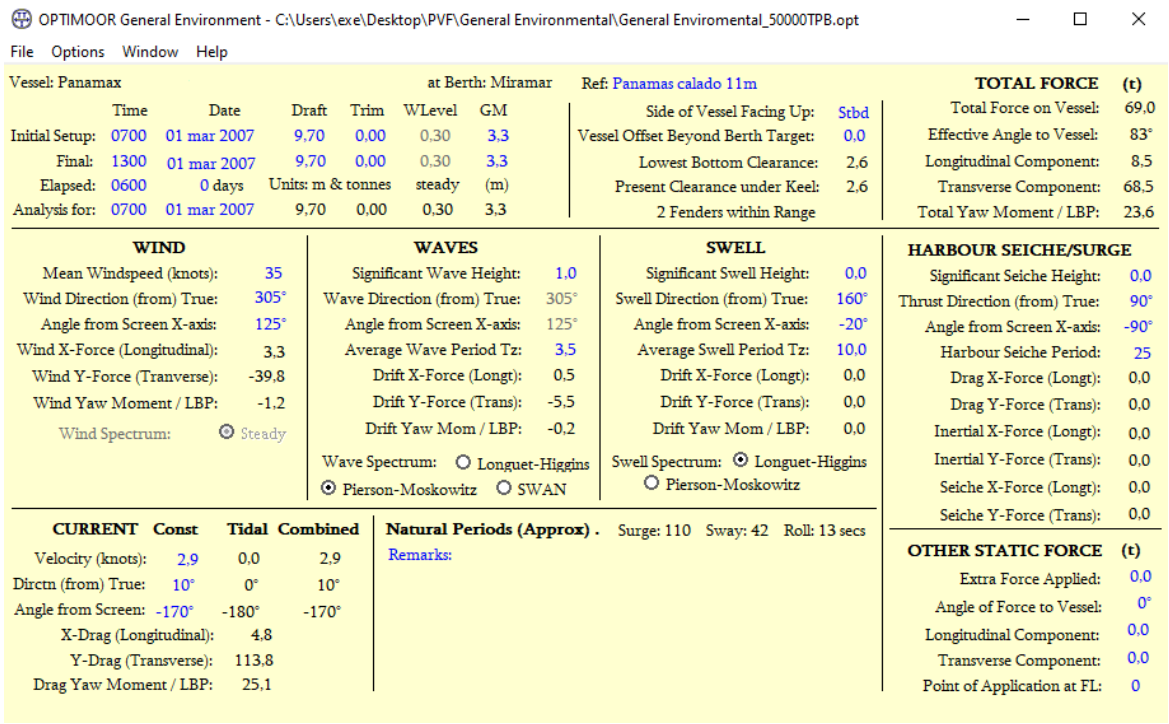

Figura 13 – OPTIMOOR: Condições ambientais da embarcação de 50.000 TPB

Ressalta-se que o calado (*Draft*) foi limitado a 9,70 metros no software, pois verificou-se que, para as condições ambientais analisadas, calados maiores resultariam em esforços excessivos nos cabos de amarração.

Ressalta-se, também, que para esta embarcação, com 50.000 de TPB aliviado para 30.000 TPB, tomando-se como referência os dados apresentados na Tabela 3.2 de PIANC nº 153 (*Product and Chemical Tankers*), com deslocamento de 46.000 toneladas (resultado da subtração de 20.0000 das 66.000 toneladas da tabela), com comprimento entre perpendiculares de 200 metros, boca de 32,2m, coeficiente de bloco de 0,79, densidade da água igual a 1,00 g/cm³, e utilizando-se a formulação de PIANC nº 121, item C.4 ($C_b = \Delta/(\rho_{sw} g L_{pp} BT)$), obtém-se uma estimativa de calado de 9,04m. Alternativamente, sabe-se que o coeficiente de bloco é ligeiramente menor para calados inferiores ao máximo operacional de um navio e, para o calado máximo analisado (9,70 metros), resultaria em um coeficiente de bloco de aproximadamente 0,736, valor este cerca de 7% inferior ao tabelado. Portanto, a adoção de 9,70m de calado operacional máximo é condizente com as condições reais de operação para embarcações desse porte.

Ademais, a direção da correnteza foi analisada nas direções de 10º, 350º (ou -10º), 170º e 190º (ver Figura 6), que equivalem, em relação à tela do software no plano de amarração, a -170º, 170º, -10º e 10º, respectivamente.

8.1.4. ESFORÇOS

Os esforços obtidos da análise computacional estão ilustrados nas figuras a seguir. Destaca-se que são apresentados os esforços máximos com análise da direção de vento em todas as direções com incremento de 5º, variando-se de 0º até 355º.

As imagens também apresentam os valores de movimento do navio ('*Movement of Vessel at its Stbd Target*') de vaivém ('*fwd*' e '*aft*') e deriva ('*out*' e '*inw*').

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2.9 knt Current -170° X-Axis | Period 3.5 secs at 125° | Period 10.0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0.32 (fwd) -1.12 (out) 0.4° (port) 0.02 (up) | Water Level 0.30 m steady | Draft: 9.70 m 0.1 Disequilibrium
at its Stbd Target -0.50 (aft) 0.03 (inw) 0.1° (port) -0.02 (down) | Bottom Clearance: 2.6 m | Trim: 0.00 m after 98 iterations

	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0.03	0.75	0.72	0.05	0.67	0.66	0.58	-0.08	0.11	0.79	0.72	0.73	0.04	0.71	0.80	0.05
Total Line Length	45.0	42.5	40.8	39.3	38.0	37.5	38.5	35.9	40.7	43.1	40.0	40.4	39.4	40.4	45.2	48.2
Inline Motion (±)	0.25	0.25	0.24	0.24	0.22	0.21	0.08	0.08	0.08	0.08	0.22	0.22	0.24	0.25	0.25	0.25
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-20°	-20°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	16.3$	27.5$	28.5$	19.3$	27.9$	28.3$	9.4$	2.8$	5.2$	12.0$	18.1$	17.7$	10.2$	18.6$	16.9$	7.8$
% of Strength	29%	48%	50%	34%	49%	50%	17%	5%	9%	21%	32%	31%	18%	33%	30%	14%

Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	free	96
Compression (m)		0.18
Pressure (t/m²)		6.4

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	1.7	-4.0	-11.9	16.9	8.6	2.8
Y-Force (t)	91.1	55.6	2.5	2.6	34.5	53.2
Total Force	91.5	56.2	12.3	17.2	35.8	53.5
% Bollard Strength	46%	28%	6%	9%	18%	27%
Direction in Plan	1°	-4°	-78°	81°	14°	3°
Bollard Uplift	7.8	6.9	1.6	1.8	4.0	4.5

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0.0° Pitch: 0.0° Yaw: 0.0° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0.0	-25.9	0.0	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03
Stbd Target	0.0	25.9	0.0	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04

Figura 14 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 50.000 TPB com correnteza a 10º

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2.9 knt Current -190° X-Axis | Period 3.5 secs at All° | Period 10.0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0.46 (fwd) -0.09 (out) -0.1° (stbd) 0.00 (up) | Water Level 0.3 m steady | Draft: 9.7 m 0.0 Disequilibrium
at its Stbd Target -0.53 (aft) 0.37 (inw) -0.3° (stbd) 0.00 (down) | Bottom Clearance: 2.4 m | Trim: 0.0 m after 57 iterations

	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0.03	0.75	0.72	0.05	0.67	0.66	0.58	-0.08	0.11	0.79	0.72	0.73	0.04	0.71	0.80	0.05
Total Line Length	45.0	42.5	40.8	39.3	38.0	37.5	38.5	35.9	40.7	43.1	40.0	40.4	39.4	40.4	45.2	48.2
Inline Motion (±)	0.26	0.26	0.25	0.25	0.23	0.22	0.08	0.08	0.08	0.07	0.21	0.21	0.23	0.24	0.24	0.24
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-10°	-10°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	0.3$	5.4$	5.4$	0.3$	5.4$	5.4$	9.4$	2.5$	4.4$	11.1$	12.7$	12.5$	7.0$	15.0$	13.8$	5.5$
% of Strength	0%	10%	10%	1%	10%	10%	17%	4%	8%	19%	22%	22%	12%	26%	24%	10%

Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	176	144
Compression (m)	0.44	0.28
Pressure (t/m²)	11.8	9.6

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	0.1	-0.9	-11.7	15.2	6.1	2.0
Y-Force (t)	11.4	10.7	1.9	2.2	24.2	41.1
Total Force	11.4	10.8	11.9	15.4	25.1	41.3
% Bollard Strength	6%	5%	6%	8%	13%	21%
Direction in Plan	1°	-5°	-81°	82°	14°	3°
Bollard Uplift	1.0	1.4	1.5	1.6	2.9	3.5

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0.0° Pitch: 0.0° Yaw: 0.0° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0.0	-25.9	0.0	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.03
Stbd Target	0.0	25.9	0.0	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04

Figura 15 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 50.000 TPB com correnteza a -10º

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2,9 knt Current -10° X-Axis | Period 3,5 secs at All° | Period 10,0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0,76 (fwd) -0,78 (out) -0,2° (stbd) 0,00 (up) | Water Level 0,3 m steady | Draft: 9,7 m 0,0 Disequilibrium
at its Stbd Target -0,12 (aft) 0,14 (inw) -0,5° (stbd) 0,00 (down) | Bottom Clearance: 2,4 m | Trim: 0,0 m after 57 iterations

	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0,03	0,75	0,72	0,05	0,67	0,66	0,58	-0,08	0,11	0,79	0,72	0,73	0,04	0,71	0,80	0,05
Total Line Length	45,0	42,5	40,8	39,3	38,0	37,5	38,5	35,9	40,7	43,1	40,0	40,4	39,4	40,4	45,2	48,2
Inline Motion (±)	0,26	0,26	0,26	0,25	0,23	0,22	0,08	0,08	0,08	0,07	0,21	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-20°	-20°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	3,6$	11,1$	11,3$	3,9$	12,7$	12,6$	14,1$	6,3$	1,6$	7,1$	22,5$	21,7$	17,5$	26,6$	23,8$	13,3$
% of Strength	6%	20%	20%	7%	22%	22%	25%	11%	3%	12%	39%	38%	31%	47%	42%	23%

☐ Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	131	4
Compression (m)	0,25	0,01$
Pressure (t/m²)	8,7	0,3

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	-0,1	-2,4	-19,9	8,5	9,8	2,8
Y-Force (t)	29,8	25,0	3,4	1,4	42,8	80,8
Total Force	30,0	25,3	20,4	8,7	44,2	81,1
% Bollard Strength	15%	13%	10%	4%	22%	41%
Direction in Plan	0°	-5°	-80°	81°	13°	2°
Bollard Uplift	2,6	3,2	2,6	0,9	4,9	6,7

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0,0° Pitch: 0,0° Yaw: 0,0° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0,0	-25,9	0,0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03
Stbd Target	0,0	25,9	0,0	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04

Figura 16 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 50.000 TPB com correnteza a 170º

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2,9 knt Current 10° X-Axis | Period 3,5 secs at All° | Period 10,0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0,55 (fwd) -0,16 (out) 0,3° (port) 0,00 (up) | Water Level 0,3 m steady | Draft: 9,7 m 0,1 Disequilibrium
at its Stbd Target -0,40 (aft) 0,33 (inw) 0,1° (port) 0,00 (down) | Bottom Clearance: 2,4 m | Trim: 0,0 m after 58 iterations

	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0,03	0,75	0,72	0,05	0,67	0,66	0,58	-0,08	0,11	0,79	0,72	0,73	0,04	0,71	0,80	0,05
Total Line Length	45,0	42,5	40,8	39,3	38,0	37,5	38,5	35,9	40,7	43,1	40,0	40,4	39,4	40,4	45,2	48,2
Inline Motion (±)	0,25	0,25	0,25	0,24	0,22	0,21	0,08	0,08	0,08	0,08	0,22	0,22	0,24	0,25	0,25	0,25
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-10°	-10°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	7,0$	15,7$	16,1$	8,0$	14,8$	14,8$	10,4$	3,3$	3,3$	9,9$	5,6$	5,5$	0,6$	5,9$	5,8$	0,5$
% of Strength	12%	28%	28%	14%	26%	26%	18%	6%	6%	17%	10%	10%	1%	10%	10%	1%

☐ Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	108	176
Compression (m)	0,21	0,43
Pressure (t/m²)	7,2	11,8

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	0,7	-2,3	-13,4	13,1	2,7	0,8
Y-Force (t)	46,6	29,2	2,4	1,7	10,7	12,7
Total Force	46,8	29,6	13,8	13,2	11,1	12,7
% Bollard Strength	23%	15%	7%	7%	6%	6%
Direction in Plan	1°	-4°	-80°	82°	14°	3°
Bollard Uplift	4,1	3,7	1,7	1,4	1,3	1,1

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0,0° Pitch: 0,0° Yaw: 0,0° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0,0	-25,9	0,0	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03
Stbd Target	0,0	25,9	0,0	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04

Figura 17 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 50.000 TPB com correnteza a 190º

Destaca-se que a reação horizontal máxima no *dolfin* de amarração existente (*Bollard/Hook 'A'*) foi de 91,5 tf e a reação vertical máxima foi de 7,8 tf (ver Figura 14).

Destaca-se também que os esforços nos cabos ficaram abaixo do limite de 50% permitido para cabos de polipropileno.

Nota-se também que a direção de correnteza que conduz para os maiores esforços é de 10º (-170º da tela do software).

Apresenta-se ainda, na Figura 18, as resultantes de forças atuantes na embarcação para a ação conjunta de ondas, correnteza e vento, com correnteza atuando na direção de 10º e vento a 80º, sendo esta a situação mais desfavorável.

	Longitudinal	Transverse	Yaw Moment/LBP
Wave Drift Force:	0,4	7,5	0,0
Current Drag Force:	5,1	112,9	24,9
Wind Drag Force:	0,8	46,6	-1,3
Total Force:	6,3	167,0	23,6

Figura 18 – OPTIMOOR: Resultante de forças atuantes para a embarcação de 50.000 TPB com correnteza a 10º e vento a 80º

8.2. EMBARCAÇÃO DE 30.000 TPB

8.2.1. ESQUEMA DE AMARRAÇÃO

O esquema de amarração para o navio de 30.000TPB está ilustrado na Figura 19.

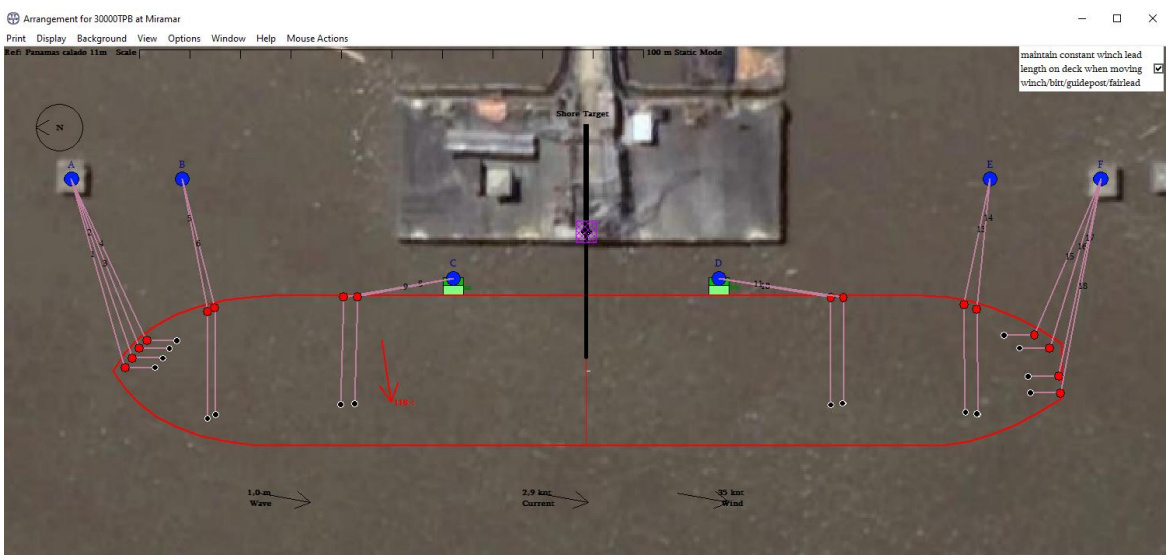

Figura 19 – OPTIMOOR: Esquema de amarração para a embarcação de 30.000 TPB

8.2.2. DADOS DA EMBARCAÇÃO

Os dados da embarcação de 30.000 TPB utilizados no software OPTIMOOR estão ilustrados na Figura 20.

Vessel Data - C:\Users\exe\Desktop\PVF\Vessel\Panamax_Miramar_30000TPB_4-2-2_PP72.vsl

vessel File Options Window Help

Vessel: 30000TPB | Basis of Current Drag: OCIMF MEG-4 Tanker | Basis of Wind Drag: OCIMF Tanker (V-shaped Bow) | Basis of Wave Motions: Panamax Bulk Carrier

LBP: 178.0 m | Show Flatside ☐ | Breadth: 28.0 m | Depth: 14.2 m | Port Target: 0.0m from | Stbd Target: 0.0m midship

Fwd Flatside Limit/LBP: 0.549 | Aft Flatside Limit/LBP: -0.533 | -11.9 inboard | -11.9 from side | 0.0 above | 0.0 deck

Permissible Excursion at Target: .... m ±Longitudinal | .... m ±Transverse | .... m ±Vertical

(Above Deck End-on: 420 m² | Proj. Wind Areas) Side: 707 m² | Dist Centroid fwd Midship: m | Hull Pressure Limit (t/m²) 30

Assumed L/B = 6.1 and LoadLine = 10.2 | 5 % Crit. Roll Damping Load Cb = 0.80 | Draft/LoadLine should be 0.34 to 1.11

Mooring Line No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Midship to Fairlead	91.4	89.9	88.6	87.1	75.0	73.6		48.1	45.3	-48.5	-51.0		-74.9	-77.4	-88.8	-91.9	-93.6	-94.0		
Centreline to Fairlead	0.6	2.4	4.2	5.6	11.1	11.8		13.7	13.9	13.7	13.7		12.3	11.5	6.7	4.2	-1.0	-4.1		
Ht above Main Deck	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Dist FL to Bitt/Winch	6.0	6.0	6.0	6.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
Winch Brake Limit																				
Pre-Tension Aim	0	5	5	0	5	5		5	0	0	5		5	5	0	5	5	0		
Line Diameter (mm)	72	72	72	72	72	72		72	72	72	72		72	72	72	72	72	72		
Type of Line	pp	pp	pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp	pp	pp		
Strength of Line (t)	57	57	57	57	57	57		57	57	57	57		57	57	57	57	57	57		
Length of Tail																				
Tail Diameter (mm)																				
Type of Tail																				
Strength of Tail (t)																				

Figura 20 – OPTIMOOR: Dados de entrada da embarcação de 30.000 TPB

8.2.3. DADOS AMBIENTAIS

Os dados ambientais para a embarcação de 30.000 TPB, utilizados no software OPTIMOOR, estão ilustrados na Figura 21.

OPTIMOOR General Environment - C:\Users\exe\Desktop\PVF\General Environmental\General Enviromental_30000TPB.opt

File Options Window Help

Vessel: 30000TPB | at Berth: Miramar | Ref: Panamas calado 11m

	Time	Date	Draft	Trim	WLevel	GM
Initial Setup:	0700	01 mar 2007	10,80	0,00	0,30	3,2
Final:	1300	01 mar 2007	10,80	0,00	0,30	3,2
Elapsed:	0600	0 days	Units: m & tonnes		steady	(m)
Analysis for:	0700	01 mar 2007	10,80	0,00	0,30	3,2

Side of Vessel Facing Up:	Stbd
Vessel Offset Beyond Berth Target:	0,0
Lowest Bottom Clearance:	1,5
Present Clearance under Keel:	1,5
2 Fenders within Range	

TOTAL FORCE	(t)
Total Force on Vessel:	117,9
Effective Angle to Vessel:	81°
Longitudinal Component:	19,4
Transverse Component:	116,3
Total Yaw Moment / LBP:	25,8

WIND	
Mean Windspeed (knots):	35
Wind Direction (from) True:	10°
Angle from Screen X-axis:	-170°
Wind X-Force (Longitudinal):	9,3
Wind Y-Force (Tranverse):	2,9
Wind Yaw Moment / LBP:	0,1
Wind Spectrum:	◉ Steady

WAVES	
Significant Wave Height:	1,0
Wave Direction (from) True:	10°
Angle from Screen X-axis:	-170°
Average Wave Period Tz:	3,5
Drift X-Force (Longt):	0,6
Drift Y-Force (Trans):	0,6
Drift Yaw Mom / LBP:	0,1

Wave Spectrum: ○ Longuet-Higgins ◉ Pierson-Moskowitz ○ SWAN

SWELL	
Significant Swell Height:	0,0
Swell Direction (from) True:	160°
Angle from Screen X-axis:	-20°
Average Swell Period Tz:	10,0
Drift X-Force (Longt):	0,0
Drift Y-Force (Trans):	0,0
Drift Yaw Mom / LBP:	0,0

Swell Spectrum: ◉ Longuet-Higgins ○ Pierson-Moskowitz

HARBOUR SEICHE/SURGE	
Significant Seiche Height:	0,0
Thrust Direction (from) True:	90°
Angle from Screen X-axis:	-90°
Harbour Seiche Period:	25
Drag X-Force (Longt):	0,0
Drag Y-Force (Trans):	0,0
Inertial X-Force (Longt):	0,0
Inertial Y-Force (Trans):	0,0
Seiche X-Force (Longt):	0,0
Seiche Y-Force (Trans):	0,0

CURRENT	Const	Tidal	Combined
Velocity (knots):	2,9	0,0	2,9
Dirctn (from) True:	10°	0°	10°
Angle from Screen:	-170°	-180°	-170°
X-Drag (Longitudinal):		9,5	
Y-Drag (Transverse):		112,9	
Drag Yaw Moment / LBP:		25,7	

Natural Periods (Approx) . Surge: 95 Sway: 42 Roll: 11,1 secs

Remarks:

OTHER STATIC FORCE	(t)
Extra Force Applied:	0,0
Angle of Force to Vessel:	0°
Longitudinal Component:	0,0
Transverse Component:	0,0
Point of Application at FL:	0

Figura 21 – OPTIMOOR: Condições ambientais da embarcação de 30.000 TPB

A direção da correnteza foi analisada nas direções de 10º, 350º (ou -10º), 170º e 190º (ver Figura 6), que equivalem, em relação à tela do software no plano de amarração, a -170º, 170º, -10º e 10º, respectivamente.

8.2.4. ESFORÇOS

Os esforços obtidos da análise computacional estão ilustrados nas figuras a seguir. Destaca-se que são apresentados os esforços máximos com análise da direção de vento em todas as direções com incremento de 5º, variando-se de 0º até 355º.

As imagens também apresentam os valores de movimento do navio (‘*Movement of Vessel at its Stbd Target*’) de vaivém (‘*fwd*’ e ‘*aft*’) e deriva (‘*out*’ e ‘*inw*’).

Static Mooring Response for 30000TPB at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2.9 knt Current -170° X-Axis | Period 3.5 secs at All° | Period 10.0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0.80 (fwd) -1.08 (out) 0.5° (port) 0.00 (up) | Water Level 0.3 m steady | Draft: 10.8 m 0.0 Disequilibrium
at its Stbd Target 0.04 (fwd) -0.18 (out) 0.3° (port) 0.00 (down) | Bottom Clearance: 1.4 m | Trim: 0.0 m after 45 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0.05	0.73	0.71	0.06	0.78	0.78	0.66	-0.05	0.06	0.78	0.75	0.76	0.01	0.67	0.74	0.03
Total Line Length	42.6	40.7	39.5	39.5	44.4	44.0	41.4	39.4	42.5	44.2	43.2	43.6	37.9	38.4	43.0	46.6
Inline Motion (±)	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.07	0.07	0.07	0.07	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.23
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	25°	25°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	18.0$	28.2$	28.0$	17.1$	25.2$	24.7$	14.3$	6.7$	0.9$	6.2$	16.0	15.6	8.7$	17.1$	15.6	6.5$
% of Strength	32%	49%	49%	30%	44%	43%	25%	12%	2%	11%	28%	27%	15%	30%	27%	11%

Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	free	22
Compression (m)		0.04
Pressure (t/m²)		6.1

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	31.6	10.3	-20.6	7.0	-5.4	-13.8
Y-Force (t)	85.4	48.7	4.2	1.1	31.1	45.7
Total Force	91.1	49.9	21.0	7.1	31.6	47.8
% Bollard Strength	46%	25%	11%	4%	16%	24%
Direction in Plan	20°	12°	-78°	81°	-10°	-17°
Bollard Uplift	-3.8	-2.9	-1.4	-0.4	-1.9	-2.0

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0.0° Pitch: 0.0° Yaw: 0.0° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0.0	-25.9	0.0	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02
Stbd Target	0.0	25.9	0.0	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01

Figura 22 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 30.000 TPB com correnteza a 10º

Static Mooring Response for 30000TPB at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2.9 knt Current -190° X-Axis | Period 3.5 secs at All° | Period 10.0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel -0.11 (aft) -0.06 (out) -0.2° (stbd) 0.00 (up) | Water Level 0.3 m steady | Draft: 10.8 m 0.0 Disequilibrium
at its Stbd Target -0.85 (aft) 0.34 (inw) -0.3° (stbd) 0.00 (down) | Bottom Clearance: 1.4 m | Trim: 0.0 m after 48 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0.05	0.73	0.71	0.06	0.78	0.78	0.66	-0.05	0.06	0.78	0.75	0.76	0.01	0.67	0.74	0.03
Total Line Length	42.6	40.7	39.5	39.5	44.4	44.0	41.4	39.4	42.5	44.2	43.2	43.6	37.9	38.4	43.0	46.6
Inline Motion (±)	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.07	0.07	0.07	0.06	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	20°	-180°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	0.9$	6.6$	7.0$	1.4$	6.0$	6.3$	3.7$	0.0$	6.6$	14.1$	11.3$	12.1$	4.7$	13.6$	13.3$	5.1$
% of Strength	2%	12%	12%	2%	11%	11%	6%	0%	12%	25%	20%	21%	8%	24%	23%	9%

Figura 23 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 30.000 TPB com correnteza a -10º

Static Mooring Response for 30000TPB at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1,0 m Sig Wave Height | 0,0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2,9 knt Current -10° X-Axis | Period 3,5 secs at All° | Period 10,0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0,01 (fwd) -0,66 (out) -0,3° (stbd) 0,00 (up) | Water Level 0,3 m steady | Draft: 10,8 m 0,1 Disequilibrium
at its Stbd Target -0,70 (aft) 0,04 (inw) -0,5° (stbd) 0,00 (down) | Bottom Clearance: 1,4 m | Trim: 0,0 m after 56 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0,05	0,73	0,71	0,06	0,78	0,78	0,66	-0,05	0,06	0,78	0,75	0,76	0,01	0,67	0,74	0,03
Total Line Length	42,6	40,7	39,5	39,5	44,4	44,0	41,4	39,4	42,5	44,2	43,2	43,6	37,9	38,4	43,0	46,6
Inline Motion (±)	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	25°	25°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	2,5$	9,5$	9,8$	3,0$	9,5$	9,7$	5,3$	0,1$	5,6$	12,8$	21,6$	22,5$	15,2$	26,5$	24,9$	13,9$
% of Strength	4%	17%	17%	5%	17%	17%	9%	0%	10%	22%	38%	39%	27%	46%	44%	24%

Figura 24 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 30.000 TPB com correnteza a 170º

Static Mooring Response for 30000TPB at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1,0 m Sig Wave Height | 0,0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m
2,9 knt Current 10° X-Axis | Period 3,5 secs at All° | Period 10,0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0,84 (fwd) -0,14 (out) 0,4° (port) 0,00 (up) | Water Level 0,3 m steady | Draft: 10,8 m 0,0 Disequilibrium
at its Stbd Target 0,12 (fwd) 0,29 (inw) 0,3° (port) 0,00 (down) | Bottom Clearance: 1,4 m | Trim: 0,0 m after 45 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0,05	0,73	0,71	0,06	0,78	0,78	0,66	-0,05	0,06	0,78	0,75	0,76	0,01	0,67	0,74	0,03
Total Line Length	42,6	40,7	39,5	39,5	44,4	44,0	41,4	39,4	42,5	44,2	43,2	43,6	37,9	38,4	43,0	46,6
Inline Motion (±)	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,19	0,20	0,20	0,22	0,23	0,23
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	20°	20°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	7,1$	15,0$	14,6$	6,0$	13,3$	12,8$	13,6$	6,0$	0,0$	4,6$	6,1$	5,5$	1,2$	6,3$	5,7$	0,3$
% of Strength	12%	26%	26%	10%	23%	22%	24%	10%	0%	8%	11%	10%	2%	11%	10%	1%

Figura 25 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 30.000 TPB com correnteza a 190º

Destaca-se que a reação horizontal máxima no *dolfin* de amarração existente (*Bollard/Hook 'A'*) foi de 91,1 tf e a reação vertical máxima foi de 3,8 tf (ver Figura 22).

Destaca-se também que os esforços nos cabos ficaram abaixo do limite de 50% permitido para cabos de polipropileno.

Nota-se também que a direção de correnteza que conduz para os maiores esforços é de 10º (-170º da tela do software).

Apresenta-se ainda, na Figura 26, as resultantes de forças atuantes na embarcação para a ação conjunta de ondas, correnteza e vento, com correnteza atuando na direção de 10º e vento a 80º, sendo esta a situação mais desfavorável.

	Longitudinal	Transverse	Yaw Moment/LBP
Wave Drift Force:	0,3	8,8	-0,1
Current Drag Force:	7,6	117,0	26,8
Wind Drag Force:	0,7	22,3	-2,0
Total Force:	8,5	148,2	24,7

Figura 26 – OPTIMOOR: Resultante de forças atuantes para a embarcação de 30.000 TPB com correnteza a 10º e vento a 80º

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resumidamente, em relação aos esforços produzidos pelos cabos no estudo de amarração apresentado, têm-se que:

- A reação horizontal máxima nos *dolfins* de amarração existentes (Bollard/Hook 'A' e 'F') é de 91,5 tf;
- A reação vertical máxima nos *dolfins* de amarração existentes (*Bollard/Hook* 'A' e 'F') é de 7,8 tf;
- A reação horizontal máxima nos novos *dolfins* de amarração (Bollard/Hook 'B' e 'E') é de 56,2 tf;
- A reação vertical máxima nos novos *dolfins* de amarração (*Bollard/Hook* 'B' e 'E') é de 6,9 tf;
- A reação horizontal máxima nos novos *dolfins* de atracação e amarração (Bollard/Hook 'C' e 'D') é de 21,0 tf;
- A reação vertical máxima nos novos *dolfins* de atracação e amarração (*Bollard/Hook* 'C' e 'D') é de 2,6 tf;
- Os esforços considerados são para a situação de dragagem que resulte em profundidade de 12 metros no berço do Píer 100, com altura de maré a pelo menos 0,3 metros. Para profundidades de dragagem do berço menores (11 metros ou abaixo desse valor) o calado operacional máximo deverá ser reduzido na mesma proporção, mantendo-se uma folga mínima sob a quilha (*underkeel clearence*) de pelo menos 1 metro;
- Verifica-se que, para todas as situações analisadas, os deslocamentos de movimentos de vaivém (*surge*) e deriva (*sway*) ficaram abaixo do valor limite de 3,0m, sendo o deslocamento máximo de vaivém igual a 0,85m (ver Figura 23) e de deriva igual a 1,12m (ver Figura 14).

OBS Relevante: Em 08/09/2022 foi informado que o arranjo de cabos proposto neste documento (4 cabos lançantes de proa e popa) não seria aceito pela praticagem, pois a distância entre dolfins extremos era menor que 210m. Desta forma, adicionou-se dois novos dolfins de amarração próximos aos dolfins existentes extremos, possibilitando continuar com o arranjo de 4 cabos lançantes de proa/popa apresentados neste documento.

Ademais, verificou-se nos modelos estruturais que o consumo de materiais (em especial das estacas) seria muito próximo ou até superior à alternativa de execução de novos dolfins de amarração, o que reforça a justificativa de adoção de novos dolfins de amarração. Isto se dá em função da limitação da capacidade de carga das estacas existentes, visto que a readequação dos dolfins levaria a uma configuração não otimizada de 'cavaletes' e, para os novos esforços de amarração, demandaria número relativamente excessivo de novas estacas para atender às limitações de carga das estacas existentes.

Para as balsas e embarcações menores, em que se faz uso dos cabeços existentes na plataforma central de operações, sugere-se que a amarração seja efetuada também nos novos cabeços de amarração, preferencialmente em caso de conflito dos cabos de amarração com os novos cabeços de amarração. Entretanto, deverá ser avaliada a segurança da operação de amarração para cada caso particular do ponto de vista de resistência dos cabos entre outros quesitos de segurança operacional.

Não se recomenda a atracação e permanência de balsas com comprimento próximo ao vão entre as defensas dos dolfins de atracação ou próximo ao vão entre as defensas da plataforma central de operações.

10. ANÁLISE DE NAVIO OPERANTE

Este capítulo apresenta, complementarmente ao cálculo de amarração, a verificação de um navio real que opera no Terminal de Miramar. Foi analisada a embarcação denominada 'ANIKITOS', constante da referência [19], sendo um dos maiores navios operantes com L_{OA} de 183m e pontal de 19,1m.

As figuras a seguir apresentam os dados desta embarcação conforme analisados no software OPTIMOOR, bem como os resultados da análise computacional na situação mais desfavorável.

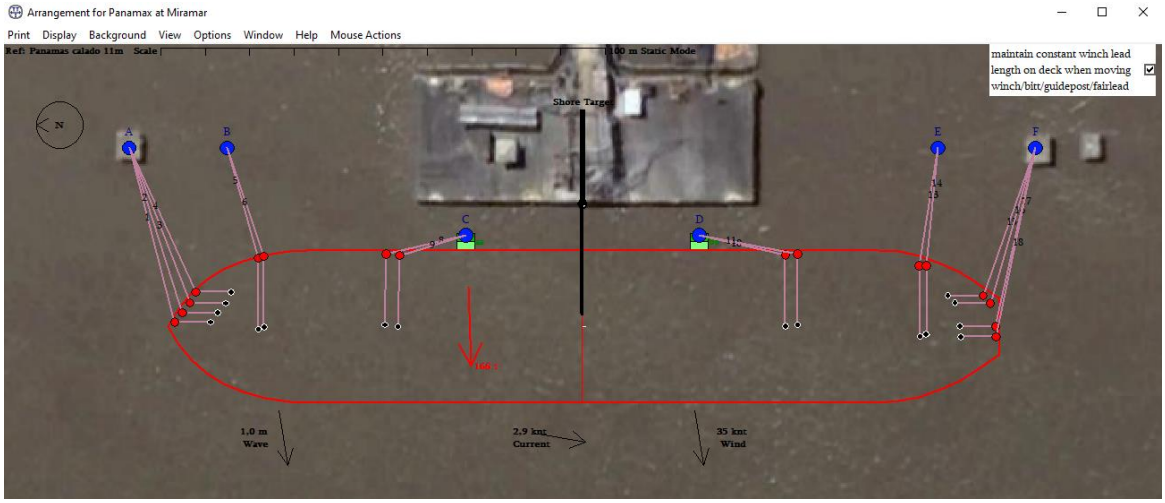

Figura 27 – OPTIMOOR: Esquema de amarração para a embarcação 'ANIKITOS'

OPTIMOOR General Environment - C:\Users\exe\Desktop\PVF\General Environmental\General Enviromental_ANIKITOS.opt

File Options Window Help

Vessel: Panamax at Berth: Miramar Ref: Panamas calado 11m

	Time	Date	Draft	Trim	WLevel	GM
Initial Setup:	0700	01 mar 2007	10,20	0,00	0,30	3,3
Final:	1300	01 mar 2007	10,20	0,00	0,30	3,3
Elapsed:	0600	0 days	Units: m & tonnes		steady	(m)
Analysis for:	0700	01 mar 2007	10,20	0,00	0,30	3,3

Side of Vessel Facing Up:	Stbd
Vessel Offset Beyond Berth Target:	0,0
Lowest Bottom Clearance:	2,0
Present Clearance under Keel:	2,0
2 Fenders within Range	

TOTAL FORCE	(t)
Total Force on Vessel:	169,8
Effective Angle to Vessel:	88°
Longitudinal Component:	5,4
Transverse Component:	169,7
Total Yaw Moment / LBP:	24,6

WIND	
Mean Windspeed (knots):	35
Wind Direction (from) True:	80°
Angle from Screen X-axis:	-100°
Wind X-Force (Longitudinal):	0,8
Wind Y-Force (Tranverse):	47,3
Wind Yaw Moment / LBP:	-0,5
Wind Spectrum:	Steady

WAVES	
Significant Wave Height:	1,0
Wave Direction (from) True:	80°
Angle from Screen X-axis:	-100°
Average Wave Period Tz:	3,5
Drift X-Force (Longt):	0,4
Drift Y-Force (Trans):	6,6
Drift Yaw Mom / LBP:	0,0

Wave Spectrum: ○ Longuet-Higgins ◉ Pierson-Moskowitz ○ SWAN

SWELL	
Significant Swell Height:	0,0
Swell Direction (from) True:	160°
Angle from Screen X-axis:	-20°
Average Swell Period Tz:	10,0
Drift X-Force (Longt):	0,0
Drift Y-Force (Trans):	0,0
Drift Yaw Mom / LBP:	0,0

Swell Spectrum: ◉ Longuet-Higgins ○ Pierson-Moskowitz

HARBOUR SEICHE/SURGE	
Significant Seiche Height:	0,0
Thrust Direction (from) True:	90°
Angle from Screen X-axis:	-90°
Harbour Seiche Period:	25
Drag X-Force (Longt):	0,0
Drag Y-Force (Trans):	0,0
Inertial X-Force (Longt):	0,0
Inertial Y-Force (Trans):	0,0
Seiche X-Force (Longt):	0,0
Seiche Y-Force (Trans):	0,0

CURRENT	Const	Tidal	Combined
Velocity (knots):	2,9	0,0	2,9
Dirctn (from) True:	10°	0°	10°
Angle from Screen:	-170°	-180°	-170°
X-Drag (Longitudinal):		4,2	
Y-Drag (Transverse):		115,8	
Drag Yaw Moment / LBP:		25,1	

Natural Periods (Approx) . . Surge: 86 Sway: 42 Roll: 13 secs

Remarks:

OTHER STATIC FORCE	(t)
Extra Force Applied:	0,0
Angle of Force to Vessel:	0°
Longitudinal Component:	0,0
Transverse Component:	0,0
Point of Application at FL:	0

Figura 28 – OPTIMOOR: Condições ambientais da embarcação 'ANIKITOS'

Vessel Data - C:\Users\exe\Desktop\PVF\Vessel\Panamax_Miramar_ANIKITOS_4-2-2_PP72.vsl

vessel File Options Window Help

Vessel: Panamax
LBP: 177,0 m Show Flatside ☐ Basis of Current Drag: OCIMF MEG-4 Tanker Basis of Wind Drag: OCIMF Tanker (V-shaped Bow) Basis of Wave Motions: Panamax Bulk Carrier
Breadth: 32.2 m Fwd Flatside Limit/LBP: 0.549 Permissible Excursion at Target: (Above Deck End-on: 483 m² Assumed L/B = 6.1 and LoadLine = 11.7
Depth: 19.1 m Aft Flatside Limit/LBP: -0.533 .... m ±Longitudinal Proj. Wind Areas) Side: 704 m² 5 % Crit. Roll Damping Load Cb = 0.80
Port Target: 0.0m from -9.8 inboard 0.0 above .... m ±Transverse Dist Centroid fwd Midship: m Draft/LoadLine should be 0.34 to 1.11
Stbd Target: 0.0m midship -9.8 from side 0.0 deck .... m ±Vertical Hull Pressure Limit (t/m²) 30

Mooring Line No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Midship to Fairlead	91,8	90,1	88,3	87,1	73,0	71,8		44,1	41,1	-45,7	-48,5		-75,8	-77,4	-90,2	-91,8	-93,0	-93,1		
Centreline to Fairlead	0,9	2,9	5,0	7,3	14,5	14,9		15,4	15,0	15,1	15,4		12,9	12,9	6,5	4,9	0,0	-2,2		
Ht above Main Deck	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Dist FL to Bitt/Winch	8,0	8,0	8,0	8,0	15,0	15,0		15,0	15,0	15,0	15,0		15,0	15,0	8,0	8,0	8,0	8,0		
Winch Brake Limit																				
Pre-Tension Aim		5	5		5	5		5			5		5	5		5	5			
Line Diameter (mm)	72	72	72	72	72	72		72	72	72	72		72	72	72	72	72	72		
Type of Line	pp	pp	pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp		pp	pp	pp	pp	pp	pp		
Strength of Line (t)	57	57	57	57	57	57		57	57	57	57		57	57	57	57	57	57		
Length of Tail																				
Tail Diameter (mm)																				
Type of Tail																				
Strength of Tail (t)																				

Figura 29 – OPTIMOOR: Dados de entrada da embarcação 'ANIKITOS'

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen 1.0 m Sig Wave Height 0.0 m Sig Swell Height Ref: Panamas calado 11m
2.9 knt Current -170° X-Axis Period 3.5 secs at All° Period 10.0 secs at -20° Analysis for Time: 0700 01 mar 2007
Movement of Vessel 0.88 (fwd) -1.27 (out) 0.6° (port) 0.00 (up) Water Level 0,3 m steady Draft: 10,2 m 0,1 Disequilibrium
at its Stbd Target 0.08 (fwd) -0.04 (out) 0.3° (port) 0.00 (down) Bottom Clearance: 2,0 m Trim: 0,0 m after 64 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	F	F
Pull-in (m)	0,06	0,80	0,78	0,08	0,70	0,70	0,51	-0,05	0,08	0,68	0,69	0,69	0,00	0,72	0,79	0,01
Total Line Length	46,4	44,3	43,0	42,1	39,0	39,0	33,2	31,0	35,2	37,2	39,9	39,6	41,6	41,9	46,3	49,1
Inline Motion (±)	0,22	0,21	0,20	0,20	0,18	0,17	0,08	0,09	0,09	0,08	0,19	0,19	0,19	0,20	0,22	0,22
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	30°	25°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	17,5	27,6$	27,3$	17,0$	28,7$	27,8$	18,3$	10,6$	1,2$	6,3$	18,5	18,4	8,9	17,6	16,2	7,2
% of Strength	31%	48%	48%	30%	**50%**	49%	32%	19%	2%	11%	33%	32%	16%	31%	29%	13%

☐ Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	free	87
Compression (m)		0,16
Pressure (t/m²)		5,8

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F
X-Force (t)	29,5	15,8	-27,2	7,2	-5,4	-13,8
Y-Force (t)	83,8	53,5	7,8	1,5	36,1	47,7
Total Force	89,3	56,5	28,9	7,4	37,0	49,9
% Bollard Strength	45%	28%	14%	4%	18%	25%
Direction in Plan	19°	16°	-74°	79°	-8°	-16°
Bollard Uplift	9,5	8,7	6,3	1,3	5,6	5,4

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0.1° Pitch: 0.0° Yaw: 0.1° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0,0	-25,9	0,0	0,07	0,10	0,02	0,10	0,08	0,10	0,02	0,11	0,08	0,10	0,03	0,11
Stbd Target	0,0	25,9	0,0	0,03	0,10	0,07	0,10	0,03	0,10	0,07	0,11	0,04	0,10	0,07	0,11
Position 2															

Figura 30 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação 'ANIKITOS' com correnteza a 10º

Com base nos resultados da análise, verifica-se que o calado máximo operacional para a embarcação 'ANIKITOS' é de 10,20m. Destaca-se que esta limitação é para a situação do navio já atracado ao píer.

Para a operação de atracação deve-se respeitar os limites para deslocamento máximo de embarcação estabelecidos no cálculo das defensas (46.400 ton), conforme o documento 'ET-4450.72-6611-962-E3C-001'.

11. AVALIAÇÃO DA EMBARCAÇÃO DE 50.000 TPB (ALIVIADO PARA 30.000 TPB) PARA A NOVA CONFIGURAÇÃO DE DOLFINS

Este capítulo apresenta, complementarmente ao cálculo de amarração, a verificação do navio de projeto de 50.000 TPB (aliviado para 30.000 TPB) para a nova configuração de dolfins adotada para o Projeto Básico (com mais 2 novos dolfins de amarração próximos aos dolfins existentes extremos).

As figuras a seguir apresentam os dados desta embarcação conforme analisados no software OPTIMOOR, bem como os resultados da análise computacional na situação mais desfavorável.

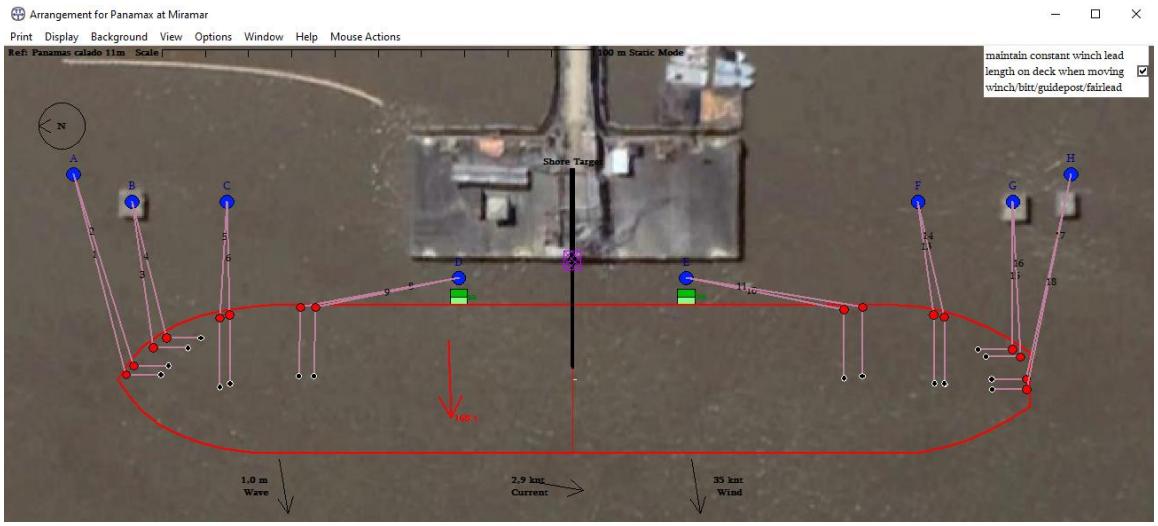

Figura 31 – OPTIMOOR: Esquema de amarração para a embarcação de 50.000 TPB para a nova configuração de dolfins de amarração

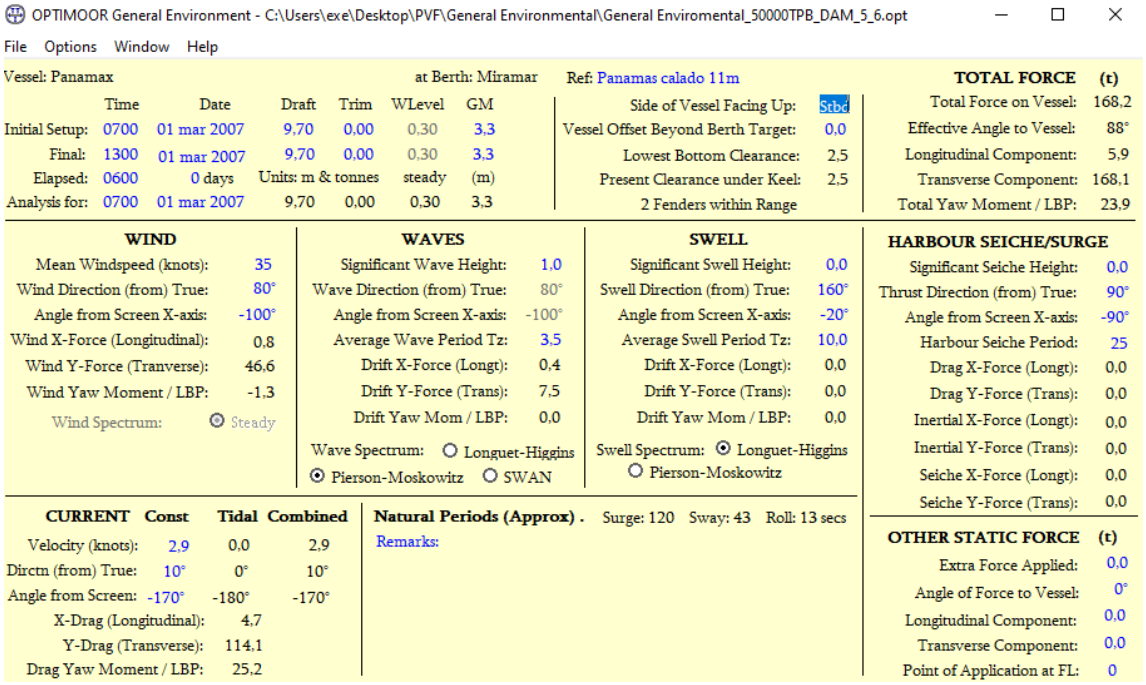

Figura 32 – OPTIMOOR: Condições ambientais da embarcação de 50.000 TPB para a nova configuração de dolfins de amarração

Vessel Data - C:\Users\exe\Desktop\PVF\Vessel\Panamax_Miramar_50000TPB_4-2-2_PP72.vsl

vessel File Options Window Help

Vessel: Panamax | Basis of Current Drag: OCIMF MEG-4 Tanker | Basis of Wind Drag: OCIMF Tanker (V-shaped Bow) | Basis of Wave Motions: Panamax Bulk Carrier

LBP: 200.0 m | Show Flatside ☐ | Breadth: 32.2 m | Fwd Flatside Limit/LBP: 0.549 | Depth: 17.6 m | Aft Flatside Limit/LBP: -0.533 | Port Target: 0.0m from -9.8 inboard 0.0 above | Stbd Target: 0.0m midship -9.8 from side 0.0 deck

Permissible Excursion at Target: .... m ±Longitudinal; .... m ±Transverse; .... m ±Vertical

(Above Deck End-on: 483 m² | Proj. Wind Areas) Side: 776 m² | Dist Centroid fwd Midship: m | Hull Pressure Limit (t/m²) 20

Assumed L/B = 6.1 and LoadLine = 11.7 | 5 % Crit. Roll Damping Load Cb = 0.80 | Draft/LoadLine should be 0.34 to 1.11

Mooring Line No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Midship to Fairlead	103.4	101.6	97.1	94.0	81.7	79.4		63.0	59.5	-62.9	-67.2		-83.6	-86.1	-101.9	-103.7	-105.1	-105.2		
Centreline to Fairlead	1.0	2.9	6.9	9.1	13.3	14.0		15.7	15.7	15.2	15.7		14.1	13.6	6.5	4.9	0.0	-2.2		
Ht above Main Deck	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Dist FL to Bitt/Winch	8.0	8.0	8.0	8.0	15.0	15.0		15.0	15.0	15.0	15.0		15.0	15.0	8.0	8.0	8.0	8.0		
Winch Brake Limit																				
Pre-Tension Aim	5			5	5	5		5			5		5	5	5			5		
Line Diameter (mm)	72	72	72	72	72	72		72	72	72	72		72	72	72	72	72	72		
Type of Line	PP	PP	PP	PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP		PP	PP	PP	PP	PP	PP		
Strength of Line (t)	57	57	57	57	57	57		57	57	57	57		57	57	57	57	57	57		
Length of Tail																				
Tail Diameter (mm)																				
Type of Tail																				
Strength of Tail (t)																				

Figura 33 – OPTIMOOR: Dados de entrada da embarcação de 50.000 TPB, para a nova configuração de dolfins de amarração

Static Mooring Response for Panamax at Miramar

Print Display Options Sweep Window Help

35 knt Wind at All° Screen | 1.0 m Sig Wave Height | 0.0 m Sig Swell Height | Ref: Panamas calado 11m

2.9 knt Current -170° X-Axis | Period 3.5 secs at 260° | Period 10.0 secs at -20° | Analysis for Time: 0700 01 mar 2007

Movement of Vessel 0.81 (fwd) -1.07 (out) 0.4° (port) 0.08 (up) | Water Level 0.30 m steady | Draft: 9.70 m 0.1 Disequilibrium

at its Stbd Target -0.18 (aft) 0.04 (inw) 0.2° (port) -0.08 (down) | Bottom Clearance: 2.5 m | Trim: 0.00 m after 96 iterations

Line	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18
to Bollard/Hook	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
Pull-in (m)	0.94	0.91	0.06	0.69	0.70	0.69	0.77	-0.13	0.16	1.04	0.71	0.73	0.70	0.73	0.90	0.93
Total Line Length	52.5	51.2	40.2	38.1	39.9	39.2	51.6	49.1	52.2	55.5	39.4	40.3	39.6	41.2	53.1	55.1
Inline Motion (±)	0.24	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.08	0.08	0.09	0.08	0.22	0.22	0.24	0.25	0.23	0.24
Winch Slippage																
Worst Direction	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	-100°	10°	10°	-180°	-180°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°	-80°
Tension (t)	22.4$	22.2$	18.8	28.8$	28.0$	27.9$	11.9$	4.5$	2.0$	7.8$	15.4	14.5	16.1$	15.3	13.5	13.1
% of Strength	39%	39%	33%	**50%**	49%	49%	21%	8%	4%	14%	27%	25%	28%	27%	24%	23%

☐ Auto-Calculation

Fender	aa	bb
Thrust (t)	free	102
Compression (m)		0.19
Pressure (t/m²)		6.8

Bollard/Hook	A	B	C	D	E	F	G	H
X-Force (t)	12.3	9.4	-1.9	-16.0	9.7	5.0	0.4	-6.0
Y-Force (t)	42.8	46.4	55.5	3.2	1.6	29.2	31.2	25.9
Total Force	44.6	47.5	55.8	16.4	9.8	29.9	31.3	26.7
% Bollard Strength	22%	24%	28%	8%	5%	15%	16%	13%
Direction in Plan	16°	11°	-2°	-79°	81°	10°	1°	-13°
Bollard Uplift	2.9	4.4	6.3	1.3	0.7	3.5	2.8	1.7

Probable Maximum Angles in 3 hours... Roll: 0.1° Pitch: 0.1° Yaw: 0.1° (mooring stiffness ignored) ○ Significant Motions ◉ 3hr Maximum Motions

3hr Maximum Combined Wave+Swell Motions (±) at:	X (m) fwd Midship	Y (m) stbd from CL	Z (m) up from Deck	Surge Ampl	Sway Ampl	Heave Ampl	Comb. Ampl	Surge Velo	Sway Velo	Heave Velo	Comb. Velo	Surge Accel	Sway Accel	Heave Accel	Comb. Accel
Port Target	0.0	-25.9	0.0	0.07	0.09	0.03	0.10	0.07	0.10	0.03	0.10	0.08	0.10	0.03	0.11
Stbd Target	0.0	25.9	0.0	0.03	0.09	0.08	0.10	0.03	0.10	0.08	0.10	0.04	0.10	0.08	0.11

Figura 34 – OPTIMOOR: Esforços de amarração para a embarcação de 50.000 TPB, para a nova configuração de dolfins de amarração, com correnteza a 10º

Com base nos resultados da análise, verifica-se que, para a nova configuração de projeto e para as mesmas condições de atracação analisadas no item 8.1, atende-se às condições de segurança operacional para o navio de projeto de 50.000 TPB (aliviado para 30.000 TPB) com LOA de 210m.