TRANSPETRO	**RELATÓRIO**	**Nº RL-4450.72-6611-940-E3C-003**
	CLIENTE: TP/DOP/DTNNESE/UO-NORTE/MP/TRANSBEL	**FOLHA:** 1 DE 16
	PROGRAMA: -	TPP-138
	ÁREA: TERMINAL DE BELÉM	
DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	**TÍTULO:** **CRITÉRIOS DE PROJETO**	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:** CP-323.001-200-00-001

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	19/09/2022								
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. INTRODUÇÃO 3
2. NORMAS DE PROJETO 4
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5
4. SISTEMA DE UNIDADES 7
5. SISTEMA DE COORDENADAS 7
6. REFERÊNCIAS PLANIALTIMÉTRICAS 7
7. EMBARCAÇÕES DE PROJETO 7
8. PARÂMETROS DE PROJETO 9
9. DADOS GEOTÉCNICOS 15
10. BATIMETRIA E NÍVEL DE DRAGAGEM PREVISTO 15
11. SISTEMA CONSTRUTIVO 16

1. INTRODUÇÃO

O presente documento descreve os critérios de projeto que serão utilizados como base para o dimensionamento civil da ampliação do píer 1 (também denominado píer 100), especificamente berço 101, do Terminal Petroquímico de Miramar, localizado à Av. Arthur Bernardes s/n – Bairro Val-de-Cães, em Belém/PA. A Figura 1 apresenta a localização do sistema em questão.

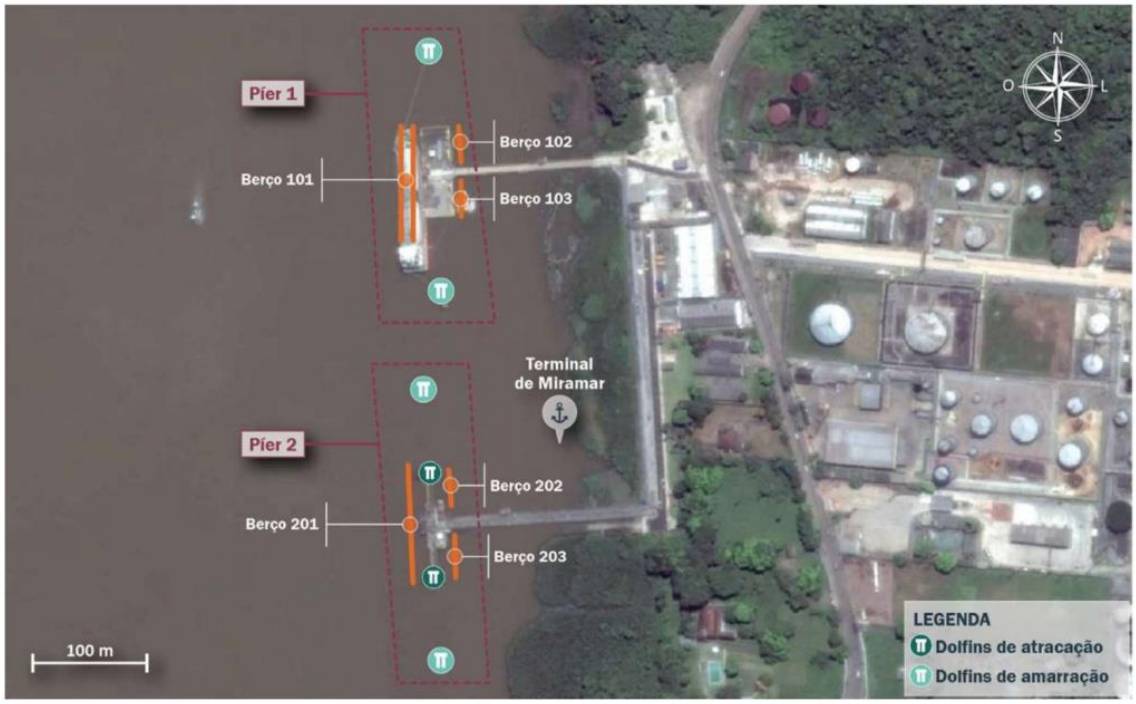

Figura 1 – Implantação das estruturas – Objeto de estudo
FONTE: ET-4450.72-6000-940-PTD-001_R0_F1-18_rodizio

1.1. OBJETIVO

Apresentar claramente todas as premissas necessárias para o desenvolvimento do referido projeto estrutural e geotécnico, especificamente para o dimensionamento / projeto básico das seguintes estruturas:

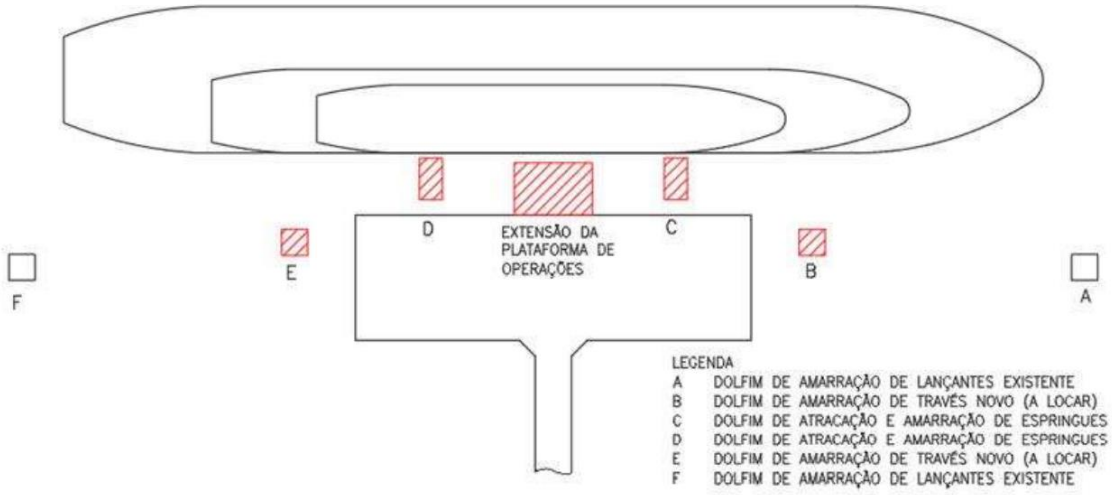

Figura 2 - Arranjo das estruturas – Objeto de estudo
FONTE: ET-4450.72-6000-940-PTD-001_R0_F1-18_rodizio

Abaixo são listadas as estruturas que são escopo deste trabalho, consequentemente sofrem influência da definição dos critérios apresentados no presente documento:

a) Novos dolfins de atracação C e D;
b) Novos dolfins de amarração B e E;
c) Verificação da capacidade dos dolfins A e F (capacidade para amarração);
d) Extensão da plataforma de operações;
e) Interligação com passarelas ou solução que projetista julgar conveniente entre dolfins C e D e plataforma existente

2. NORMAS DE PROJETO

2.1. NORMAS ABNT

NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;
NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento;
NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios;
NBR 6122 – Projeto e Execuções de fundações.

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

3.1. DOCUMENTOS RECEBIDOS

a) Especificação técnica para contratação dos serviços, elaborado em 2022:

[1] ET-4450.72-6000-940-PTD-001_R0_F1-18_rodizio: Especificação técnica;

b) Projeto conceitual do píer 100, elaborados em 2019:

[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);

OBS: Referência 4 apresenta batimetria;

c) Projeto conceitual dos dolfins (píer 1) e reforço/ recuperação dos píeres 1 e 2, elaborado em 2019:

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

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

Obs: Referência 5 apresenta diversos critérios relevantes, ambientais, etc.;

d) Memória de cálculo e projeto dos dolfins de amarração existentes:

[6] Projeto píer 1 - Dolfins amarração MC, elaborado em setembro de 2004;

Obs: Referência 6 apresenta sondagens;

[7] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 1.pdf;

[8] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 2.pdf;

[9] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 3.pdf;

[10] Projeto píer 1 - Dolfins amarração 4.pdf;

[11] Projeto píer 1 - Dolfins amarração MC.pdf;

e) Anteprojeto de dragagem do Terminal de Miramar (PA), elaborado em 2017:

[12] 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf;

f) Projeto básico da obra de dragagem nos píeres, elaborado em 2010:

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

g) Carta de correntes de maré Rio Pará, elaborado em 1962:

[14] Corrente ccm-salinopolis-a-belem.pdf;

h) Sondagens:
[15] Sondagem 2007 e 2008 Croquis.pdf;
[16] Sondagem 2007-11.pdf;
[17] Sondagem 2008-01.pdf;
[18] Sondagem 2008-02.pdf;
[19] Sondagem 2009-03.pdf;
[20] Sondagem 2010-03.pdf;

i) Batimetria:
[21] Batimetria 2002.DWG;
[22] Batimetria 2004.dwg;
[23] Batimetria 2005.DWG;
[24] Batimetria 2005.pdf;
[25] Batimetria 2017.pdf;

j) Dados de navios:
[26] PORT INFORMATION BELEM Atualizacao 2021.pdf;
[27] Portaria nº 67-CPAOR Calado Maximo Operacional 7,60m Miramar.pdf;
[28] Rebocador LACERTA 27-04-2018 - porto de Miramar.pdf;
[29] Relação de Balsas.pdf;
[30] Relação de Navios.pdf;

k) Geometria Píer 1 - levantamento de campo da estrutura principal:
[31] DE-4450.72-6611-100-PTD-002_R0_F1-1.dwg;
[32] DE-4450.72-6611-100-PTD-002_R0_F1-1.pdf;
[33] Informações geometria plataforma pier 100.txt;

l) Esforços de amarração no píer 100 com novos dolfins de atracação:
[34] MC-4450.72-6610-962-PTD-003_R0_F1-12.pdf (memória de cálculo);
[35] MC-4450.72-6611-962-PTD-002_R0_F00001-92-01.pdf.

3.2. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

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

[37] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2020/File/Agu/AQU_3_4_2_1_2_3.XLSX&ved=2ahUKEwj-geLVh4r5AhWWFrkGHXx4AQkQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw1r7wq1u6tv_GEGwL06v-RJ (Relação de embarcações)

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

4. SISTEMA DE UNIDADES

Todas as unidades serão apresentadas no Sistema Internacional de Unidades (SI) ou em unidades consagradas pela prática como tf ou tf.m.

5. SISTEMA DE COORDENADAS

O sistema de coordenadas adotado será o UTM (Universal Transverse Mercator).

Para o Datum horizontal será utilizado o Sirgas 2000.

6. REFERÊNCIAS PLANIALTIMÉTRICAS

O nível de redução adotado será o NR da DHN – Porto de Belém.

O nível da estrutura existente e das novas estruturas será +4,70 (DHN). Será indicado no projeto básico a necessidade da confirmação de tal nível no projeto executivo.

7. EMBARCAÇÕES DE PROJETO

7.1. EMBARCAÇÕES PARA DEFINIÇÃO DE LAYOUT

Para o estudo e definição do *layout* de amarração serão analisadas as seguintes embarcações. projeto (todas retiradas da referência [3], exceto onde indicado outra referência nos textos abaixo). 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*).

a) Navio Patrulha P 12/ 105 T (Referência [36]):

- 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 [37]):

- Deslocamento: 868 ton;
- LOA: 48m;
- Boca: 11,5m;
- Pontal: 3,5m (estimado);
- Calado mínimo (lastro): 0,8m (estimado);

- Calado operacional máximo carregado: 2,31m.

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 [5.1]);
- LOA: 134m;
- Boca: 16 m (referência [5.1])
- 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.

7.2. EMBARCAÇÕES PARA ANÁLISE DE ESFORÇOS DE AMARRAÇÃO

Os estudos de amarração serão realizados no SOFTWARE OPTIMOOR. Para realização de tal estudo serão considerados 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.

8. PARÂMETROS DE PROJETO

8.1. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

8.1.1. 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 será adotado em relação ao NR da DHN (Porto de Belém):

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

8.1.2. VENTO

Segundo referência [5], item 4.1:

"(...) Tem dois conjuntos principais de ventos predominantes variando entre N-NE e ENE-ESSE com média entre 1 e 2 m/s, sendo a média máxima de 4,7 m/s em Julho e Outubro. A velocidade básica do vento para projeto, conforme isopletas da ABNT NBR 6123:1988, é de 30m/s, com período de retorno de 50 anos (...)

Para avaliação do vento atuando diretamente nas estruturas será adotada a NBR 6123 (isopletas de vento) com velocidade básica de 30m/s e com os coeficientes aplicáveis da norma.

Já para o cálculo do vento incidente sobre as embarcações amarradas no píer será utilizada velocidade máxima de 18,0 m/s (35 nós), de acordo com orientação da Transpetro para limites operacionais, após a mesma consultar operadores locais do píer. Para valores maiores que esse, foi considerado que a embarcação deverá deixar o local.

8.1.3. CORRENTEZA

a) Magnitude

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 a ser adotada na análise tanto para vazante quanto para enchente (ver Figura 3 e Figura 4).

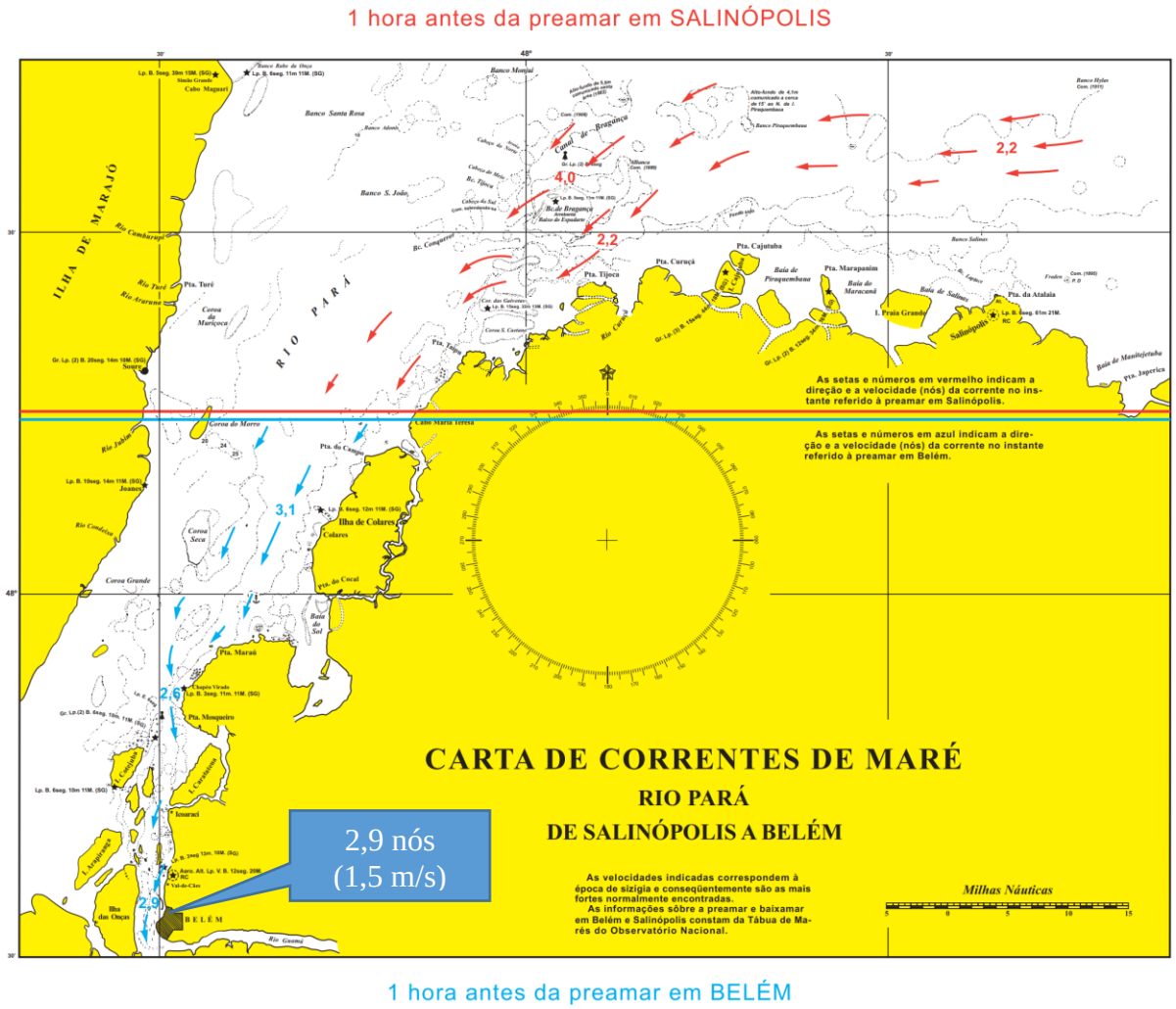

Figura 3 – Carta de Correntes de Maré – Rio Pará – 1 hora antes da preamar em Belém
FONTE: Referência [12]

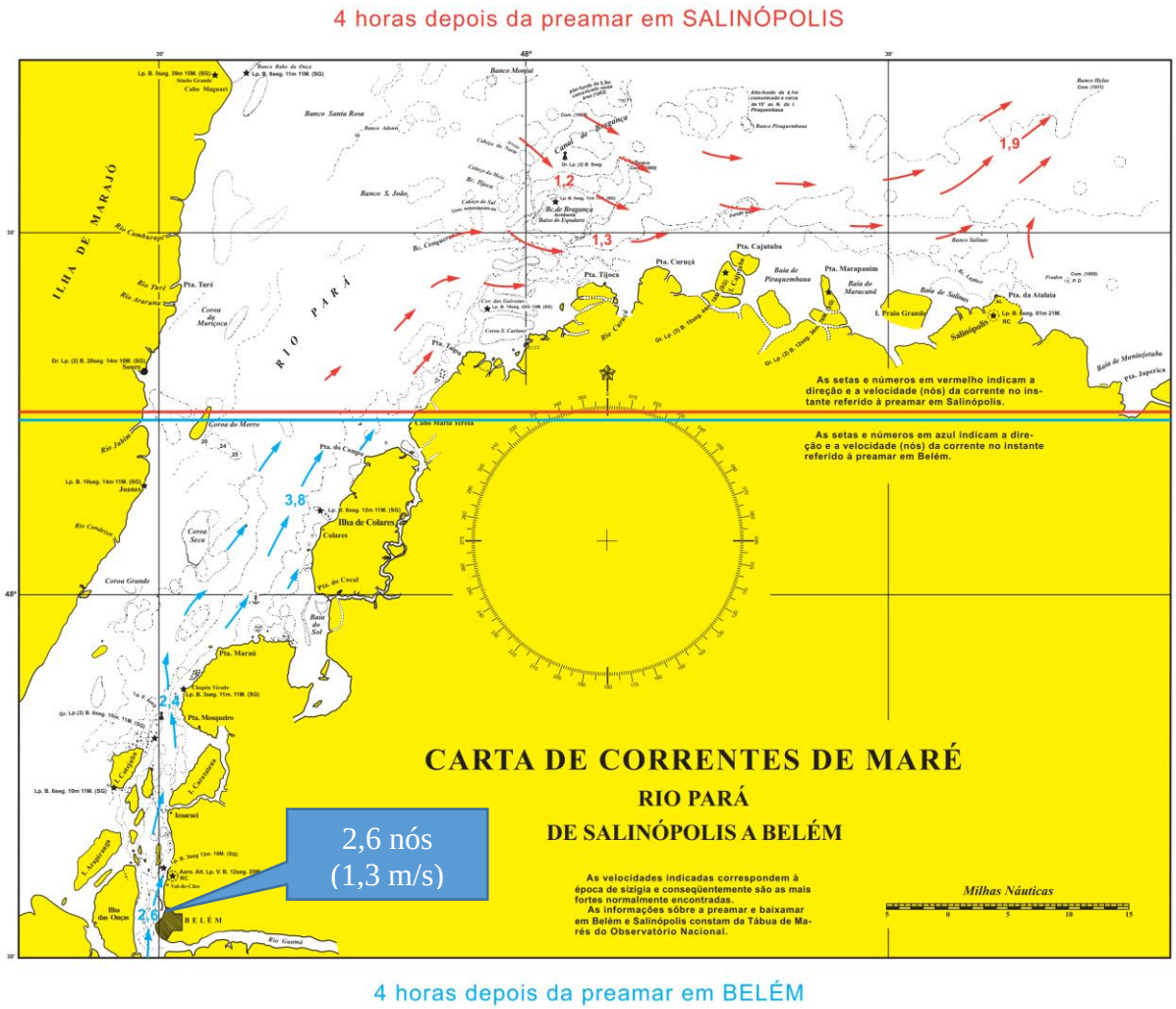

Figura 4 – Carta de Correntes de Maré – Rio Pará – 4 horas depois da preamar em Belém
FONTE: Referência [12]

Vale ressaltar que, segundo PIANC 153/ 2016, item 7.4.4 (*operational limits*), a velocidade máxima a ser adotada quando a embarcação estiver amarrada é de, no mínimo, 2,0 m/s. Desta forma, apesar da referência [14] indicar velocidades de correntezas máximas de 2,9 nós (1,5m/s), os operadores locais do terminal deverão receber recomendações para que embarcações deixem o local para velocidades maiores que 2,9 nós. Abaixo figura com recomendação da PIANC.

Description	$V_{wind,1\ min}$	$V_{current,1\ min}$	H_s
Turning areas			
• Without tug assistance	< 10 m/s	0.5 m/s	< 2.0-3.0 m
• With tug assistance	< 10 m/s	0.1 m/s	< 1.5-2.0 m
Vessel berthing			
• Forces longitudinal to berth	17.0 m/s	1.0 m/s	2.0 m
• Forces transverse to berth	10.0 m/s	0.1 m/s	1.5 m
Loading/unloading operations stoppage			
• Forces longitudinal to berth			
– < 30,000 DWT	22 m/s	1.5 m/s	1.5 m
– 30,000 DWT – 200,000 DWT	22 m/s	1.5 m/s	2.0 m
– > 200,000 DWT	22 m/s	1.5 m/s	2.5 m
• Forces transverse to berth			
– < 30,000 DWT	20 m/s	0.7 m/s	1.0 m
– 30,000 DWT – 200,000 DWT	20 m/s	0.7 m/s	1.2 m
– > 200,000 DWT	20 m/s	0.7 m/s	1.5 m
Vessel at the berth			
• Forces longitudinal to berth	30.0 m/s	2.0 m/s	3.0 m
• Forces transverse to berth	25.0 m/s	1.0 m/s	2.0 m

Figura 5 – Recomendações PIANC

a) Direção da correnteza

Com base na referência [35], Figura 7, é apresentada rosa das correntes com variação da direção/sentido da correnteza da ordem de +-10º (ver Figura 6).

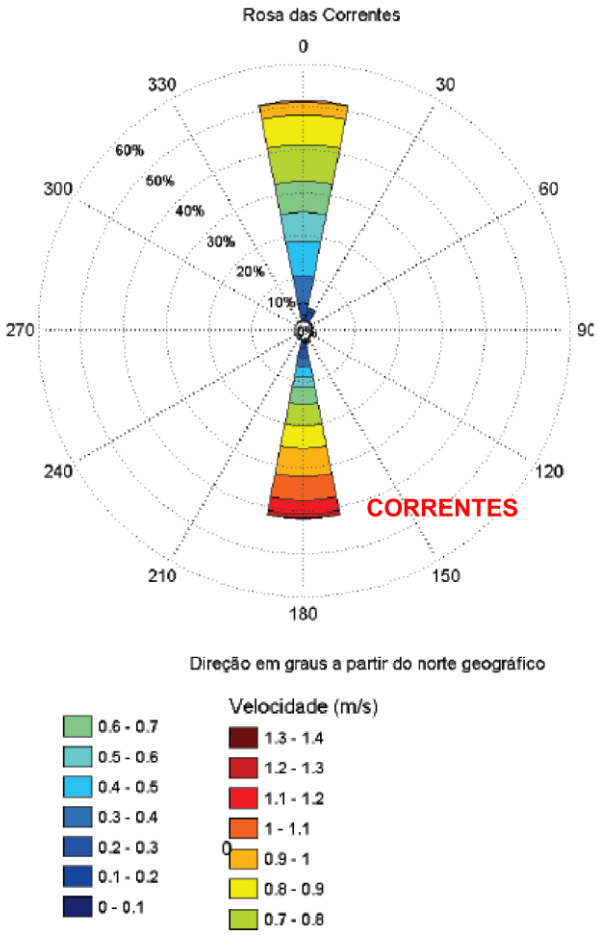

Figura 6 – Rosa das correntes

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 [12]), que indica direções da ordem de 7º em relação ao norte geográfico (ver exemplo na Figura 7).

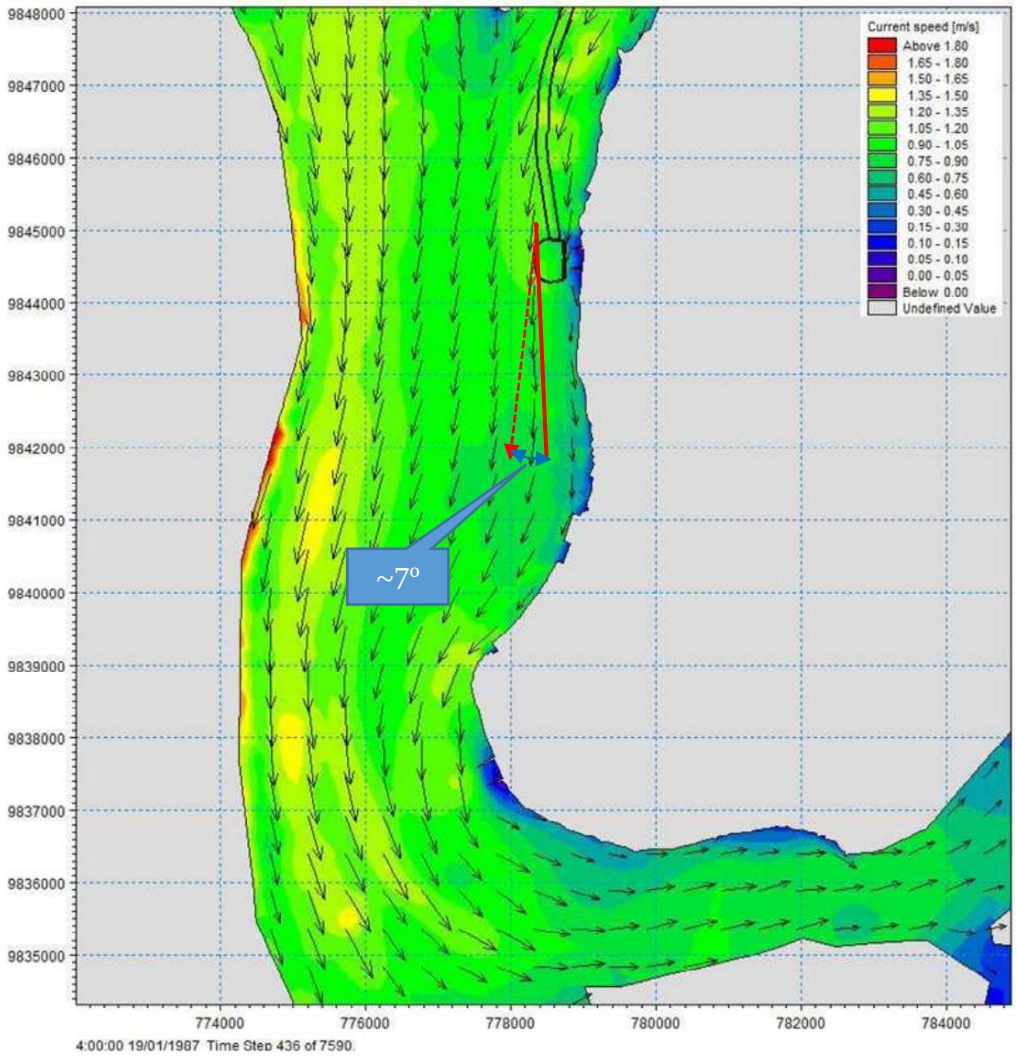

Figura 7 – Modelo hidrodinâmico

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 8). 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.

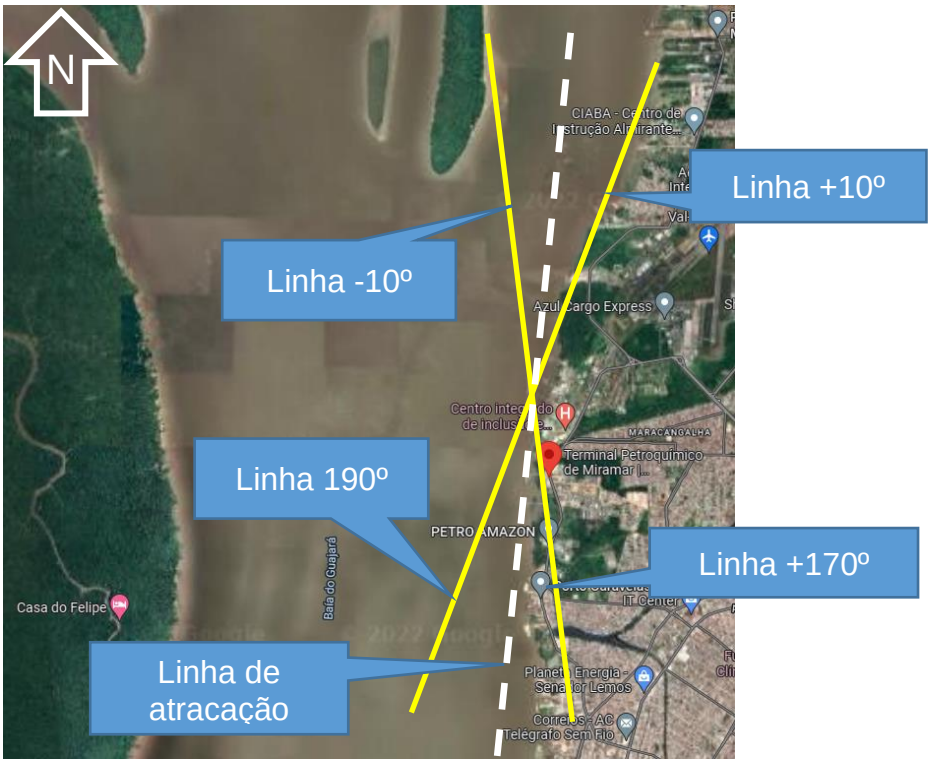

Figura 8 – Vista Satélite – Direção correnteza
FONTE: Do autor

8.2. 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.

8.3. TEMPERATURA

Segundo referência [5], item 4.1:

(...) O clima caracteriza-se por uma isotermia com baixa amplitude térmica, resultando em média mínima de 24°C e máxima de 32°C. Para efeito de projeto considera-se temperatura ambiente entre 15°C e 40°C (...)

Desta forma, para efeito de projeto será adotada variação térmica de +-15º.

9. DADOS GEOTÉCNICOS

Serão adotadas as sondagens descritas nas referências [15], [16], [17], [18], [19] e [20] como premissas para elaboração do projeto.

Para determinação da capacidade de carga das estacas será utilizado o método AOKI-VELLOSO.

10. BATIMETRIA E NÍVEL DE DRAGAGEM PREVISTO

Serão utilizadas as referências [4], [21], [22], [23], [24] e [25] para dados batimétricos, tomando como prioritário os dados da referência [4] (mais atual).

O nível de dragagem futuro previsto para as novas estruturas é -12m DHN (segundo referência [12]), conforme ilustrado na Figura 9.

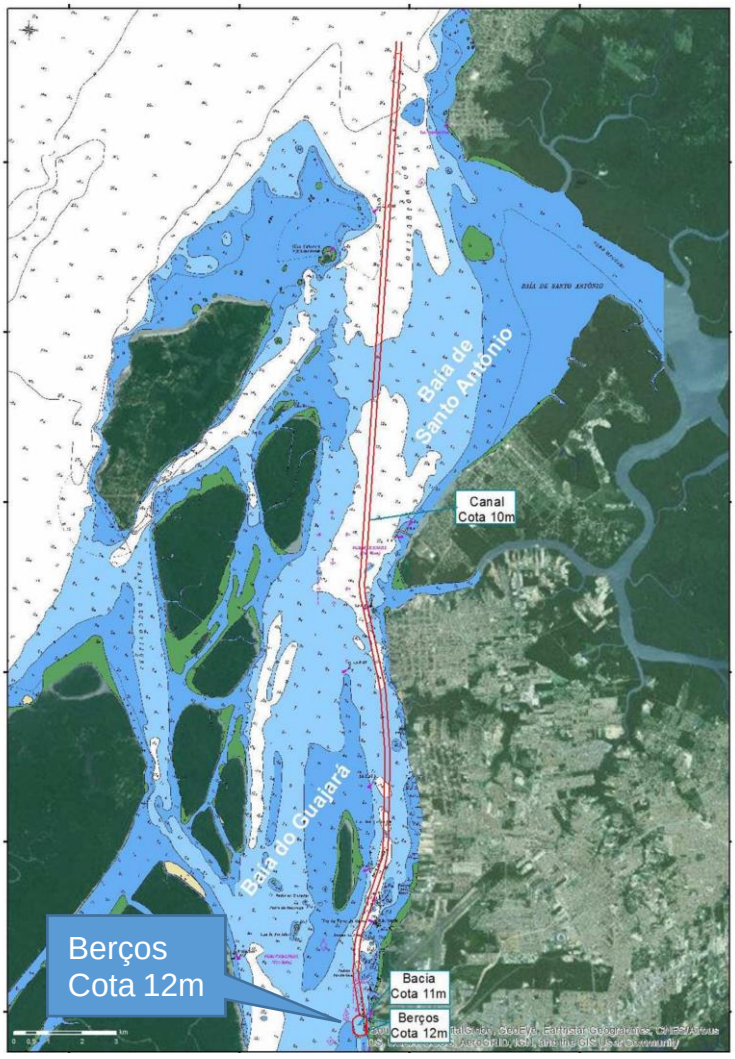

Figura 9 – Cotas após dragagem

FONTE: 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf (referência [12])

11. SISTEMA CONSTRUTIVO

11.1. FUNDAÇÃO

Será priorizado sistema construtivo compatível com os materiais existentes, considerando o aproveitamento de 36 tubos de aço carbono, diâmetro nominal de 30”, espessura 1”, comprimento unitário de 10 m, conforme referência [1].

11.2. SUPERESTRUTURA

Será priorizado sistema construtivo que atenda ao cronograma, com prazo alvo entre 30 e 60 dias de indisponibilidade do píer, conforme referência [1], o que implica na preferência de adoção de elementos pré-moldados e metálicos em relação à utilização de elementos moldados *in loco*.