TRANSPETRO	**RELATÓRIO**	**Nº**	**RL-4450.72-6611-940-E3C-002**
	CLIENTE:	**TP/DOP/DTNNESE/UO-NORTE/MP/TRANSBEL**	**FOLHA:** **1 DE 11**
	PROGRAMA:	-	TPP-138
	ÁREA:	TERMINAL DE BELÉM	
DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	**TÍTULO:**	**REAVALIAÇÃO / CONSISTÊNCIA DO PROJETO CONCEITUAL**	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:**	RT-323.001-200-00-002

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	22/09/2022								
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. OBJETIVO 3
2. NORMAS DE PROJETO 3
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3
4. ANÁLISE DO PROJETO CONCEITUAL 4
5. READEQUAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL 10

1. OBJETIVO

O presente Relatório Técnico tem o objetivo de reavaliar o Projeto Conceitual elaborado em 2019, avaliar as premissas adotadas indicando as readequações necessárias a fim de atender às novas embarcações de projeto a serem consideradas na ampliação da capacidade do Píer 1 (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 INTERNACIONAIS OU ESTRANGEIRAS

OCIMF MEG4 – Mooring Equipment Guidelines, 4th edition

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. PROJETO CONCEITUAL ORIGINAL

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

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

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

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

3.2. PROJETO CONCEITUAL – PROPOSTA DE REVISÃO

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

3.3. OUTROS DOCUMENTOS

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

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

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

[9] 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf

4. ANÁLISE DO PROJETO CONCEITUAL

4.1. EMBARCAÇÕES DE PROJETO

A concepção geral do Projeto Conceitual utilizou como premissa os navios de 30.000 TPB, com L_{OA} (*length overall* = comprimento total) de 188m, de 5.000 TPB, com L_{OA} de 134m, e de 3.000 TPB, com L_{OA} de 90m. A Figura 1 apresenta os navios considerados bem como o layout de amarração do Projeto Conceitual.

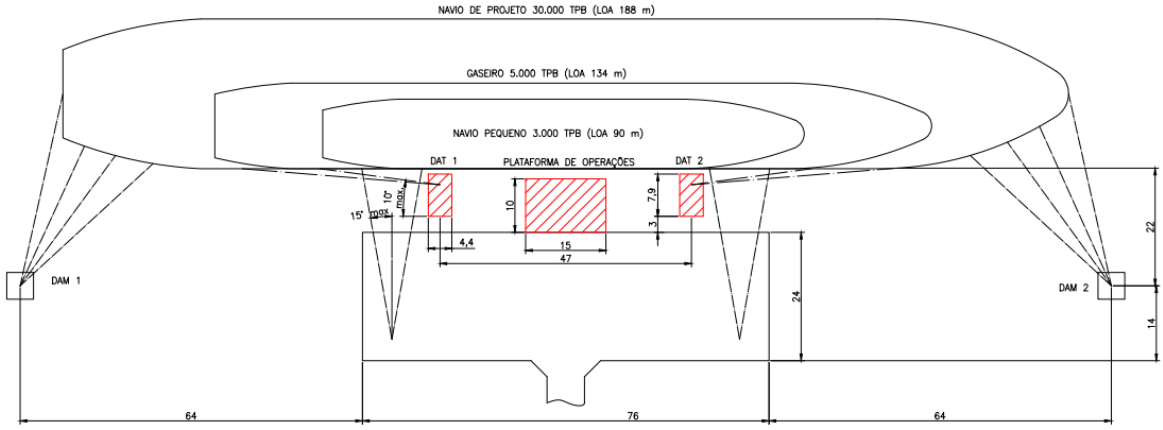

Figura 1 – Projeto Conceitual: Layout de amarração. FONTE: Referência [1]

A Figura 2 destaca o posicionamento do navio de 30.000 TPB atracado ao Píer 100.

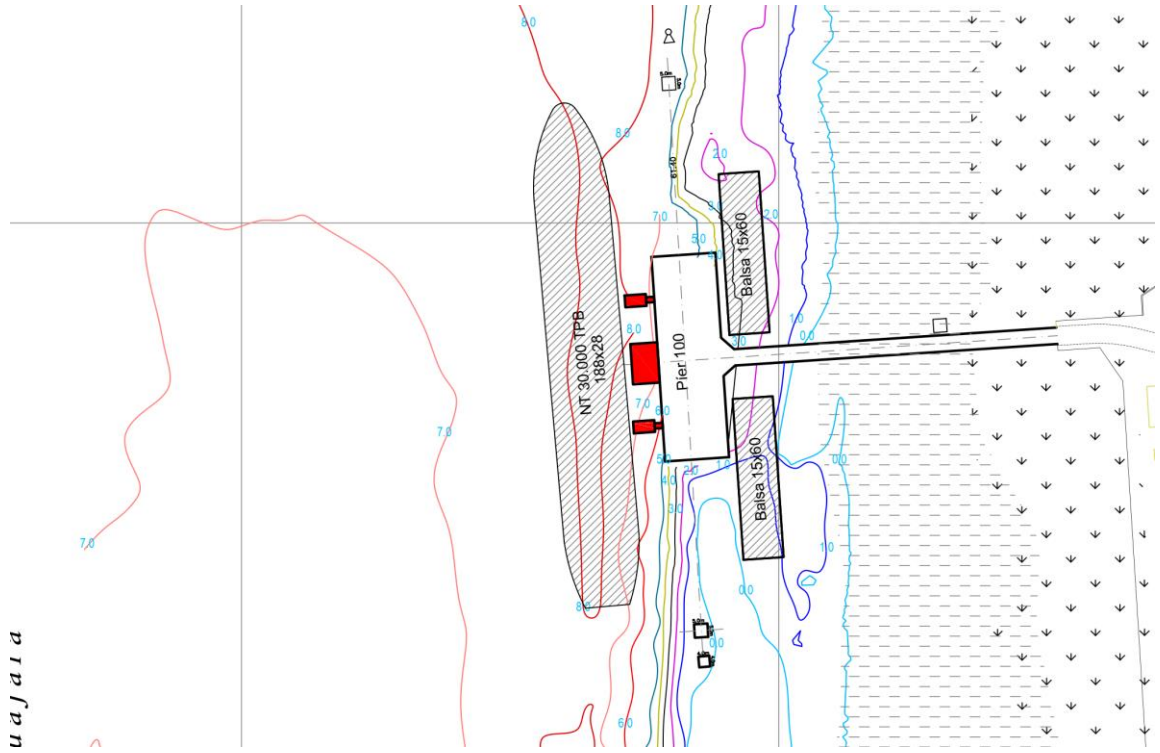

Figura 2 – Projeto Conceitual: Planta de Locação com navio de projeto de 30.000 TPB. FONTE: Referência [2]

Entretanto, conforme referência [6], há novas embarcações a considerar, incluindo o navio de 50.000 TPB aliviado para 30.000 TPB, com L_{OA} de 210m. Cita-se aqui que, a fim de considerar o navio de 50.000 TPB aliviado, foi elaborada proposta de revisão do Projeto Conceitual pela Transpetro, conforme referência [5] e ilustrado na Figura 3.

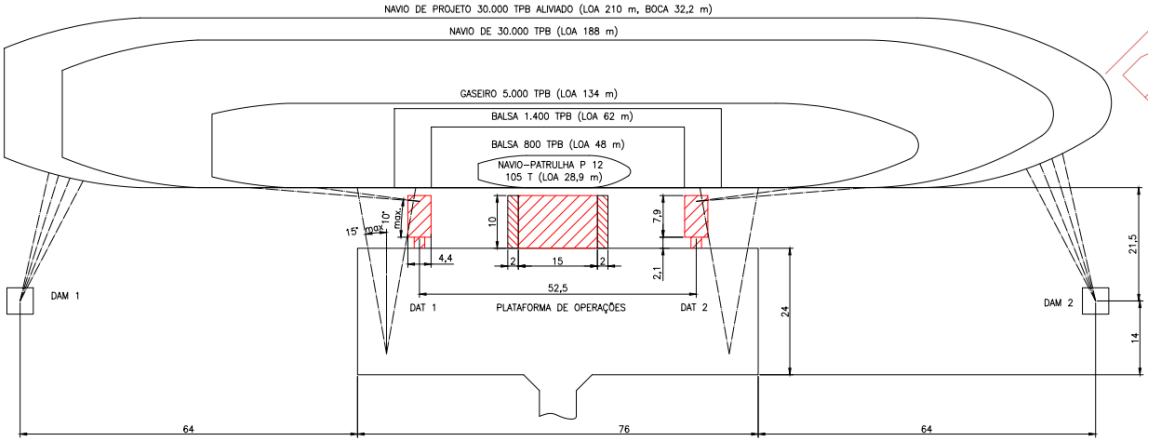

Figura 3 – Projeto Conceitual – Proposta de revisão - Arranjo de amarração. FONTE: Referência [5]

4.2. LAYOUT GERAL

A disposição dos dispositivos de amarração bem como das embarcações do Projeto Conceitual, exemplificada na Figura 1, possui as seguintes características:

- Atracação das embarcações em 2 novos dolfins de atracação, denominados DAT 1 e DAT 2;
- Amarração dos cabos de lançantes nos 2 dolfins de amarração existentes, denominados DAM 1 e DAM 2;
- Amarração dos cabos de traveses em 2 novos cabeços de amarração na plataforma de operações existente;
- Amarração dos cabos de espringues nos 2 novos dolfins de atracação (DAT 1 e DAT 2).

4.3. CONFIGURAÇÃO DE AMARRAÇÃO

O Projeto Conceitual adotou as configurações de amarração conforme Tabela 1, em concordância com esquemas típicos dos navios operantes no Terminal de Miramar (ver também referência [8], 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 TPB

Tal configuração, em relação à quantidade de cabos, foi confirmada em vistoria *in loco*. Entretanto, ressalta-se que a configuração dos traveses indicada em projeto não é usual e deve ser evitada, visto que:

- Os cabos de traveses cruzam os cabos de espringues, o que não é recomendado, conforme OCIMF (MEG 4), item 9.2.4;

- Os cabos foram considerados partindo próximos ao meio do navio, enquanto que a recomendação dada em OCIMG (MEG 4), item 4.2.3, é a de que os traveses devem partir o mais próximo possível da popa e da proa (ver também item 1.4.3 da mesma referência);
- Em caso de amarração dos traveses em cabeços situados na plataforma de operações existente, com origem do navio em posições próximas à popa e proa (situação recomendada e verificada *in loco*), os cabos ficariam demasiadamente inclinados e desfavoráveis para os esforços (ver recomendação de OCIMF – MEG4, itens 1.4.3 e 3.4.2). Complementarmente, conforme ilustra a Figura 4, a recomendação de inclinação horizontal máxima para estes cabos é de 15º, o que não seria atendida nesta situação de amarração;
- A amarração dos traveses na plataforma existente deve ser evitada, uma vez que não há dados suficientes para avaliar a capacidade resistente da estrutura para esta configuração;
- Além disso, em reunião da praticagem de Belém com a Transpetro, no qual foi discutido o layout conceitual, verificou-se que não seria possível o uso de quatro cabos de amarração na popa e proa em razão do LOA de 210 m ser maior que a distância entre dolfins de amarração existentes. Neste caso, a solução com 4 cabos nos DAM 1 e 2 foram posteriormente reavaliados (ver posteriormente neste relatório).

4.4. CONFIGURAÇÃO DE ATRACAÇÃO

Os dolfins de atracação sugeridos no Projeto Conceitual estão afastados entre si em 47 metros (entre eixos), o que corresponde à relação de 0,25*L_{OA} da maior embarcação analisada, de 30.000 TPB com L_{OA} igual a 188m. Tal relação está dentro da indicação da OCIMF (MEG4), conforme Figura 4 (ver também item 7.4.9 de PIANC nº 153).

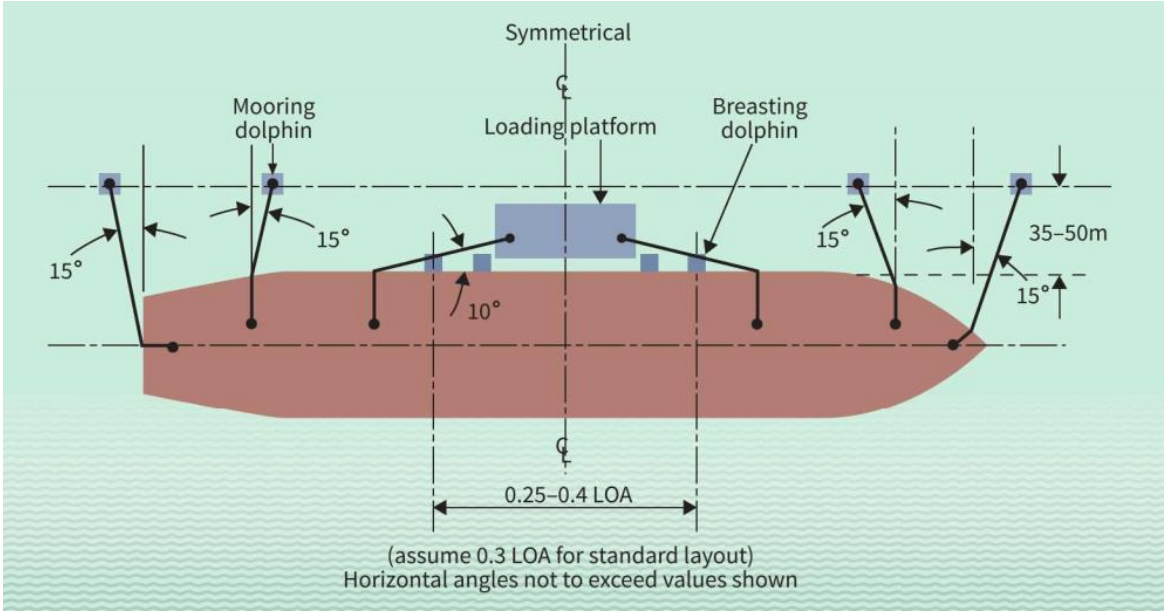

Figura 4 – Layout genérico de atracação e amarração. FONTE: OCIMF (MEG 4), Figura 3.1

Entretanto, para o novo navio de projeto, de 50.000 TPB e L_{OA} de 210m, tal configuração deve ser revista.

4.4. ÂNGULO DE ATRACAÇÃO

O Projeto Conceitual adotou ângulo máximo de atracação, para a embarcação de 30.000 TPB, de 13,4 graus, conforme ilustrado na Figura 5.



Figura 5 – Projeto Conceitual: Ângulo de Atracação. FONTE: Referência [1]

Entretanto, de acordo com PIANC nº 33, item 4.2.4, os ângulos de atracação são geralmente menores que 5 graus até 6 graus, ocasionalmente, para embarcações acima de 50.000 DWT. Para embarcações menores (especialmente sem assistência de rebocadores, o que não é o caso em análise), o ângulo de atracação pode ser maior, até cerca de 10 a 15 graus. Sugere-se adotar ângulo máximo de atracação de 10 graus, para os navios de 30.000 e 50.000 TPB, e de 15º para os demais.

4.5. DEFENSAS

O Projeto Conceitual indicou defensas cônicas com capacidade de absorver 732 kN.m, considerando eficiência de 68% da energia de atracação, resultando em 1070 kN de reação transversal e 321 kN paralela, conforme referências [3] e [4].

Para a nova condição de projeto, com navio de 50.000 TPB aliviado para 30.000 TPB, deve-se reavaliar a energia de atracação, a qual pode resultar em nova especificação de defensa.

O Memorial Descritivo do Projeto Conceitual (referência [3]) indicou também a inclusão de defensas pequenas para embarcações com L_{OA} menor que 40m. Entretanto, conforme referência [6], embarcações com L_{OA} ligeiramente maiores também devem ser consideradas.

4.6. LINHA DE ACOSTAGEM

No Projeto Conceitual tem-se que a ampliação da plataforma central de operações projeta-se em 10m além da plataforma de operações existente, e os novos dolfins de atracação (DAT 1 e DAT 2) projetam-se em 10,9m além da mesma. Portanto, a face externa

dos novos dolfins de atracação, DAT 1 e DAT 2, estão afastados externamente em 0,9m em relação à face externa da estrutura de ampliação da plataforma de operações.

Considerando a necessidade de defensas diferentes das indicadas no Projeto Conceitual, esta defasagem de 0,9m deve ser reavaliada.

4.7. PROFUNDIDADE DO BERÇO

O Projeto Conceitual adotou cota de -10,00m para dragagem futura, conforme ilustrado na Figura 6.

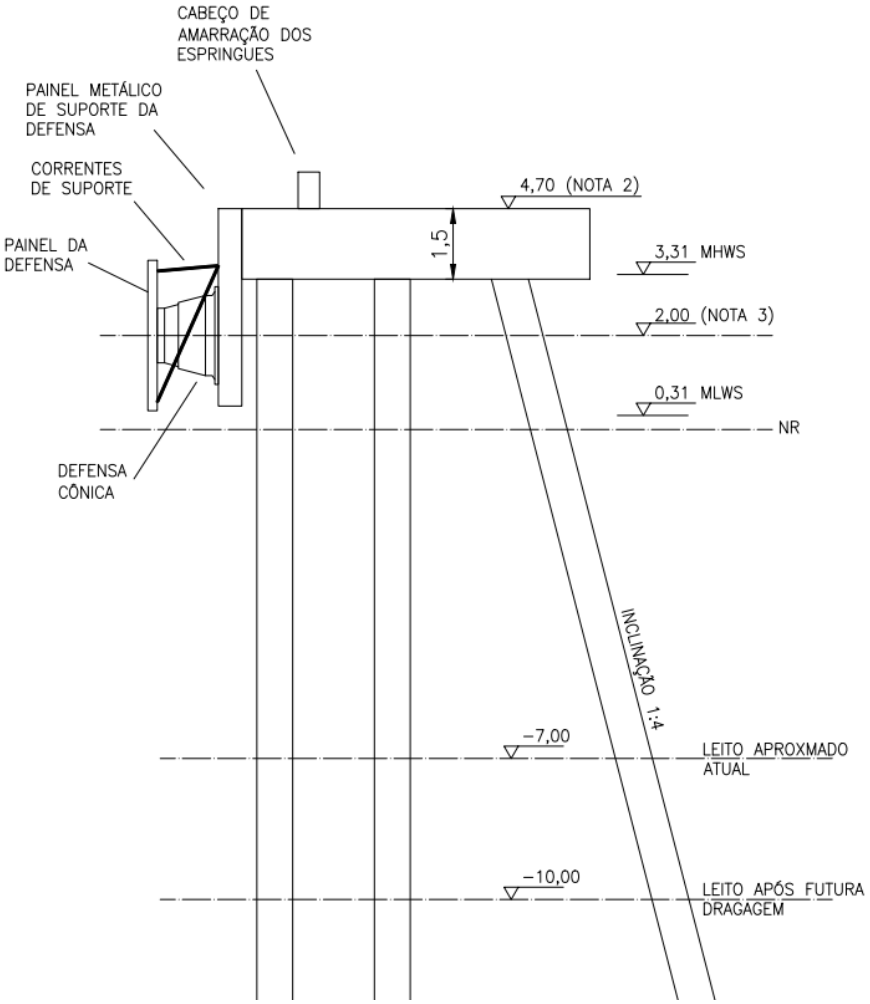

Figura 6 – Projeto Conceitual: Elevação Dolfin. FONTE: Referência [1]

Entretanto, conforme estudo de dragagem, referência [9], deve-se considerar cota de dragagem futura no berço de 12m (DHN) (ver Figura 7).

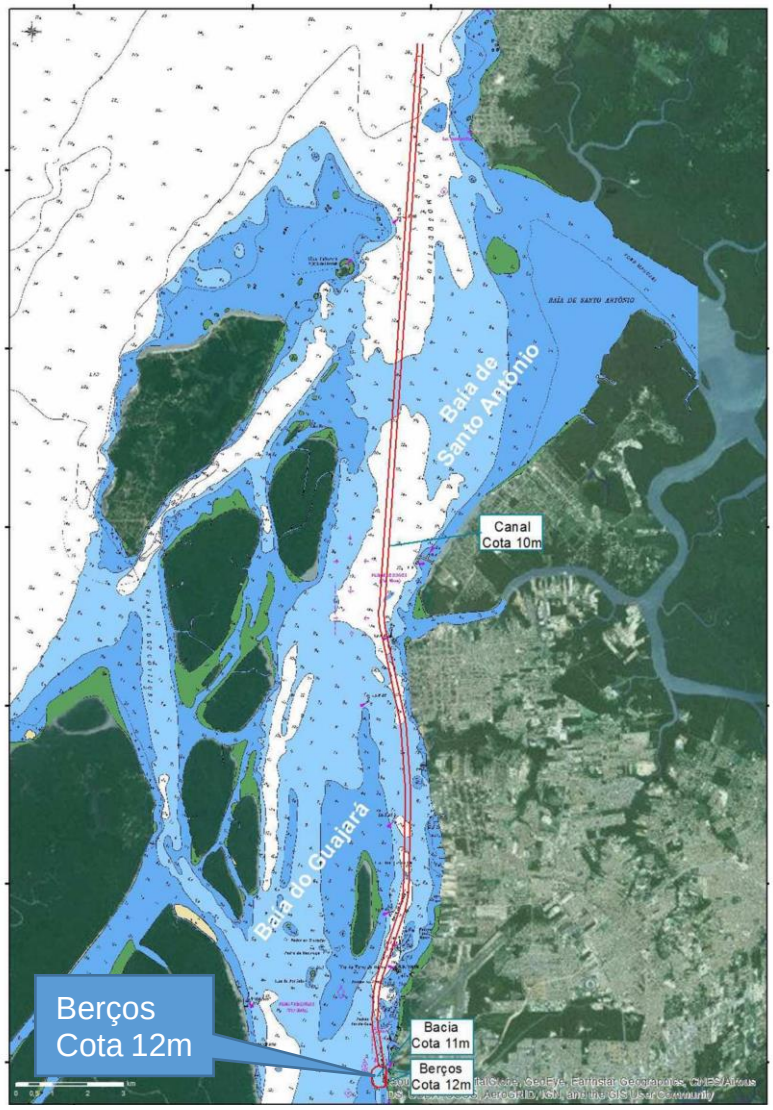

Figura 7 – Cotas após dragagem
FONTE: 2017.08.02_19_Anteprojeto de Dragagem Belém.pdf (referência [9])

4.8. DIMENSÕES DOS DOLFINS

O Projeto Conceitual indicou novos dolfins de atracação com dimensões em planta de 4,4x7,9m (ver Figura 1). Avalia-se, a princípio, que tais dimensões são suficientes para acomodar as futuras estacas e defensas. Tais dimensões serão validadas e eventualmente minimamente ajustadas, conforme o dimensionamento dos novos dolfins para os esforços de amarração e atracação, a serem desenvolvidos no Projeto Básico.

4.9. DIMENSÕES DA PLATAFORMA CENTRAL DE OPERAÇÕES

O Projeto Conceitual indicou a ampliação da plataforma central de operações, com dimensões em planta de 10,0x15,0m (ver Figura 1). Avalia-se, a princípio, que tais dimensões são suficientes para operações na plataforma, a serem confirmadas no desenvolvimento do Projeto Básico com eventuais pequenos ajustes.

5. READEQUAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL

Em função das novas embarcações de projeto, verifica-se a necessidade de alteração da disposição dos novos dolfins de atracação, além da necessidade de instalação de novos dolfins de amarração para os traveses e lançantes das embarcações de maior porte de projeto, a fim de atender o máximo possível às recomendações de PIANC e OCIMF para operações seguras de amarração e atracação.

A seguir são apresentadas as alterações essenciais a serem adotadas no Projeto Básico, em relação ao Projeto Conceitual, de modo a atender às novas condições de projeto.

5.1. CONFIGURAÇÃO DE ATRACAÇÃO

Para o navio de 50.000 TPB, com L_{OA} de 210m, verificou-se a necessidade de alteração da posição dos dolfins de atracação, visto que o afastamento indicado no Projeto Conceitual, de 47m, fica abaixo do critério recomendado de 25% para tal embarcação. Logo, para L_{OA} igual a 210m, o mínimo recomendado é de 52,5m, sendo esta a configuração de atracação a ser adotada. Resumidamente, apresenta-se, na Tabela 2, comparativo entre as relações de distância entre os dolfins de atracação e L_{OA}, para os 3 maiores navios de projeto.

Embarcação (TPB)	50.000	30.000	5.000
L_{OA} (m)	210	188	134
Projeto Conceitual – Relação: (distância entre dolfins DAT 1 e DAT 2 / L_{OA})	0,22	0,25	0,35
Projeto Básico – Relação: (distância entre dolfins DAT 1 e DAT 2 / L_{OA})	0,25	0,28	0,39

Tabela 2: Relação: distância entre dolfins / LOA

Verifica-se ainda que as relações apresentadas na Tabela 2 estão abaixo de 0,40, atendendo também às recomendações de OCIMF (MEG4) para as embarcações menores, conforme Figura 4 (ver também item 7.4.9 de PIANC nº 153).

5.2. LAYOUT GERAL

Sugere-se, a fim de atender às recomendações da OCIMF e PIANC, a seguinte disposição de amarração:

- Atracação das embarcações em 2 novos dolfins de atracação, denominados DAT 1 e DAT 2;
- Amarração dos cabos de lançantes nos 2 dolfins de amarração existentes, denominados DAM 1 e DAM 2 e em dois outros novos dolfins, denominados DAM 5 e DAM 6;
- Amarração dos cabos de traveses em 2 novos dolfins de amarração a serem construídos (DAM 3 e DAM 4);
- Amarração dos cabos de espringues nos 2 novos dolfins de atracação (DAT 1 e DAT 2).

A Figura 8 ilustra a configuração de amarração sugerida para atender às novas demandas de projeto.

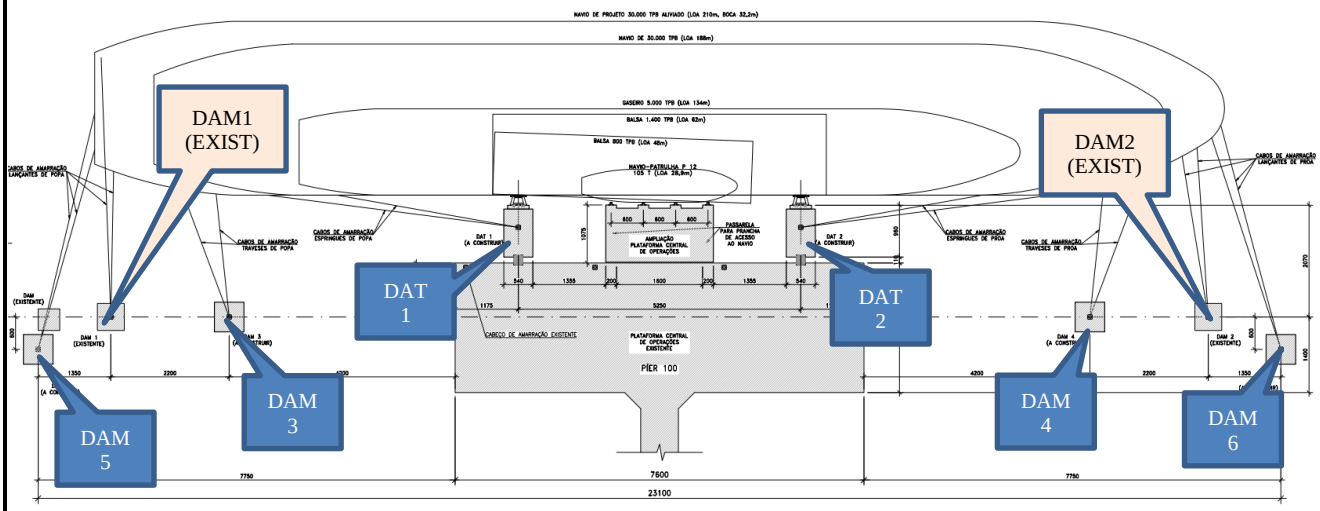

Figura 8 – Projeto Básico - Arranjo de amarração

Destaca-se que, para navios menores (L_{OA} de 48m ou inferior), a atracação será realizada na estrutura de ampliação da plataforma central de operações.

Ressalva-se ainda que, para o maior navio de projeto, a distância de 204m entre os dolfins de amarração existentes (DAM 1 e DAM 2) é inferior ao recomendado em PIANC nº 153, item 7.4.10, o qual recomenda uma distância entre os dolfins de amarração externos cerca de 10% superior ao máximo L_{OA}. Para cumprir tal recomendação para o navio de 50.000 TPB houve necessidade de criar os dolfins DAM 5 e DAM 6.

OBS: Para o navio de 30.000 TPB, com L_{OA} de 188m, a distância entre os dolfins existentes está próxima da recomendada (206,8m).

Os dolfins existentes serão reavaliados, no Projeto Básico, para a nova configuração de projeto, checando se a capacidade de carga das estacas supera ou não a projetada.