

Tecnologia e gestão das construções de obras portuárias - Estudo de caso

isep Instituto Superior de
Engenharia do Porto

Tecnologia e gestão das construções de obras portuárias - Estudo de caso

MARCO PAULO CARNEIRO LINHARES
Outubro de 2012

MARCO PAULO CARNEIRO LINHARES
Outubro de 2012

POLITÉCNICO
DO PORTO



TECNOLOGIA E GESTÃO DAS CONSTRUÇÕES DE OBRAS
PORTUÁRIAS – ESTUDO DE CASO

AGRADECIMENTOS

Expresso o meu agradecimento a todas as pessoas que contribuíram, directa ou indirectamente, para a elaboração deste relatório, em particular ao Pedro Branquinho, Luis Tomás, João Santos e Tiago Rodrigues.

Realço a colaboração preciosa do David Jorge na preparação de todos os desenhos esquemáticos dos processos construtivos.

Agradeço ainda ao Prof. Doutor Rui Camposinhos, orientador deste estágio, pelas correcções ao relatório e sugestões apresentadas.

PALAVRAS-CHAVE E RESUMO

PALAVRAS-CHAVE: cimbra, portos, processos construtivos, Sines, trabalhos marítimos.

Este relatório de estágio aborda as principais tecnologias de construção utilizadas e as metodologias de gestão implementadas na empreitada de “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

Com o objectivo de fazer enquadramento desta empreitada é apresentado ainda um levantamento das soluções estruturais e processos construtivos mais utilizados, com base nas obras mais relevantes de construção de cais acostáveis de navios em Portugal e em Cabo Verde, recentemente construídas ou ainda em construção.

Relativamente à obra em estudo foram analisados em detalhe os processos construtivos, associados a cada uma das actividades, e sistemas de gestão implementados no âmbito do prazo, custos, qualidade, ambiente, segurança e saúde e ainda da exploração dos navios.

São ainda descritos os principais conhecimentos adquiridos com o acompanhamento desta obra, decorrentes de dificuldades ocorridas e boas práticas implementadas.

As principais fontes de informação, que serviram de base à elaboração deste relatório, foram os projectos, caderno de encargos e documentos gerados em obra, sendo alguns destes documentos de obra elaborados pelo próprio autor.

Por fim regista-se a enorme utilidade que este relatório trouxe para o autor, que desta forma registou e sistematizou os conhecimentos adquiridos durante a obra, e espera-se que seja uma boa referência para os engenheiros civis em geral no planeamento e gestão de futuras obras portuárias.

KEYWORDS E ABSTRACT

KEYWORDS: truss, ports, construction processes, Sines, marine work.

This report discusses the technologies used and construction management methodologies implemented in “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

It also made the frame with structural solutions and building processes most commonly used, based on the most relevant works in Portugal and Cape Verde, recently built or still under construction.

For the case study were analyzed in detail the construction processes associated with each activity, and management systems implemented: deadline, costs, quality, environment, safety and health and even operation of ships.

Are further described the main knowledge gained from monitoring this work, due to difficulties encountered and best practices implemented.

The main sources of information which formed the basis of this report, were the projects, specifications and documents generated on site, and some of these work papers prepared by the author.

Finally it is noted that the enormous usefulness brought this report to the author, who thus recorded and systematized knowledge gained during construction, and is expected to be a good reference for civil engineers in general planning and management of future works.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Palavras-chave e Resumo.....	v
Keywords e Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de figuras.....	xi
Índice de quadros.....	xv
Listas de abreviaturas, siglas, acrónimos, símbolos.....	xvii
1. Introdução.....	1
2. Objectivos.....	3
3. Soluções estruturais e processos construtivos.....	5
3.1 Introdução.....	5
3.2 Estruturas gravíticas.....	5
3.2.1 Muro em aduelas de betão pré-fabricadas.....	6
3.2.2 Muro betonado <i>in situ</i> com cofragem flutuante.....	10
3.3 Estruturas sobre estacas.....	17
3.3.1 Cais sobre estacas com tabuleiro em elementos pré-fabricados.....	18
3.3.2 Cais sobre estacas com tabuleiro betonado <i>in situ</i> sobre cimbra móvel.....	24
4. Projecto de ampliação do Terminal XXI do Porto de Sines.....	25
4.1 Introdução.....	25
4.2 Caracterização do Terminal XXI.....	25

4.3	Caracterização da estrutura do cais existente	28
4.4	Informação técnica do projecto de ampliação.....	29
4.5	Descrição do projecto de execução	30
5.	Execução da obra	37
5.1	Introdução.....	37
5.2	Principais intervenientes.....	37
5.3	Processo construtivo e tecnologias utilizadas	37
5.3.1	Aterros e protecção marginal – 1ª fase.....	39
5.3.2	Execução das estacas	41
5.3.3	Aterros e protecção marginal – 2ª fase.....	47
5.3.4	Execução do tabuleiro	50
5.3.5	Acabamentos	60
6.	Gestão da obra	63
6.1	Introdução.....	63
6.2	Vertentes da gestão	63
6.3	Metodologia “ <i>Plan-Do-Check-Act</i> ”	63
6.4	Gestão do prazo.....	65
6.4.1	Planear	65
6.4.2	Verificar e actuar.....	66
6.4.3	Análise do desempenho.....	68
6.5	Gestão dos custos	68
6.5.1	Planear	68

6.5.2	Verificar e actuar	69
6.5.3	Análise do desempenho	69
6.6	Gestão da qualidade.....	70
6.6.1	Planear	70
6.6.2	Verificar e actuar	72
6.6.3	Análise do desempenho	73
6.7	Gestão ambiental.....	73
6.7.1	Planear	73
6.7.2	Verificar e actuar	77
6.7.3	Análise do desempenho	78
6.8	Gestão da segurança e saúde.....	78
6.8.1	Planear	78
6.8.2	Verificar e actuar	80
6.8.3	Análise do desempenho	82
6.9	Gestão da segurança da exploração dos navios e prevenção da poluição.....	82
6.9.1	Planear	83
6.9.2	Verificar e actuar	83
6.9.3	Análise do desempenho	84
6.10	Dossier final de Obra	85
6.11	Avaliação da satisfação do cliente	85
7.	Experiências e conhecimentos adquiridos	87
7.1	Introdução	87

7.2	Impacto das condições meteorológicas, marés e de agitação do mar.....	87
7.3	Rigor planimétrico da cabeça das estacas	91
7.4	Diferenças do cimbra utilizado relativamente aos cimbres de obras rodoviárias .	92
7.4.1	Degradação do cimbra	94
7.4.2	Automatismos de avanço do cimbra	95
7.4.3	Painéis de cofragem.....	97
7.4.4	Plataformas de circulação.....	99
7.4.5	Apoios do cimbra.....	100
7.4.6	Desmontagem do cimbra	102
7.5	Unidades de protecção ambiental	103
8.	Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	105
9.	Bibliografia.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático – dragagem	7
Figura 2 – Desenho esquemático – execução do prisma de fundação	7
Figura 3 – Desenho esquemático – colocação dos elementos pré-fabricados	8
Figura 4 – Desenho esquemático – aterro do tardo do muro	8
Figura 5 – Desenho esquemático – protecção da base de fundação	9
Figura 6 – Desenho esquemático – execução da superestrutura com cofragem deslizante ...	9
Figura 7 - Perspectiva da cofragem flutuante	10
Figura 8 – Colocação da cofragem dentro de água (11-01-2010)	11
Figura 9 – Fluxograma do processo construtivo com a cofragem flutuante	12
Figura 10 – Desenho esquemático – faseamento construtivo com a cofragem flutuante	13
Figura 11 – Betonagem do muro com a cofragem flutuante (14-01-2010)	14
Figura 12 – Muro em construção (08-04-2010)	15
Figura 13 – Ponte-cais em construção (06-08-2010)	19
Figura 14 – Ponte-cais concluída (06-07-2011)	19
Figura 15 – Secção transversal da ponte-cais	20
Figura 16 – Alterações das configurações dos elementos pré-fabricados	20
Figura 17 – Montagem dos canaletes e escudetes (30-06-2010)	21
Figura 18 – Montagem das armaduras nos canaletes (15-07-2010)	22
Figura 19 – Montagem das pré-lajes (16-08-2010)	23
Figura 20 – Betonagem do tabuleiro (20-07-2010)	23
Figura 21 – Vista geral dos trabalhos (23-06-2010)	24
Figura 22 – Identificação das novas áreas de parque de contentores e cais	26
Figura 23 – Terminal XXI antes da ampliação (12-06-2006)	27

Figura 24 – Terminal XXI depois da ampliação (17-07-2012)	27
Figura 25 – Secção transversal do cais – solução base.....	30
Figura 26 – Secção transversal do cais – solução variante.....	31
Figura 27 – Plano de trabalhos da solução variante.....	33
Figura 28– Plano de trabalhos da solução base.....	34
Figura 29 – Vista geral dos trabalhos (06-03-2003).....	35
Figura 30 – Desenho esquemático – dragagem	38
Figura 31 – Dragagem (20-05-2010).....	38
Figura 32 – Sequência construtiva (08-08-2010).....	39
Figura 33 – Desenho esquemático – execução do prisma de aterro.....	40
Figura 34 – Execução do prisma de aterro (30-06-2010)	40
Figura 35 – Desenho esquemático – cravação do tubo molde	42
Figura 36 – Equipamento de cravação (03-08-2010).....	42
Figura 37 – Desenho esquemático – perfuração pelo interior do tubo molde	43
Figura 38 – Equipamento de perfuração (03-08-2010).....	44
Figura 39 – Execução das estacas (11-08-2010).....	44
Figura 40 – Desenho esquemático – contraventamento e betonagem das estacas	46
Figura 41 – Betonagem de estaca (05-08-2010).....	47
Figura 42 – Desenho esquemático – colocação do T.O.T. junto das estacas	48
Figura 43 – Colocação do T.O.T. com caçamba (03-08-2010)	48
Figura 44 – Desenho esquemático – colocação do enrocamento 10 a 20 kN.....	49
Figura 45 – Colocação do enrocamento 10 a 20 kN (11-08-2010)	49
Figura 46 – Perspectiva do cimbre móvel	50
Figura 47 – Viga de lançamento	51
Figura 48 – Elementos constituintes dos apoios do cimbre.....	51

Figura 49 – Pannel de fundo	51
Figura 50 – Montagem do cimbre (15-06-2010)	52
Figura 51 – Perfil longitudinal da betonagem tipo	52
Figura 52 – Perfil longitudinal da betonagem antes da junta	53
Figura 53 – Perfil longitudinal da betonagem depois da junta.....	53
Figura 54 – Colocação das armaduras (06-08-2010).....	54
Figura 55 - Caleiras para carril e passagem de cabos (03-08-2010)	54
Figura 56 – Chumbadouros para instalação das defensas (21-09-2010)	55
Figura 57 – Perfil transversal do esquema de betonagem	56
Figura 58 – Betonagem do tabuleiro (03-08-2010).....	57
Figura 59 – Aplicação de cobertura húmida durante a cura do betão (21-07-2010)	57
Figura 60 – Pannel lateral aberto (13-07-2010)	58
Figura 61 – Avanço de viga de lançamento do cimbre.....	59
Figura 62 – Operação de avanço do cimbre (03-11-2010)	59
Figura 63 – Estacas adicionais (21-06-2011)	60
Figura 64 – Montagem das defensas e cabeços de amarração (09-09-2010)	61
Figura 65 – Aspecto final do cais (18-05-2011).....	61
Figura 66 – Ciclo PDCA	65
Figura 67 – Perspectiva da <i>jack up</i> da marca Combifloat	88
Figura 68 – Perfuração da estaca com equipamento sobre <i>jack up</i> (22-03-2011).....	88
Figura 69 – Nível da água em situação de preia-mar de águas vivas, condicionando temporariamente os trabalhos terrestres (07-10-2010)	89
Figura 70 – Paragem dos trabalhos devido às condições meteorológicas e de mar adversas (07-12-2010).....	90

Figura 71 - Dias de paragem dos trabalhos devido às más condições metereológicas e marítimas	91
Figura 72 – Pormenor dos contraventamentos (03-02-2011).....	92
Figura 73 – Construção do viaduto sobre o Rio Sousa, em Lousada, na Auto-Estrada A11 (17-05-2005).....	93
Figura 74 – Aspecto do cimbri 4 meses após a sua montagem (17-11-2010)	95
Figura 75 – Enrolamento do cabo de tracção para avanço do cimbri utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)	96
Figura 76 – Pormenor da cofragem do cimbri utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005).....	98
Figura 77 – Montagem da cofragem directamente sobre a estrutura do cimbri (11-06-2010)	98
Figura 78 – Vista inferior do cimbri utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)	99
Figura 79 – Plataformas inferiores ao tabuleiro (29-06-2010)	100
Figura 80 – Colares de atrito utilizados no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)	101
Figura 81 – Apoio do cimbri (29-06-2010).....	101
Figura 82 – Desmontagem do cimbri utilizado no 1º viaduto sobre o rio Sousa, deixando último troço para executar com cimbri ao solo (29-06-2005)	102
Figura 83 – Desmontagem final do cimbri utilizado no 2º viaduto sobre o rio Sousa, com descida dos elementos para o chão (03-10-2005)	103
Figura 84 – Unidade de protecção ambiental (18-11-2010).....	104

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Resultado do concurso “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava”	17
Quadro 2 – Objectivos de investimento no Terminal XXI.....	26
Quadro 3 – Correspondência entre o plano de gestão da qualidade e a NP EN ISO 9001:2008	72
Quadro 4 – Correspondência entre o plano de gestão ambiental e a NP EN ISO 14001:2004	76
Quadro 5 – Correspondência entre o plano de segurança e saúde e o Decreto-Lei n.º 273/2003	80

LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS, ACRÓNIMOS, SÍMBOLOS

Cliente	Dono de Obra ou seu representante (ex: fiscalização).
CPTP	Companhia Portuguesa de Trabalhos Portuários e Construções S.A. Como a CPTP foi extinta em 31 de Dezembro de 2011 por fusão na MEEC, passando a constituir a Divisão de Trabalhos Portuários da MEEC, esta sigla também se aplica a esta divisão.
MEEC	Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.
TEU	Sigla de “ <i>Twenty-foot Equivalent Unit</i> ” é a unidade normalizada utilizada para exprimir a capacidade de navios ou terminais, baseada no volume de um contentor ISO de 20 pés de comprimento (6,10 m), aproximadamente 33 m ³ .
T.O.T.	Sigla de “ <i>Todo-O-Tamanho</i> ” refere-se a enrocamento com granulometria de 1 a 1000 kg.
Navio	Significa uma embarcação de qualquer tipo que opere no meio marinho e inclui embarcações de sustentação hidrodinâmica, veículos de sustentação por ar, submersíveis, estruturas flutuantes e plataformas fixas ou flutuantes (MARPOL 73/78) ¹ .
ZH	Zero Hidrográfico. É o plano de referência em relação ao qual são referidas as sondas e as linhas isobatimétricas nas cartas náuticas, e as previsões de altura de maré que figuram nas tabelas de marés do Instituto Hidrográfico (Instituto Hidrográfico 2011, 6).

¹ Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios aprovada para adesão pelo Decreto n.º 25/87 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 156 - 10 de Julho de 1987.

1. INTRODUÇÃO

O relatório aborda as principais tecnologias de construção utilizadas e as metodologias de gestão implementadas na empreitada de “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

A escolha do tema teve em consideração a natureza curricular do mestrado, bem como a experiência profissional do autor, que acompanhou a obra em estudo entre Outubro de 2009 e Março de 2012², na qualidade de responsável pela Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança da Companhia Portuguesa de Trabalhos Portuários e Construções S.A. (CPTP).

A motivação e empenho do autor pelo desenvolvimento deste tema aumentaram devido à intenção do Governo Português em promover de grandes investimentos públicos e privados nos portos portugueses, com valor total estimado de investimento superior a 2.000 milhões de euros, expressas no plano estratégico de transportes³. Esta perspectiva de construção de grandes obras portuárias em Portugal, trazem assim grande actualidade e interesse prático deste relatório para a vida profissional dos engenheiros civis em geral.

Este relatório tem como principal fonte de informação o Dossier final de Obra (CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança 2012) elaborado pelo autor entre Fevereiro e Abril de 2012, em simultâneo com o estágio na empresa.

² Data de conclusão final das Empreitadas “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”, “*Empreitada de expansão dos terraplenos do Terminal XXI*” e “*Empreitada de Pavimentação da Plataforma 3 do Terminal XXI do Porto de Sines*”, todas executadas pela CPTP e em simultâneo.

³ Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2011 publicada no Diário da República, 1.ª série - N.º 216 - 10 de Novembro de 2011.

2. OBJECTIVOS

Este relatório tem como objectivo ser uma “memória técnica” da obra em estudo, podendo assim constituir uma referência para o planeamento e gestão de futuras obras portuárias de acostagem de navios para operações de embarque e desembarque de contentores.

Pretende-se assim identificar, sob o ponto de vista da gestão da obra, os principais factores e condicionantes que diferenciam este tipo de obras das restantes da engenharia civil, bem como apontar e caracterizar algumas soluções técnicas possíveis para execução de actividades específicas.

Este relatório aborda unicamente a construção da estrutura do cais – as restantes actividades são mencionadas apenas quando seja necessário, para o devido enquadramento e compreensão do faseamento e interacção entre as actividades.

3. SOLUÇÕES ESTRUTURAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

3.1 Introdução

Existem diversas soluções estruturais para a construção de cais contínuos para acostagem dos navios para operações de embarque e desembarque de contentores, devendo o projectista, para cada caso, escolher aquela que melhor se adequa às características locais e requisitos do cliente.

Nos subcapítulos seguintes são apresentadas apenas as soluções estruturais, e respectivos processos construtivos, que têm sido utilizadas nas obras mais relevantes em Portugal e Cabo Verde, recentemente construídas ou ainda em construção. Os cais em cortina de estacas prancha e com caixotões são exemplos de estruturas que, embora bastante abordados na literatura técnica sobre este assunto, não são aqui apresentados, por não existirem obras relevantes recentemente construídas com recurso a essas soluções.

3.2 Estruturas gravíticas

Um solução gravítica consiste numa estrutura cujo peso próprio tem um papel fundamental na estabilidade do conjunto.

Estas estruturas constituem a solução mais comum em cais, devido essencialmente à sua durabilidade, sem necessidade de grandes manutenções, mas exigem boas condições de fundação.

Esta solução foi utilizada nas empreitadas “*Construction Works for Phase 1 Palmeira Port Expansion and Modernisation Project*”⁴, na ilha do Sal em Cabo Verde, e “*Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava*”⁵, também em Cabo Verde.

⁴ A designação da empreitada está em língua inglesa porque essa era a língua oficial da empreitada.

⁵ Empreitada ainda em curso.

Os projectos base destas duas empreitadas (ROYAL HASKONING 2008) (HIDROPROJECTO 2010) previam a execução de muro cais em elementos de betão pré-fabricados. Em ambas as empreitadas a CPTP apresentou, em fase de concurso, projectos variantes (CPTP / Direcção Técnico-Comercial 2008) (CPTP / Direcção Técnico-Comercial 2010) propondo a substituição do muro em pré-fabricados por um muro cais betonado *in situ* com cofragem flutuante. O Dono de Obra aceitou estas soluções variantes e adjudicou estas duas empreitadas ao Consórcio constituído pelas empresas CPTP, na qualidade de líder de Consórcio, e Armando Cunha S.A.

Os processos construtivos abaixo apresentados têm por base os elementos dessas duas empreitadas.

3.2.1 Muro em aduelas de betão pré-fabricadas

As aduelas são elementos alveolares pré-fabricados de betão armado com altura variável, constituídas por um conjunto de paredes periféricas e interiores que definem geometricamente as células, que são justapostas e sobrepostas para suportar a superestrutura do cais.

Esta solução recorre a técnicas de construção correntes de pré-fabricação e, tratando-se de fundações pouco profundas, a equipamentos de elevação convencionais, não sendo necessário o recurso a embarcações.

O processo construtivo inicia-se com as dragagens na zona do prisma de fundação, para substituição dos materiais que não tenham as características necessárias para receber as acções a que vão estar sujeitos, com recurso a uma grua de rastos e balde adequado.

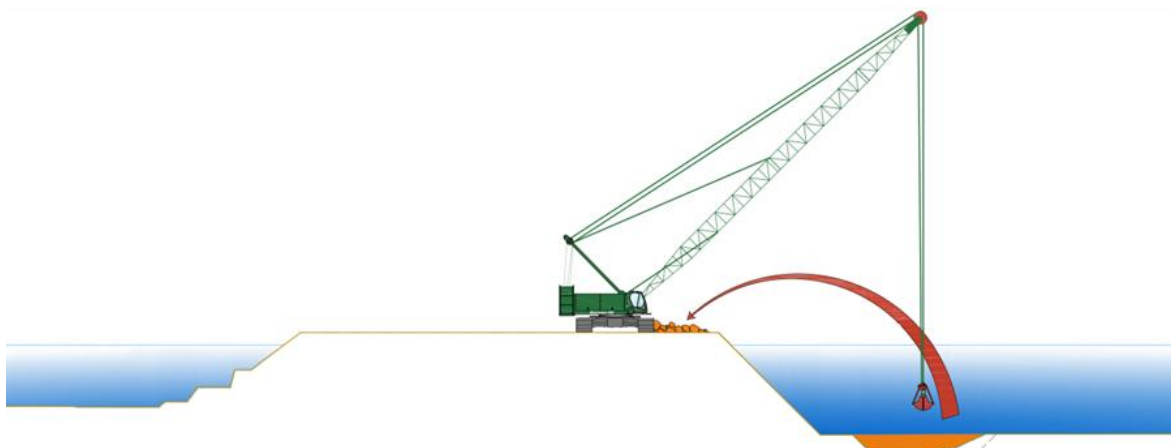


Figura 1 – Desenho esquemático – dragagem

Posteriormente é executado o prisma de fundação (embasamento) com recurso a grua de rastos. Os enrocamentos a colocar não deverão ter dimensões diferentes das definidas no projecto pois pode ser de difícil regularização ou originar assentamentos diferenciais, podendo provocar danos nos pré-fabricados. A compactação é feita com recurso a placa vibradora.

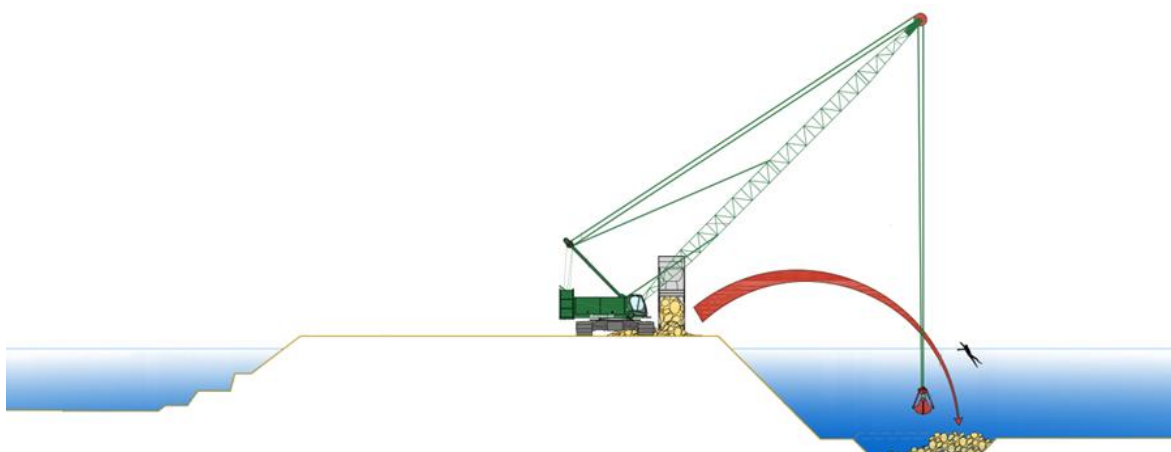


Figura 2 – Desenho esquemático – execução do prisma de fundação

Imediatamente antes da colocação dos pré-fabricados é promovida uma inspeção por mergulhadores para assegurar a inexistência de assentamentos significativos, lodos, assoreamento ou erosão, bem como a boa regularização da base superior do prisma para o assentamento dos pré-fabricados.

Em geral, as aduelas são concebidas de forma que as suas dimensões e peso permitam o transporte com camiões, sendo depois colocadas com grua de rastos com capacidade adequada.

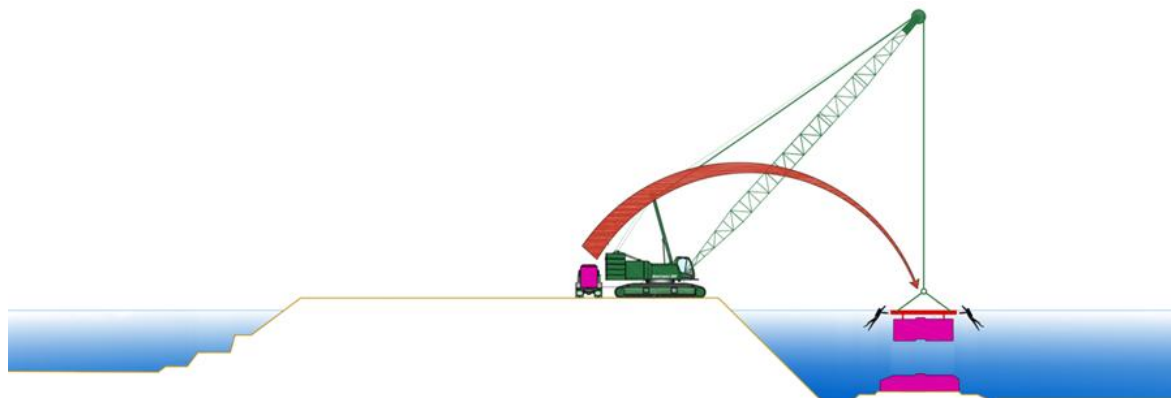


Figura 3 – Desenho esquemático – colocação dos elementos pré-fabricados

O aterro ou enchimento das células é feito com os materiais definidos em projecto, normalmente com betão ou material pétreo, proveniente das operações de rebaixamento dos fundos, de modo a conferir a estabilidade exigida pelo projecto.

O aterro do tardo do muro, normalmente com T.O.T. para reduzir os impulsos hidrostáticos diferenciais e facilitar a drenagem, é realizado com equipamentos normais de terraplenagem.



Figura 4 – Desenho esquemático – aterro do tardo do muro

A fim de proteger a base de fundação do efeito da erosão causada por correntes ou pela acção localizada das hélices das embarcações é comum proceder-se à execução de um manto de protecção na base.



Figura 5 – Desenho esquemático – protecção da base de fundação

A construção da superestrutura em betão armado é realizada de acordo com as técnicas e métodos considerados correntes na construção civil. No entanto, de forma a conseguirem-se melhores rendimentos, poderá ser feita com recurso a cofragem deslizante, especificamente desenvolvida para cada caso.

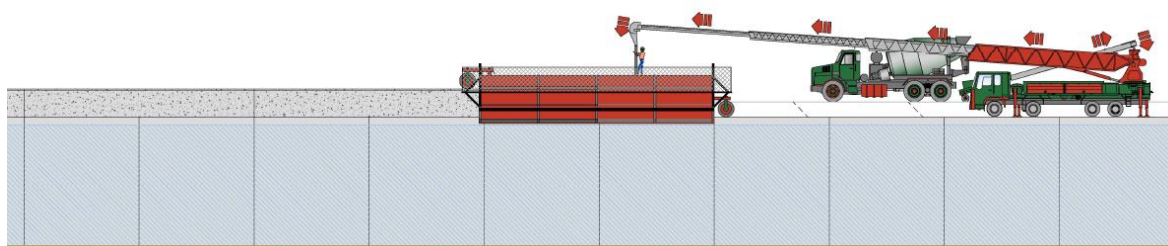


Figura 6 – Desenho esquemático – execução da superestrutura com cofragem deslizante

Esta superestrutura tem como principais funções a solidarização superior das aduelas, conseguir o alinhamento e cota final do muro, de acordo com o projecto, absorvendo as irregularidades e assentamentos diferenciais entre colunas de aduelas, servindo também para a instalação de infraestruturas, carris de gruas, defensas, cabeços de amarração e

outros acessórios de cais.

3.2.2 Muro betonado *in situ* com cofragem flutuante

Consiste na execução do muro recorrendo a uma cofragem metálica (especificamente projectada para cada caso) com a geometria adequada ao perfil teórico definido no projecto, que permite a betonagem de forma integral e ininterrupta desde a base até à sua cota superior, imediatamente antes da superestrutura.

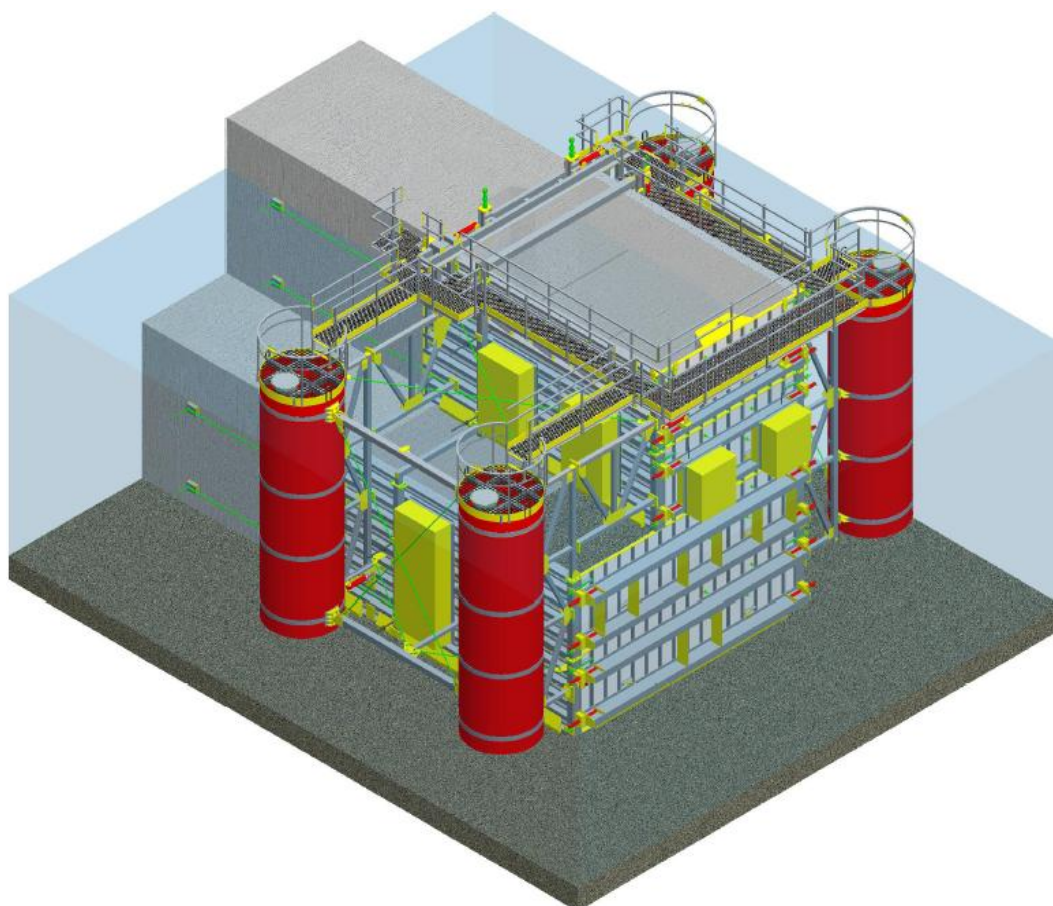


Figura 7 - Perspectiva da cofragem flutuante

Com este método construtivo é conseguido o avanço do muro em secções justapostas, sendo a betonagem confinada numa das faces, pela face do muro betonada anteriormente.

As principais características diferenciadoras desta cofragem são o seu sistema de operação

hidráulica para a abertura e fecho dos painéis laterais e ainda a existência de flutuadores que, após introdução de ar comprimido, aliviam o peso da cofragem facilitando a sua movimentação dentro de água.

O processo construtivo inicia-se com a montagem da cofragem, em terra, e posterior colocação no local da primeira betonagem, com recurso a grua de capacidade adequada.



Figura 8 – Colocação da cofragem dentro de água (11-01-2010)

Após a colocação da cofragem no local da primeira betonagem e sempre que haja movimentação para nova posição é necessário realizar uma verificação topográfica do alinhamento e nivelamento da cofragem.

De forma resumida, a sequência das principais actividades de construção do muro é apresentada no fluxograma da Figura 9.

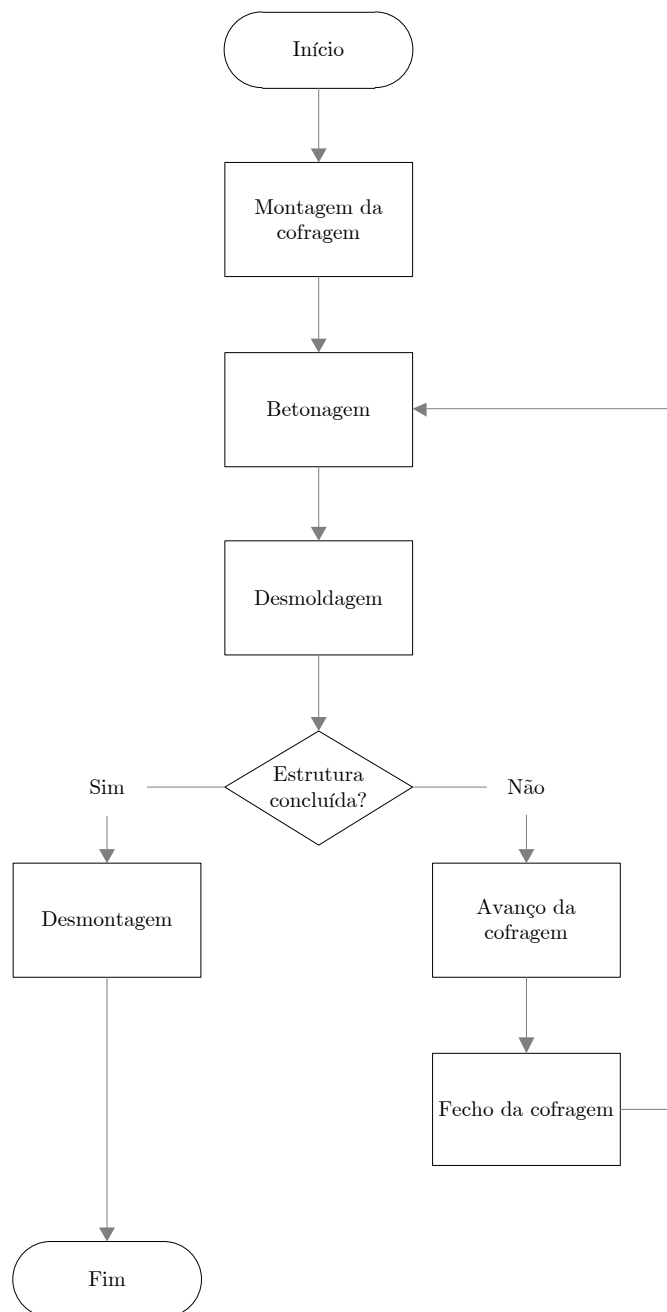


Figura 9 – Fluxograma do processo construtivo com a cofragem flutuante

Todo este processo construtivo obriga ao recurso a mergulhadores para os diversos trabalhos de apoio e inspeções, nomeadamente:

- nivelamento e regularização da base,
- acompanhamento da movimentação da cofragem,
- colocação de inserções temporárias nos locais definidos após o fecho dos painéis laterais (para garantir a manutenção dos painéis durante a betonagem),

- preenchimento de eventuais vazios detectados entre a base e a cofragem (para evitar a fuga de betão durante a betonagem),
- registos fotográficos/vídeo.

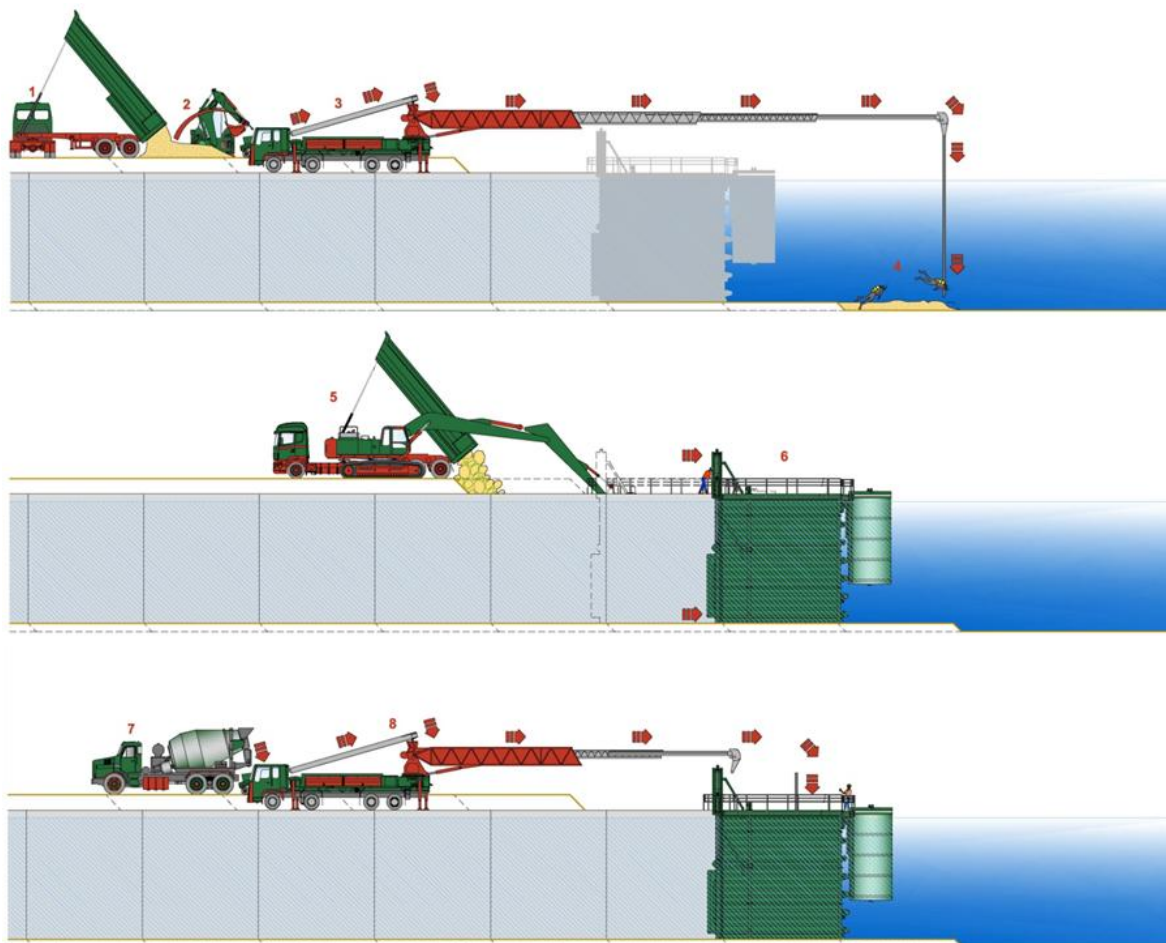


Figura 10 – Desenho esquemático – faseamento construtivo com a cofragem flutuante

Legenda:

- (1) Transporte e descarga de material para regularização*
- (2) Carregamento do alimentador da correia transportadora com conjunto industrial*
- (3) Colocação do material de regularização com tapete transportador automóvel*
- (4) Regularização e nivelamento com mergulhadores*
- (5) Movimentação da cofragem flutuante para próximo posicionamento*
- (6) Aterro no tardo da fundação do cais*
- (7) Transporte e fornecimento de betão com autobetoneira*
- (8) Colocação de betão com tapete transportador automóvel*



Figura 11 – Betonagem do muro com a cofragem flutuante (14-01-2010)

É de salientar a importância da necessidade de amarrações, ao muro já construído e com resistência adequada, necessárias para contrariar o impulso do betão durante a betonagem. A betonagem é feita por processo de betonagem submersa em que o betão é colocado *in situ* por meio de tubagem vertical rígida que terá a boca de descarga sempre embebida no betão já depositado, evitando-se a lavagem ou mistura do mesmo com a água envolvente, conforme o seguinte faseamento:

- 1º Instalar o tubo *tremie* no centro da área em causa.
- 2º Utilizar como tampão uma bola de borracha para impedir o contacto do betão com a água evitando a sua segregação.
- 3º Iniciar a aplicação do betão; quando o tubo *tremie* se encontrar preenchido levantar ligeiramente o tubo *tremie* permitindo o escape da bola e a consequente saída do betão.

- 4º Manter a extremidade inferior do *tremie* sempre imersa no betão já depositado, de modo a assegurar que o betão recentemente colocado não entre em contacto com a água, evitando-se deste modo a lavagem ou a mistura com a água envolvente.
- 5º Durante a betonagem movimentar o tubo *tremie* com um dispositivo de guiamento fixado aos painéis da cofragem ou com grua.
- 6º Remover os troços superiores do tubo *tremie* à medida que a betonagem prossegue.



Figura 12 – Muro em construção (08-04-2010)

As actividades de execução do aterro do tardoz do muro e da superestrutura do cais são idênticas às de um muro com aduelas de betão pré-fabricadas (ver 3.2.1).

Vantagens relativamente à solução de aduelas pré-fabricadas:

- Menor interferência com a actividade portuária. Este processo dispensa as actividades de pré-fabricação, armazenamento e transporte dos pré-fabricados através do porto.
- Melhor comportamento global da estrutura. Existe maior atrito na interface betão-enrocamento, uma vez que as betonagens são efectuadas directamente contra o enrocamento de fundação. Acresce ainda a vantagem de um melhor comportamento aos assentamentos diferenciais, uma vez que o terreno durante o processo de betonagem vai-se adaptando às solicitações a que estará sujeito (no entanto, não é dispensada a compactação prévia dos enrocamentos de fundação).
- Não existe fuga de materiais finos do tardo do muro pelos espaços vazios existentes entre os elementos pré-fabricados.
- Ausência de corrosão. Como é constituído apenas por betão simples está afastada a possibilidade de corrosão das armaduras. A existência de armaduras no betão expõe as estruturas, quando em ambiente marítimo, à actuação de agentes químicos, cloretos entre outros, diminuindo a durabilidade da estrutura.
- Menor preço. Da análise da proposta de concurso apresentada pela CPTP (CPTP / Direcção Técnico-Comercial 2010) para a empreitada de “*Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava*”, verifica-se que esta solução representou uma redução de 3,6 % no valor global da empreitada, conforme Quadro 1, e de aproximadamente 16 % no valor das partes de obra que incluíam esta solução.

Concorrente	Proposta base	Proposta variante
CPTP / ARMANDO CUNHA	36.507.088,00 €	35.188.000,00 €
ETERMAR	37.179.626,00 €	---
MSF / SOMAGUE	38.199.820,26 €	---
OFM / TECNOVIA / SETH / IRMÃOS CAVACO / EMPREITEL	38.601.025,07 €	---

Quadro 1 – Resultado do concurso “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava”

3.3 Estruturas sobre estacas

Esta solução consiste numa laje vigada de betão armado assente sobre estacas, estando o terraplano protegido por retenção marginal em enrocamento (debaixo do cais) com o objectivo de evitar a erosão e a fuga de materiais finos dos aterros.

Estas estruturas são especialmente indicadas para terrenos de fundação com capacidade resistente reduzida e muito deformáveis.

Esta solução é também mais adequada quando são utilizados pórticos de cais para movimentação dos contentores, pois os dois carris situam-se sobre o tabuleiro de betão armado (em geral, coincidindo com os alinhamentos das estacas) anulando o risco de assentamentos diferenciais que inviabilizariam a operação do equipamento.

Por serem estruturas com paramento aberto estas soluções minimizam os efeitos da reflexão da ondulação gerada localmente na acostagem de grandes navios. Embora actualmente já exista uma solução de estrutura gravítica com blocos NOREF “No Reflection blocks” (Consulmar s.d.), que permitem reduzir os efeitos da reflexão das ondas, esta apresenta algumas limitações na sua utilização. Esta solução *“é mais funcional para ondas que se formam na ordem dos três a quatro segundos, portanto são ondas que aparecem por exemplo no interior dos estuários criadas pelo vento, principalmente nos portos e zonas relativamente fechadas. Não é muito viável para uma situação de mar*

aberto.” (Construir 2008)

Estes cais construídos sobre estacas foram as soluções escolhidas nas duas últimas obras portuárias mais relevantes construídas em Portugal, “*Construção das Obras Marítimas do Terminal de Cruzeiros de Leixões*” e “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

Assim, em ambas as empreitadas as soluções recorrem a estacas de betão armado com recurso a tubo molde metálico perdido, também conhecido por encamisamento metálico, executadas com apoio de embarcações.

O que diferencia as duas soluções adoptadas nestas empreitadas é a metodologia de execução do tabuleiro, com recurso a elementos pré-fabricados ou com cimbra móvel.

Os processos construtivos abaixo apresentados têm por base os elementos dessas duas empreitadas.

3.3.1 Cais sobre estacas com tabuleiro em elementos pré-fabricados

O recurso à pré-fabricação, quando correctamente planeada, é uma medida eficaz de redução do tempo de construção, no entanto, requer maiores áreas de estaleiro, nomeadamente para as actividades de pré-fabricação e armazenamento dos pré-fabricados e exige o recurso a gruas de maior capacidade (por comparação com a solução do tabuleiro betonado *in situ*) posicionadas sobre embarcações.

Como atrás referido, esta solução foi utilizada na empreitada “*Construção das Obras Marítimas do Terminal de Cruzeiros de Leixões*” executada em Consórcio pelas empresas CPTP e ETERMAR – Engenharia e Construção S.A.

Embora esta obra não seja um cais para operações de embarque e desembarque de contentores a solução e metodologia construtiva adoptada é semelhante.

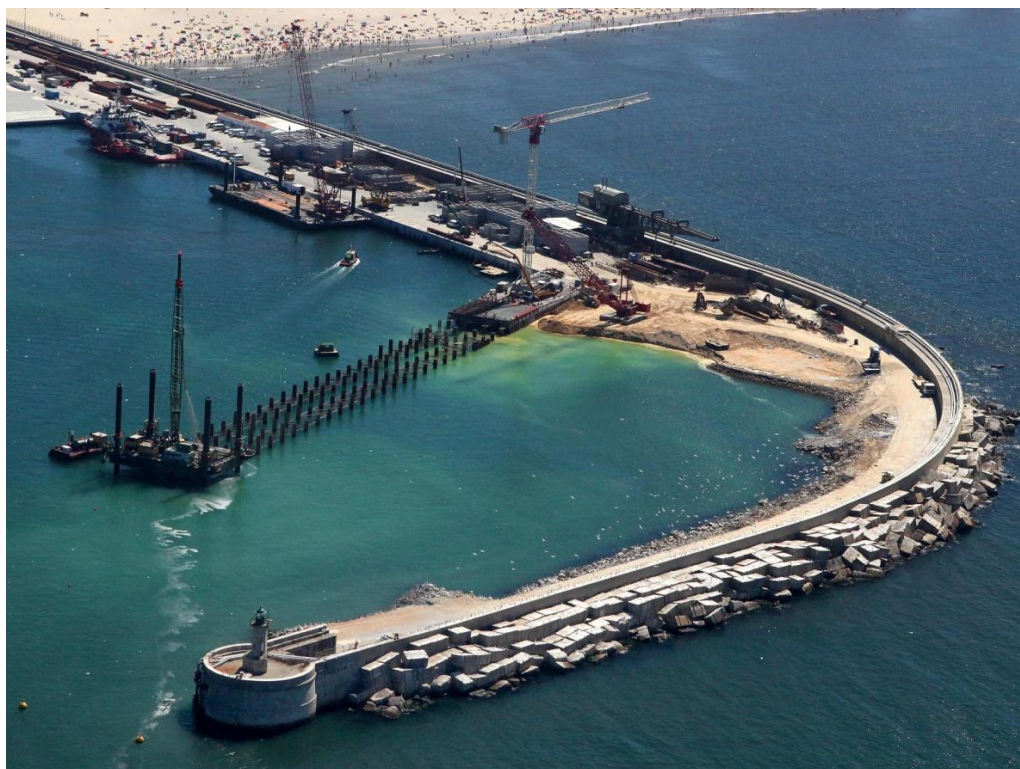


Figura 13 – Ponte-cais em construção (06-08-2010)

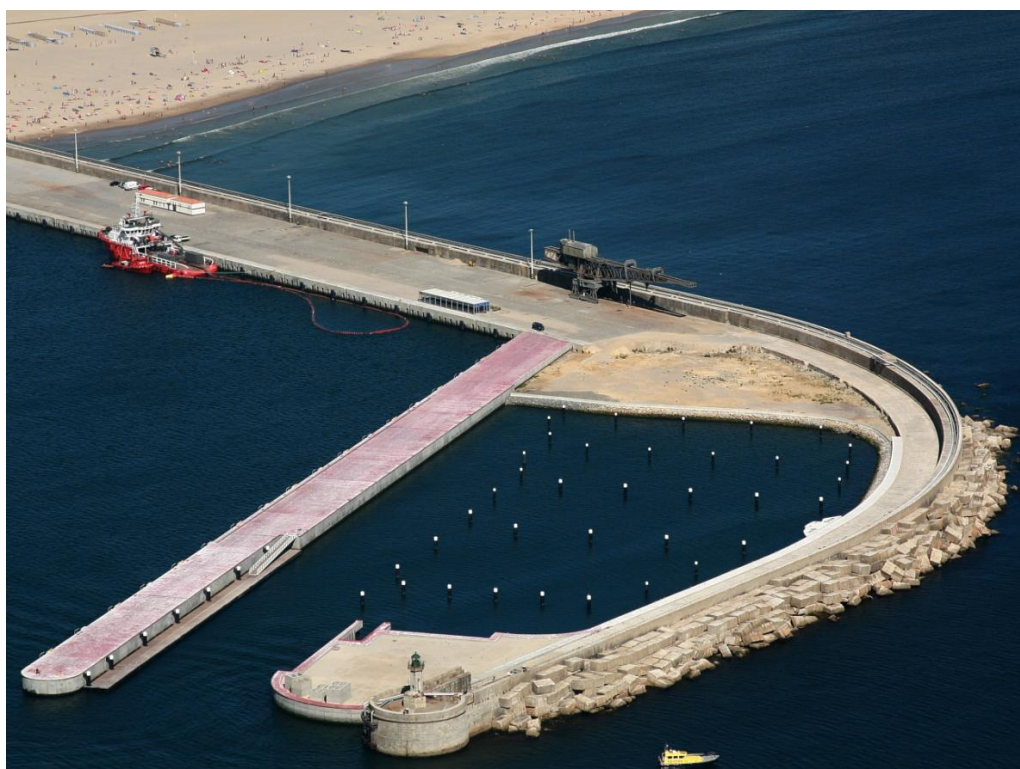


Figura 14 – Ponte-cais concluída (06-07-2011)

Os pré-fabricados utilizados para a execução do tabuleiro são do tipo canaletes, pré-lajes e escudetes, estando as suas configurações previstas desde a fase de projecto (PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, S.A. 2009), conforme Figura 15.

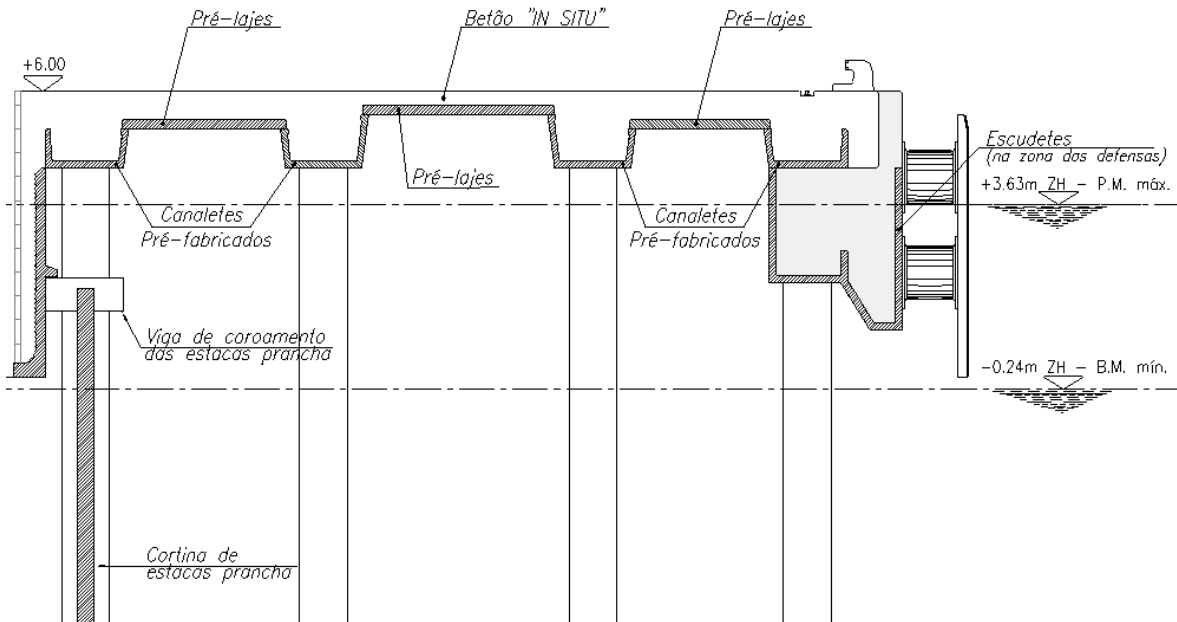


Figura 15 – Secção transversal da ponte-cais

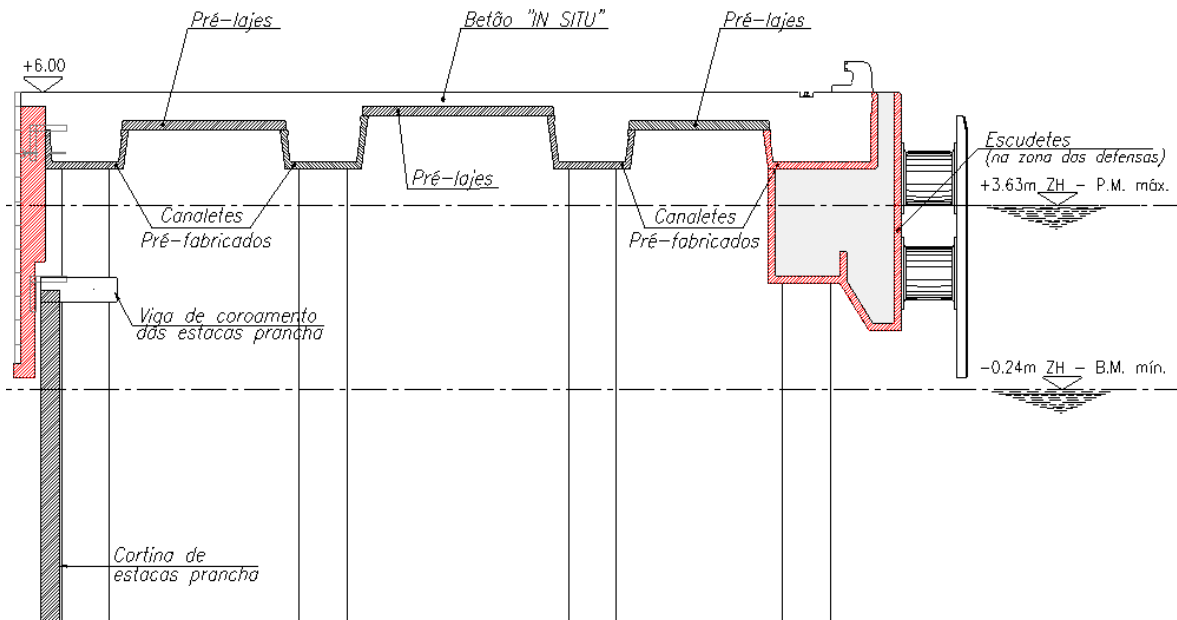


Figura 16 – Alterações das configurações dos elementos pré-fabricados

No caso específico desta empreitada, a direcção da obra realizou alterações na configuração dos elementos pré-fabricados, de forma a simplificar a execução do tabuleiro, melhorar o rendimento dos trabalhos e conferir melhor acabamento final, conforme Figura 16 retirada das Telas Finais(Consórcio CPTP e ETERMAR / Direcção de Obra 2011).

O processo construtivo de execução das estacas é semelhante ao apresentado no caso de estudo (ver 5.3.2), pelo que não é aqui detalhado.

A execução do tabuleiro em betão armado tem início com a montagem, entre estacas, dos canaletes pré-fabricados em betão armado, apoiados sobre peças metálicas previamente fixadas no tubo molde das estacas a cotas adequadas.

A montagem dos canaletes é feita com recurso a guias posicionadas sobre embarcações.



Figura 17 – Montagem dos canaletes e escudetes (30-06-2010)

Antes da montagem das pré-lajes são colocadas as armaduras e é feita a betonagem até à cota do bordo dos canaletes e dos escudetes.



Figura 18 – Montagem das armaduras nos canaletes (15-07-2010)

Posteriormente é realizada a montagem das pré-lajes sobre as vigas da superestrutura (canaletes já betonados).

A montagem das pré-lajes e das armaduras necessárias para completar as malhas previstas em projecto é feita com recurso a grua-torre, montada sobre caminho de rolamento com carris sobre o tabuleiro já executado.

Depois da montagem de todas as armaduras é feita a solidarização de todos estes elementos com a betonagem *in situ*, conforme projecto.

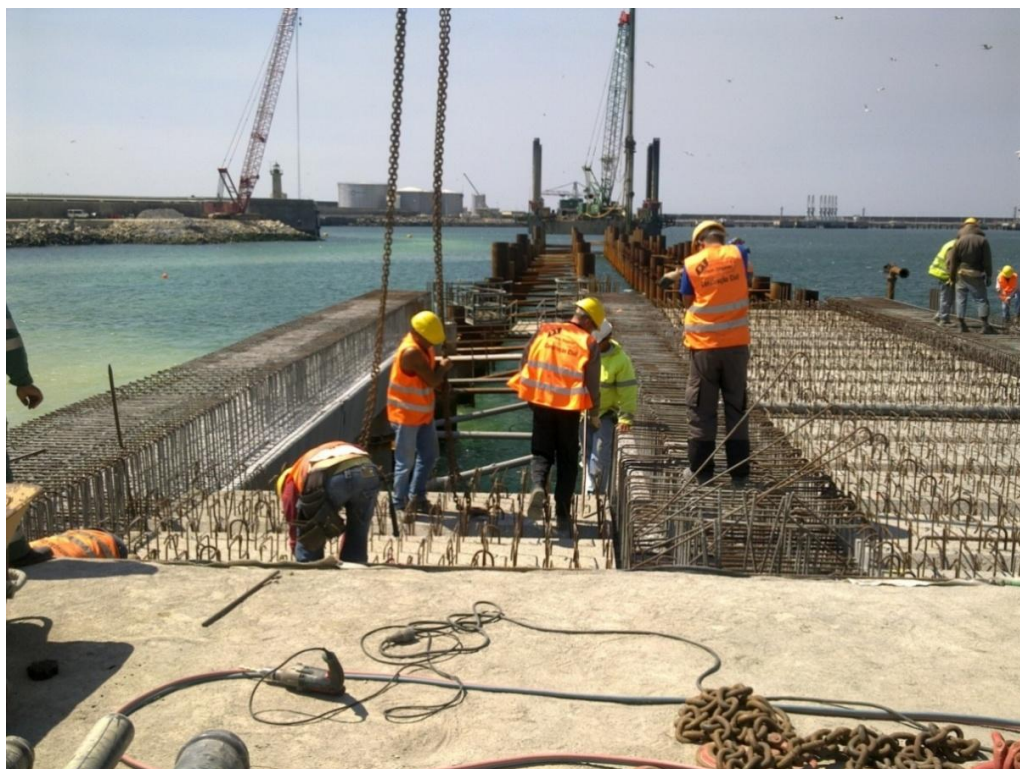


Figura 19 – Montagem das pré-lajes (16-08-2010)



Figura 20 – Betonagem do tabuleiro (20-07-2010)

3.3.2 Cais sobre estacas com tabuleiro betonado *in situ* sobre cimbra móvel

Como atrás referido, esta solução foi utilizada na empreitada “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*” executada em Consórcio pelas empresas CPTP e MEEC.

Esta solução “*consiste na importação da tecnologia utilizada na construção de pontes rodoviárias. As estacas, que constituem a fundação do tabuleiro do cais, são cravadas, furadas e betonadas por meios flutuantes. Com recurso a um sistema de cofragem auto-lançado assente sobre as estacas, segundo uma técnica correntemente utilizada na construção de pontes e viadutos de tramos múltiplos, o tabuleiro é então totalmente betonado no local.*” (Jornal da Construção 2010)

Como a referida empreitada é o caso de estudo deste relatório, o processo construtivo é detalhadamente apresentado nos capítulos seguintes.

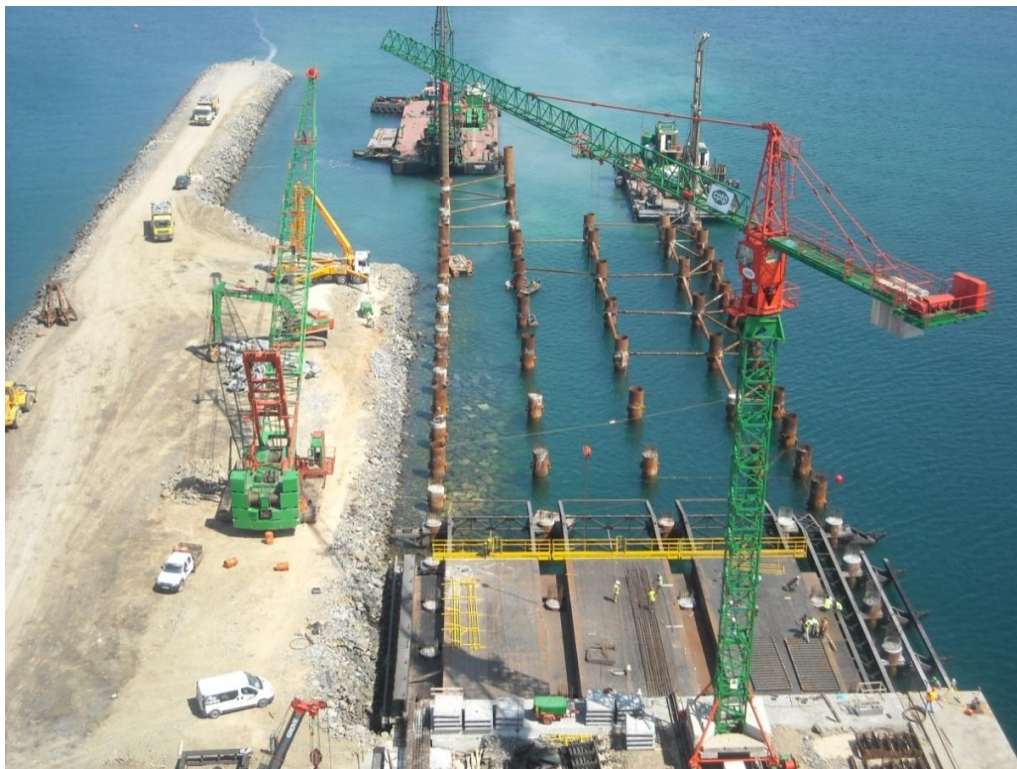


Figura 21 – Vista geral dos trabalhos (23-06-2010)

4. PROJECTO DE AMPLIAÇÃO DO TERMINAL XXI DO PORTO DE SINES

4.1 Introdução

Com o objectivo de aumentar a frente acostável do cais do Terminal XXI do Porto de Sines, em 2007 foi lançada a concurso a empreitada de “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

No presente capítulo apresenta-se uma breve descrição do Terminal XXI, da estrutura do cais existente e das soluções estruturais previstas nos projectos de ampliação (base e variante) apresentados na fase de concurso.

4.2 Caracterização do Terminal XXI

O Terminal de Contentores de Sines, denominado Terminal XXI, iniciou operações em 2004, sob a gestão da empresa PSA Sines (detida maioritariamente pela Port Singapore Authority Europe Pte, Ltd) em regime de concessão de serviço público. Esta empresa é uma operadora internacional que explora terminais de contentores em diversos países.

O projecto do Terminal XXI foi, no contrato inicial de concessão, pensado para ser desenvolvido em quatro fases. Ao longo das alterações ao contrato estas fases foram reduzidas a três. (Tribunal de Contas 2010, 10)

	Fase 1		Fase 2	
	Fase 1A	Fase 1B	Fase 2A	Fase 2B
Contrato inicial (28-9-1999)				
Cais (metros)	320,0	550,0	750,0	940,0
Terraplano (ha)	13,5	24,5	31,0	36,4
Pórticos (total)	2	5	7	9/10
Molhe (metros)	700,0	1050,0	1350,0	1350,0
Prazo de conclusão da obra	28-03-2003	28-09-2005	28-09-2009	28-09-2014

	Fase 1		Fase 2
Após a terceira Adenda ao Contrato (18-12-2009)			
Cais (metros)	320,0	730,0	940,0
Terrapleno (ha)	13,5	24,0	36,4
Pórticos (total)	2	6	9
Molhe (metros)	700,0	---	1350,0
Prazo de conclusão da obra	28-03-2003	30-06-2011	28-09-2014

Quadro 2 – Objectivos de investimento no Terminal XXI

Esta empreitada teve como principal objectivo o aumento da frente acostável do cais em 347 m, correspondendo à conclusão da Fase 1 do plano de objectivos de investimento.

Esta ampliação do cais para 730 m de comprimento permite a atracação e a operação simultânea de dois navios *post-panamax*⁶.

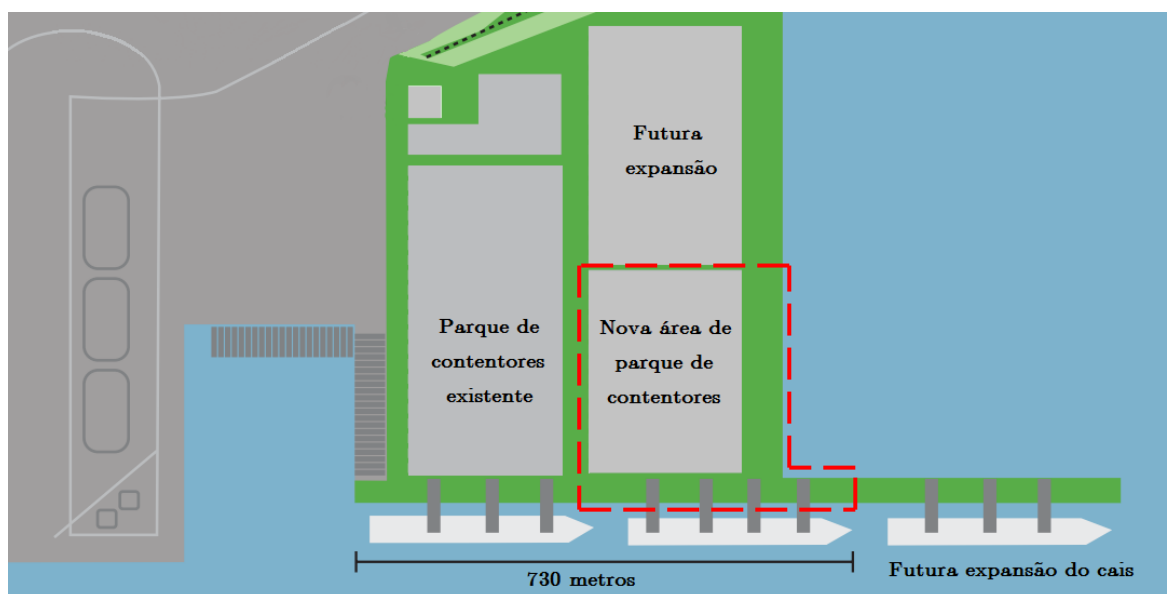


Figura 22 – Identificação das novas áreas de parque de contentores e cais

⁶ Navios com dimensões superiores à classe *panamax* (275 m de comprimento, 32 m de largura e limite de 52.500 t) não sendo, por isso, possível passarem no Canal do Panamá (Lloyd's Register 2012). A classificação de *post-panamax* em navios porta-contentores corresponde a uma capacidade superior a 4.500 TEU. (Leal 2011, 14)



Figura 23 – Terminal XXI antes da ampliação (12-06-2006)

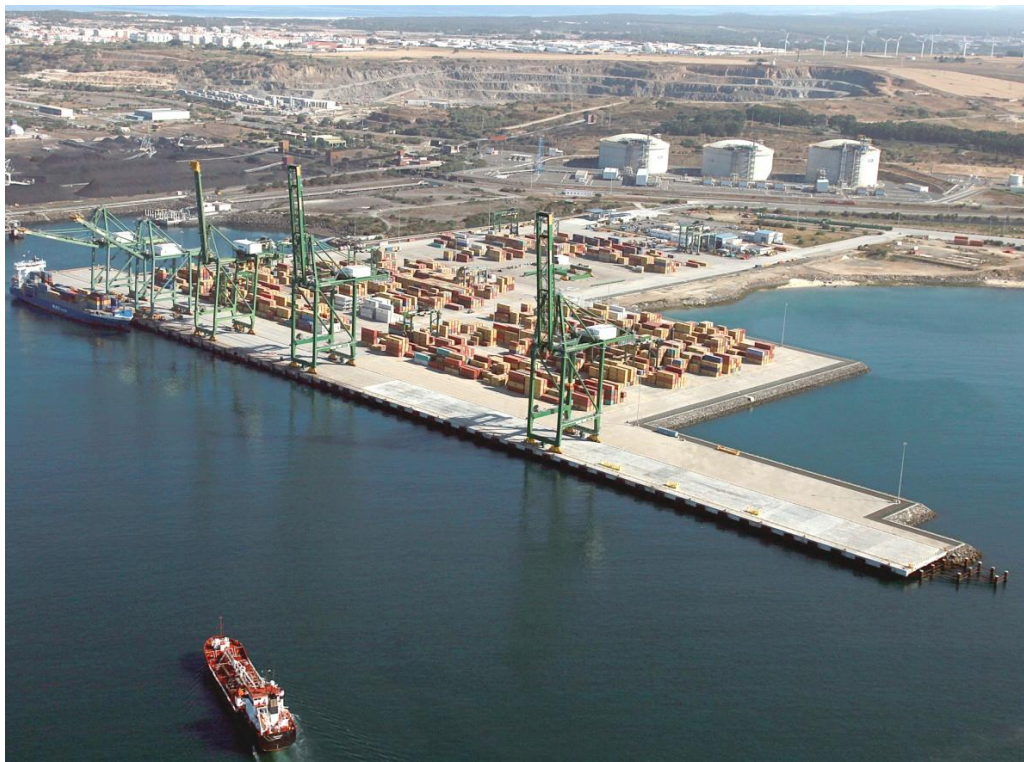


Figura 24 – Terminal XXI depois da ampliação (17-07-2012)

Com esta ampliação da frente acostável do cais e de um parque de contentores com 24 ha, o terminal dispõe de uma capacidade total de 1.000.000 TEU por ano.

Está ainda prevista uma nova ampliação do cais acostável, com extensão útil de mais 210 m, perfazendo um total de 940 m, correspondendo à Fase 2 do plano de objectivos de investimento, aumentando a capacidade de movimentação do terminal para 1.320.000 TEU por ano.

4.3 Caracterização da estrutura do cais existente

O cais existente é uma estrutura gravítica constituída por 12 caixotões pré-fabricados de betão armado, cada um com 31,75 m segundo a frente acostável e 19,00 m segundo a direcção transversal. As células dos caixotões estão cheias com material proveniente da pedreira local.

Os caixotões estão fundados à cota -16,5 m ZH e a sua altura total, incluindo laje de fundo, é de 18,5 m, situando-se o seu coroamento à cota +2,0 m ZH após colocação. No coroamento o conjunto é solidarizado com a execução de uma viga da cota +4,0 m ZH até à cota +6,1 m ZH, betonada *in situ*. A altura total do muro é de 22 m.

O caminho de rolamento dos pórticos de cais situa-se paralelamente à frente acostável ficando um carril assente directamente sobre a superestrutura dos caixotões e outro sobre a área de aterro, com 30,48 m entre eixos dos carris. Esta estrutura existente na área de aterro consiste em módulos de vigas contínuas de secção constante, 1,0 m × 2,0 m, e fundação indirecta no meio rochoso por meio de estacas moldadas de betão armado com diâmetro 1,10 m.

4.4 Informação técnica do projecto de ampliação

Dados contratuais:

- Projecto de execução: solução variante
- Valor base da adjudicação: 16.288.000 €
- Data de consignação⁷: 07 de Setembro de 2009 (parcial) e 26 de Outubro de 2009
- Prazo contratual⁸: 425 dias

Principais quantidades de trabalho (solução variante):

- 7.950 m³ quebramento de rocha submersa
- 28.500 m³ de dragagem à cota -16,5 m ZH
- 605.000 m³ de enrocamento T.O.T.
- 23.000 m³ de enrocamento 1 a 2 t
- 1.750 t de aço em armaduras
- 20.600 m³ de betão
- 224 estacas tubulares com \varnothing 1300 mm num total de 5.600 m
- 820 m de caminho de rolamento
- 19.660 m² de pavimento com blocos pré-fabricados de betão

⁷ Devido à crise económica mundial de 2008 (conhecida por “crise dos *subprimes*”) e às dificuldades de financiamento sentidas pelo Dono de Obra, estas datas de consignação referiam-se apenas à construção de 100 m de cais. O Dono de Obra só em Maio de 2010 deu autorização para avançar com o resto do cais.

⁸ Este prazo é o que consta da proposta. Pelos motivos apresentados na nota 7, em Junho de 2010 foi elaborado um novo plano de trabalhos, para a construção da totalidade do cais, tendo sido fixado o novo prazo de conclusão para Março de 2011. Por este motivo, o prazo de execução passou de 14 para 17 meses (mesmo assim, inferior ao previsto no projecto base que era de 18 meses). Posteriormente ainda houve prorrogação de prazo devido à execução de trabalhos a mais.

4.5 Descrição do projecto de execução

Segundo o projecto inicial (PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, S.A. 2007), apresentado a concurso, a ampliação do cais actual seria conseguida através da execução de um muro cais contínuo, de frente fechada, com cerca de 344 m de extensão, materializado por 18 caixotões pré-fabricados em betão armado, cada um com comprimento de frente de cais de 19,1 m, dando assim continuidade à solução seguida na estrutura existente.

Os caixotões ficariam fundados sobre um prisma de enrocamento de pequenas dimensões por enrocamento seleccionado, na gama de 0,1 a 0,5 kN, e regularizado com brita antes de se proceder à colocação dos caixotões.

Depois de colocados, os caixotões seriam solidarizados entre si por um elemento de betão armado disposto no topo dos caixotões, as juntas entre caixotões cheias de betão vazado com tubo *tremie* e as células dos caixotões preenchidas com areia e enrocamento de pequena dimensão.

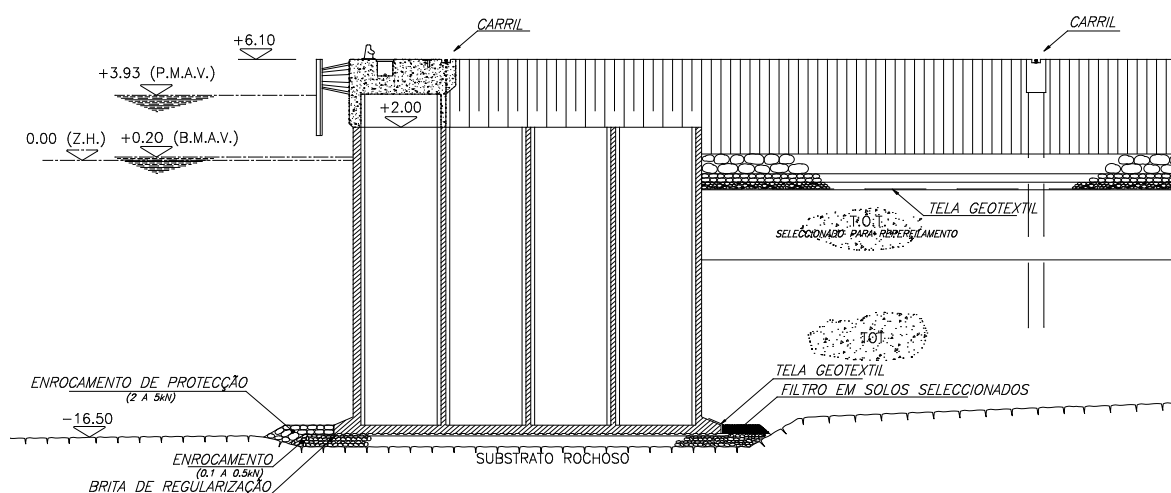


Figura 25 – Secção transversal do cais – solução base

O projecto variante (J. L. Câncio Martins – Projecto de Estruturas, Lda. 2009), apresentado na proposta em fase de concurso (CPTP / Direcção Técnico-Comercial 2007),

é constituído por uma laje vigada de betão armado assente em cinco alinhamentos de estacas.

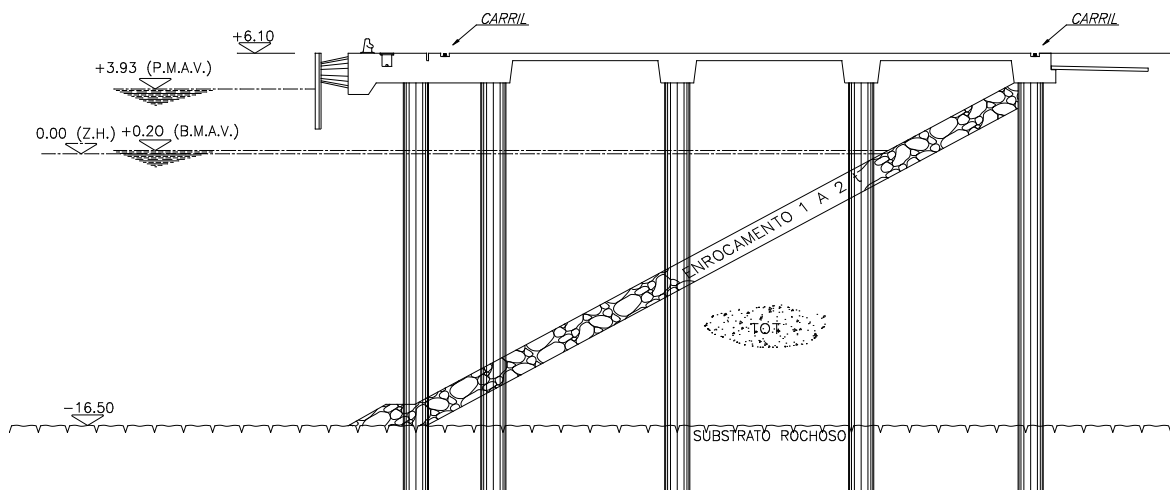


Figura 26 – Secção transversal do cais – solução variante

As estacas são de betão armado com um diâmetro de 1.30 m, com comprimento total aproximado de 25 m, e uma penetração no substrato rochoso de 4.00 m. A execução das estacas é feita com equipamentos posicionados sobre embarcações e recorrendo a tubo molde metálico perdido.

A laje tem 36,35 m de largura, 0,45 m de espessura e as vigas 1,80 m de altura. É constituída por 4 troços com 101 m, 78 m, 90 m e 78 m (totalizando 347 m), separados por juntas de dilatação, com vigas transversais nos topos.

A betonagem do tabuleiro (vigas e lajes) é feita numa só operação, com recurso a um cimbra móvel apoiado sobre as estacas, e as vigas transversais nas extremidades de cada troço são executadas só após a passagem do cimbra.

O tabuleiro e a frente de acostagem são apetrechados com os dispositivos e acessórios idênticos, em quantidade e localização, aos preconizados para a solução base em caixotões pré-fabricados.

Vantagens da solução variante relativamente à solução base:

Além das vantagens conhecidas (ver 3.3) de uma estrutura sobre estacas relativamente a uma estrutura gravítica, abaixo são apresentadas as principais justificações apresentadas (CPTP / Direcção Técnico-Comercial 2007), em fase de concurso, para o desenvolvimento do projecto variante para este caso específico:

- Menor preço, conforme se veio a verificar com a abertura das propostas apresentadas a concurso e que ditaram a adjudicação da empreitada com esta solução variante.
- Não é necessário construir quaisquer elementos (caixotões) com ocupação de frente de cais minimizando assim perturbações às actividades no terminal.
- Maior segurança nos trabalhos pois os processos construtivos adoptados evitam o recurso a trabalhos de mergulho, contrariamente à solução com caixotões que implica a realização de trabalhos de mergulho a grande profundidade, para regularização do prisma de enrocamento da fundação à cota -16,5 m ZH.
- Menor prazo de execução (apenas 14 meses) antecipando a entrega do cais, para entrada ao serviço, quatro meses antes do prazo previsto para a conclusão da solução base (18 meses).
- Além de apresentar um menor prazo de execução, possibilita ainda entregas parciais de cais pois, com a betonagem do tabuleiro e o avanço do cimbria, o cais fica pronto para entrar ao serviço, contrariamente à solução em caixotões que ainda requer a betonagem da superestrutura sobre os caixotões e da viga de rolamento sobre estacas onde é instalado o carril dos pórticos de cais.⁹

⁹ Esta vantagem veio a verificar-se de grande utilidade para o cliente, tendo havido entregas parciais do cais conforme o tabuleiro ia sendo construído.

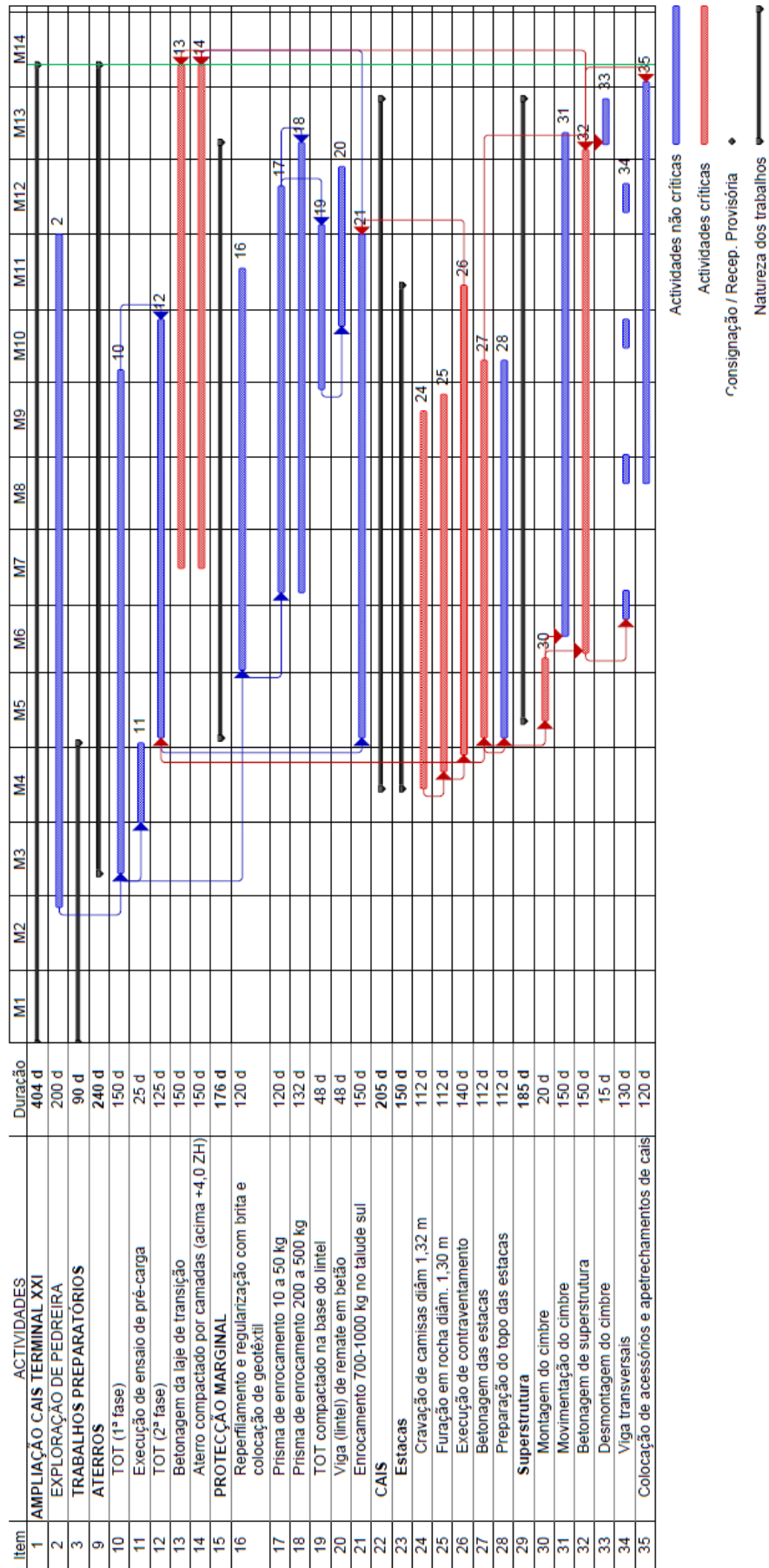


Figura 27 – Plano de trabalhos da solução variante

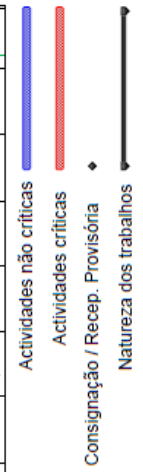
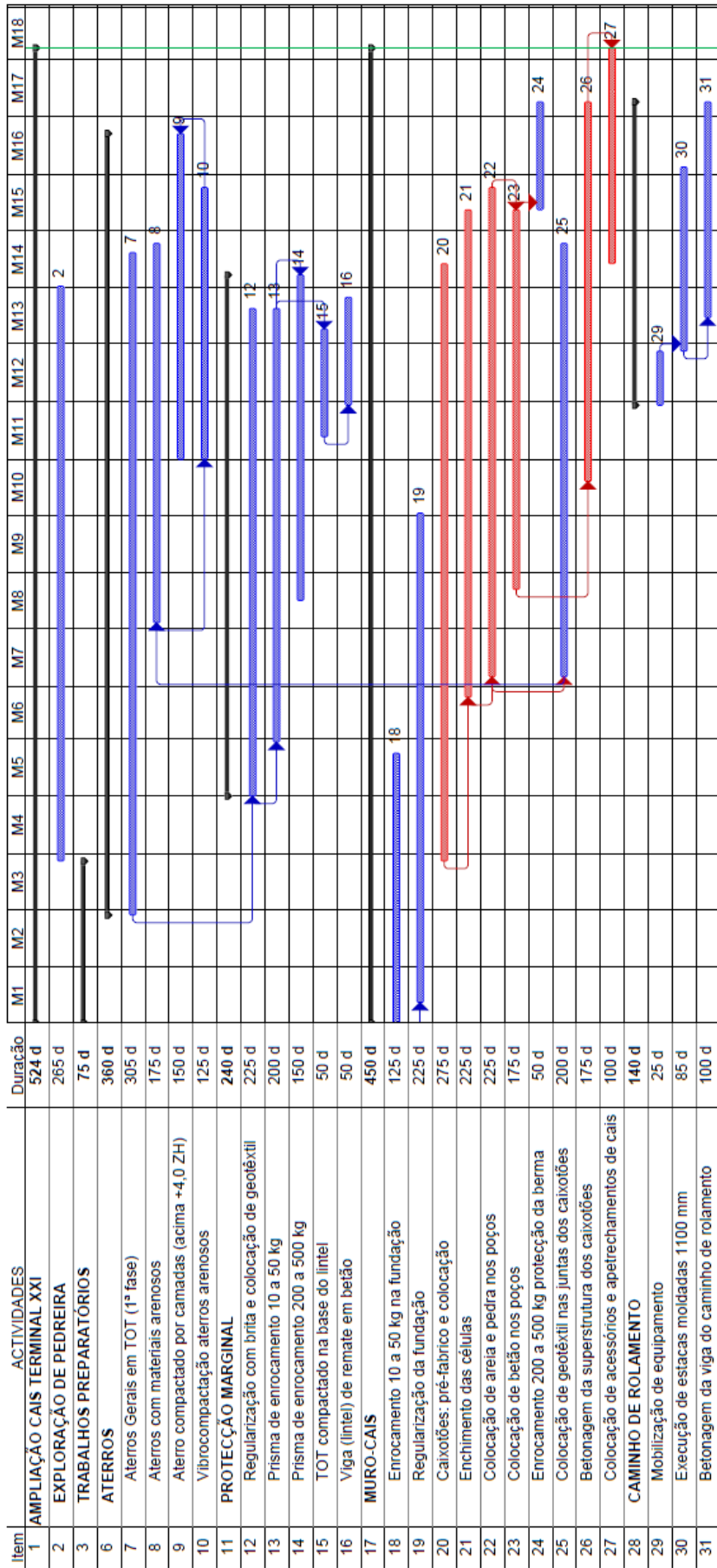


Figura 28– Plano de trabalhos da solução base

A somar às vantagens atrás referidas é de salientar a experiência da CPTP na utilização desta solução em obras anteriores, nomeadamente nas empreitadas de “*Construção do Terminal de Ro-Ro e Ampliação do Terminal Norte do Porto de Aveiro*”, com a construção de 1.050 m de novos cais, e “*Construção do Terminal de Granéis Líquidos do Porto de Aveiro*”, com a construção de 150 m de cais.

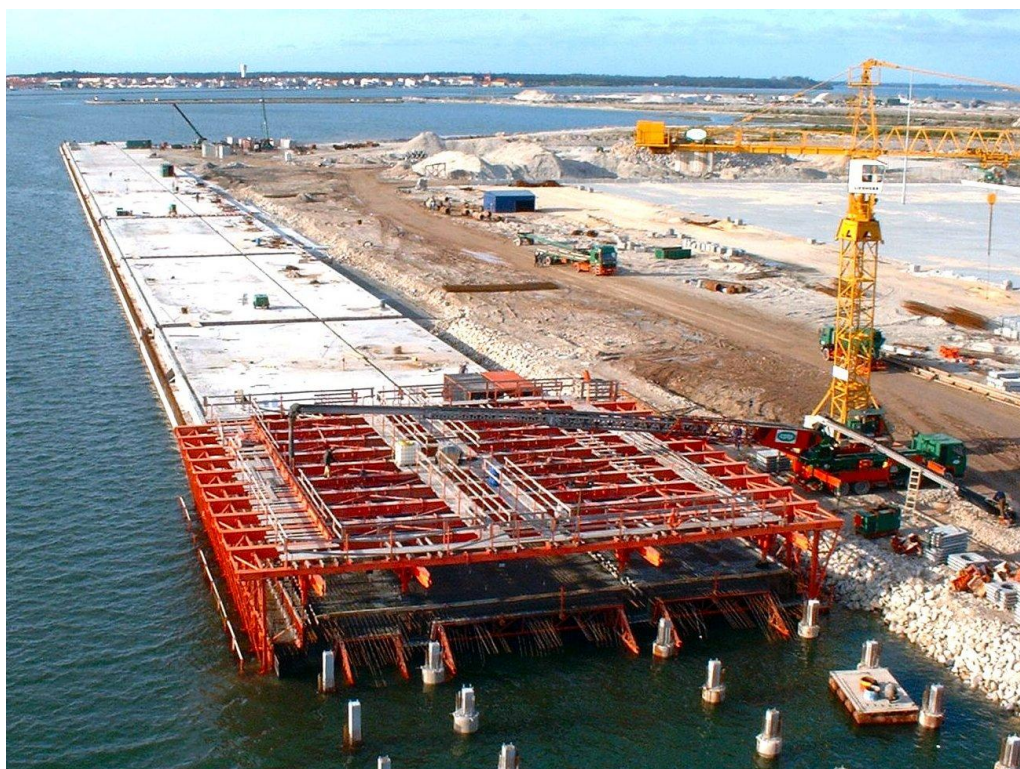


Figura 29 – Vista geral dos trabalhos (06-03-2003)

5. EXECUÇÃO DA OBRA

5.1 Introdução

No presente capítulo identificam-se os principais intervenientes e descrevem-se o processo construtivo e tecnologias utilizadas na empreitada de “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

5.2 Principais intervenientes

- Autor do projecto variante: J. L. Câncio Martins – Projecto de Estruturas, Lda.
- Entidade executante / empreiteiro: Consórcio CPTP / MEEC (a direcção da obra pertencia à CPTP, na qualidade de líder de consórcio)
- Fiscalização: PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, S.A.
- Coordenação de segurança e saúde: assegurada pelo dono de obra
- Director técnico da empreitada: José Tiago Oliveira Silva Rodrigues
- Gestor da qualidade: Marco Paulo Carneiro Linhares
- Gestor do ambiente: Rui Miguel Briosso Augusto Pinto
- Gestor da segurança: Marco Paulo Carneiro Linhares
- Técnico de segurança: Flávio Daniel Caeiro Raposo
- Encarregados gerais: José Alberto de Lima Martins / Joaquim Manuel C. da Silva

5.3 Processo construtivo e tecnologias utilizadas

A execução da obra teve início com as dragagens de rocha e areia à cota -16,5 m ZH, nos fundos fronteiros ao cais conforme definido em projecto, e o transporte e descarga do material dragado a vazadouro com batelão *split barge* (descarga de fundo).



Figura 30 – Desenho esquemático – dragagem

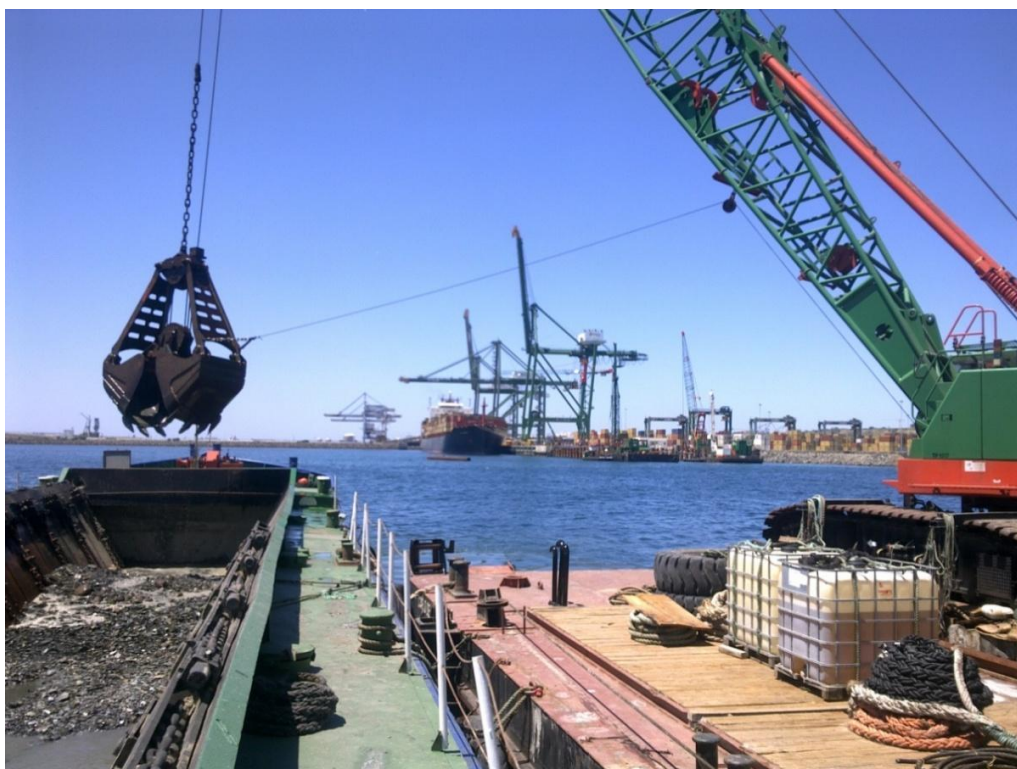


Figura 31 – Dragagem (20-05-2010)

A construção do cais¹⁰, com início logo após o arranque dos trabalhos de dragagem, pode ser dividida em 6 grupos de actividades:

- 1 - Aterros e protecção marginal – 1ª fase
- 2 - Execução das estacas
- 3 - Aterros e protecção marginal – 2ª fase
- 4 - Execução do tabuleiro
- 5 - Acabamentos

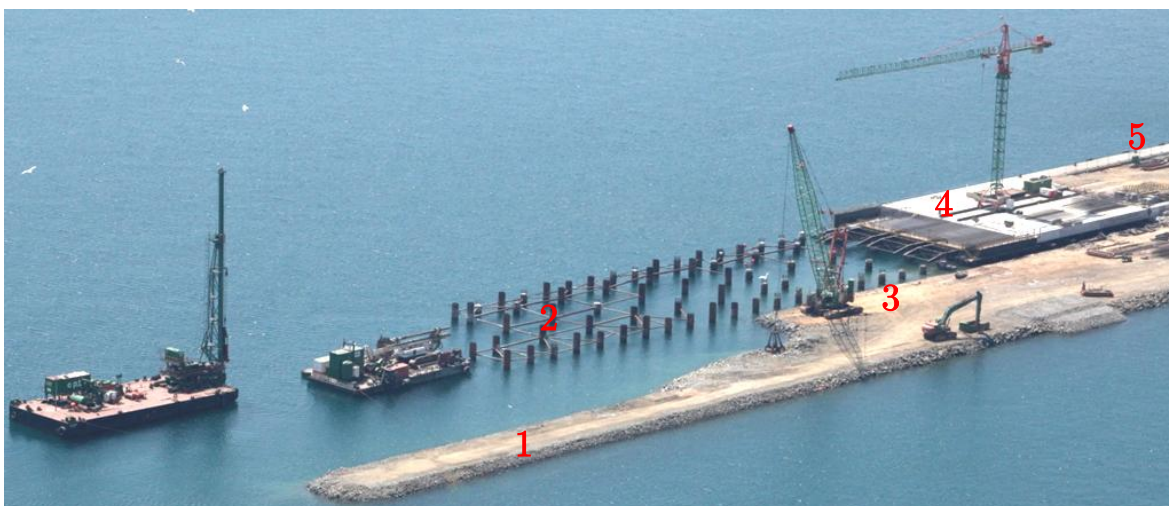


Figura 32 – Sequência construtiva (08-08-2010)

5.3.1 Aterros e protecção marginal – 1ª fase

A exploração da pedreira “*Monte de Chãos*” da Administração do Porto de Sines (APS), de onde provinham os enrocamentos, e a execução prisma de aterro, indispensável para apoio aos trabalhos de execução das estacas, deram início aos trabalhos do cais.

¹⁰ As actividades associadas à construção dos terraplenos, pavimentações e infraestruturas técnicas, por estarem fora dos objectivos propostos para este relatório, não são aqui abordadas.

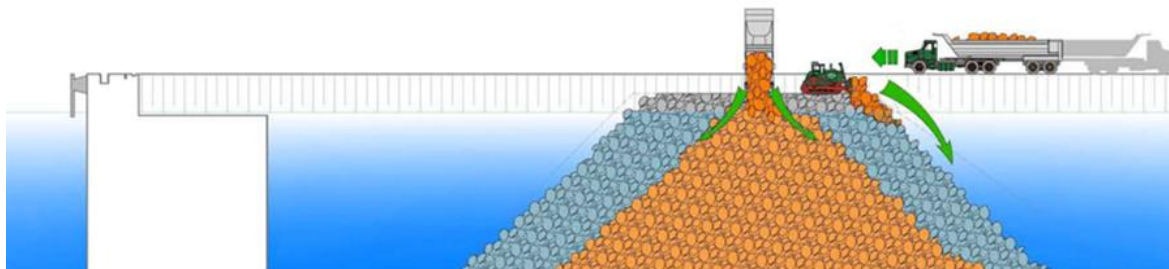


Figura 33 – Desenho esquemático – execução do prisma de aterro

O prisma de aterro com T.O.T., paralelamente ao cais a construir, foi feito aproximadamente até à cota +4,00 m ZH por basculamento directo para a água, com os camiões que transportavam os enrocamentos da pedra, num volume aproximado de 374.000 m³. A definição da cota do prisma de aterro teve em consideração que a Preia-Mar de Águas-Vivas (PMAV) naquele local é +3,93 m ZH.

O nivelamento e espalhamento do T.O.T. foi feito com tractor de rastos e pá carregadora.

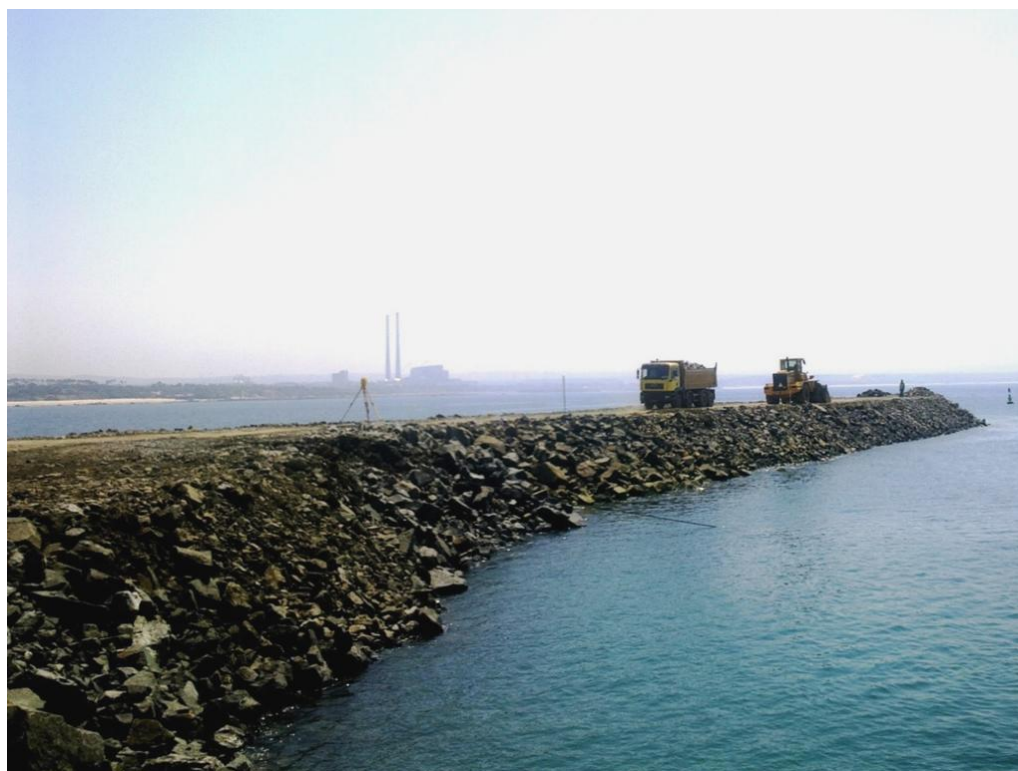


Figura 34 – Execução do prisma de aterro (30-06-2010)

As actividades relativas ao acabamento e protecção marginal do aterro no lado oposto ao cais, embora inicialmente previstas, não foram necessárias devido à adjudicação da “*Empreitada de expansão dos terraplenos do Terminal XXI*”.

Essas actividades (não realizadas) seriam feitas com grua de rastos, sobre o prisma de aterro, com o seguinte faseamento sequencial:

- Regularização do perfil com T.O.T.,
- Colocação do geotêxtil sobre o T.O.T. com apoio de equipa de mergulho,
- Colocação de brita de regularização sobre o geotêxtil,
- Colocação de enrocamentos de 0,1 a 0,5 kN sobre a brita,
- Acabamento com enrocamentos de 2 a 5 kN.

5.3.2 Execução das estacas

A execução das estacas foi feita por cravação do tubo molde (com espessura de 9 mm) e em seguida com a perfuração pelo interior até à cota pretendida, tudo com recurso a equipamentos de cravação e perfuração montados sobre pontões de convés corrido.

O transporte dos tubos molde via marítima (do local de acondicionamento até ao local de cravação) foi feito com um rebocador. Para garantir a flutuação dos tubos, são colocados balões, devidamente dimensionados, nas duas extremidades.

O tubo molde é posicionado com apoio de topografia e cravado por meio de martelo hidráulico montado em torre de cravação, sobre o pontão de convés corrido.

Segundo a experiência da CPTP, o rendimento desta actividade de cravação é de 4 estacas por dia, sem considerar perdas de rendimento imposto pelas outras actividades, estado do mar ou outros condicionalismos.

A cravação da estaca metálica é suficiente para que se mantenha provisoriamente autoportante.

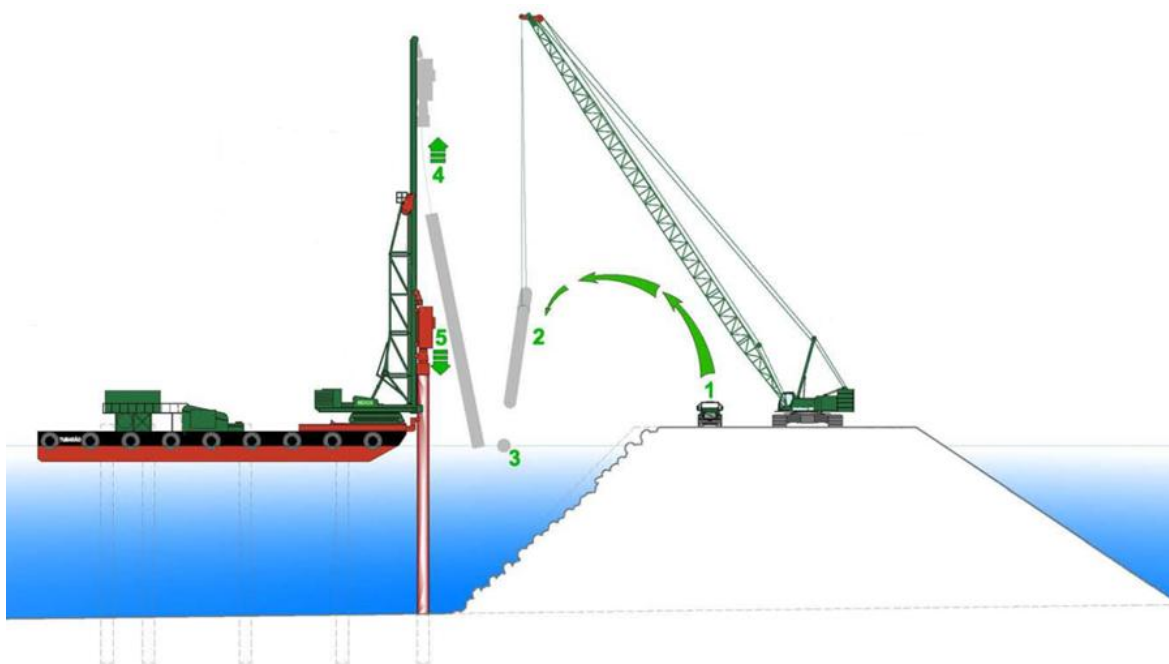


Figura 35 – Desenho esquemático – cravação do tubo molde

Legenda:

- (1) Transporte dos tubos em plataforma rebocada por caminhão*
- (2) Descarga dos tubos e colocação dentro de água com grua de rastos*
- (3) Flutuação do tubo*
- (4) Içamento do tubo para a torre de cravação com guincho da torre*
- (5) Cravação do tubo com torre de cravação sobre pontão*



Figura 36 – Equipamento de cravação (03-08-2010)

Em seguida, o equipamento de perfuração, posicionado sobre o pontão de convés corrido, procede à perfuração com ferramenta apropriada (trado ou balde) pelo interior do tubo molde até atingir 4 m de penetração no estrato rochoso.

O equipamento de perfuração utilizado é igual aos restantes equipamentos correntemente empregues na execução de estacas terrestres, havendo apenas que assegurar os cuidados necessários à sua estabilidade sobre a embarcação.

Segundo a experiência da CPTP, o rendimento desta actividade de perfuração é de 2 estacas por dia, sem considerar perdas de rendimento imposto pelas outras actividades, estado do mar ou outros condicionalismos.

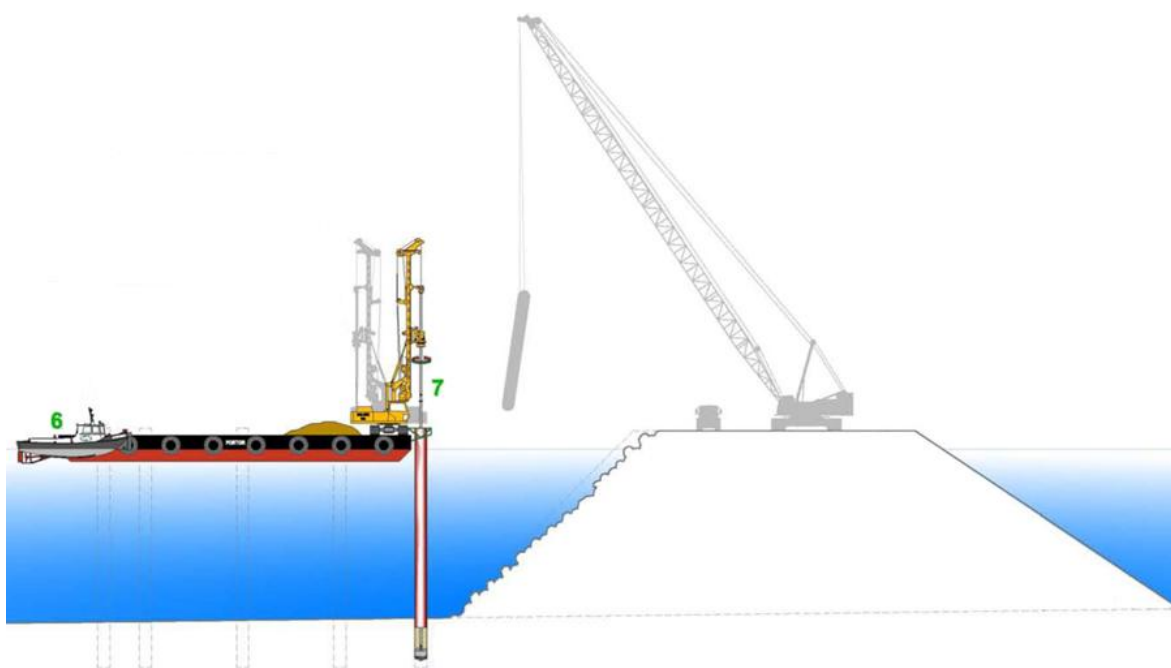


Figura 37 – Desenho esquemático – perfuração pelo interior do tubo molde

Legenda:

(6) Movimentação do pontão de convés corrido com rebocador

(7) Perfuração e limpeza das estacas com equipamento de perfuração e descarga dos materiais resultantes sobre o pontão



Figura 38 – Equipamento de perfuração (03-08-2010)



Figura 39 – Execução das estacas (11-08-2010)

Os tubos molde das estacas foram ainda contraventados provisoriamente, com recurso a perfis tubulares com comprimento regulável, e só depois se procedeu à colocação da armadura e betonagem das estacas, com recurso a bomba de betão a partir do prisma de aterro. Estes contraventamentos têm como função manter a posição da estaca e só são retirados quando for necessário o avanço do cimbra móvel para a execução do tabuleiro (ver 5.3.4).

A montagem dos contraventamentos foi feita com recurso a pontão, como plataforma de trabalho, e grua de rastos, para movimentação dos elementos dos perfis tubulares e elementos de fixação.

As armaduras das estacas foram previamente moldadas em estaleiro, de acordo com diâmetros e disposições do projecto, e identificadas com etiquetas com referência ao elemento e local de aplicação. As armaduras foram colocadas com apoio a grua de rastos ou com o gancho auxiliar do equipamento de perfuração, suspendendo a armadura na vertical e introduzindo-a no tubo molde.

As estacas foram betonadas com recurso a autobomba posicionada sobre o prisma de aterro. Estas betonagens são feitas sem interrupções e com recurso a tubo *tremie* garantindo que o seu extremo está mergulhado no betão, seguindo o processo de betonagem submersa (ver pág. 14). Como o betão da parte superior da estaca é o primeiro a ser colocado, arrastando toda a sujidade que possa existir no fundo da estaca, a betonagem só é considerada concluída quando o betão se apresentar em boas condições (limpo).

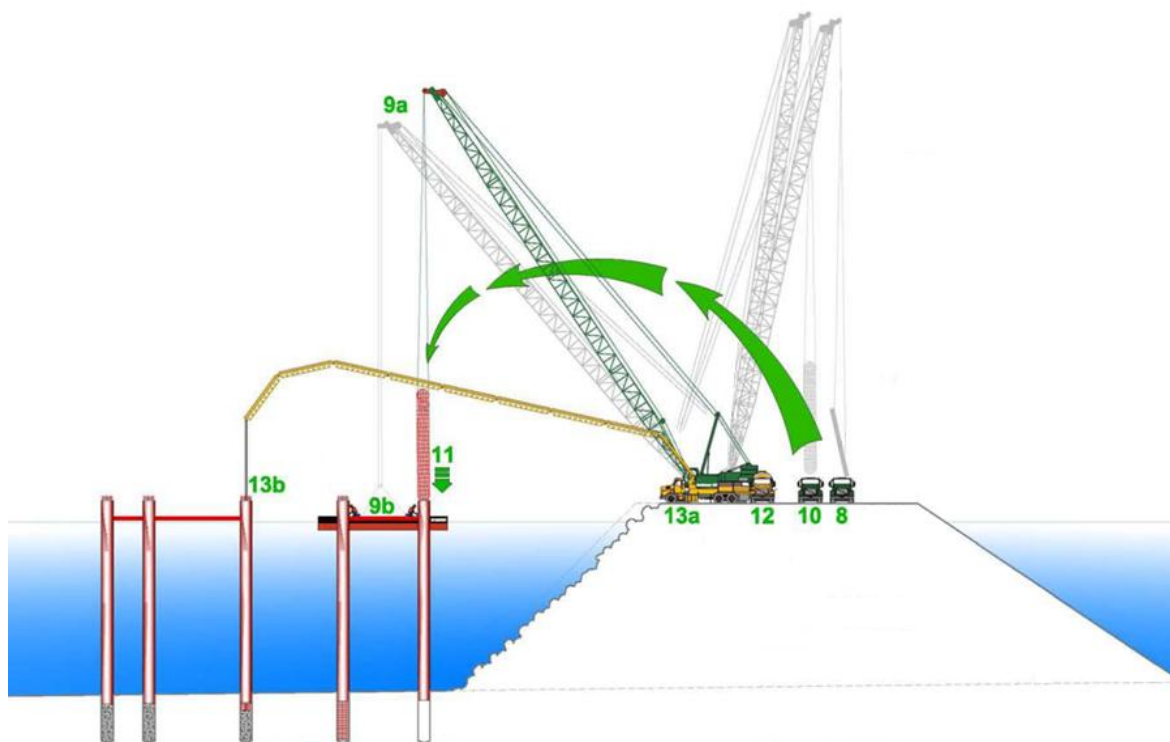


Figura 40 – Desenho esquemático – contraventamento e betonagem das estacas

Legenda:

- (8) Transporte dos elementos para o contraventamento em camiões com plataforma*
- (9a) Descarga dos elementos e apoio na montagem com grua de rastos*
- (9b) Montagem dos contraventamentos com pontão e apoio manual*
- (10) Transporte das armaduras das estacas em camiões com plataforma*
- (11) Descarga e colocação das armaduras com grua de rastos*
- (12) Fornecimento de betão em autobetoneiras*
- (13a) Bombeamento do betão com camião bomba*
- (13b) Betonagem das estacas com tremie*

Após a cura do betão, os tubos molde são cortados à cota pretendida e procede-se ao saneamento das estacas. O saneamento das estacas é feito com recurso a martelos demolidores com ar comprimido e tem como objectivo remover o betão “podre” da parte superior da estaca (cabeça) assegurando as características do betão previstas em projecto.

Por fim, foram soldados os buçins onde são assentes, posteriormente, os apoios do cimbra móvel.



Figura 41 – Betonagem de estaca (05-08-2010)

5.3.3 Aterros e protecção marginal – 2ª fase

Paralelamente ao avanço das estacas seguia também o aterro e protecção marginal inferior ao tabuleiro, envolvendo as estacas já contraventadas e betonadas, com recurso a grua de rastos, num volume aproximado de 210.000 m³ de enrocamentos.

A colocação do T.O.T. é realizada cuidadosamente debaixo para cima com recurso a grua de rastos e caçamba. Durante esta actividade devem ser evitados choques com as estacas e contraventamentos, para precaver eventuais danos ou inclinação das estacas acima das tolerâncias fixadas em projecto.

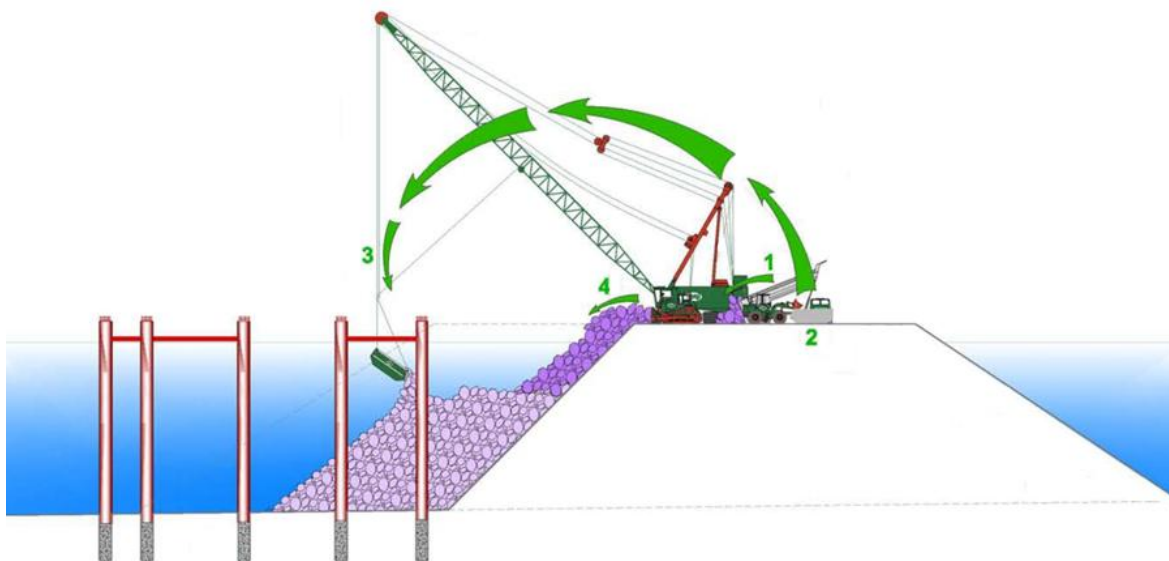


Figura 42 – Desenho esquemático – colocação do T.O.T. junto das estacas

Legenda:

- (1) Transporte do T.O.T. em caminhões e basculamento sobre o aterro*
- (2) Carregamento da caçamba com pá carregadora ou escavadora de rastos*
- (3) Colocação do T.O.T. junto das estacas e em zonas mais profundas com grua de rastos e caçamba*
- (4) Espalhamento e nivelamento do aterro com tractor de rastos ou escavadora de rastos*

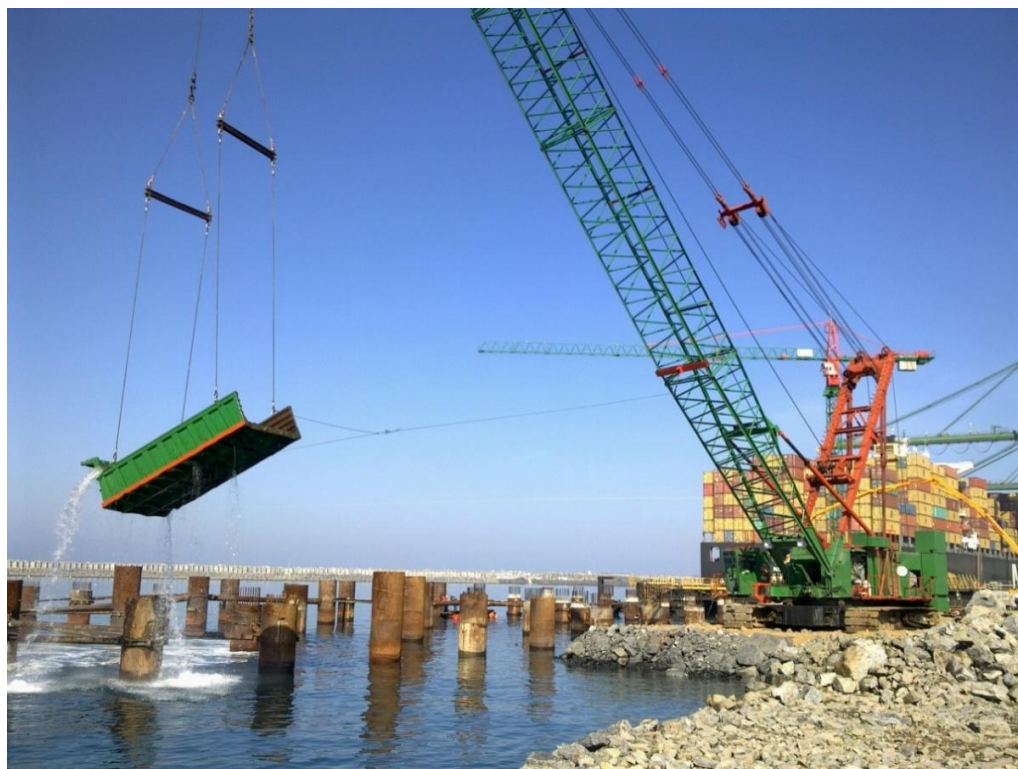


Figura 43 – Colocação do T.O.T. com caçamba (03-08-2010)

O acabamento do talude foi feito com enrocamento de 10 a 20 kN, colocado com recurso a grua de rastos e *rock grab*.

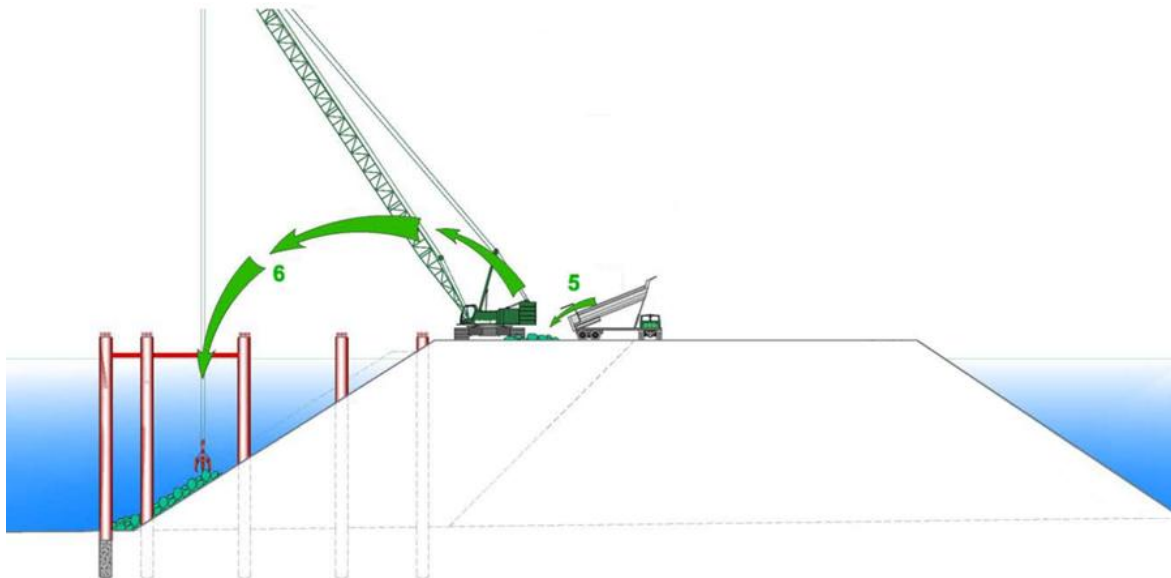


Figura 44 – Desenho esquemático – colocação do enrocamento 10 a 20 kN

Legenda:

- (5) Transporte do enrocamento 10 a 20 kN em camiões e basculamento sobre o aterro
- (6) Colocação do enrocamento 10 a 20 kN com grua de rastos e *rock grab*

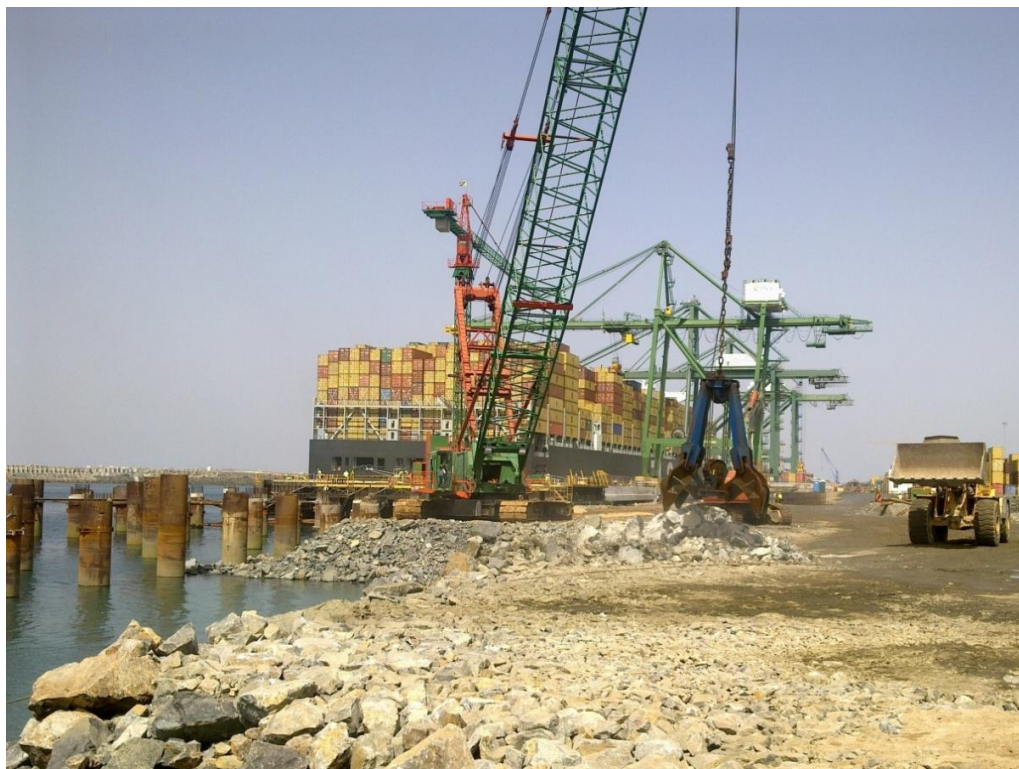


Figura 45 – Colocação do enrocamento 10 a 20 kN (11-08-2010)

5.3.4 Execução do tabuleiro

Só depois de concluídos todos os trabalhos atrás descritos existem condições para o avanço do cimbra para a execução do tabuleiro.

O tabuleiro é totalmente betonado *in situ* com recurso a um cimbra móvel inferior, especificamente projectado para a empreitada (RUBRICA 2010), permitindo a execução de 12 m de comprimento de cais por betonagem.

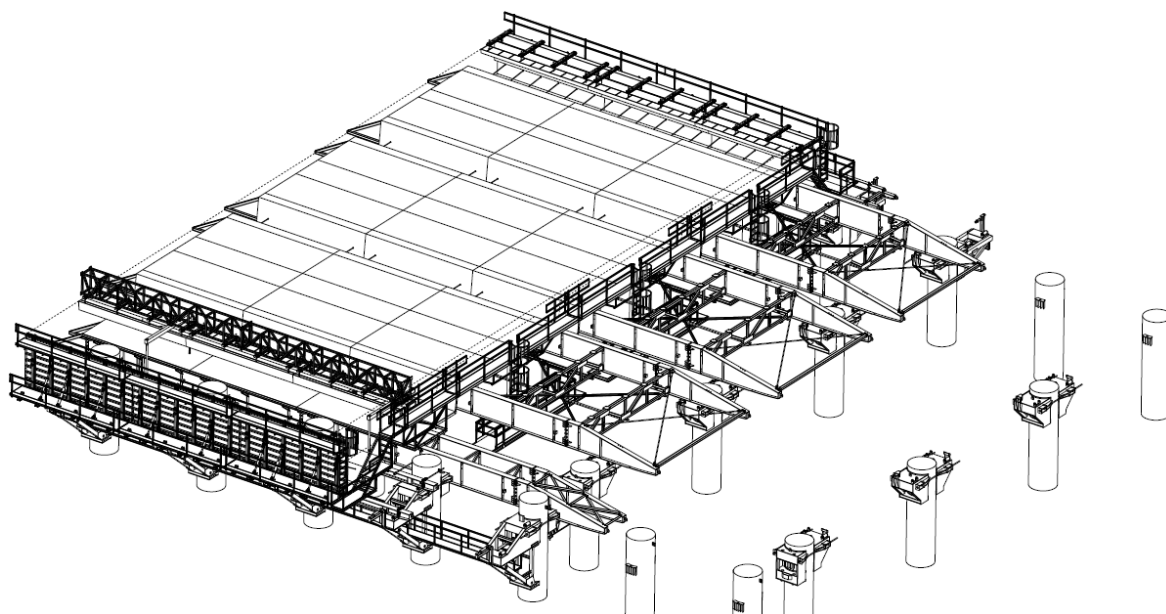


Figura 46 – Perspectiva do cimbra móvel

O cimbra é constituído por seis vigas de lançamento metálicas, assentes nos apoios montados sobre as estacas, que por sua vez são encaixados em bucin.

As quatro vigas principais têm forma de “caixões treliçados”, com um comprimento total de 31 m mas apenas com 18 m com função de cofragem. As duas restantes vigas constituem os painéis laterais.

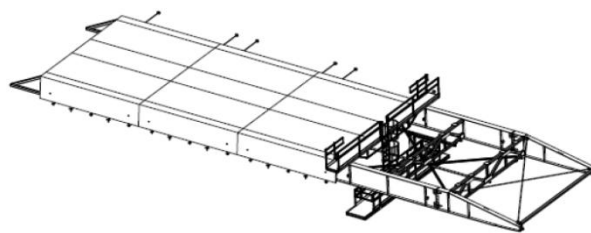
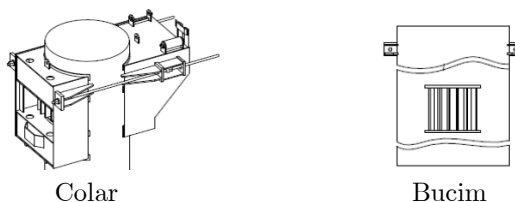


Figura 47 – Viga de lançamento

Os apoios são os vários elementos onde se apoia o cimbra e que possuem os roletes que permitem a sua deslocação.

Os colares assentam nos bucins, soldados às estacas, e são apertados com barras *dywidag*, conforme ilustrado da Figura 48.



Colar

Bucim

Figura 48 – Elementos constituintes dos apoios do cimbra

Entre as vigas de lançamento existem os painéis de fundo, que fazem a cofragem das vigas. Estes painéis fecham e abrem no alinhamento das estacas para permitir o avanço do cimbra. Rodam afixados numa viga de lançamento e fecham na viga vizinha.



Figura 49 – Painel de fundo

A montagem do cimbra é feita com recurso a grua de rastos com capacidade adequada, posicionada sobre o prisma de aterro (lateralmente ao cimbra). O transporte dos diversos elementos do cimbra para o local de montagem é efectuado em camiões com plataforma.



Figura 50 – Montagem do cimbra (15-06-2010)

A betonagem tipo do tabuleiro desenvolve-se em $\frac{4}{5}$ do vão anterior e $\frac{1}{5}$ do vão seguinte, zonas de momento nulo, totalizando 12 m de desenvolvimento e 439 m³ de volume de betão.

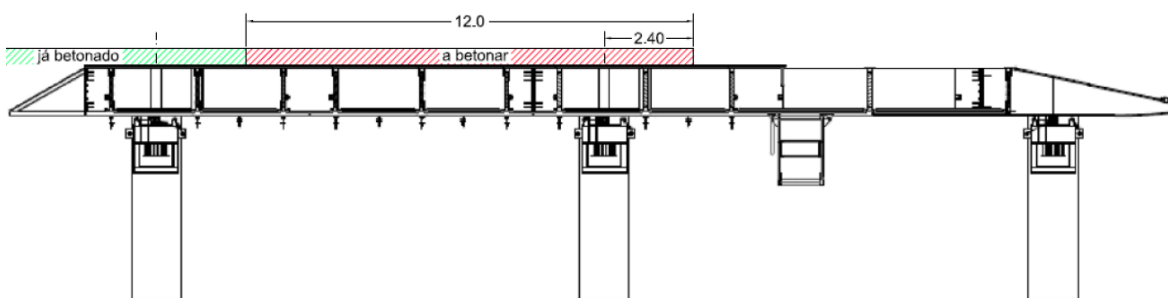


Figura 51 – Perfil longitudinal da betonagem tipo

As betonagens antes e depois das juntas de dilatação têm a particularidade de terem desenvolvimentos diferentes, alterando as rotinas de avanço do cimbra e pré-fabricação das armaduras.

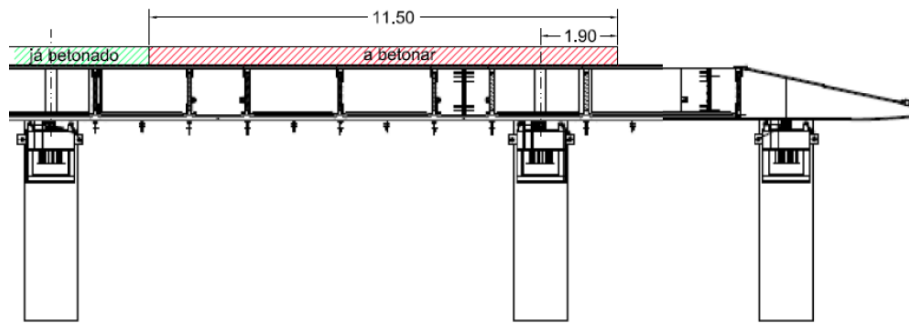


Figura 52 – Perfil longitudinal da betonagem antes da junta

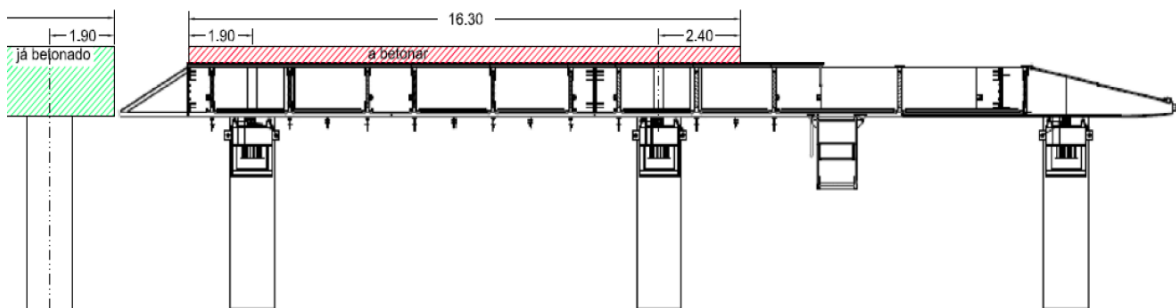


Figura 53 – Perfil longitudinal da betonagem depois da junta

As armaduras são cortadas e pré-moldadas em estaleiro, de acordo com diâmetros e disposições do projecto, e identificadas com etiquetas com referência ao elemento e local de aplicação.

Neste processo haverá que assegurar a suficiente rigidez de conjunto para que a armadura mantenha a sua forma durante o transporte e colocação. Para isso foram concebidos acessórios de elevação das armaduras conforme Figura 54.

Antes de cada betonagem são colocados os chumbadouros dos cabeços de amarração e das defensas e ainda as cofragens para as caleiras dos carris e passagem de cabos, nos locais previstos no projecto.



Figura 54 – Colocação das armaduras (06-08-2010)



Figura 55 - Caleiras para carril e passagem de cabos (03-08-2010)

No caso específico das defensas, os chumbadouros implicaram a furação nos painéis laterais (lado de mar) do cimbri. No entanto, devido ao facto de a betonagem antes e depois das vigas transversais não coincidir com a furação dos painéis, a colocação dos chumbadouros, nesses locais, foi feita *à posteriori* (com furação e selagem), para evitar a montagem e desmontagem dos painéis laterais.

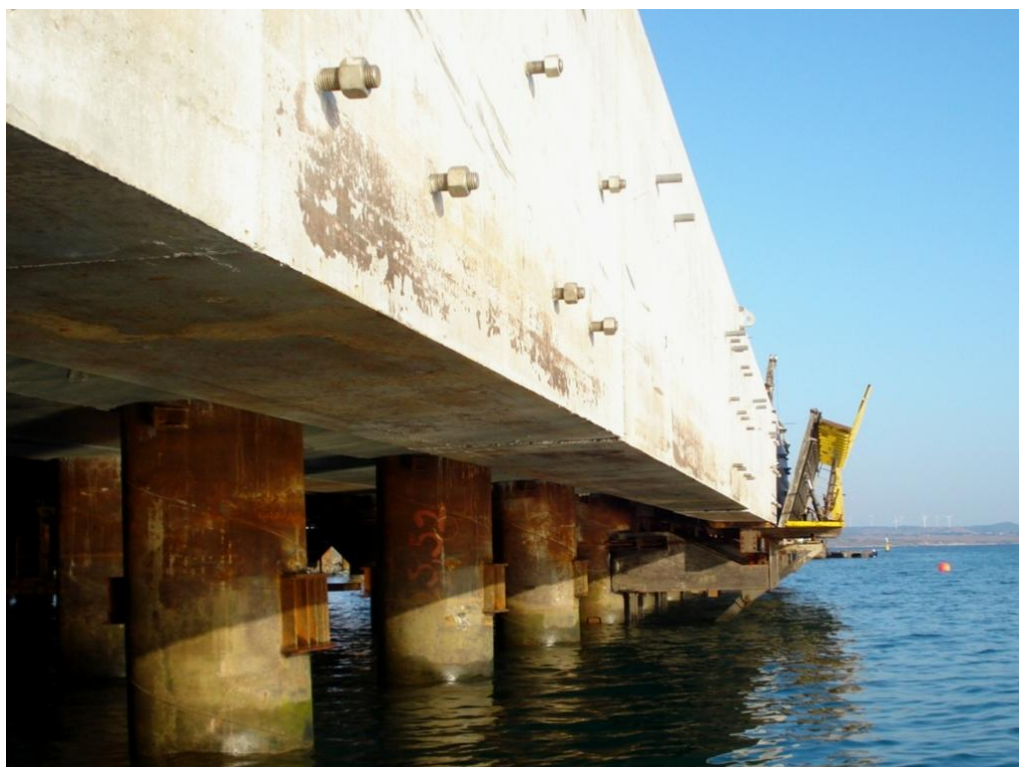


Figura 56 – Chumbadouros para instalação das defensas (21-09-2010)

A betonagem tipo demorava aproximadamente 10 horas, sendo necessárias 8 autobetoneiras e uma central de betão com um rendimento de 50m³/hora.

A betonagem tinha início com o enchimento das Vigas E, D e C e até 1 metro de altura da viga AB, pretendendo-se que essa camada ganhasse alguma cura até chegar à zona do “nariz”, zona de maior volume de betão e em consola. Procedia-se depois ao enchimento da laje até à camada superior, podendo ser iniciados os trabalhos de acabamento do betão.

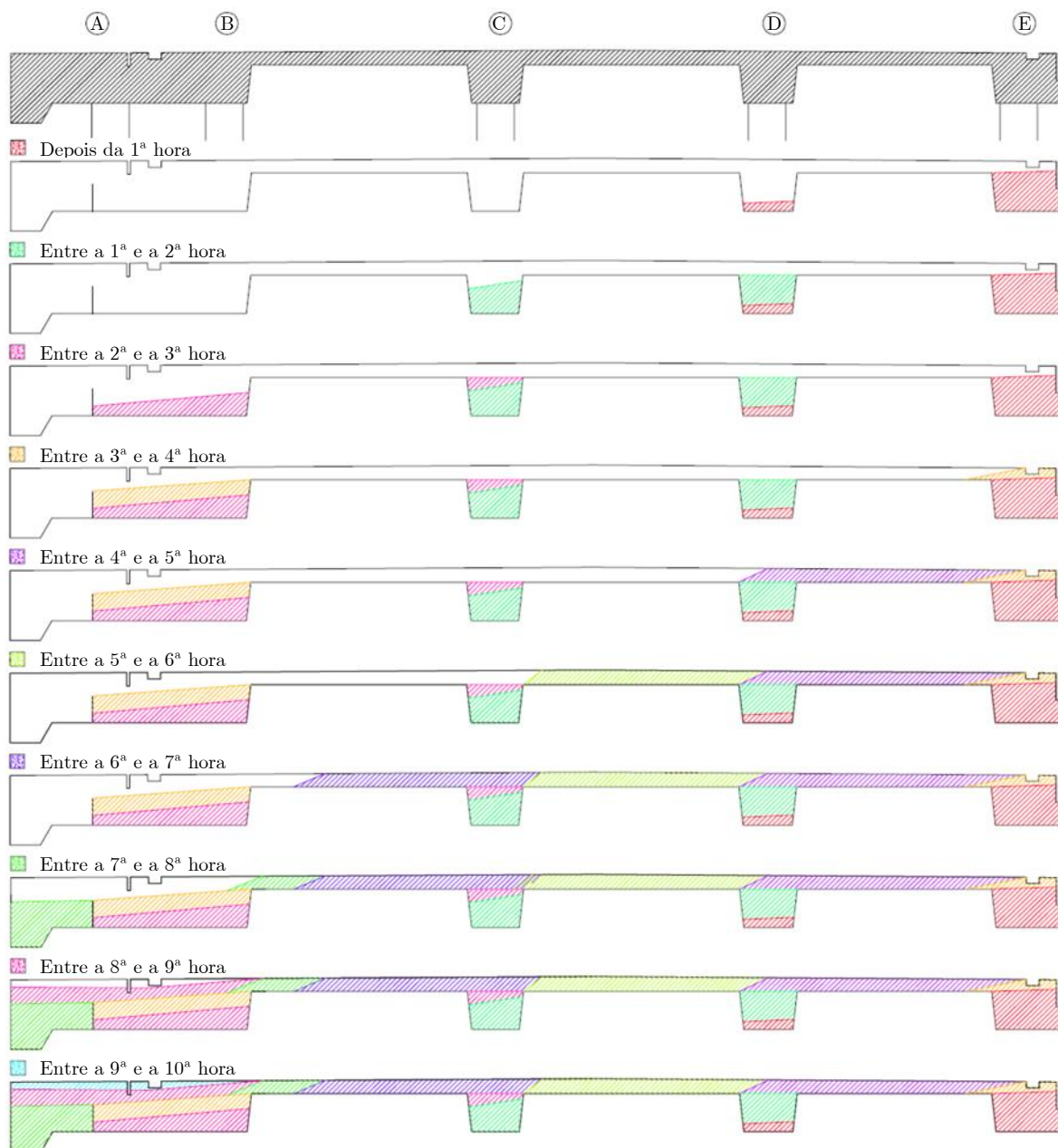


Figura 57 – Perfil transversal do esquema de betonagem

As betonagens eram iniciadas de manhã (o mais cedo possível), permitindo assim a descofragem no dia seguinte, se os ensaios de compressão aos provetes de betão obtivessem os resultados exigíveis de 20 MPa. Assim, iniciando a betonagem às 6 horas da manhã seria possível executar a descofragem total do cimbra no dia seguinte às 14 horas.

De forma a assegurar uma boa cura do betão, sempre que as condições climáticas o exigiam, eram colocadas coberturas húmidas sobre a superfície.



Figura 58 – Betonagem do tabuleiro (03-08-2010)



Figura 59 – Aplicação de cobertura húmida durante a cura do betão (21-07-2010)

O processo de descofragem consiste na libertação dos *dywidags* transversais às vigas, abertura dos painéis laterais, descofragem das caleiras de carril, arreado os macacos de cunha e depois a abertura dos painéis de fundo das vigas. Quando descofrado o cimbre fica totalmente pousado nos roletes.



Figura 60 – Painel lateral aberto (13-07-2010)

O avanço do cimbre só é possível após a montagem dos apoios nas estacas e remoção dos contraventamentos dessas estacas.

O avanço é feito com apoio de equipamentos terrestres ou marítimos que, com recurso a cabo de aço, puxam cada uma das vigas de lançamento (uma de cada vez) para a sua nova posição.

Para o cimbre não avançar excessivamente são utilizados cabos de aço de travamento com a medida do avanço, presos ao cais já betonado.

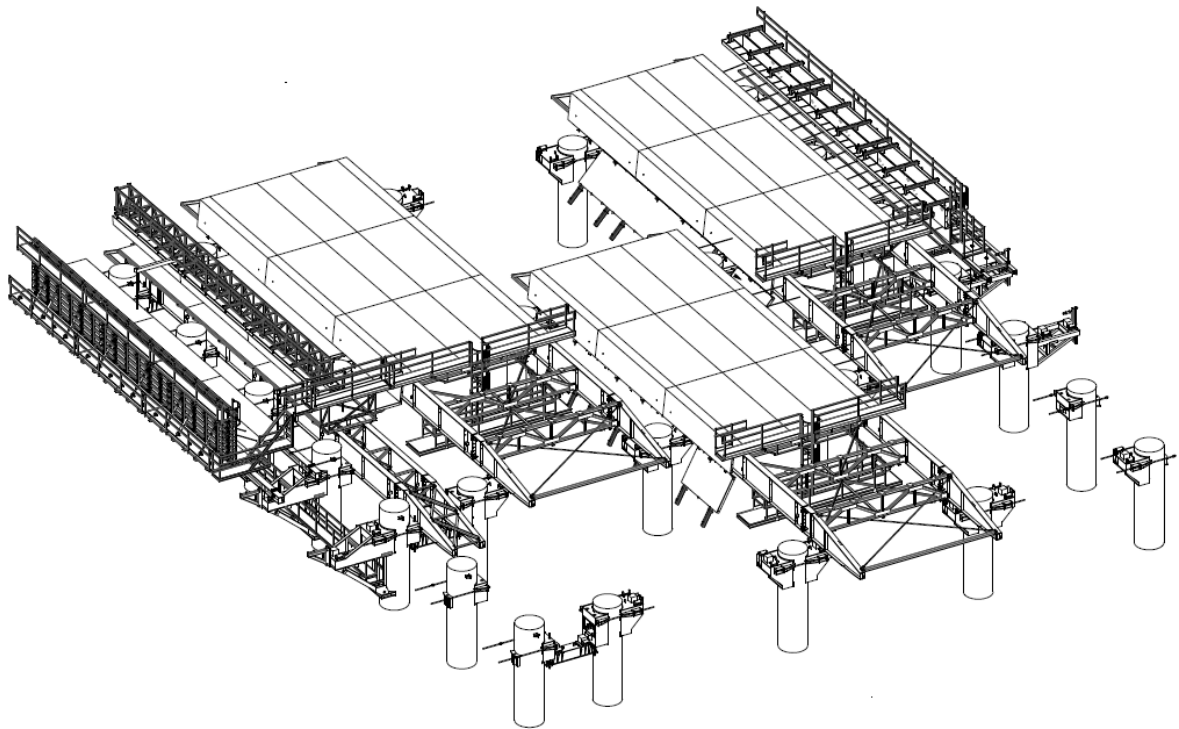


Figura 61 – Avanço de viga de lançamento do cimbra

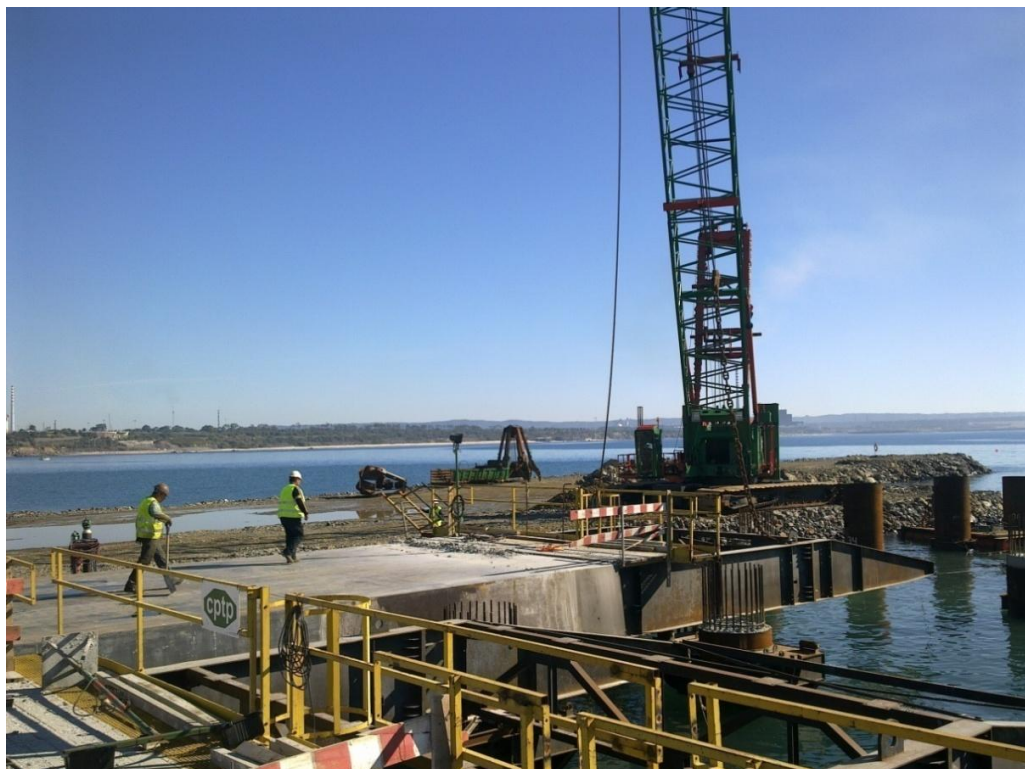


Figura 62 – Operação de avanço do cimbra (03-11-2010)

De forma a facilitar o processo de desmontagem do cimbra, no caso específico desta empreitada, foram executadas estacas adicionais, com as mesmas características das do cais, podendo assim ser utilizadas na fase seguinte da expansão do cais. Esta solução permitiu assim, que após a última betonagem, o cimbra pudesse sair debaixo do cais para ser desmontado por meios convencionais.

A retirada dos diversos elementos do cimbra foi feita com recurso a grua de rastros.



Figura 63 – Estacas adicionais (21-06-2011)

5.3.5 Acabamentos

Os acabamentos consistem na montagem dos carris de rolamento dos pórticos do cais, execução e readaptação das redes de serviço necessárias ao funcionamento do cais, montagem dos apetrechos de cais e sinalização horizontal no pavimento.

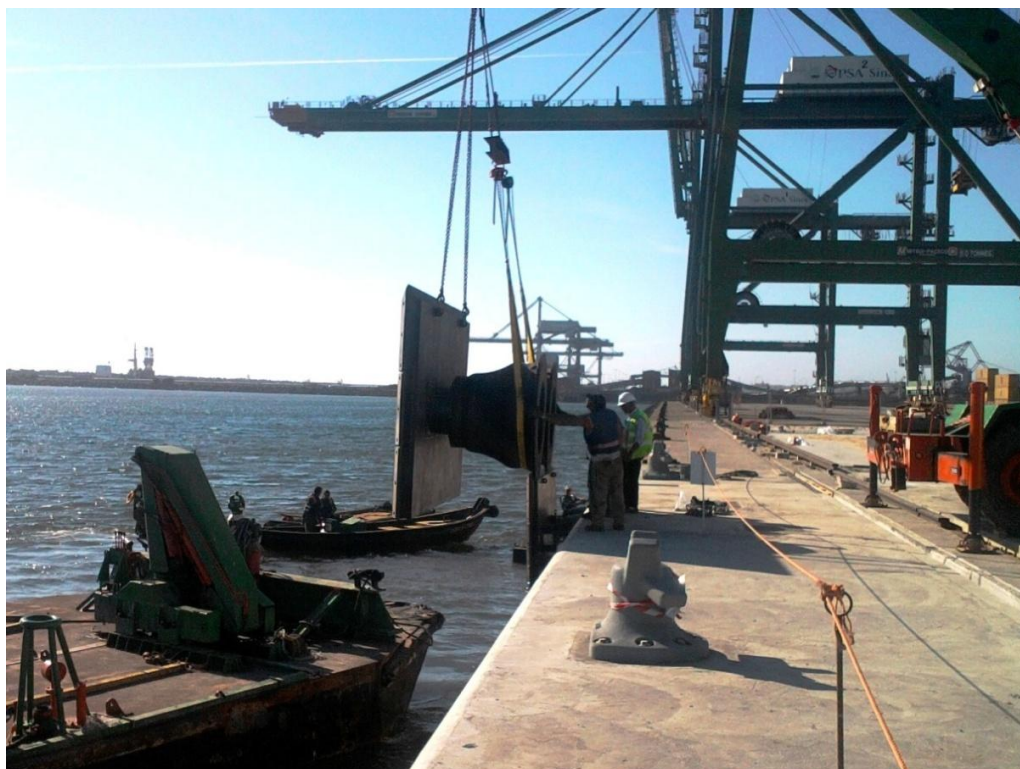


Figura 64 – Montagem das defensas e cabeços de amarração (09-09-2010)

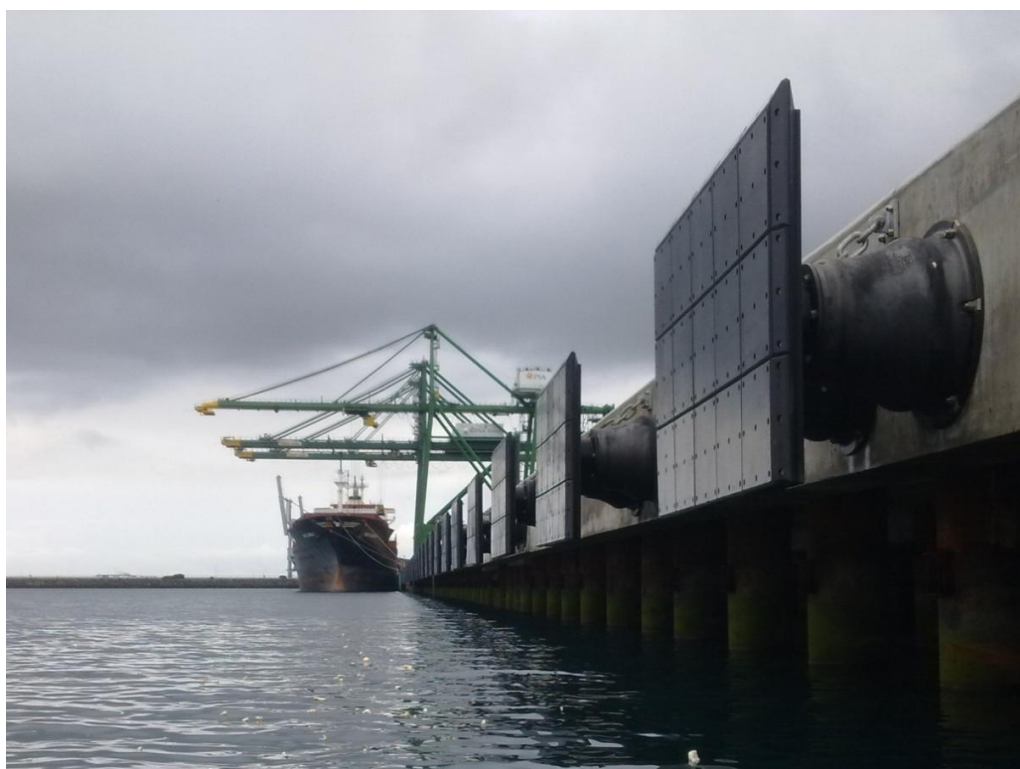


Figura 65 – Aspecto final do cais (18-05-2011)

6. GESTÃO DA OBRA

6.1 Introdução

No presente capítulo identificam-se e descrevem-se as principais vertentes de gestão e a forma como estas foram implementadas na empreitada de “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”.

6.2 Vertentes da gestão

A gestão de obra pode ser dividida em 6 vertentes, que se inter-relacionam e complementam para assegurar que as políticas, objectivos e requisitos¹¹ aplicáveis sejam cumpridos:

- Gestão do prazo,
- Gestão dos custos,
- Gestão da qualidade,
- Gestão ambiental,
- Gestão da segurança e saúde,

e, por se tratar de uma obra marítima:

- Gestão da segurança da exploração dos navios e prevenção da poluição.

6.3 Metodologia “*Plan-Do-Check-Act*”

A metodologia conhecida como “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA) é aplicável a qualquer uma destas vertentes. O PDCA pode ser resumidamente descrito da seguinte forma:

¹¹ Embora os requisitos que são mais valorizados pelas Direcções de Obra sejam os que estão expressos nos documentos contratuais estabelecidos com o Dono de Obra, devem também ser considerados todos os requisitos que estão associados à conformidade legal (nomeadamente normas, regulamentos e legislação nacional ou comunitária) assim como os relativos ao sistema de gestão da empresa.

- *Plan* (planear):

Desenvolver um documento/plano, ajustado à obra, com o planeamento do sistema de gestão (incluindo orientações quanto à sua implementação, controlo e revisão), para cada uma das vertentes da gestão, estabelecendo os objectivos e os processos¹² necessários para apresentar resultados de acordo com os requisitos do cliente e as políticas da empresa.

Nesta fase, os requisitos do cliente, referenciados nos elementos de projecto, caderno de encargos, bem como nos demais documentos contratuais, são analisados pela direcção da obra com o objectivo de garantir que todos os requisitos estabelecidos possam ser correctamente reproduzidos na prática e que eventuais deficiências que afectem o desenvolvimento dos trabalhos em obra sejam detectadas. Os requisitos não declarados pelo cliente, que se constituam “erros e omissões” aos projectos e demais documentos por ele fornecidos, são comunicados pela direcção da obra ao cliente para as devidas providências.

- *Do* (executar):

Implementar os planos (aprovados pelo cliente) referidos no ponto anterior.

- *Check* (verificar):

Monitorizar e medir os processos, de acordo com os planos anteriormente referidos e através de auditorias, reportando mensalmente os resultados através de relatórios mensais (entregues à Direcção de Produção da CPTP, direcção de obra e cliente).

- *Act* (actuar):

Empreender acções para melhoria do desempenho dos processos.

¹² Neste relatório o termo “processo” tem o significado que lhe é atribuído na NP EN ISO 9000:2005.

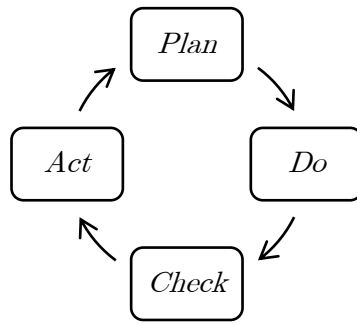


Figura 66 – Ciclo PDCA

6.4 Gestão do prazo

6.4.1 Planear

Com base nos objectivos e requisitos do cliente, o director técnico da empreitada desenvolveu o plano de trabalhos (CPTP / Direcção de Obra 2010), com respeito pelo prazo de execução da obra, com a definição da sequência e dos prazos parciais de execução de cada uma das espécies de trabalhos previstas e especificação dos meios que se previam utilizar.

Este plano constitui um documento contratual sendo submetido à aprovação do cliente, nos termos do Código dos Contratos Públicos¹³.

O plano de trabalhos foi feito em gráfico de Gantt com recurso ao programa informático Microsoft Project 2007, tendo sido desenvolvido com objectivo de responder aos seguintes aspectos:

- Identificar as principais actividades e estimar as durações de cada uma;
- Definir sequência e dependências entre actividades;
- Determinação de prazos parciais de execução de espécies de trabalhos e partes de obra;

¹³ Decreto-Lei n.º 18/2008 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 20 - 29 de Janeiro de 2008.

- Determinação de folgas de início e de fim das diferentes actividades e identificação do caminho crítico;
- Identificar recursos (mão-de-obra, equipamentos e materiais) para programação da sua aquisição e/ou acondicionamento para satisfazer as necessidades da obra nas quantidades e datas planeadas;
- Elaboração do cronograma financeiro.

6.4.2 Verificar e actuar

Para permitir posterior análise da evolução/cumprimento do plano de trabalhos este, depois de aprovado, é gravado como plano base (*baseline*) no Microsoft Project. Esta função no Microsoft Project tem a vantagem de permitir posteriores alterações às tarefas sem introduzir mudanças no plano base (salvo se este for gravado novamente).

Além do acompanhamento diário do desenvolvimento dos trabalhos, a verificação e controlo do cumprimento do plano de trabalhos eram feitos semanalmente nas reuniões de obra, com o cliente, e mensalmente através de relatórios mensais de produção.

Os relatórios mensais de produção tinham como principal objectivo recolher, analisar e apresentar informação resumida e actualizada sobre o estado de desenvolvimento dos trabalhos mais significativos, reportando eventuais desvios de produção e evidenciando quais os factores que, positiva ou negativamente, mais contribuíram para esses desvios. Estes relatórios eram elaborados pelo director técnico da empreitada e enviados para o director de produção da CPTP, seguindo a seguinte estrutura:

- Introdução¹⁴
- Dados relevantes da obra
 - Identificação do dono da obra e fiscalização

¹⁴ Inclui a identificação a Obra e o mês a que se refere o relatório.

- Valor da adjudicação
 - Valor dos trabalhos a mais¹⁵
 - Data da consignação
 - Data de início dos trabalhos¹⁶
 - Duração e data de conclusão¹⁷
- Desenvolvimento dos trabalhos no último mês
 - Descrição dos trabalhos
 - Ocorrências importantes¹⁸
 - Análise do cumprimento do plano de trabalhos¹⁹
 - Previsão dos trabalhos a realizar no próximo mês²⁰
 - Assuntos pendentes com o dono da obra
 - Reclamações de terceiros

Anexos

- Recursos afectos à obra
- Quantificação dos trabalhos realizados no mês
- Balizamento do plano de trabalhos
- Análise do desempenho do equipamento

¹⁵ Com especificação se estão aprovados, ou não, pelo Dono de Obra.

¹⁶ Se diferente da data de consignação.

¹⁷ Com base no plano de trabalhos aprovado pelo Dono de Obra.

¹⁸ Como “ocorrências importantes” consideram-se, entre outros os seguintes: alteração do projecto inicial; alteração das quantidades inicialmente previstas; condições geológicas não previstas; modificação dos processos de execução; alteração do equipamento utilizado; suspensão dos trabalhos ou outras determinações imprevistas do Dono de Obra; alterações de relações com subempreiteiros e fornecedores; alteração das condições e efectivos de pessoal; condições climatéricas adversas e anormais; acidentes graves com pessoal ou equipamento; inspecções de entidades externas à obra.

¹⁹ Análise dos desvios (positivos e negativos) e, se necessário, definição das acções a implementar. Este ponto reporta-se apenas aos dados de produção real não tendo, necessariamente, de coincidir com as quantidades facturadas.

²⁰ Descrição dos trabalhos e identificação das necessidades específicas de meios e recursos.

- Análise do desempenho dos fornecedores
- Cronograma financeiro previsto/facturado
- Registo fotográfico

Os balizamentos eram feitos com recurso ao programa informático Microsoft Project, utilizando Linhas de Progresso (*Progress Lines*). Estas linhas são estabelecidas sobre as barras dos gráficos de Gantt do plano base e o seu aspecto indica sobre cada tarefa se ela está atrasada, adiantada ou em dia, à data para a qual se pretende analisar o progresso.

O impacto que eventuais desvios possam ter na data de conclusão da obra é feito com recurso à ferramenta “Actualizar projecto”, seleccionando o reagendamento das tarefas por concluir para começar após a data pretendida (mantendo as durações das tarefas e a sequência e dependências entre elas).

6.4.3 Análise do desempenho

Os relatórios mensais constituíram uma ferramenta de verificação e revisão do planeamento que se verificou ser simples e eficaz.

A empreitada foi concluída com sucesso e dentro dos prazos acordados com o cliente.

Foram feitas recepções provisórias parciais para permitir a utilização do cais e plataforma adjacente, ainda antes do término da empreitada, com claro benefício operacional para o cliente.

6.5 **Gestão dos custos**

6.5.1 Planear

Com base no plano de trabalhos (CPTP / Direcção de Obra 2010), o director técnico da empreitada desenvolveu o orçamento de execução, detalhado por actividades e naturezas

dos custos, com a previsão do resultado económico a atingir no final da empreitada.

O orçamento de execução constitui um documento interno da empresa sendo submetido apenas à aprovação do director de produção.

Este orçamento de execução, usualmente designado “reorçamento”, não tem de ser igual ao orçamento apresentado na proposta a concurso pois não está influenciado por políticas e estratégias relativas à actividade comercial da empresa.

6.5.2 Verificar e actuar

A verificação e controlo do cumprimento do orçamento de execução eram feitos mensalmente através de mapas de controlo de custos, elaborados pela direcção financeira e contabilidade e enviados para o director de produção e director técnico da empreitada.

Estes mapas de controlo de custos permitiam a comparação por actividade dos custos previstos, com base na percentagem executada da actividade, e os custos reais, fazendo ainda uma projecção do resultado económico, global e por actividade, no final da obra.

Os mapas de controlo de custos constituíram assim uma ferramenta essencial no acompanhamento e detecção de desvios, em relação ao inicialmente previsto, e auxiliaram a tomada de decisões que permitiram que a empreitada atingisse os objectivos económicos planeados.

6.5.3 Análise do desempenho

Este sistema de controlo de custos por actividade revelou-se bastante simples e eficaz, tendo ainda a vantagem de fornecer dados, por actividade, a utilizar em orçamentos de outras empreitadas.

A empreitada foi concluída dentro dos objectivos económicos planeados.

6.6 Gestão da qualidade

6.6.1 Planear

No âmbito da qualidade, o gestor da qualidade desenvolveu o plano de gestão da qualidade (CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança 2011), estabelecendo as metodologias e práticas a implementar, focalizadas principalmente na realização do produto, para ir ao encontro dos requisitos aplicáveis.

Como a CPTP e MEEC são empresas certificadas segundo a norma NP EN ISO 9001:2008, este plano de gestão da qualidade serviu simultaneamente para descrever a forma como os respectivos sistemas de gestão (bastante diferentes) eram ajustados à empreitada, estabelecendo procedimentos comuns e evitando a duplicação desnecessária de documentos e registos.

Este plano foi submetido à aprovação do cliente, prevalecendo, depois de aprovado, sobre o caderno de encargos e sobre quaisquer outros documentos no que se refere às inspecções e ensaios a realizar para a garantia da qualidade dos trabalhos objecto da empreitada.

O cliente não fez pedidos específicos em termos de políticas ou objectivos, no âmbito da qualidade, nem exigências quanto à estrutura e organização do plano de gestão da qualidade.

No Quadro 3 é apresentada a estrutura do plano de gestão da qualidade.

Plano de gestão da qualidade		NP EN ISO 9001:2008	
1	Introdução	---	---
1.1	Objectivo	---	---
1.2	Campo de aplicação	---	---
1.3.	Termos, siglas e abreviaturas	---	---
1.4	Documentos referência	---	---

Plano de gestão da qualidade		NP EN ISO 9001:2008	
1.5	Elaboração, revisão e aprovação	4.2.3	Controlo dos documentos
1.6	Distribuição	4.2.3	Controlo dos documentos
2	Identificação da obra	---	---
2.1	Identificação do cliente	---	---
2.2	Designação da empreitada	---	---
2.3	Local onde se realizarão os trabalhos	---	---
2.4	Trabalhos a desenvolver	---	---
3	Responsabilidade, autoridade e comunicação	---	---
3.1	Organograma da obra	5.5.1	Responsabilidade e autoridade
3.2	Comunicação interna	5.5.3	Comunicação interna
3.3	Interfaces organizacionais	5.5.1	Responsabilidade e autoridade
		5.5.2	Representante da gestão
4	Sistema de Gestão da Qualidade a implementar em obra	---	---
4.1	Sistema de Gestão da Qualidade	4.1	Requisitos gerais
		4.2	Requisitos da documentação
4.2	Responsabilidade da gestão	5.1	Comprometimento da gestão
		5.2	Focalização no cliente
		5.3	Política da qualidade
		5.4	Planeamento
		5.5	Resp., autoridade e comunicação
		5.6	Revisão pela gestão
4.3	Gestão de recursos	6.1	Provisão de recursos
		6.2	Recursos humanos
		6.3	Infraestrutura
		6.4	Ambiente de trabalho
4.4	Realização do produto	7.1	Planeamento da realização do produto
		7.2	Processos relacionados com o cliente
		7.3	Concepção e desenvolvimento
		7.4	Compras
		7.5	Produção e fornecimento do serviço
		7.6	Controlo equip. monitorização e medição

Plano de gestão da qualidade		NP EN ISO 9001:2008	
4.5	Medição, análise e melhoria	8.2.1 8.2.2 8.2.3 8.3 8.4 8.5	Satisfação do cliente Auditoria interna Monitorização e medição dos processos Controlo do produto não conforme Análise de dados Melhoria
5	Inspecções e ensaios	---	---
5.1	Recepção de materiais	8.2.4	Monitorização e medição do produto
5.2	Execução dos trabalhos	8.2.4	Monitorização e medição do produto
5.3	Inspecções/ensaios finais	8.2.4	Monitorização e medição do produto
---	Anexos	---	---
---	Lista de impressos e modelos	4.2.3	Controlo dos documentos
---	Política da Qualidade	5.3	Política da qualidade
---	Organograma da obra	5.5.1	Responsabilidade e autoridade
---	Documentos descritivos do modo de execução dos trabalhos	7.5.1	Controlo da produção e do fornecimento do serviço

Quadro 3 – Correspondência entre o plano de gestão da qualidade e a NP EN ISO 9001:2008

6.6.2 Verificar e actuar

As monitorizações e medições dos processos construtivos, nomeadamente na recepção em obra de materiais e equipamentos e no decurso da execução de trabalhos com influência na qualidade do produto final, foram efectuados de acordo com as inspecções/ensaios, critérios, frequência e registos definidos no plano de gestão da qualidade.

A definição destas inspecções e ensaios a efectuar foi feita tendo em consideração o estabelecido nas cláusulas técnicas do caderno de encargos (PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, S.A. 2007), o definido no projecto (J. L. Câncio Martins – Projecto de Estruturas, Lda. 2009) e a experiência comparável da CPTP.

A monitorização e medição do desempenho do sistema de gestão foram asseguradas principalmente através de auditorias internas, realizadas no âmbito do plano de auditorias da CPTP. Salienta-se ainda que a empreitada foi objecto de 2 auditorias por entidade certificadora, em Abril de 2010 e Abril de 2011, e não foram realizadas quaisquer auditorias pelo cliente.

Assim, na sequência das auditorias realizadas, não conformidades e oportunidades de melhoria identificadas no decurso dos trabalhos, solicitações do cliente e ainda do acompanhamento pelo gestor da qualidade, o plano de gestão da qualidade foi sendo revisto²¹ de forma a mantê-lo ajustado à realidade da obra.

A fusão da CPTP na MEEC, no final da empreitada, não teve qualquer impacto no sistema de gestão implementado na obra porque, por se tratar de uma obra em consórcio entre ambas empresas, o plano de gestão da qualidade já estava perfeitamente compatibilizado com o sistema de gestão da MEEC.

6.6.3 Análise do desempenho

O plano de gestão da qualidade não previa objectivos específicos para a empreitada.

A avaliação da satisfação do cliente foi efectuada conforme descrito em 6.11.

6.7 **Gestão ambiental**

6.7.1 Planear

No âmbito do ambiente, o gestor do ambiente desenvolveu o plano de gestão ambiental(CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança 2009), estabelecendo as metodologias e práticas a implementar, dirigidas à prevenção dos impactes ambientais,

²¹ Durante os trabalhos da empreitada foram realizadas 3 revisões, devidamente aprovadas pelo cliente, ao plano de gestão da qualidade.

para ir ao encontro dos requisitos aplicáveis²².

Como a CPTP e MEEC são empresas certificadas segundo a norma NP EN ISO 14001:2004, este plano de gestão ambiental serviu simultaneamente para descrever a forma como os respectivos sistemas de gestão (bastante diferentes) eram ajustados à empreitada, estabelecendo procedimentos comuns e evitando a duplicação desnecessária de documentos e registos.

Este plano foi submetido à aprovação do cliente.

O cliente não fez pedidos específicos em termos de políticas ou objectivos, no âmbito de ambiente, nem exigências quanto à estrutura e organização do plano de gestão ambiental.

No Quadro 4 é apresentada a estrutura do plano de gestão ambiental.

Plano de gestão ambiental		NP EN ISO 14001:2004	
1	Introdução	---	---
1.1	Objectivo	---	---
1.2	Campo de aplicação	---	---
1.3.	Termos, siglas e abreviaturas	---	---
1.5	Elaboração, revisão e aprovação	4.4.5	Controlo dos documentos
1.6	Distribuição	4.4.5	Controlo dos documentos
2	Política Ambiental	4.2	Política ambiental
3	Documentos referência	---	---
4	Identificação da obra	---	---
4.1	Identificação do dono de obra	---	---
4.2	Identificação da fiscalização	---	---

²² Neste âmbito merece especial relevância os requisitos que decorrem do Estudo de Impacte Ambiental e Declaração de Impacte Ambiental.

Plano de gestão ambiental		NP EN ISO 14001:2004	
4.3	Organograma funcional e descrição das funções	4.4.1	Recursos, atribuições, responsabilidades e autoridade
4.4	Local onde se realizarão os trabalhos	---	---
4.5	Trabalhos a desenvolver	---	---
4.6	Descrição do estaleiro de obra	---	---
5	Enquadramento Ambiental	---	---
5.1	Aspectos ambientais	4.3.1	Aspectos ambientais
5.2	Requisitos legais e outros requisitos	4.3.2	Requisitos legais e outros requisitos
6	Implementação do Sistema	---	---
6.1	Plano de formação	4.4.2	Competência, formação e sensibilização
6.2	Comunicação	4.4.3	Comunicação
6.3	Controlo operacional	4.4.6	Controlo operacional
6.4	Prevenção e capacidade de resposta a emergências	4.4.7	Preparação e resposta a emergências
7	Verificação	---	---
7.1	Monitorização e medição	4.5.1	Monitorização e medição
7.2	Avaliação da conformidade	4.5.2	Avaliação da conformidade
7.3	Não conformidade, acções correctivas e acções preventivas	4.5.3	Não conformidades, acções correctivas e acções preventivas
7.4	Controlo dos registos	4.5.4	Controlo dos registos
7.5	Auditorias ambientais	4.5.5	Auditoria interna
8	Arquivo ambiental da obra	4.4.5 4.5.4	Controlo dos documentos Controlo dos registos
9	Lista de documentos que complementam o plano de gestão ambiental	4.4.4	Documentação
---	Anexos	---	---
---	Lista de impressos e modelos	4.4.5	Controlo dos documentos

Plano de gestão ambiental		NP EN ISO 14001:2004	
---	Identificação e avaliação dos aspectos ambientais	4.3.1	Aspectos ambientais
---	Programa de gestão ambiental da obra	4.3.3	Objectivos, metas e programa(s)
---	Organograma e fichas de descrição de funções	4.4.1	Recursos, atribuições, responsabilidades e autoridade
---	Plano de comunicação com entidades externas oficiais	4.4.3	Comunicação
---	Projecto de Estaleiro	4.4.6	Controlo operacional
---	Plano de gestão de resíduos	4.4.6	Controlo operacional
---	Plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição	4.4.6	Controlo operacional
---	Procedimentos operacionais de ambiente	4.4.6	Controlo operacional
---	Plano de emergências ambientais	4.4.7	Preparação e resposta a emergências
---	Plano de monitorização e medição	4.5.1	Monitorização e medição
---	Avaliação da conformidade	4.5.2	Avaliação da conformidade

Quadro 4 – Correspondência entre o plano de gestão ambiental e a NP EN ISO 14001:2004

De todo o plano, a parte mais importante é a identificação e avaliação dos aspectos ambientais, uma vez que é a partir desta análise, sobre o impacte potencial sobre o ambiente, que todo o sistema de gestão ambiental é desenvolvido. Esta análise foi feita segundo a metodologia implementada na CPTP, baseada numa matriz que tem em consideração os seguintes factores:

- Severidade das consequências do aspecto ambiental,
- Frequência da ocorrência,
- Escala do aspecto ambiental,
- Potencialidade do impacte ambiental,
- Tipologia da actividade.

Esta avaliação inclui todas as actividades e instalações da obra, incluindo actividades de manutenção e as realizadas por terceiros.

6.7.2 Verificar e actuar

As monitorizações e medições foram efectuadas de acordo com os critérios, frequência e registos definidos no plano de monitorização e medição, que constitui um anexo do plano de gestão ambiental.

Mensalmente era feito um relatório, pelo gestor de ambiente, com o ponto de situação relativamente ao cumprimento do plano de gestão ambiental, destacando as boas práticas implementadas, e enviado para o cliente.

A monitorização e medição do desempenho do sistema de gestão eram também asseguradas através de auditorias internas, realizadas no âmbito do plano de auditorias da CPTP. Salienta-se ainda que a empreitada foi objecto de 2 auditorias por entidade certificadora, em Abril de 2010 e Abril de 2011, e não foram realizadas quaisquer auditorias pelo cliente.

Assim, na sequência das auditorias realizadas, não conformidades e oportunidades de melhoria identificadas no decurso dos trabalhos, solicitações do cliente e ainda do acompanhamento pelo gestor de ambiente, o plano de gestão ambiental foi sendo revisto²³ de forma a mantê-lo ajustado à realidade da obra.

A fusão da CPTP na MEEC, no final da empreitada, não teve qualquer impacto no sistema de gestão implementado na obra porque, por se tratar de uma obra em consórcio entre ambas empresas, o plano de gestão ambiental já estava perfeitamente compatibilizado com o sistema de gestão da MEEC.

²³ Durante os trabalhos da empreitada foram realizadas 2 revisões, devidamente aprovadas pelo cliente, ao Plano de Gestão Ambiental.

6.7.3 Análise do desempenho

O plano de gestão ambiental não previa objectivos específicos para a empreitada.

A avaliação do desempenho foi efectuada conforme descrito em 6.11.

6.8 **Gestão da segurança e saúde**

6.8.1 Planear

No âmbito da segurança e saúde, o gestor da segurança desenvolveu o plano de segurança e saúde (CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança 2009), estabelecendo as metodologias e práticas seguras, para evitar acidentes de trabalho e doenças profissionais, para ir ao encontro dos requisitos aplicáveis.

Como o plano de segurança e saúde da fase de projecto se referia à solução base (em caixotões) e não à solução variante (em estacas), o plano de segurança e saúde para a fase de obra foi totalmente revisto, restando poucos conteúdos comuns à versão anterior.

Este plano foi submetido à validação do coordenador de segurança (da fase de obra) e à aprovação do dono de obra.

A coordenação de segurança impôs exigências, que foram acrescentadas ao plano de segurança e saúde, quanto às autorizações de acesso de trabalhadores, fornecedores e visitantes, circulação dentro da área portuária e vedações da obra, devido às restrições legais impostas pelo acesso a zona internacional e submissão ao Código ISPS – “*International Ship and Port Facility Security Code*”²⁴.

No Quadro 5 é apresentada a estrutura do plano de segurança e saúde, comparando com os conteúdos obrigatórios definidos nos Anexos II e III do Decreto-Lei n.º 273/2003²⁵.

²⁴ Código Internacional para a Protecção dos Navios e das Instalações Portuárias, desenvolvido na sequência dos ataques de 11 de Setembro de 2001 aos Estados Unidos da América, adoptado na União Europeia pelo Regulamento n.º 725/2004, em 31 de Março de 2004.

²⁵ Publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 251 - 29 de Outubro de 2003.

Plano de segurança e saúde		Decreto-Lei n.º 273/2003
1	Introdução	---
1.1	Objectivos	---
1.2	Campo de aplicação	---
1.3.	Termos, siglas e abreviaturas	---
1.5	Legislação aplicável e documentos referência	---
1.6	Política da Segurança	---
2	Identificação e caracterização da empreitada	---
2.1	Identificação dos principais intervenientes	---
2.4	Local onde se realizarão os trabalhos	---
2.5	Trabalhos a desenvolver	---
2.6	Plano de trabalhos e cronogramas de mão-de-obra e de equipamentos	Anexo II, ponto 4 “ <i>Cronograma detalhado dos trabalhos</i> ”
3	Responsabilidade, autoridade e comunicação	---
3.1	Organograma da obra	Anexo III, ponto 3 “ <i>Organograma do estaleiro com definição de funções, tarefas e responsabilidades</i> ”
3.2	Informação e comunicação entre todos intervenientes	Anexo II, ponto 8 “ <i>Sistema de gestão de informação e comunicação entre todos os intervenientes</i> ” e Anexo II, ponto 7 “ <i>Meios para assegurar a cooperação entre os vários intervenientes (...)</i> ”
3.4	Comunicação da ocorrência de acidentes e incidentes	Anexo II, ponto 11 “ <i>Sistema de comunicação da ocorrência de acidentes e incidentes no estaleiro</i> ”
3.6	Compilação técnica	Anexo II, ponto 12 “ <i>Sistema de transmissão (...) para a elaboração da compilação técnica da obra</i> ”
4	Estaleiro	Anexo II, ponto 2 “ <i>Projecto do estaleiro e memória descritiva, contendo informações (...)</i> ”
5	Subempreiteiros, trabalhadores independentes e fornecedores	Anexo II, ponto 6 “ <i>Directrizes da entidade executante relativamente aos subempreiteiros (...)</i> ” e Anexo II, ponto 5 “ <i>Condicionantes à selecção de subempreiteiros, trabalhadores independentes (...)</i> ”
6	Avaliação e hierarquização dos riscos	Anexo II, ponto 1 “ <i>Avaliação e hierarquização dos riscos reportados ao processo construtivo (...)</i> ”
7	Acções para a prevenção dos riscos	Anexo II, ponto 3 “ <i>Requisitos de segurança e saúde segundo os quais devem decorrer os trabalhos</i> ”

Plano de segurança e saúde		Decreto-Lei n.º 273/2003
8	Procedimentos de emergência	Anexo II, ponto 10 “ <i>Procedimentos de emergência, incluindo medidas de socorro e evacuação</i> ”
9	Informação e formação	Anexo II, ponto 9 “ <i>Sistemas de informação e de formação de todos os trabalhadores (...)</i> ”
---	Anexos	---
---	Lista de impressos e modelos	---
---	Legislação aplicável em vigor	---
---	Política da Segurança	---
---	Organograma e fichas de descrição de funções	Anexo III, ponto 3 “ <i>Organograma do estaleiro com definição de funções, tarefas e responsabilidades</i> ”
---	Projecto de estaleiro	Anexo II, ponto 2 “ <i>Projecto do estaleiro e memória descritiva (...)</i> ” e Anexo II, ponto 13 “ <i>Instalações sociais para o pessoal empregado na obra (...)</i> ”
---	Procedimentos de emergência	Anexo II, ponto 10 “ <i>Procedimentos de emergência, incluindo medidas de socorro e evacuação</i> ”
---	Procedimentos de inspecção e prevenção	Anexo III, ponto 1 “ <i>Peças de projecto com relevância para a prevenção de riscos profissionais</i> ” e Anexo III, ponto 2 “ <i>Pormenor e especificação relativos a trabalhos que apresentem riscos especiais</i> ”
---	Registos das actividades de verificação e controlo	Anexo III, ponto 4 “ <i>Registo das actividades inerentes à prevenção de riscos profissionais (...)</i> ”
---	Registos das actividades de coordenação	Anexo III, ponto 5 “ <i>Registo das actividades de coordenação (...)</i> ”

Quadro 5 – Correspondência entre o plano de segurança e saúde e o Decreto-Lei n.º 273/2003

A implementação do plano foi documentada através de documentos e registos que foram anexados ao mesmo, de acordo com a organização apresentada no Quadro 5.

6.8.2 Verificar e actuar

As monitorizações foram efectuadas de acordo com o definido em procedimentos de inspecção e prevenção, que constituíam um anexo do plano de segurança e saúde, desenvolvidos para as principais actividades da empreitada, no âmbito da prevenção dos

riscos:

- Montagem, manutenção e desmobilização do estaleiro,
- Quebramento de rocha submersa,
- Dragagens,
- Desmonte com explosivos (pedreira),
- Carga, transporte e colocação de enrocamentos,
- Execução de superestruturas em betão armado,
- Execução da superestrutura do cais,
- Execução de estacas terrestres com entubamento recuperável,
- Execução de estacas via marítima,
- Colocação de acessórios de cais,
- Pavimentação,
- Operações de mergulho,
- Utilização de plataformas suspensas não integradas.

Com estes procedimentos de inspecção e prevenção pretende-se registar a identificação dos perigos e avaliação dos riscos, planear as correspondentes acções preventivas a implementar para cada actividade, bem como definir responsáveis e registos que evidenciem a implementação das acções definidas. Os procedimentos eram desenvolvidos com base na decomposição por tarefas, cabendo ao gestor da segurança e coordenação de segurança decidir qual o nível adequado de pormenorização das operações, dos equipamentos, dos materiais e dos riscos.

Nestes procedimentos de inspecção e prevenção, a avaliação dos riscos foi feita segundo a metodologia implementada na CPTP, baseada numa matriz que tem em consideração os seguintes factores:

- Gravidade das consequências do acontecimento perigoso,

- Frequência da ocorrência (obtido com base no histórico da sinistralidade da CPTP),
- Duração da actividade.

Mensalmente era feito um relatório, pelo gestor de segurança, com o ponto de situação relativamente ao cumprimento do plano de segurança e saúde, bem como, a avaliação do seu desempenho, principalmente através da análise dos indicadores da sinistralidade, e enviado para a coordenação de segurança.

6.8.3 Análise do desempenho

A empreitada foi concluída sem que tenham ocorrido quaisquer acidentes graves.

O desempenho do sistema de gestão implementado foi bom, podendo ser evidenciado nos indicadores de sinistralidade da obra²⁶:

- Taxa de incidência (n.º acidentes por 1.000 trabalhadores) = 2,49
- Taxa de gravidade (n.º dias perdidos por 1.000 horas trabalhadas) = 0,34

6.9 **Gestão da segurança da exploração dos navios e prevenção da poluição**

A implementação deste sistema de gestão é obrigatória para o tipo de navios de que a CPTP é proprietária e que foram utilizados na empreitada em estudo.

Este sistema de gestão tem como objectivo a segurança da vida humana no mar e a protecção do ambiente, tendo como referência o Código ISM – “*International Safety Management Code*”²⁷, e é transversal a toda a empresa, não sendo desenvolvidos planos

²⁶ Estes indicadores e respectivas fórmulas de cálculo encontram-se definidas na “*Resolução sobre as estatísticas das lesões profissionais devidas a acidentes do trabalho*”, adoptada pela 16ª Conferência Internacional de Estatísticas do Trabalho da Organização Internacional do Trabalho (OIT), de 15 de Outubro de 1998.(Organização Internacional do Trabalho 1999)

²⁷ Código Internacional de Gestão da Segurança. A obrigatoriedade de aplicação em Portugal decorre do Decreto-Lei n.º 193/98 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 157 - 10 de Julho de 1998.

específicos para cada empreitada mas sim para cada navio.

Embora o referido Código ISM seja obrigatório apenas para o tipo de navios da CPTP com arqueação bruta²⁸ igual ou superior a 500 t, a CPTP voluntariamente assumiu aplicá-lo a todos os navios da empresa.

O desenvolvimento dos manuais e procedimentos exigidos pelo Código ISM foi iniciado durante esta empreitada encontrando-se plenamente implementado na empreitada “*Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava*” actualmente em curso.

A CPTP obteve a certificação deste sistema de gestão em Fevereiro de 2012.

A implementação, verificação e revisão do sistema é assegurado pela direcção de equipamento da CPTP e pelos comandantes das embarcações, não exigindo a intervenção das direcções de obra.

6.9.1 Planear

Neste âmbito, além da documentação de suporte ao sistema de gestão, são também desenvolvidos para cada navio procedimentos, planos e instruções para as operações de bordo essenciais relacionadas com a segurança das pessoas e do navio e com a protecção do ambiente.

6.9.2 Verificar e actuar

A verificação e controlo são efectuados de acordo com o definido no sistema de gestão e nos planos de bordo, nomeadamente através de:

- Listas de verificação a preencher pelo comandante do navio;

²⁸ A arqueação bruta de um navio é determinada nos termos da Convenção Internacional sobre a Arqueação dos Navios de 1969, aprovada para adesão pelo Decreto n.º 4/87 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 12 - 15 de Janeiro de 1987

- Auditorias de manutenção e segurança, com periodicidade trimestral, realizadas pelo superintendente técnico do navio;
- Reuniões semestrais do superintendente técnico com a tripulação de cada navio, elaborando a respectiva acta;
- Relatórios semestrais de verificação da conformidade legal dos navios, nomeadamente quanto ao cumprimento das Convenções MARPOL 73/78²⁹ e SOLAS 74/78³⁰, elaborados pela Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança da CPTP;
- Auditorias realizadas de acordo com o plano anual de auditorias internas ao sistema de gestão;
- Reunião anual de revisão do sistema de gestão.

6.9.3 Análise do desempenho

Este sistema de gestão além de ser um requisito legal obrigatório é também uma boa ferramenta de gestão, que complementa os procedimentos e práticas já estabelecidas ao nível da gestão da segurança e saúde e gestão ambiental.

O bom desempenho obtido pode ser evidenciado pela inexistência de quaisquer acidentes envolvendo navios (incluindo viagens de e para o local dos trabalhos e ainda trabalhos da empreitada realizados a bordo) durante todo o período da empreitada.

²⁹ Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios aprovada para adesão pelo Decreto n.º 25/87 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 156 - 10 de Julho de 1987.

³⁰ Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar aprovada para adesão pelo Decreto n.º 79/83 publicado no Diário da República, 1ª série - N.º 237 - 14 de Outubro de 1983.

6.10 Dossier final de Obra

Com a recepção provisória das 3 empreitadas³¹ foi elaborado e entregue ao cliente um “Dossier final de Obra”(CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança 2012) com a compilação de todos os registos gerados no âmbito do plano de gestão da qualidade, do plano de gestão ambiental e plano de segurança e saúde, bem como telas finais, elementos para a compilação técnica³² e plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição³³.

6.11 Avaliação da satisfação do cliente

A NP EN ISO 9001:2008 define que “a organização deve monitorizar a informação relativa à percepção do cliente quanto à organização ir ao encontro dos seus requisitos”, devendo para tal determinar os métodos para obter e utilizar esta informação. A realização de inquéritos de satisfação dos clientes é um modo muito frequente para obter informação sobre o cliente, embora não seja único nem obrigatório.(APCER – Associação Portuguesa de Certificação 2010)

Apesar deste requisito só estar previsto na NP EN ISO 9001:2008, e por isso só ser aplicável à gestão da qualidade, depois da recepção provisória foi enviado ao cliente um inquérito de satisfação que pretendia avaliar os seguintes aspectos que abrangem todas as vertentes da gestão da obra:

- Qualidade do serviço,

³¹ “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”, “*Empreitada de expansão dos terraplenos do Terminal XXI*” e “*Empreitada de Pavimentação da Plataforma 3 do Terminal XXI do Porto de Sines*”.

³² No âmbito das obrigações decorrentes do Decreto-Lei n.º 273/2003 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 251 - 29 de Outubro de 2003.

³³ No âmbito das obrigações decorrentes do Decreto-Lei n.º 46/2008 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 51 - 12 de Março de 2008.

- Qualidade do trabalho executado,
- Cumprimento dos prazos contratados,
- Tratamento das reclamações,
- Recursos humanos,
- Relacionamento com a direcção de obra,
- Capacidade técnica da equipa,
- Empenho e prontidão na satisfação dos pedidos,
- Meios utilizados,
- Estaleiro / instalações,
- Equipamentos mobilizados,
- Mão-de-obra,
- Subempreiteiros,
- Segurança, ambiente e inovação,
- Prevenção e segurança no trabalho,
- Respeito pelo meio ambiente,
- Capacidade de apresentar melhorias e inovar,
- Avaliação global.

O grau de satisfação global obtido no referido inquérito, recebido em 24 de Abril de 2012 referente à presente empreitada, foi de “Muito satisfeito”. Foi ainda obtida uma declaração abonatória.

7. EXPERIÊNCIAS E CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

7.1 Introdução

Neste capítulo são apresentadas algumas experiências e conhecimentos adquiridos com a obra, decorrentes de dificuldades ocorridas e boas práticas implementadas, e que podem ser reutilizados em futuras obras portuárias.

7.2 Impacto das condições meteorológicas, marés e de agitação do mar

Neste tipo de obras, o principal condicionalismo ao normal desenvolvimento dos trabalhos decorre da própria natureza de uma obra marítima, especialmente no período de Inverno quando sujeitas a condições meteorológicas e de mar adversas. Este é particularmente agravado em obras expostas a mar aberto, como é o caso desta empreitada.

Este condicionalismo teve especial impacto na actividade de execução das estacas (realizadas com os equipamentos de cravação e perfuração posicionados sobre pontões de convés corrido) devido à dificuldade de posicionamento e estabilização das embarcações.

Os equipamentos utilizados são mais adequados para obras com boas condições de abrigo e protecção à acção do mar. No entanto, devido à longa e sólida experiência da CPTP nesta área, suportada num quadro de pessoal também bastante experiente, foi possível manter esta actividade dentro dos prazos previstos no plano de trabalhos.

A CPTP dispunha de equipamento mais apropriado para a execução das estacas, com recurso a *jack up* (plataforma auto elevatória) mas, devido à necessidade de realizar outra empreitada em simultâneo, só foi possível utilizá-lo na fase final desta empreitada.

Esta plataforma é possível a elevação acima do nível da água permitindo a realização dos trabalhos, neste caso a execução de estacas, sem a interferência da agitação marítima, conforme Figura 67 (Combifloat s.d.).



Figura 67 – Perspectiva da *jack up* da marca Combifloat



Figura 68 – Perfuração da estaca com equipamento sobre *jack up* (22-03-2011)

As dificuldades e manter um rendimento fixo na execução das estacas implicaram também constantes interrupções na execução do aterro e protecção marginal inferior ao tabuleiro, actividade também, pela sua natureza, bastante condicionada pelas condições de mar.

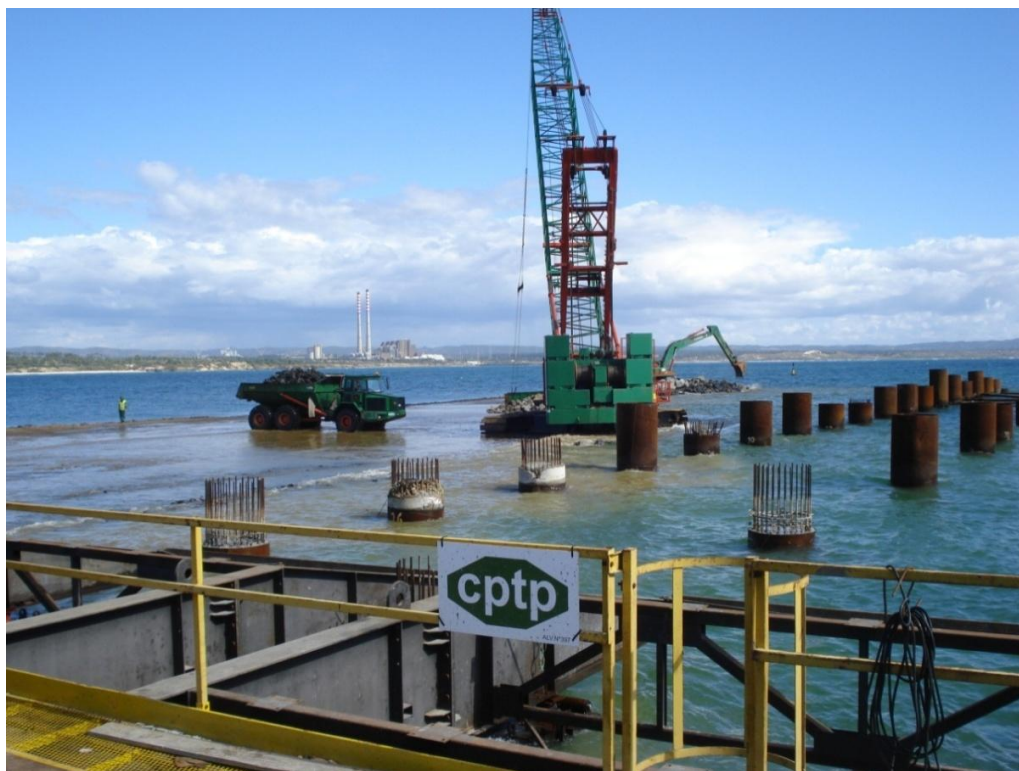


Figura 69 – Nível da água em situação de preia-mar de águas vivas, condicionando temporariamente os trabalhos terrestres (07-10-2010)

A soldadura dos apoios do cimbra nas estacas e o avanço do cimbra também estavam bastante condicionados pelas marés e agitação do mar, só sendo realizados quando haviam condições técnicas e de segurança favoráveis.

Será relevante também registar a importância de assegurar uma boa coordenação entre a direcção de obra e os responsáveis pelas operações portuárias de forma a evitar ou suspender os trabalhos de montagem/desmontagem de contraventamentos, soldadura dos apoios do cimbra nas estacas ou de montagem/desmontagem dos apoios (debaixo do tabuleiro) sempre que ocorra a passagem/manobra de navios, rebocadores ou lanchas (gerando vagas consideráveis) colocando em risco a segurança dos trabalhadores.



Figura 70 – Paragem dos trabalhos devido às condições meteorológicas e de mar adversas (07-12-2010)

Os períodos mais críticos da empreitada ocorreram entre 15 de Dezembro de 2009 e 7 de Março de 2010, coincidindo com o início da execução das estacas, e entre 29 de Novembro de 2010 e 18 de Fevereiro de 2011, coincidindo com a fase final da execução do tabuleiro, em que os trabalhos na empreitada estiveram parados 67% deste período. Para isto, contribuiu também a tardia consignação e faseamento da empreitada (100 m + 247 m)³⁴, implicando que a empreitada fosse executada em dois períodos de Inverno e um de Verão (contrariamente ao inicialmente previsto: 2 períodos de Verão e um de 1 Inverno).

³⁴ Ver nota 7 na página 26.

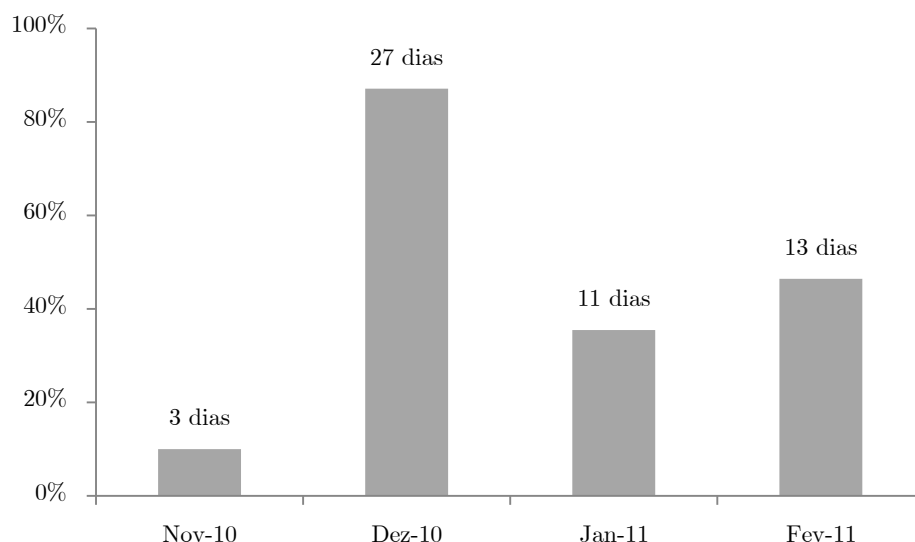


Figura 71 - Dias de paragem dos trabalhos devido às más condições metereológicas e marítimas

Desta experiência conclui-se que, não obstante algumas destas situações poderem dar direito a prorrogação do prazo de execução, o plano de trabalhos deverá prever algumas folgas e rendimentos abaixo do esperado, de forma a compensar eventuais atrasos ou condicionalismos decorrentes de condições meteorológicas ou marítimas desfavoráveis, com maior expressão em empreitadas expostas a mar aberto, como neste caso.

7.3 Rigor planimétrico da cabeça das estacas

Embora as estacas sejam executadas com rigor nos locais definidos em projecto, o processo de colocação dos enrocamentos envolvendo as estacas (ver 5.3.3) implica sempre desvios na cabeça da estaca (desvio horizontal) e no alinhamento axial da estaca (desvio angular).

Nesta empreitada a medida utilizada para assegurar o cumprimento das tolerâncias foi a colocação dos contraventamentos entre as estacas.

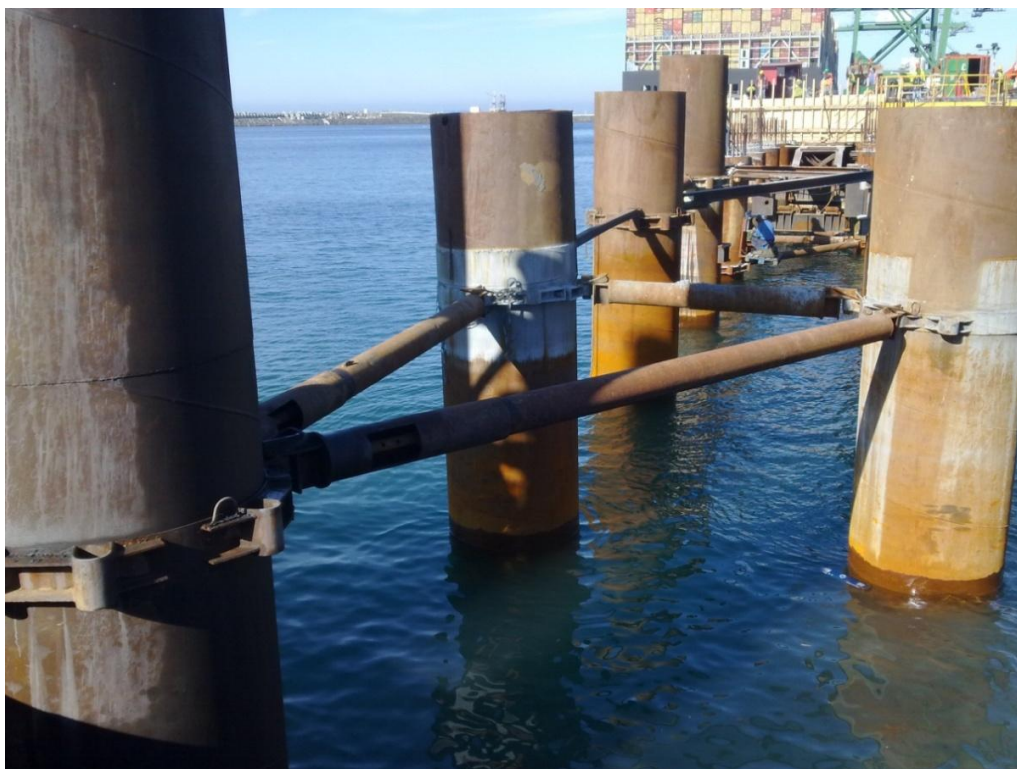


Figura 72 – Pormenor dos contraventamentos (03-02-2011)

No entanto, mesmo assim, contrariamente ao que acontece na construção dos pilares dos viadutos e pontes, este processo não é muito rigoroso resultando em desvios relativos consideráveis entre estacas.

Embora o caderno de encargos já previsse a existência de desvios relativamente às coordenadas de projecto, tendo estabelecido as respectivas tolerâncias, os desvios relativos entre estacas não foram devidamente previstos na concepção do cimbra, obrigando, logo no início da sua utilização, a ajustes na estrutura e nos painéis de cofragem.

Desta experiência conclui-se que este assunto deverá ser melhor estudado em futuras obras, de forma a evitar dificuldades na execução dos trabalhos.

7.4 Diferenças do cimbra utilizado relativamente aos cimbres de obras rodoviárias

Conforme anteriormente referido e descrito (ver 5.3.4), a solução adoptada nesta empreitada consiste na betonagem do tabuleiro, com recurso a um cimbra móvel apoiado

sobre as estacas, à semelhança da construção de uma ponte ou viaduto. No entanto, conforme a seguir apresentado, existem grandes diferenças entre o cimbre utilizado e os que são utilizados em obras rodoviárias.



Figura 73 – Construção do viaduto sobre o Rio Sousa, em Lousada, na Auto-Estrada A11 (17-05-2005)

As diferenças mencionadas resultam da experiência anterior do autor na empreitada “*Construção do Sublanço Lousada – IP4/A4 (Lote11) da Auto-Estrada A11/IP9 da Concessão Norte da AENOR*”, na qualidade de colaborador da MEEC, onde exerceu funções de responsável em obra pelas áreas da Qualidade, Ambiente e Segurança. Também nessa empreitada foi utilizado um cimbre móvel inferior ao tabuleiro, na construção do viaduto sobre o rio Sousa.

Esse cimbre estava ainda equipado com um sistema de pré-esforço auto-ajustável,

designado por sistema OPS³⁵ que, para os efeitos pretendidos nesta breve análise comparativa, não será tido em conta.

Além das diferenças já referidas anteriormente em 7.2, relativamente às dificuldades em manter um rendimento fixo que permitam definir um planeamento rigoroso dos ciclos de betonagem (betonagem - avanço - colocação de armaduras - betonagem), e das diferenças óbvias quanto às particularidades dos acessos e equipamentos de apoio envolvidos, poderão ser destacadas as seguintes situações:

- Degradação do cimbra,
- Automatismos de avanço do cimbra,
- Painéis de cofragem,
- Plataformas de circulação,
- Apoios do cimbra,
- Desmontagem do cimbra.

7.4.1 Degradação do cimbra

A MEEC tem um vasto currículo de obras rodoviárias e, conseqüentemente, de utilização de cimbras móveis para a construção dessas obras, permitindo a reutilização desses equipamentos em várias obras, resultando em ganhos em termos de custos, experiência e produção.

No entanto, verificou-se que o cimbra móvel utilizado na ampliação do Terminal XXI, apesar de novo, degradou-se bastante com o decorrer dos trabalhos necessitando, se for viável, de grandes reparações para voltar a ser reutilizado noutra empreitada.

³⁵ O sistema de pré-esforço orgânico – OPS (“*Organic Prestressing System*”) – é um sistema de pré-esforço no qual as forças aplicadas são automaticamente ajustadas às cargas actuantes. Esta tecnologia está patenteada e registada internacionalmente em 65 países pela BERD - Bridge Engineering Research & Design. (BERD s.d.)



Figura 74 – Aspecto do cimbre 4 meses após a sua montagem (17-11-2010)

7.4.2 Automatismos de avanço do cimbre

Os cimbres utilizados em viadutos e pontes já estão bastante evoluídos no sentido de facilitar a sua utilização e tornar mais rápida a descofragem e avanço, com claros benefícios para a produção e para a segurança dos trabalhos.

No caso concreto do cimbre utilizado no viaduto sobre o rio Sousa este sistema de movimentação (longitudinal) era materializado por um conjunto de guincho, grupo electro-bomba e cabo de tracção. O movimento era provocado pelo enrolamento do cabo de tracção que se encontra acoplado ao apoio da frente. Este processo de descofragem e avanço demorava 1 dia.

Devido à exposição às condições adversas do ambiente marítimo onde são desenvolvidos os trabalhos, o cimbre utilizado na ampliação do Terminal XXI não dispunha de quaisquer automatismos, sendo todas as operações realizadas manualmente e com apoio de grua (ver 5.3.4). Desta forma, o processo de descofragem e avanço demorou em média 2 dias.



Figura 75 – Enrolamento do cabo de tracção para avanço do cimbra utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)

O cimbra utilizado, como não dispunha de quaisquer automatismos não se enquadrava na definição de “máquina”, no âmbito da “Directiva europeia máquinas”³⁶, pelo que não necessitou de ser desenvolvido o processo de certificação CE do equipamento. Este processo, caso fosse obrigatório, poderia inviabilizar a utilização do cimbra (neste caso trata-se de um protótipo), nomeadamente devido aos seguintes factores:

- Morosidade do processo incompatível tendo em conta os prazos da empreitada (o processo deveria ser concluído antes do início da utilização do cimbra),
- Alterações ao cimbra durante a empreitada poderiam implicar a paragem dos trabalhos para revisão do processo,

³⁶ Transposto para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 320/2001, revogado em 29 de Dezembro de 2009 pelo Decreto-Lei n.º 103/2008 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 120 - 24 de Junho de 2008.

- Alguns dos elementos requeridos para a elaboração do processo técnico só são conseguidos após a montagem do cimbra (ex: resultados de ensaios efectuados) outros apenas são melhorados com a experiência recolhida durante a sua utilização (ex: identificação e avaliação dos riscos e a definição das medidas de protecção adequadas).

Sem prejuízo do atrás referido, é aplicável a “Directiva europeia equipamentos de trabalho”³⁷ tendo sido implementadas verificações aos respectivos requisitos mínimos de segurança aplicáveis. Os itens a verificar, a periodicidade de verificação e os modelos para registo destas verificações estavam previstas no plano de segurança e saúde da empreitada (ver 6.8).

7.4.3 Painéis de cofragem

À semelhança dos restantes componentes do cimbra utilizado, também a escolha do material de cofragem foi condicionada pela capacidade de resistência às condições adversas do ambiente marítimo que a cofragem iria ser sujeita. Assim, contrariamente ao que é vulgar verificar-se noutros cimbras, não foram utilizadas as tradicionais vigas e painéis de cofragem em derivados de madeira (e elementos de ligação à estrutura do cimbra) mas painéis metálicos integrados no próprio cimbra.

Os painéis metálicos têm a desvantagem de serem mais onerosos, tornarem a estrutura mais pesada e serem de difícil substituição, no entanto, têm a vantagem de conseguirem uma menor altura do cimbra (por comparação com as cofragens com vigas e painéis em derivados de madeira) e têm capacidade de resistir às condições adversas do ambiente marítimo sem necessidade de serem substituídos durante a empreitada.

³⁷ Transposto para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 50/2005 publicado no Diário da República, 1.ª série - N.º 40 - 25 de Fevereiro de 2005.



Figura 76 – Pormenor da cofragem do cimbra utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)



Figura 77 – Montagem da cofragem directamente sobre a estrutura do cimbra (11-06-2010)

7.4.4 Plataformas de circulação

Para permitir o acesso e circulação dos trabalhadores, os cimbres, de uma forma geral, incluem plataformas de circulação fixas. Estas plataformas, por serem fixas, não permitem que um trabalhador possa, sem recorrer a meios de protecção adicionais, aceder em segurança a outros locais fora da zona dessas plataformas (ex: para inspecções ao estado da estrutura).

No cimbra utilizado no viaduto sobre o rio Sousa o pavimento destas plataformas era em tábuas de madeira, sendo facilmente identificadas na Figura 78.



Figura 78 – Vista inferior do cimbra utilizado no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)

A criação destas plataformas no cimbra utilizado na ampliação do Terminal XXI era impraticável devido à própria concepção do cimbra, ao pouco espaço disponível debaixo deste (limitado pelos taludes de enrocamento) e ao descabimento da utilização de tábuas de madeira.

Assim, na ampliação do Terminal XXI, o cimbra dispunha de 3 plataformas metálicas móveis que permitiam aos trabalhadores o acesso a qualquer local do cimbra com total liberdade e segurança.

Esta característica revelou-se bastante eficaz e prática, contribuindo também para um acréscimo de segurança aos trabalhos.



Figura 79 – Plataformas inferiores ao tabuleiro (29-06-2010)

7.4.5 Apoios do cimbra

O cimbra utilizado no viaduto sobre o rio Sousa era assente em apoios posicionados sobre colar de atrito, exigindo um controlo exigente no aperto com as barras pré-esforçadas. Estes colares de atrito são peças metálicas, com o interior em forma circular de raio igual ao do pilar, presos aos pilares por dois conjuntos de barras pré-esforçadas.

Na ampliação do Terminal XXI, como as estacas são constituídas por tubo molde metálico, foram soldados buçins (ver Figura 48) onde eram encaixados os apoios. Este

processo confere maior segurança em ambiente marítimo, embora se revele mais moroso.



Figura 80 – Colares de atrito utilizados no viaduto sobre o rio Sousa (12-05-2005)



Figura 81 – Apoio do cimbres (29-06-2010)

7.4.6 Desmontagem do cimbra

O procedimento de desmontagem do cimbra também deverá ser devidamente planeado porque, contrariamente aos cimbres de pontes e viadutos, não é possível deixar o último troço de tabuleiro para executar com cimbra ao solo ou descer os painéis pousando-os no chão.

O procedimento adoptado na ampliação do Terminal XXI consistiu na execução de estacas adicionais, permitindo assim que o cimbra pudesse sair debaixo do tabuleiro construído para posteriormente ser desmontado por meios convencionais, conforme descrito em 5.3.4.

A alternativa a este procedimento teria de ser a desmontagem faseada do cimbra, com a descida (em partes pequenas) dos elementos sobre embarcações posicionadas sob o cais.



Figura 82 – Desmontagem do cimbra utilizado no 1º viaduto sobre o rio Sousa, deixando último troço para executar com cimbra ao solo (29-06-2005)



Figura 83 – Desmontagem final do cimbre utilizado no 2º viaduto sobre o rio Sousa, com descida dos elementos para o chão (03-10-2005)

7.5 Unidades de protecção ambiental

A CPTP desenvolveu um equipamento “unidade de protecção ambiental” destinado ao acondicionamento de produtos e resíduos perigosos.

Este equipamento resulta da adaptação de um contentor marítimo, dotando-o de bacias de retenção, sinalização de segurança e acesso lateral.

A utilização deste equipamento é uma boa solução, que elimina os resíduos de obra gerados pela construção de um parque impermeabilizado, com cobertura e separador de hidrocarbonetos, e principalmente é de fácil instalação e dispensa a obtenção de licenças de rejeição de águas.

A CPTP, fruto da experiência recolhida nesta obra, melhorou este equipamento estando a sua implementação generalizada em todas as obras marítimas em curso.



Figura 84 – Unidade de protecção ambiental (18-11-2010)

8. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O relatório desenvolvido aborda as tecnologias de construção utilizadas e as metodologias de gestão implementadas na empreitada “*Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines*”. Foi possível ainda fazer um levantamento das soluções estruturais e processos construtivos mais utilizados, com base em outras empreitadas de construção de cais acostáveis de navios.

O presente relatório reflecte o conhecimento adquirido pelo autor nas empreitadas mencionadas, onde exerceu funções, e poderá constituir uma referência para o planeamento e gestão para futuras obras portuárias, colmatando assim uma lacuna existente na bibliografia técnica existente.

Como o autor continuará a exercer funções na CPTP pode-se, como seria de esperar, sugerir o alargamento desta análise a outras obras portuárias, compilando assim conhecimentos dispersos e que podem contribuir para o sucesso ou insucesso de uma empreitada.

O trabalho de recolha de informação sobre outras obras e processos construtivos já se encontra em implementação, através de uma plataforma informática criada para uso exclusivo dos colaboradores CPTP, não estando restrito a cais acostáveis mas a todos os trabalhos marítimos e portuários desenvolvidos pela CPTP.

9. BIBLIOGRAFIA

- APCER – Associação Portuguesa de Certificação. *Guia interpretativo NP EN ISO 9001:2008*. 2010.
- BERD. *Patentes e prémios*. <http://www.berd.eu/engine.php?cat=172&area=172> (acedido em 13 de Julho de 2012).
- Combifloat. *Modular Floating & Elevating Construction Systems*. <http://www.combifloat.com/> (acedido em 14 de Setembro de 2012).
- Consórcio CPTP e ETERMAR / Direcção de Obra. “Construção das Obras Marítimas do Terminal de Cruzeiros de Leixões.” *Telas Finais*. (Documento não publicado), 2011.
- Construir. *Consulmar cria novo conceito para obras acostáveis*. 23 de Maio de 2008. <http://www.construir.pt/2008/05/23/consulmar-cria-novo-conceito-para-obras-acostveis> (acedido em 25 de Junho de 2012).
- Consulmar. *Marcar a diferença*. <http://consulmar.pt/sobre-nos/marcar-a-diferenca> (acedido em 25 de Junho de 2012).
- CPTP / Direcção da Qualidade, Ambiente e Segurança. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Plano de gestão ambiental. Edição B*. (Documento não publicado), 2009.
- —. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Plano de segurança e saúde. Edição B*. (Documento não publicado), 2009.
- —. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Plano de gestão da qualidade. Edição D*. (Documento não publicado), 2011.
- —. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Plano de gestão ambiental. Edição B*. (Documento não publicado), 2011.

- —. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Plano de gestão da qualidade. Edição A.* (Documento não publicado), 2011.
- —. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Plano de segurança e saúde. Edição B.* (Documento não publicado), 2011.
- —. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernization Project.” *Environmental Management Plan. Version B.* (Documento não publicado), 2009.
- —. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernization Project.” *Project Quality Plan. Version B.* (Documento não publicado), 2009.
- —. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernization Project.” *Safety and Health Plan. Version C.* (Documento não publicado), 2009.
- —. “Terminal XXI.” *Dossier final da obra.* (Documento não publicado), 2012.
- CPTP / Direcção de Obra. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Plano de trabalhos.* (Documento não publicado), 2010.
- —. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Plano de trabalhos.* (Documento não publicado), 2011.
- —. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernization Project.” *Task Plan.* (Documento não publicado), 2009.
- CPTP / Direcção Técnico-Comercial. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Proposta.* (Documento não publicado), 2007.
- —. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Proposta.* (Documento não publicado), 2010.
- —. “Construction Works for Phase 1 Palmeira Port Expansion and Modernisation Project.” *Proposal.* (Documento não publicado), 2008.

- Grupo OPS & AFAssociados. “Cimbres do Rio Sousa - Projecto Piloto OPS.” *Manual de utilização*. (Documento não publicado), 2005.
- Grupo OPS, AFAssociados & MOTA-ENGIL. “Cimbres auto-lançáveis com OPS. Projecto piloto. Cimbres da ponte do rio Sousa.” *Manual técnico*. (Documento não publicado), 2005.
- HIDROPROJECTO. “Construção da Expansão dos Portos de Vale de Cavaleiros na Ilha do Fogo, e da Furna, na Ilha da Brava.” *Processo de concurso*. (Documento não publicado), 2010.
- Instituto Hidrográfico. “Tabelas de Maré 2011 - Capítulo I - Generalidades.” 2011. http://websig.hidrografico.pt/content/produtos/tabelasmare/TabelasMare_Capitulo1_Generalidades_2011.pdf (acedido em 14 de Agosto de 2012).
- J. L. Câncio Martins – Projecto de Estruturas, Lda. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Projecto de execução*. (Documento não publicado), 2009.
- Jornal da Construção. *Método inovador facilita cumprimento de prazos em obras portuárias*. 8 de Julho de 2010. <http://www.jornaldaconstrucao.pt/index.php?id=28&n=1008> (acedido em 14 de 08 de 2012).
- Leal, Miguel de Mira Godinho Grego. *Dimensionamento de defensas marítimas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.
- Lloyd’s Register. “Infosheet No. 30. Modern ship size definitions.” 11 de Julho de 2012. http://www.lr.org/Images/30%20ship%20sizes_tcm155-173543.pdf (acedido em 20 de Julho de 2012).

- Organização Internacional do Trabalho. *Resolução sobre as estatísticas das lesões profissionais devidas a acidentes de trabalho*. 15 de Julho de 1999. <http://www.ilo.org/public/portugue/bureau/stat/res/accinj.htm> (acedido em 11 de Julho de 2012).
- Pires, Rui Pedro Ricardo. *Estruturas de Acostagem. Estudo Comparativo de Soluções em Função de Cotas e das Características Geotécnicas dos Fundos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.
- Porto de Sines. *Terminal de Contentores – Terminal XXI*. <http://www.portodesines.pt/pls/portal/go> (acedido em 26 de Junho de 2012).
- PROMAN – Centro de Estudos e Projectos, S.A. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Processo de concurso*. (Documento não publicado), 2007.
- —. “Construção das Obras Marítimas do Terminal de Cruzeiros de Leixões.” *Processo de concurso*. (Documento não publicado), 2009.
- ROYAL HASKONING. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernization Project.” *Tender Document*. (Documento não publicado), 2008.
- RUBRICA. “Ampliação do Cais do Terminal XXI - Terminal de Contentores de Sines.” *Lanzadera. Recomendaciones de montaje y uso*. (Documento não publicado), 2010.
- —. “PHASE 1 Palmeira Port Expansion and Modernisation Project.” *Muro Sumergido*. (Documento não publicado), 2009.
- Tribunal de Contas. “Relatório de Auditoria nº 26/2010 - 2ª Secção.” Outubro de 2010. http://www.tcontas.pt/pt/actos/rel_auditoria/2010/audit-dgtrc-rel026-2010-2s.pdf (acedido em 6 de Julho de 2012).