



DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO PORTO E BAÍA DO NAMIBE, ANGOLA - CONSTRUÇÃO

Carlos Abecasis; Luís Esteves; Pedro Martins
Consulmar – Projectista e Consultores, Lda.

c.abecasis@consulmar.pt, luis.esteves@consulmar.pt, pedro.m@consulmar.pt.

Resumo

O Projecto de Desenvolvimento Integrado da Baía do Namibe, em Angola, envolve duas componentes: a reabilitação do porto mineralero (Sacomar), no norte da baía, e a extensão do actual porto comercial, no sul da baía, com a construção de um terminal de contentores.

O Projecto foi financiado pelo Governo japonês, e executado por um consórcio da Toyota Tsusho Corporation e TOA Corporation, com a Griner como subempreiteiro principal (formalmente, em consórcio com a Sacyr-Somague). A CONSULMAR foi contratada para elaborar os projectos e fazer o acompanhamento da obra, mantendo uma presença permanente no estaleiro.

Esta comunicação foca a construção do terminal de contentores, descrevendo alguns desafios e as soluções encontradas, pondo em evidência a importância do desenvolvimento do projecto em acompanhamento próximo do empreiteiro e com presença permanente no estaleiro.

Breve descrição do terminal de contentores e condicionantes da sua construção

O novo terminal de contentores desenvolve-se no prolongamento do cais e terraplino existentes, construídos na década de 50, e compreende 330 m de cais em estacas, para servir navios com comprimentos até 275 m e com 12.7 m de calado. A obra envolve ainda um terraplino com uma área de cerca de 60 000 m², e um conjunto de edifícios administrativos, sociais e técnicos.

A estrutura do cais é constituída por estacas metálicas cravadas no fundo de arenitos rijos, aos quais se sobrepunha uma camada de areias lodosas que previamente dragada. A execução do tabuleiro do cais recorreu extensivamente à prefabricação de peças em betão armado.

A construção do terminal teve de enfrentar os seguintes aspectos condicionantes principais:

- Disponibilidade de materiais de aterro – os estudos preliminares previam a execução do aterro do terraplino com areias dragadas na Baía do Namibe, e, em particular, junto à foz do Rio Bero. No entanto, a investigação geotécnica realizada e a análise de amostras dos materiais do fundo revelou tratar-se de areias muito finas ou siltes, com características impróprias para o aterro. Foram então investigados os troços terminais dos rios Bero, na zona central da baía, a cerca de 13km do futuro terminal, e Giraúl, a norte da baía, a cerca de 24km da obra, que revelaram ter as características adequadas. Tratando-se de cursos de água que ficam secos a maior parte do ano, obrigaram a que a extração das areias e seu transporte para a obra fosse feito por camião, com as limitações em termos de produção que tal impõe, quando comparado com um aterro hidráulico executado com material dragado.
- Disponibilidade de enrocamentos – as pedreiras identificadas, embora fornecedoras de pedra de excelente qualidade, localizavam-se a cerca de 80km do porto, na zona de Caraculo.
- Profundidades locais – os fundos de serviço exigidos pelo Caderno de Encargos eram de -14 m ZH. Na zona de implantação do terminal, os fundos variavam entre -11 m ZH, na ligação ao cais existente, e inferiores a -30 m ZH ao longo da maior parte do novo cais.
- Duas frentes principais de obra distintas (terminais de contentores e mineralero), distantes cerca de 14 km. Devido a limitações de espaço no terminal de contentores, a central de betão e estaleiro de prefabricação foram instalados no Sacomar, havendo que transportar os elementos prefabricados para a execução do cais ao longo daquela distância.
- Constrangimentos ligados às dificuldades de importação de materiais e à mobilização atempada de equipamentos ou subempreiteiros para trabalhos especializados.



Processos de Construção Adoptados

Plataforma de Cais e Aterro

A sequência e processos de construção adoptados para a plataforma do cais foram:

- Dragagem da camada superficial de sedimentos finos (areias finas, siltes, lodos) com draga de sucção em marcha, com repulsão dos produtos no exterior da baía, a uma distância de cerca de 4km e profundidade de 300m;
- Execução do prisma inferior em enrocamento de contenção da parte inferior do aterro, incluindo o filtro granular no seu talude interior, com navio de descarga lateral;
- Execução do aterro por descarga das areias transportadas por via terrestre por camião e, numa faixa adjacente ao prisma inferior, pelo navio de descarga lateral;
- Cravação das estacas metálicas por via marítima, com bate-estacas montado em pontão flutuante do consórcio empreiteiro, e seu enchimento com areia;
- Execução do prisma superior de enrocamento, com grua colocada sobre o aterro, e caçamba para o núcleo em TOT e “grab” para o enrocamento classificado de protecção;
- Colocação e fixação dos blocos prefabricados na cabeça das estacas, seguida da colocação das vigas prefabricadas, e da solidarização do conjunto com betonagem “in situ”;
- Colocação das pré-lajes sobre as vigas e betonagem “in-situ” da laje de compressão;
- Instalação dos equipamentos de cais (defensas, cabeços de amarração e escadas de segurança) e das redes técnicas (abastecimento de água e de energia, incluindo cabos de média tensão para alimentação das gruas pórtico de cais);



Figura 1. Situação da obra: em cima, Abr-24 (esq.), Jan-25; em baixo, Mai-25 (esq.) e Ago-25.

Ligação ao cais existente

A ligação ao cais existente tem com função proporcionar a transição entre o cais em blocos de betão simples, construído na década de 1950, com fundos de serviço a -10 m ZH, e a nova estrutura em estacas, com fundos de serviço a -16 m ZH.

A construção envolveu a dragagem / remoção de enrocamentos no topo do antigo cais e no seu tardoz, para criar uma plataforma de fundação para um muro constituído por aduelas prefabricadas de betão armado, com uma disposição em planta em “L”, que proporciona o encontro / apoio para o tabuleiro da nova plataforma de cais.



O cais antigo tinha uma terminação em “escadas”, e as aduelas foram desenhadas para encaixar nesses degraus. Durante a construção, através de inspeções exaustivas com mergulhadores, verificou-se que a disposição e dimensão destes blocos terminais não correspondia exactamente ao indicado nos desenhos do projecto, pelo que houve necessidade de executar novos blocos para preencher os espaços entre as aduelas e os blocos de cais originais.

Após a execução do novo muro de remate do cais existente, procedeu-se ao aterro, e execução do pavimento, no seu tardo, de modo a repor o terraplano original.

Alguns aspectos desafiantes e soluções encontradas

A construção deparou-se com múltiplos desafios, cuja resolução, muitas vezes definida ao longo do decorrer das operações, demonstrou a importância da presença permanente do projectista no estaleiro, com acompanhamento diário da obra e ajustes frequentes do projecto às situações encontradas. Assinalamos em seguida alguns pontos merecedores de especial destaque.

Execução do prisma inferior e respectivo filtro

O prisma inferior é constituído por enrocamento TOT, com coroamento de 3 m de largura, à cota -18 m ZH, e com um filtro granular de 5 a 100 mm a revestir o seu talude interior. As tolerâncias de colocação eram de 0.5 m para o enrocamento e de 0.2 m para o filtro, o que, para trabalho a realizar com equipamento flutuante às profundidades em questão era extremamente exigente.

O trabalho foi realizado com recurso a um navio de descarga lateral de enrocamento de alta precisão, de 2 600 DWT (83 m de comprimento), operado pelo subempreiteiro Van Oord. Uma vez que a actividade do porto comercial não podia ser interrompida, e não havia aí disponibilidade de cais, o enrocamento foi carregado no navio num cais de construção executado na zona do Sacomar, a cerca de 8 km (em navegação). A colocação respeitou efetivamente as estreitas tolerâncias estabelecidas, conforme evidenciado por levantamentos multifeixe diários.

Execução do aterro

O aterro era previsto realizar com repulsão de materiais dragados, sendo estes posteriormente vibro-compactados. A referida indisponibilidade de materiais adequados na baía obrigou ao recurso a areias retiradas da foz dos rios Bero e Giraúl, com transporte por camião para a obra, o que implicou um prazo de execução muito alongado. No entanto, a execução do aterro com areias secas e ao longo de muitos meses, com variado equipamento da obra a circular entretanto sobre a sua superfície, teve a vantagem lateral de proporcionar a sua compactação gradual, de tal modo que uma campanha de ensaios CPTu e de ensaios de placa, realizada numa malha cobrindo a superfície do terraplano, veio a revelar ser possível dispensar a vibro-compactação.

Correção do posicionamento das estacas

A grande altura livre das estacas (cerca de 25 m), conjugada com as acções das velocidades das correntes (superiores às expectáveis) e impulsos do aterro e prisma de enrocamento, resultou em desvios consideráveis da posição da cabeça de algumas estacas, que ultrapassaram as tolerâncias previstas no projecto. Sendo essencial manter os alinhamentos estruturais das vigas transversais e longitudinais, houve que procurar soluções para compensar esses desvios.

A solução passou por adaptar os blocos de encabeçamento das estacas e as vigas. Nos alinhamentos de estacas do lado terra, os blocos / lajes de encabeçamento foram alargados, de modo a que, com a estaca na sua nova posição, pudessem suportar as vigas na sua posição original; o comprimento das vigas foi também ajustado. No alinhamento da frente de cais, os blocos de encabeçamento (do tipo “caixa”) mantiveram a sua dimensão, mas a posição da abertura para passagem da estaca foi ajustada à posição efectiva desta. As pré-lajes mantiveram-se inalteradas, já que os eixos estruturais mantiveram a sua posição.

Execução dos nós intermédios de ligação estacas – tabuleiro

A elevada taxa de armadura (ver comunicação sobre o assunto apresentada nestas Jornadas) implicou que nos nós de ligação se verificasse uma grande densidade de varões, devido à



confluência dos ferros de espera das vigas (transversais e longitudinais), das pré-lajes, da armadura das estacas e da armadura da laje final, betonada “in-situ”. O potencial de conflitos na posição das armaduras foi ainda agravado pelo facto das estacas (e respectiva armadura) não se encontrarem sempre na mesma posição relativa em cada nó.

Por outro lado, o aumento, acima referido, da dimensão dos blocos de encabeçamento, e o facto das estacas não estarem verticais, pôs também problemas quanto ao seu nivelamento e estabilização da amarração à estaca.

A solução encontrada passou por recorrer a uma chapa metálica de nivelamento apoiada em parafusos soldados à face interior da estaca, e à substituição dos varões do bloco de encabeçamento, originalmente previstos atravessar a abertura de apoio da estaca, por 4 perfis de aço. Após nivelamento da chapa, o bloco foi estabilizado por soldadura destes perfis à chapa.

Uma vez estabilizado o bloco de encabeçamento, foram colocadas as vigas prefabricadas, e só após é que foram inseridos os varões verticais da armadura da estaca, nos espaços livres disponíveis. A betonagem incluiu então, em simultâneo, o nó propriamente dito e o troço final da estaca (que, recorda-se, era cheia de areia até aí).

Execução dos nós e blocos da frente de cais

Os blocos da frente de cais mantiveram a sua dimensão global e posição, mas a localização da abertura no bloco para alinhamento na estaca foi variando consoante a posição desta. Esta situação, conjugada com a excentricidade do bloco relativamente à estaca – originalmente prevista, mas agravada pela posição “variável” da cabeça da estaca – obrigou a rever o sistema de estabilização do bloco sobre a estaca.

A solução encontrada passou por uma estrutura temporária de apoio do bloco constituída por três perfis de aço longitudinais ao cais, apoiados sobre dois perfis transversais solidarizados às estacas por abraçadeiras em meia-cana, aparafusadas entre si. Para não danificar a protecção anti-corrosão da estaca, as meias-canas dispunham de um revestimento interior em borracha; o aperto dos parafusos das abraçadeiras foi controlado de modo a mobilizar o atrito necessário para suportar o peso do bloco. A instalação desta estrutura de apoio, e a sua posterior remoção (para reutilização noutras estacas), foram realizadas com o auxílio de mergulhadores.

Também aqui o potencial conflito entre as armaduras de espera das paredes laterais do bloco, das vigas transversais e longitudinais, da “gaiola” de armadura do núcleo do bloco e da estaca, obrigou a que os varões verticais desta última só fossem inseridos após o posicionamento dos elementos prefabricados. Como para os nós intermédios, a betonagem do troço final da estaca foi feita em simultâneo com a do enchimento do bloco. Para minimizar o peso do bloco a suportar pelas abraçadeiras, a betonagem de enchimento deste foi feita em duas fases, a primeira até à cota +2 m ZH, suficiente para assegurar que, após a cura do betão, a ligação bloco-estaca era autoportante e a estrutura de apoio podia ser retirada, e a segunda até à cota final (+3.05 m ZH).

Conclusão

Após algumas dificuldades iniciais, foi possível avançar com a obra a bom ritmo, de tal modo que a execução da plataforma do cais, enfoque especial desta comunicação, envolvendo cerca de 860 peças prefabricadas (em grande parte distintas entre si) e a betonagem “in-situ” da laje final (cerca de 10 000 m²) foi realizada em menos de seis meses. Note-se que a empreitada envolveu também a realização em simultâneo de uma ponte-cais com cerca de 550 x 18 m no porto mineraleiro do Sacomar (segundo uma concepção estrutural semelhante à do terminal de contentores), e ainda a construção de cinco edifícios técnicos (incluindo um de apoio a uma nova torre para instalação de equipamento VTS, também parte da empreitada) e dois sociais / administrativos no terminal de contentores e de três outros edifícios no porto mineraleiro.

Em Julho do corrente ano foram desembarcadas no novo porto de contentores duas gruas-pórtico de cais (STS, ou “Ship-to-Shore”) e cinco RTG’s para movimentação de contentores, sendo a inauguração das infraestruturas portuárias em Outubro.