



OBTENÇÃO DE ÁREAS DE RECLAMAÇÃO EM ESTUÁRIOS E BAÍAS UTILIZANDO DEPÓSITOS DE DRAGADOS

José Pernão
Future Proman
jose.pernao@future.proman.pt

Introdução e Âmbito

A modernização de Portos e o ganho de eficiência desejado passa pela demanda de maiores embarcações com maiores dimensões e maiores calados. Por isso, em muitos casos, há que realizar volumosas obras de dragagem no interior das áreas portuárias e a consequente gestão dos produtos dragados, na maioria das vezes na ordem de milhões de m³. Frequentemente, a totalidade dos produtos dragados ou uma parte significativa destes, são utilizados para criar terraplenos e novas áreas reclamadas ao plano de água, com vista à expansão da área portuária, criação de áreas industriais, áreas de lazer, etc. Tratando-se de áreas situadas junto às margens, no interior de estuários ou em baías abrigadas, essas áreas de reclamação revestem-se de particularidades geotécnicas e operacionais que dificultam os projetos bem como a construção, geralmente conduzindo a metodologias de deposição exigentes.

Seguidamente apresenta-se um caso de projeto/obra que se revelou particularmente interessante no que diz respeito à execução dos “cordões” periféricos de contenção de dragados e à operação de enchimento do terraplano – O novo Terraplano a nascente do Terminal Ro-Ro, no Porto de Setúbal.

A obra

A criação do novo terraplano a nascente do Terminal Ro-Ro era uma parte do projeto mais amplo, com o título “Melhoria das Acessibilidades Marítimas ao Porto de Setúbal” que foi desenvolvido pela FUTURE Proman para a Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra. Apesar dos trabalhos de engenharia se terem iniciado em 2015, a empreitada apenas arrancou em 2019 e prolongou-se até 2020, quando ficou concluído o aterro.



Figura 1. Área de deposição dragados aprovada em EIA – planta

Em termos gerais, os trabalhos de engenharia consistiram em:

- Aprofundamento do Canal da Barra e do Canal Norte ao Porto de Setúbal;
- Projeto de dragagem;
- Gestão dos produtos dragados com a deposição na linha de costa ou em depósito de aterro junto ao Terminal Ro-Ro
- Projetos de contenção marginal e de aterros provisórios
- Estudos ambientais;

A área totaliza 16,2ha, sendo o maior comprimento de cerca de 540m e a largura de 320m. A altura de aterro é variável podendo atingir os 18,0m na zona mais profunda e 8,0m na zona mais próxima da margem.

Dos cerca de 3,5 milhões de m³ dragados na empreitada, 1,9 milhões foram depositados nesse local sendo os materiais utilizados na formação do aterro caracterizados como areias limpas.

Era também conhecida a geotecnia do local de depósito, estando bem identificada a existência de uma camada superficial de aluviões de matriz lodosa, com muito baixa capacidade de suporte, sendo a camada subjacente constituída por formações arenosas pouco compactas, com bastante melhor capacidade geotécnica.

A solução adotada

A construção do aterro seguiu um processo clássico de deposição hidráulica das areias por repulsão, diretamente do porão da draga após ligação desta à tubagem instalada para o efeito, sendo em simultâneo efetuado a deposição e o espalhamento. Foi previsto o confinamento da área reclamada por meio de uma estrutura clássica de contenção e proteção marginal, em todo o perímetro, construída por prismas clássicos de enrocamento. O objetivo da construção de uma estrutura periférica de contenção do novo aterro foi o de garantir a configuração geométrica e a estabilidade dimensional deste aterro durante a fase de construção bem como a proteção contra erosão por vagas e correntes, durante e após construção, como é habitual em obras de aterro sujeitas à ação marítima.

A opção que se mostrou ser mais adequada e menos onerosa para a construção dos cordões periféricos, foi a definida em projeto e representada na figura seguinte.

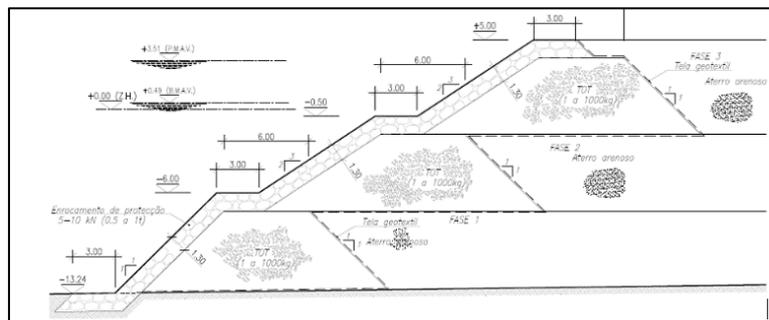


Figura 2 – Secção Tipo dos Prismas de TOT periféricos (FUTURE Proman 2015)

A solução consiste na construção em três níveis (etapas) sendo constituída por prismas primários de TOT (enrocamentos) revestidos posteriormente pelo lado exterior por um manto de proteção também de enrocamentos. Os prismas de TOT tem por objetivo criarem “cordões” periféricos de contenção dos materiais depositados de forma a permitir o enchimento da bacia por etapas. Cada etapa define uma nova fase de enchimento com materiais dragados. A adoção de enrocamentos em vez de solos ou até mesmo “motas” em areia tem sobretudo a ver com as condições geotécnicas locais e com a necessidade de conter os dragados de forma mais segura e controlada, numa área bem definida. Por seu lado o revestimento com um manto de enrocamento mais “grosso” tem que ver com a proteção requerida contra a erosão causada pela agitação marítima.

Trata-se de uma solução clássica e já aplicada com êxito no mesmo local durante a construção do limite nascente do terraplano do Terminal Ro-Ro (Autoeuropa) e no final, o aterro terá a seguinte configuração em perfil.

Com base nos dados existentes, no conhecimento do local e da tipologia de obra requerida, foram tomadas as seguintes decisões quanto ao conceito de projeto:

- i. Não executar qualquer pré-dragagem de saneamento dos solos lodosos porque essa operação seria muito onerosa e demorada;
- ii. Admitiu-se que, embora essa camada fosse por vezes bastante espessa (>5m) esses materiais classificavam-se como “muito fluidos” e por isso, seriam facilmente atravessáveis por enrocamento graduado despejado diretamente;
- iii. Não “perturbar” a camada de lodos fluidos existentes; Fazer os diques periféricos com enrocamento grosseiro; Espalhar os materiais de forma controlada; Proceder ao enchimento de forma que os lodos ficassem “aprisionados” sob as areias; Mais tarde proceder-se-á ao melhoramento do corpo do terrapleno;
- iv. O processo de deposição e espalhamento a definir pelo Empreiteiro não deveria causar situações de refluxo incontrolado de lodos.

Dificuldades e soluções durante a construção

Infelizmente, nem sempre as coisas correm bem e este caso não foi exceção. Quando já se encontrava concluída a primeira parte da segunda etapa de enchimento do aterro a velocidade de deposição de dragados intensificou-se e a operação ficou muito concentrada junto à margem, em vez de ser mais distribuída, resultando no aparecimento de lodos à superfície e causando algum alarmismo quanto à estabilidade dos prismas do “cordão” periférico de confinamento.

Recordamos que estava em curso a construção do terceiro prisma e a última etapa de enchimento com dragados iria ocorrer daqui alguns meses.

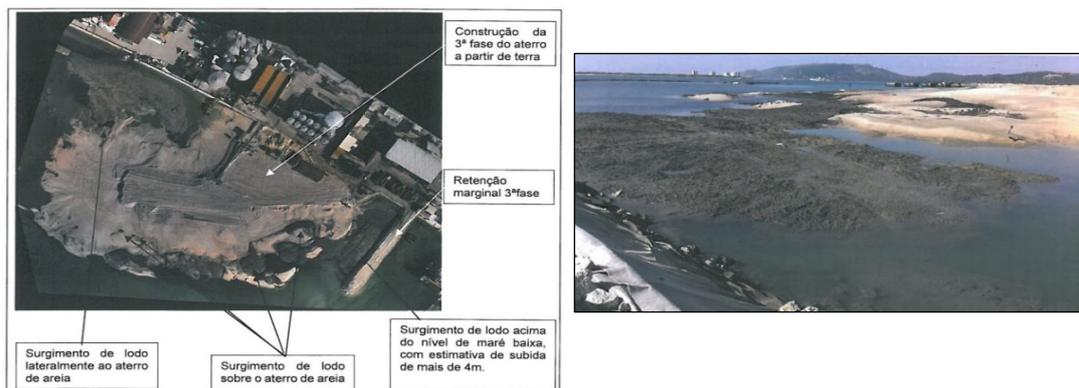


Figura 3 – “mancha” de enchimento da Fase 3 do aterro, início do prisma 3 e foto dos lodos

Foram tomadas imediatamente as seguintes ações:

- i. Verificar o dimensionamento e cálculo de estabilidade dos prismas de enrocamento em face da suspeita de que essas estruturas pudessem não estar bem fundadas;
- ii. Recomendar que a metodologia associada à operação de enchimento fosse corrigida de forma a impedir a formação de uma “onda” de refluxo dos lodos que, não estando completo o fechamento do perímetro do aterro com a construção do prisma 3, poderia espalhar-se para o estuário do Rio Sado;
- iii. Requerer a instrumentação e monitorização ao longo do desenvolvimento do perímetro da área do aterro, com o objetivo de confirmar que não estaria a ocorrer qualquer instabilidade estrutural do “cordão” periférico de enrocamento.

A penetração dos enrocamentos na camada de lodos fluidos era efetiva e por isso, essa camada “menos competente” do ponto de vista geotécnico, deixava de existir quando era “preenchida/substituída” pelos enrocamentos despejados diretamente por batelão ou por camião.

Efetivamente, os prismas de enrocamento nunca ficaram fundados na unidade lodosa, mas sim na unidade arenosa subjacente a essa. Possuindo essa unidade de lodos fluidos uma reduzida capacidade de corte, por ser uma unidade lodosa não drenada, fica muito claro que quando os enrocamentos são depositados sobre essa camada, ocorre a rotura desse solo com a consequente “expulsão e empolamento” para os lados. Então, os enrocamentos progridem num movimento vertical até à unidade geológica mais capaz e estabilizam. Depois, são sucessivamente carregados com a formação da geometria final do prisma e penetram ainda mais na camada competente. No final não resta camada de lodos na interface enrocamento-areias. Existe sim um “novo” solo que é constituído por enrocamentos e cujos vazios estão preenchidos por material lodoso original. No fundo trata-se de um conceito racional e simples, mas que, compreensivelmente, pode causar alguma confusão numa abordagem meramente analítica e teórica em que a tendência poderá ser a de considerar as camadas geotécnicas intactas, sem adaptar o modelo à realidade e a uma “nova” geometria consistente com todo o processo.

Acerca da metodologia de deposição dos dragados, adotada para a fase de completamento da formação do aterro, gostaríamos de ilustrar com as seguintes figuras.

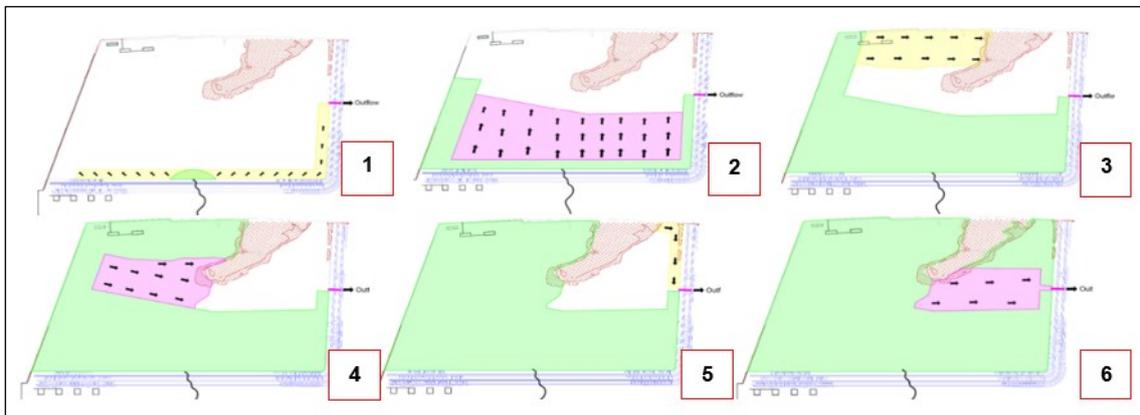


Figura 4 – Faseamento de completamento do enchimento do Aterro (Obra)

Finalmente, acerca do processo de instrumentação e monitorização, temos a referir que foram instaladas marcas topográficas e inclinómetros em número suficiente, fazendo-se leituras de calibração e depois de acompanhamento durante o processo de enchimento do aterro e também após. No geral, os resultados das leituras foram sempre indicadores da estabilidade, trazendo confiança e tranquilidade a todos os intervenientes na empreitada e demonstrando que as premissas adotadas em projeto estavam corretas.

Conclusões e recomendações

A obra foi concluída em conformidade com o projeto original tendo-se constatado apenas um sobre-consumo de enrocamentos na formação dos prismas dos níveis inferiores, pelas razões já apontadas. Concluímos que: (1) a solução adotada para a construção dos “cordões” periféricos revelou-se ser eficaz e seguramente mais económica do que um prisma único; (2) confirmou-se ser possível construir a estrutura periférica e o aterro sem ser preciso efetuar o saneamento dos lodos existentes no local; (3) a fim de tornar operacional o novo aterro será preciso efetuar um projeto e trabalhos de melhoria geotécnica com vista à estabilização/aceleração do processo de consolidação. Recomenda-se sempre a instalação de um sistema de instrumentação e monitorização, que deve ocorrer tão cedo quanto possível.

Referências Bibliográficas

FUTURE Proman (2015) – “Projeto de Melhoria da Acessibilidade Marítima ao Porto de Setúbal – APSS”