



ESTABILIZAÇÃO DE ARRIBAS ENTRE A PRAIA DA PAREDE E A PRAIA DA BAFUREIRA

Rui Tomásio¹; Catarina Fartaria¹; Joana Silva¹; Íris Cruz²; Graça Cruz²

¹JETSJ Geotecnia, ²CM Cascais

rtomasio@jetsj.com; cfartaria@jetsj.com; jsilva@jetsj.com; iris.cruz@cm-cascais.pt; graca.cruz@cm-cascais.pt.

Resumo

O projeto de estabilização das arribas entre a Praia da Parede e a Praia da Bafureira, em Cascais, visa mitigar riscos para os utentes das praias e para a Avenida Marginal. A intervenção abrange três zonas com diferentes instabilidades, como fraturação do maciço rochoso, formação de consolas, cavidades e colapsos de muralhas, resultantes da erosão marinha, infiltração de águas e ação atmosférica. Os condicionamentos principais incluem complexidade geológica, difícil acessibilidade, exposição marítima e restrições ambientais. As soluções propostas englobam saneamento de blocos, enchimento de cavidades com betão ciclópico, aplicação de redes metálicas e pregagens, aplicação de betão projetado pigmentado, armado com malha de carbono e também pregado, reconstrução e reabilitação de muralhas, além de estruturas de dissipação em zonas críticas. Embora não eliminem totalmente os riscos, estas medidas reduzem significativamente a instabilidade e aumentam a segurança, devendo ser acompanhadas de manutenção periódica.

Introdução

O litoral de Cascais, em particular o troço compreendido entre a Praia da Parede e a Praia da Bafureira (Figura 1), constitui uma zona de elevada pressão urbana, fortemente utilizada para lazer banear e atravessada pela EN6 (Avenida Marginal), uma das vias rodoviárias mais relevantes da região. Neste contexto, as arribas costeiras representam não só um património natural de grande valor, mas também um risco significativo devido aos fenómenos de instabilidade que afetam a sua integridade estrutural.



Figura 1 – Vista aérea da área de intervenção

A Câmara Municipal de Cascais, consciente desta problemática, contratou à JETSJ Geotecnia um projeto de execução destinado à consolidação das arribas e à reabilitação das estruturas existentes de suporte e proteção. O presente artigo descreve os principais aspetos técnicos do projeto, destacando a caracterização da situação de referência, os principais condicionamentos identificados, as soluções implementadas e as metodologias de cálculo e dimensionamento utilizadas.



Caracterização geral da situação de referência

As arribas estudadas estendem-se entre os quilómetros 11+700 e 13+600 da EN6, abrangendo as praias da Parede, Bafureira e Avencas. A morfologia costeira evidencia discontinuidades litológicas, cavidades de grandes dimensões, fraturas e blocos instáveis, bem como recuos significativos da base da arriba devido à ação erosiva do mar (ver exemplos na Figura 2).

Os problemas mais relevantes identificados incluem:

- Fraturação do maciço rochoso, que gera blocos suscetíveis de queda;
- Erosão diferencial, com formações margosas mais erodíveis na base;
- Cavidades e consolas, resultantes de erosão marinha;
- Degradação de muralhas pré-existentes, em pedra argamassada ou betão, com perdas parciais de estabilidade.

Estas situações representam riscos, tanto para os utilizadores das praias, como para a plataforma rodoviária da Marginal.



Figura 2 – Cavidade de grandes dimensões na arriba da Praia da Bafureira / Queda de blocos calcários junto à Praia das Avencas

Principais condicionamentos

O projeto foi condicionado por diversos fatores, sendo os mais relevantes:

- Condicionamentos geológicos e geotécnicos: as arribas intersectam formações do Cretácico, nomeadamente arenitos e argilas (Formação de Rodísio) e calcários margosos do Cenomaniano. A estrutura em monoclinial suave apresenta fraturação intensa, com filões básicos alterados e instabilidades associadas. A presença de aquíferos cársicos promove escorrências que potenciam processos de desagregação.
- Condicionamentos marítimos: a forte agitação marítima é o principal agente erosivo, atuando sobre a base das arribas e sobre muralhas de suporte. Os fenómenos de galgamento oceânico aceleram a formação de consolas e o colapso de estruturas.
- Outros condicionamentos: incluem-se ainda as acessibilidades limitadas durante preamar, a proximidade da Avenida Marginal e a necessidade de compatibilizar a obra com a ocupação urbana envolvente.

Descrição das soluções de estabilização implementadas

A conceção das soluções teve em conta a diversidade geomorfológica e as diferentes formas de ocupação urbana, impondo intervenções adaptadas a cada zona, equilibrando exigências

técnicas, segurança e enquadramento paisagístico.

As soluções adotadas incluíram, além do saneamento e desmonte prévio de blocos instáveis, i) o enchimento de cavidades com betão ciclópico, reforçado por pregagens e revestimento pigmentado; a aplicação de betão projetado pigmentado, armado com fibra de carbono, pregado e drenado por geodrenos (Figura 3); ii) a instalação de redes metálicas em aço INOX, pregadas e tensionadas (Figura 4); iii) a reconstrução e reabilitação de muralhas históricas em blocos de alvenaria de pedra (Figura 5); iv) a construção de estruturas de dissipação em betão armado em zonas críticas.

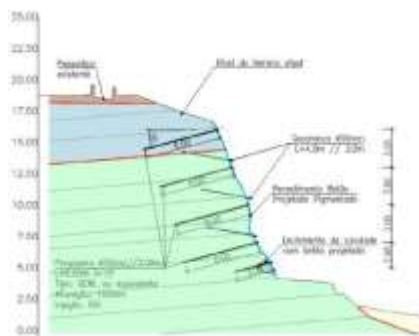


Figura 3 – Corte tipo e exemplo de aplicação de betão projetado pigmentado e pregagens

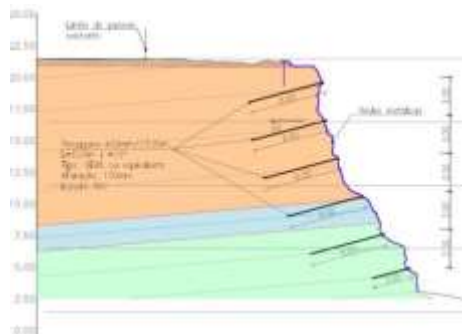


Figura 4 – Corte Tipo e exemplo de aplicação de rede metálica pregada

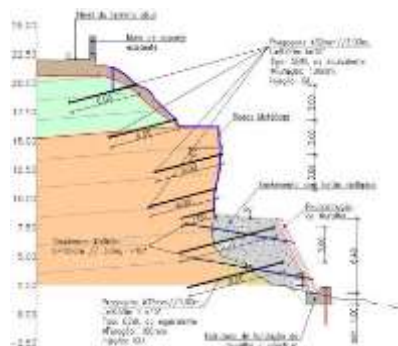


Figura 5 – Corte tipo e exemplo de reconstrução de muralha com pedra argamassada



A complexidade da obra resulta da necessidade de conjugar soluções distintas ao longo do troço, num meio urbano sensível, garantindo a continuidade funcional da Marginal, a segurança balnear e a preservação paisagística.

Modelos de cálculo e dimensionamento

O dimensionamento das soluções de estabilização foi desenvolvido de acordo com a regulamentação nacional e internacional relevantes, utilizando formulações e softwares de cálculo geotécnico reconhecidos, como foi o caso do Slide 2D, para as análises de equilíbrio limite, em que alguns resultados se apresentam na Figura 6.

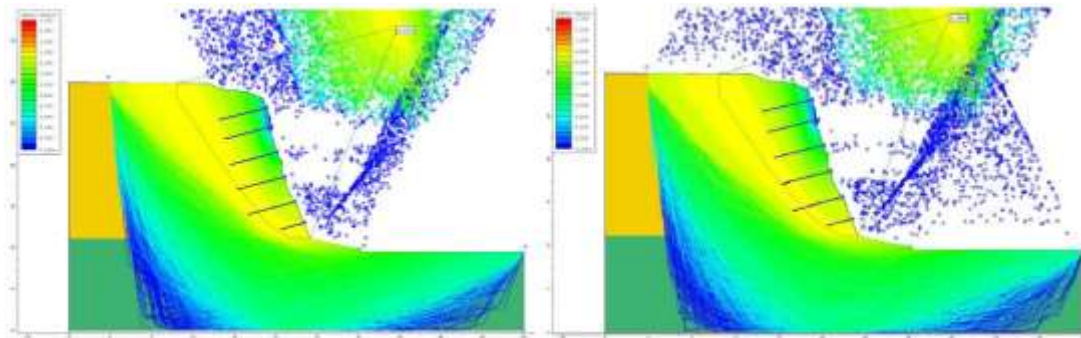


Figura 6 – Modelos de análise de estabilidade global – Slide 2D

Tratando-se de obras com carácter definitivo, foram consideradas, além das ações gravíticas, as ações dinâmicas associadas ao sismo e à agitação marítima. Relativamente a esta última, houve o cuidado de definir soluções que minimizassem a utilização de betão armado e que ficassem devidamente pregadas ao maciço rochoso de modo.

Considerações Finais

O projeto de estabilização das arribas entre a Parede e a Bafureira constitui uma intervenção complexa, marcada pela conjugação de múltiplas soluções, adaptadas às especificidades geológicas, marítimas e urbanas da área. Embora não elimine totalmente o risco natural de instabilidade, reduz substancialmente a sua expressão, aumentando a segurança dos utentes e a resiliência da Avenida Marginal.

A intervenção demonstra a importância de integrar critérios técnicos rigorosos com preocupações ambientais e paisagísticas, reforçando a valorização de um espaço costeiro urbano de elevada utilização. Refere-se ainda que a eficácia a longo prazo dependerá, em parte, da monitorização sistemática e de medidas regulares de manutenção preventiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Dono de Obra a autorização para a redação e publicação do presente artigo. Consideram ainda importante sublinhar que as soluções implementadas resultaram de um trabalho de equipa entre o projetista, a CM Cascais, a APA e as entidades executantes: Ancorpor e Mota Engil.