



AValiação DO DESEMPENHO DE GEOSINTÉTICOS PREENCHIDOS NA PROTEÇÃO COSTEIRA, EM PORTUGAL

Fabricio Galvão, Carlos Coelho
CERIS, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro
fabricio@ua.pt, ccoelho@ua.pt.

Resumo

Desde há alguns anos, acompanhando uma tendência mundial, tem-se assistido ao crescente uso de materiais geossintéticos em Portugal, para aplicação nas obras de defesa costeira. Em sistemas costeiros mais energéticos, como o da costa portuguesa, a aplicação destes materiais geossintéticos preenchidos com areia é ainda relativamente recente, principalmente quando utilizado em obras de proteção ao longo da linha de costa, com a face do material aparente (desenterrada) e exposta diretamente à agitação marítima. Perante a maior aplicação deste tipo de solução em obras de defesa costeira na costa portuguesa, torna-se importante efetuar uma avaliação do desempenho deste tipo de intervenção, atualizando a informação apresentada por Galvão e Coelho (2019). Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar as obras de defesa costeira realizadas em Portugal com recursos a materiais geossintéticos, e avaliar o comportamento que a intervenção teve ao longo do tempo, bem como o seu estado de conservação atual. O trabalho compila informações técnicas recolhidas, complementadas com monitorização periódica das obras, bem como com levantamentos topográficos e de posicionamento dos elementos geossintéticos.

Introdução

A costa portuguesa apresenta evidências significativas de erosão, agravadas pela redução de sedimentos disponíveis no sistema costeiro (Coelho *et al.*, 2009). Estudos da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2024) indicam que 45% do litoral baixo e arenoso de Portugal continental (com cerca de 415 km de comprimento de um total de 987 km), encontra-se em risco de erosão. A predominância destas praias arenosas e o regime energético da agitação intensificam o recuo da linha de costa.

Historicamente, as soluções aplicadas na defesa costeira basearam-se em estruturas rígidas, como esporões, quebra-mares e muros, ou em intervenções de alimentação artificial de praias. Embora eficazes em certos contextos, essas soluções podem gerar impactos ambientais, custos elevados e necessidade de manutenção frequente. Nesse cenário, os geossintéticos surgiram como uma alternativa inovadora, de menor custo e maior flexibilidade.

Geossistemas Preenchidos, Aplicados em Defesa Costeira

O tipo de geossintético mais utilizado em obras de defesa costeira é o geotêxtil (Figura 1a). É uma manta bidimensional e permeável, com propriedades mecânicas e hidráulicas que permitem o desempenho de várias funções. Este material é fabricado com fibras de alta tenacidade e aditivos, para ter uma certa resistência aos raios ultravioleta (UV).

Pilarczyk (2000) afirma que, até ao final do século XX, os geossistemas eram aplicados em defesa costeira como estruturas temporárias. Segundo o autor, a razão para serem aplicadas temporariamente era a relativamente baixa resistência a cargas hidráulicas (de ondas e correntes), os critérios de projeto serem escassos, e o material apresentar baixa resistência aos raios UV e ao vandalismo.

No mundo, basicamente, cumprindo a função de defesa costeira, os geotêxteis são aplicados de 3 formas diferentes: em forma de cilindro, chamados geocilindros ou geotubos (Figura 1b); em forma de sacos, chamados *geobags* (Figura 1c); e em *geocontainers*, preenchidos com areia enquanto abertos, e depois cosidos (usados principalmente em sistemas submersos).

Em Portugal, ainda não houve aplicação de *geocontainers* (sistema submerso). Todos os casos de obra se restringem à utilização de geocilindros e *geobags*, fabricados com geotêxteis.



Figura 1: Geossintéticos aplicados em defesa costeira (IGS, 2018).

Aplicações em Portugal e Desempenho

Em Portugal, a primeira aplicação conhecida com materiais geossintéticos para proteção costeira ocorreu em dezembro de 2000, no Município da Póvoa do Varzim, no empreendimento Estela Golf Club, utilizando *geobags* do tipo *big bags* (de construção civil) preenchidos com areia.

A Figura 2a apresenta os locais com maiores problemas de erosão na costa portuguesa e a Figura 2b identifica os locais de aplicação dos geossistemas preenchidos até janeiro de 2025. É evidente a relação entre os pontos onde foram aplicados geossistemas e as zonas de maiores erosão.



a) Mapa de erosão da costa portuguesa (APA, 2024).



b) Locais de aplicação de geossistemas preenchidos para defesa costeira.

Figura 2: Mapas de erosões de costa (período 1958-2021) e aplicações de geossistemas preenchidos em Portugal.



Foram identificadas até à data 14 obras com instalação de estruturas de defesa costeira do tipo geocilindros em Portugal, e 3 do tipo *big bags*. Em um dos locais (Leirosa), houve também uma tentativa de utilização de um muro de solo reforçado com material geossintético exposto à agitação, juntamente com geocilindros, o que representou uma aplicação incomum, mesmo quando comparada com soluções consideradas fora do país. A Tabela 1 resume as informações sobre os tipos de geossistemas, locais de aplicação, períodos de implantação, condição atual e período de sobrevivência ou vida útil, das obras identificadas.

Tabela 1: Resumo de Aplicações de Geossistemas Para Proteção Costeira em Portugal.

LOCAL	EXECUÇÃO	CONDIÇÃO ATUAL	VIDA UTIL	TIPO DE GEOSISTEMA
Praia da Falésia - Albufeira	2011	Totalmente destruída	4 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia da Leirosa - Figueira da Foz	- Fevereiro de 2005: Solo reforçado - Julho de 2008: Geotubos	Totalmente destruída	Informação não disponível	- Geossintético de geotêxtil - Geocilindros em geotêxtil não tecido
Praia da Cova Gala - Figueira da Foz	2019	Parcialmente destruída mas ainda cumprindo algum papel de proteção	6 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido cobertos com manta geotêxtil do mesmo material
Praia da Mira	2011	Totalmente destruída	8 anos	<i>Big bags</i>
Praia da Vagueira - Vagos	Dezembro de 2017	Teoricamente intacta, uma vez que permanece enterrada	8 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia da Barra - Ílhavo	Inverno 2013/14	Totalmente destruída	Informação não disponível	<i>Big bags</i>
Praia do Furadouro Sul - Ovar	Abril de 2018	Parcialmente destruída, mas ainda cumprindo algum papel de proteção	7 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia do Furadouro Norte - Ovar	Abril de 2018	Totalmente destruída	5 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia da Cortegaça - Ovar	Dezembro de 2014	Permanece com a estrutura quase intacta, porém com pequenos rasgos	11 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia da Granja - Vila Nova de Gaia	Abril de 2018	Permanece com a estrutura quase intacta, porém com pequenos rasgos	7 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Clube de Golfe Estela - Póvoa do Varzim	Dezembro de 2000	Totalmente destruída	Informação não disponível	<i>Big bags</i>
Praia do Ofir - Esposende	Verão de 2015	Permanece com a estrutura quase intacta na totalidade, porém com rasgos em alguns elementos, com perda de material de enchimento. Ainda desempenha importante papel de proteção.	10 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Restinga de Ofir e Foz do Rio Cávado - Contrato	Verão 2015	Totalmente destruída	26 meses para destruição total	Geocilindros em geotêxteis tecido
Restinga de Ofir e Foz do Rio Cávado - Projeto GEOPROTEC	Verão de 2015	Totalmente destruída	26 meses para destruição total	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia de São Bartolomeu do Mar - Esposende	Verão 2015	Teoricamente intacta, uma vez que permanece enterrada	10 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia da Arda - Viana do Castelo	(desconhecida)	Intacta, mas com alguns sinais de instabilidades externas, como rotações por efeito caterpillar	(desconhecida)	Geocilindros em geotêxteis tecido
Praia de Moledo do Minho - Caminha	Agosto de 2014	Intacta, mas com alguns sinais de instabilidades externas, como rotações por efeito caterpillar	11 anos	Geocilindros em geotêxteis tecido



Análise e Conclusões

A análise dos dados apresentados mostra que, em geral, a aplicação ainda é pouco utilizada em Portugal. Em comparação com as obras de proteção tradicionais, tais como esporões e obras longitudinais em enrocamento e betão, que em 2001 totalizavam 123 km, os geossistemas para proteção costeira correspondem a aproximadamente 3% do comprimento das intervenções na costa portuguesa. Existe uma concentração da utilização de soluções com materiais geossintéticos nas regiões Norte e Centro de Portugal, com destaque para as costas dos distritos de Aveiro e Braga.

A utilização de soluções de proteção costeira com *geobags* expostos do tipo *big bags* não apresenta uma vida útil extensa nos casos identificados, pois estas estruturas foram completamente destruídas.

As soluções em geocilindros enterrados, mesmo que parcialmente desenterrados ao longo da vida útil da obra, têm uma vida útil mais longa do que as instaladas expostas, sem cobertura de areia. Verifica-se que todas as aplicações mais recentes de geossistemas (nos últimos 7 anos) são executadas inicialmente enterradas no cordão dunar recomposto. Nos casos em que a estrutura foi sujeita à agitação marítima e à radiação solar em algum momento, mesmo que parcialmente, a situação de aplicação mais antiga e duradoura é na Praia de Ofir, registando já 10 anos de vida, com a maior parte dos elementos intacta, e desempenhando papel de proteção dunar aparentemente relevante.

A observação das obras com geossistemas e a avaliação do seu comportamento mostra que soluções do tipo cilindro podem funcionar como uma última linha de defesa, principalmente em situações expostas a eventos de temporal ou tempestade. De facto, quando há um processo erosivo elevado, num curto espaço de tempo, este tipo de solução atrasa o processo erosivo, o que permite algum tempo para posterior realimentação de areia e reconstituição do sistema local, sem perdas importantes. No entanto, o sucesso das soluções, depende da manutenção periódica do material das estruturas, bem como da faixa de areia que envolve o geossistema construído. Há também evidências de danos durante a instalação (DDIs), bem como de danos causados por maquinaria pesada durante os processos de manutenção do perfil de praia, como em realimentações artificiais de areias para recobrimento do material geossintético.

Em geral, observa-se que o dimensionamento e a especificação das características destas estruturas (sejam geométricas, materiais, ou de posicionamento) nas áreas até agora estudadas não são claras nos documentos relacionados como as memórias descritivas e de cálculo, o que leva a crer que existe ainda uma lacuna nesta matéria e as metodologias de projeto de geossistemas preenchidos carecem de mais especialização e investigação científica.

Referências Bibliográficas

- APA (2024). "Agência Portuguesa do Ambiente. Relatório do Estado do Ambiente". 372p.
- Coelho, C., Silva, R., Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F. (2009). "Potential Impacts of Climate Change on NW Portuguese Coastal Zones". ICES Journal of Marine Science, 66: 1497–1507, DOI: 10.1093/icesjms/fsp132.
- Galvão, F., Coelho, C. (2019). "Proteção Costeira com Geossintéticos Preenchidos: Aplicações em Portugal, Desempenho e Estado Atual". IX Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 14 a 16 de Maio, Lisboa, Portugal, resumo 29.
- IGS (2018). "International Geosynthetic Society", www.geosyntheticssociety.org. Last accessed on 04/16/2018.
- Pilarczyk, K.W. (2000). "Geosynthetics and Geosystems in Hydraulic and Coastal Engineering". Balkema.