

## POTENCIAL DE RECUPERAÇÃO DUNAR EM TRÓIA UTILIZANDO ALGAS (*Dictyota dichotoma*)

Gomes N.\*, Machado I.\*\*, Delgado F.\*\*\*

\* Departamento de Ciências da Terra (dct@uni.pt)

\*\* Licenciada em Eng. Recursos Naturais

\*\*\* Departamento de Química (ceiqa@uni.pt)

**UnI** - Universidade Independente, Faculdade de Ciência de Engenharia e Tecnologia

Avenida Marechal Gomes da Costa, Lote 9 - 1800 Lisboa

Telef: 21 836 19 00 - Fax: 21 836 19 22 - www.uni.pt - e-mail: uni@uni.pt

### RESUMO

O presente projecto, com início a 30/05/00, teve como objectivo de estudo a viabilidade de utilização de algas na optimização de projectos de recuperação dunar, no extremo Norte da Península de Tróia, na praia Bico das Lulas. Foi estudado o enriquecimento do solo em matéria orgânica proveniente de algas (*Dictyota dichotoma*) e o seu papel de fertilizante, acelerando o crescimento e desenvolvimento da vegetação dos sistemas dunares embrionários (ex: *Elymus farctus*).

Foram incorporadas algas no solo a duas profundidades diferentes na zona de alta praia com orientação paralela e ortogonal à linha de costa, resultando quatro talhões (P1, P2, P3, P4) de 10 m<sup>2</sup> cada. P1 e P2 com incorporação de algas à superfície e P3 e P4 com algas a 20 cm de profundidade. Foram realizadas fotografias e levantamentos topográficos para monitorizar a evolução morfológica do protótipo, observando acumulação em P1, P2 e P3 de 1.7 m<sup>3</sup>, 1.5 m<sup>3</sup> e 0.8 m<sup>3</sup> de areia respectivamente e erosão em P4 de (-)1 m<sup>3</sup>, num período de seis meses. Os resultados obtidos no controle do talhão de referência indicam que também houve acumulação de areia na ordem de 1.7 m<sup>3</sup>. Dificilmente se pode concluir que as algas utilizadas promovam a acumulação de sedimento sólido eólico. Foram ainda realizadas análises químicas para o cálculo de quantidades relativas de fósforo, azoto nítrico e medições de pH. Na análise elaborada no mês de Dezembro foram obtidos resultados positivos com o máximo de 14.4mg/Kg para o fósforo e 25.8mg/Kg para o azoto nítrico. Os valores de pH foram incrementando ao longo do tempo, podendo estes valores ser resultado de galgamentos da zona do protótipo. A monitorização espacial das colónias de *elymus farctus*, registando a distância que estas se encontram dos talhões, permitiu verificar que houve uma aproximação das colónias de *elymus farctus*. Da análise dos dados referentes ao regime eólico com base nos registos a 1 Hz da estação meteorológica portátil, foi calculado o caudal sólido eólico potencial durante os meses de Junho (0.71 m<sup>3</sup>/m), Julho 1.28 (m<sup>3</sup>/m), Agosto (0.80 m<sup>3</sup>/m) e Setembro (0.52 m<sup>3</sup>/m). A integração do caudal sólido eólico potencial (Q) de Junho a Setembro, resultou em 3.31 m<sup>3</sup>/m, equivalente a um incremento potencial da duna embrionária de 71 cm, 128 cm, 80 cm, 52 cm nos meses de Junho a Setembro de 2000, totalizando um crescimento potencial de 3.31 m.

### INTRODUÇÃO

A Península de Tróia localiza-se no extremo Norte do arco litoral Tróia-Sines, que compreende uma extensão de 65 Km na costa Sudoeste de Portugal. A zona da realização do presente projecto que se engloba na extremidade setentrional da Península de Tróia compreendida entre a ponta do Adoxe e cerca de 1 Km a Sul do V. G. Malha da Costa, caracteriza-se com a existência de dunas baixas, organizadas em 4 e 5 cordões dunares, com vegetação arbustiva ou arbórea (plantada) (GOMES, 1992). Neste sector da costa portuguesa a ondulação é perturbada pela presença do Cabo Espichel a Oeste da Ponta de Tróia, originando por refração, uma rotação do rumo da ondulação que, mesmo nos rumos de Noroeste as cristas das ondas atingem a costa sempre de modo paralelo a esta ou mesmo com direcções de Sudoeste (GOMES, 1992). Os sedimentos sofrem assim transporte de Sul para Norte. A maré tem características de amplitude intermédias, nunca excedendo 4 metros (GOMES, 1992). A direcção do vento predominante em Tróia é de Noroeste. A precipitação nesta zona é em geral reduzida nunca excedendo os 575 mm por ano (GOMES, 1992).

O presente projecto é no âmbito da cadeira projecto e dissertação. Pretende-se estudar as condições no solo pelo enriquecimento deste em matéria orgânica proveniente da incorporação de um volume significativo de algas marinhas *dictyota dichotoma* e o seu papel de fertilizante, acelerando o crescimento e desenvolvimento da vegetação dos sistemas dunares embrionários ( ex: *Elymus farctus*). Este projecto localiza-se na praia Bico das Lulas, junto à estação meteorológica portátil pertencente à Universidade

Independente, com as coordenadas (-67169.26, -131335.15, 3.17), ponto central referente ao Datum 73 e elipsóide internacional, nível médio.

Dado que o solo das dunas é fraco em matéria orgânica (COSTA, 1995) e em nutrientes vegetais, incluindo azoto, fósforo e potássio, devido ao facto, de todos os nutrientes solúveis serem lexiviados pelas águas da chuva (RANWELL & BOAR, 1986), torna-se necessário recorrer à aplicação de substâncias que possam aumentar a capacidade produtiva (SANTOS, 1991). Essas substâncias designam-se fertilizantes, no entanto, no estudo em causa é mais correcto atribuir o nome de correctivo orgânico. Destinam-se a corrigir o teor de matéria orgânica dos solos e incluem diversos produtos, tais como, estrumes, turfas, produtos resultantes do tratamento dos lixos e dos esgotos dos centros urbanos, entre outros as algas (SANTOS, 1991). Por outro lado a incorporação de algas no solo pode servir como agente responsável pelo incremento da rugosidade hidráulica da superfície, facilitando assim a retenção da areia.

## METODOLOGIA

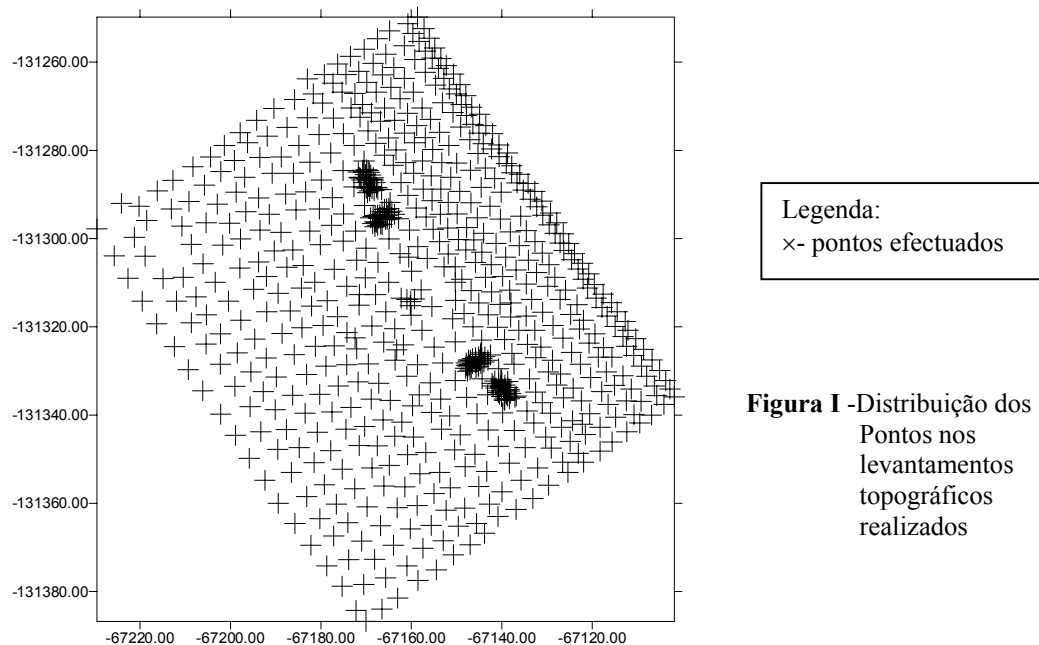
### Implantação das algas *dictyota dichotoma*

O protótipo divide-se em quatro talhões, nomeadamente P1, P2, P3 e P4 com 2m×5m cada. P1 e P4 estão orientados paralelamente à linha de costa enquanto que P2 e P3 se encontram perpendiculares à mesma. A escolha das orientações deve-se ao vento predominante ser de Noroeste (GOMES, 1992).

A Norte da estação meteorológica portátil de Tróia a uma distância de 10 metros do perímetro desta, localiza-se P2 e a 15 metros localiza-se P1. A Sul da estação meteorológica portátil de Tróia P3 encontra-se também a uma distância de 10 metros do perímetro da estação e P4 a 15 metros. Os talhões P1 e P2 contêm algas incorporadas à superfície, com uma espessura de algas aproximadamente de 10 cm. Nos talhões P3 e P4 foram colocadas algas com uma espessura sensivelmente também de 10 cm, a 20 cm de profundidade. Cobriu-se as algas com 10 cm de areia, de modo, a que a superfície ficasse novamente homogénea.

### Monitorização Morfológica

A evolução física foi baseada na análise qualitativa de fotografias do local do protótipo. Foram realizadas fotografias com periodicidade de 15 dias e posteriormente foram realizadas fotografias mensais. Foram efectuados dois levantamentos topográficos da zona em estudo, o primeiro em 21/06/00 e o segundo em 07/11/00. Os levantamentos efectuados foram baseados no método dos pontos cotados. Na figura I as manchas pretas com a forma de rectângulos, simbolizam os talhões em estudo.



**Figura I** -Distribuição dos Pontos nos levantamentos topográficos realizados

Posteriormente ao tratamento dos dados, com o objectivo de calcular as coordenadas dos pontos recolhidos dos referidos levantamentos, foi utilizado o método de triangulação com interpolação linear. Através deste método foi feita uma análise tridimensional dos dados para quantificar qual a variação de volume de areia na área em estudo no período entre os dois levantamentos realizados.

### Evolução Química

Foram realizadas amostras de areia trimestrais. Foram extraídas a quatro profundidades diferentes, nomeadamente a 10 cm, 20 cm, 30 cm e 40 cm. As amostras químicas efectuadas consistiram na determinação do teor em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) recorrendo ao método de espectrofotometria de absorção molecular. Também foi feita a determinação dos valores de pH.

### Monitorização Climatológica

A análise dos dados referentes ao regime eólico com base nos registos da estação meteorológica portátil permitiu estimar qual o caudal sólido eólico potencial no período de Junho a Setembro. A estimativa dos caudais sólidos eólicos potenciais foi baseada apenas nos dados do vento, não tendo em conta os factores de correcção como a pluviosidade e humidade relativa do ar que desempenham um papel inibidor do transporte sólido eólico. O que foi estimado foi o transporte bruto, ou seja, a quantidade total de areia movimentada pelo vento. O valor resultante dá uma ideia do sentido dominante em termos de transporte. Os dados do vento utilizados para estimar a densidade do fluxo sólido eólico foram colectados pela estação meteorológica entre o período 30/05/00 a 30/09/00. O modelo proposto por BAGNOLD (1954, *in*, GOMES, 1992) foi o escolhido para o cálculo do caudal sólido eólico potencial.

### Monitorização das colónias de *Elymus farctus*

A monitorização espacial das colónias de *elymus farctus* foi realizada através de medições métricas, tendo em conta as colónias existentes mais próximas de cada talhão nas quatro direcções Norte, Sul, Este e Oeste. Serviu para testar o efeito da implantação das algas na berma de praia, ou seja, enriquecimento do solo em matéria orgânica, no acelerar do crescimento da vegetação das dunas - *Elymus farctus*.

## RESULTADOS

### Monitorização Morfológica

Com a incorporação das algas à superfície nos talhões P1 e P2 o solo passou de uma superfície lisa para uma superfície em relevo facilitando assim a retenção de areia quando se inicia o transporte eólico desta. A rugosidade resultante da incorporação das algas nestes talhões funcionou como uma armadilha contra a areia, retendo-a. As figuras II e III mostra qual o aspecto dos talhões. Nos talhões P3 e P4 onde a incorporação das algas é feita a 20 cm de profundidade não foi registado quaisquer alterações, devido ao facto, de a superfície não ter sofrido alterações em termos físicos. No que diz respeito às orientações dos talhões, estas não tiveram qualquer influência no estudo em causa.

O levantamento topográfico foi realizado numa área de 8012.53 m<sup>2</sup>. Foi registado um aumento de volume de 2194.14 m<sup>3</sup>. Em termos do volume acumulado nos talhões foi estimado em P<sub>1</sub> (1.7 m<sup>3</sup>), P<sub>2</sub> (1.5 m<sup>3</sup>), P<sub>3</sub> (0.8 m<sup>3</sup>) e em P<sub>4</sub> (-0.1 m<sup>3</sup>). Foi registado um crescimento potencial em P<sub>1</sub> (17 cm), P<sub>2</sub> (15 cm), P<sub>3</sub> (8 cm) e em P<sub>4</sub> (-1 cm). Foi verificada a seguinte relação entre os volumes e talhões:  $P1_{\text{volume}} > P2_{\text{volume}} > P3_{\text{volume}} > P4_{\text{volume}}$ . O facto de o vento predominante ser de Noroeste e pelo seguimento dos talhões no campo, fez com que o volume sofresse uma diminuição para Sul. A erosão registada no talhão P<sub>4</sub> deveu-se por duas razões: a) pelo que já foi dito, o facto de o vento predominante ser de Noroeste e b) pela observação no local do rebaixamento da superfície.



**Figura II** - Talhão P<sub>1</sub>

Data: 30/05/00

Orientação: Vista para Este



**Figura III** - Talhão P<sub>1</sub>

Data: 07/11/00

Orientação: Vista para Este

#### Evolução Química

Os valores obtidos nas duas primeiras análises realizadas ao teor de nitratos (valores na ordem de 1.0 mg/kg a 3.0 mg/kg) e fosfatos (valores na ordem de 0.0 mg/kg a 2.0 mg/kg) não têm expressão. Os valores obtidos na última análise aumentaram significativamente. Registou-se para o teor de nitratos valores na ordem de 4.0 mg/kg a 25.8 mg/kg e para o teor de fosfatos valores na ordem de 10 mg/kg a 14.4 mg/kg. Esta subida de valores deveu-se ao facto de a zona em estudo ter sido galgada pela água do mar. Os nutrientes e sedimentos que se encontram depositados no fundo deste, em dias de tempestade são removidos do fundo pela acção da ondulação e trazidos para a costa para a alta praia onde ficam retidos. O facto dos grãos de areia das praias de Tróia serem essencialmente constituídos em grandes percentagens por quartzo e bioclastos (conchas), o aumento dos valores de fósforo registado, deve-se pelo simples facto de os galgamentos terem arrastado consigo quantidades suficientes do mineral apatite constituído por fosfato de cálcio.

Dos valores obtidos nas duas primeiras análises realizadas ao pH, registou-se valores entre 5.5 a 7.0 (ligeiramente ácido). Na última análise realizada registou-se um aumento nos valores com uma ordem de grandeza 8.0 a 9.0 (alcalino). Os galgamentos arrastaram consigo sedimentos de concha que na sua degradação libertam os carbonatos responsáveis pelo aumento do pH. É de referir que os valores obtidos nos talhões acompanham sempre os valores de azoto nítrico, fósforo e pH na situação de referência. A hipótese dos valores obtidos na última análise terem sido influenciados pela decomposição da matéria orgânica proveniente da incorporação das algas nos talhões não parece ser a mais correcta.

#### Monitorização Climatológica

Os caudais sólidos eólicos potenciais (Q) estimados para os meses de Junho, Julho, Agosto, Setembro, são respectivamente 0.71 m<sup>3</sup>/m, 1.28 m<sup>3</sup>/m, 0.80 m<sup>3</sup>/m e 0.52 m<sup>3</sup>/m, totalizando 3.31 m<sup>3</sup>/m. o crescimento potencial é de 71 cm, 128 cm, 80 cm, 52cm nos respectivos meses, totalizando de 3.31 m. Quando comparados os valores obtidos dos levantamentos topográficos com os obtidos pelas fórmulas de BAGNOLD, nota-se coerência entre eles, uma vez que o valor resultante do cálculo do caudal sólido eólico potencial (caudal que potencialmente é transportado pelo vento) é superior aos valores obtidos pelos levantamentos topográficos (valor que representa o volume de sedimento que ficou retido no local do protótipo). De um modo simplista a quantidade da areia que voa tem que ser superior à quantidade de areia que fica retida.

#### Monitorização das colónias de *Elymus farctus*

As medições métricas efectuadas em 10/06/00 e 07/011/01 permitiram constatar uma aproximação das colónias. Pelos resultados obtidos nas análises químicas e por observações no local em que se verificou um aparecimento de colónias de *Elymus farctus* homogéneo em toda a zona circundante do local do protótipo, as alterações registadas nas medições efectuadas devem-se ao facto desta vegetação se disseminar por semente. Com as chuvas de Inverno e humidade brotaram. As novas colónias de *elymus farctus* que assim apareceram, podem ainda vir a sofrer um aceleração no crescimento com a posterior e eventual decomposição da matéria orgânica (favorece o solo em termos de quantidades disponíveis de nutrientes essenciais para o crescimento de vegetação) proveniente das algas incorporadas no solo.

#### CONCLUSÃO

Em termos morfológicos foi observado o efeito do aumento da rugosidade hidráulica ( $Z_0$ ) da superfície, neste caso concreto, incorporando algas no solo como nos talhões P1 e P2 algas incorporadas à superfície), a retenção do sedimento em transporte eólico foi mais eficiente do que nos talhões P3 e P4 (algas incorporadas em profundidade). Os levantamentos topográficos realizados no local do protótipo corroboraram estes resultados. Estes mostraram não ser eficientes, uma vez que estão associados erros que para este tipo de estudo são muito significativos, dado os valores diminutivos de acumulação. No entanto os resultados obtidos são coerentes e podem ser comparados entre si. Para a obtenção de resultados mais precisos é aconselhável a realização de levantamentos micro-topográficos, mais precisos e pormenorizados.

No que diz respeito às análises químicas, o facto do intervalo de tempo para o efeito ter sido muito curto, faz com que os resultados obtidos não sejam representativos. Os galgamentos registados no local, alteraram as condições existentes no solo influenciando assim, os valores obtidos nas análises químicas. Por estas razões os resultados conseguidos não são conclusivos e exigem uma continuação para que possam ter significado na evolução do protótipo.

A estimativa do caudal sólido eólico potencial totalizando  $3.31 \text{ m}^3/\text{m}$  no período de Junho a Setembro revela em conjunto com outros factores, que a zona em estudo tem um forte potencial para a realização de projectos de recuperação dunar.

As novas colónias de *elymus farctus* não sofreram nenhuma influência vinda da incorporação das algas no solo. Estas podem ainda vir a sofrer um aceleração no crescimento com a posterior e eventual decomposição da matéria orgânica proveniente das algas incorporadas no solo.

Fazendo um apanhado de toda a informação obtida neste projecto, tendo em conta o curto intervalo de tempo dispensado para o efeito, e os resultados obtidos, a utilização de algas *dictyota dichotoma* na optimização de projectos de recuperação dunar não revelou eficácia como agente responsável pelo incremento, ainda que de forma limitada, da rugosidade hidráulica da superfície. A decomposição da matéria orgânica é um processo bastante lento, demorando mais do que seis meses (duração do estágio) para que o processo de decomposição se inicie, eventualmente incompatível com medidas de recuperação de emergência associadas a regeneração do edifício dunar previamente destruído por eventos erosivos de origem marinha ou antrópica.

#### REFERÊNCIAS

COSTA, J.B. (1995) - "Caracterização e constituição do solo", 5ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian

GOMES, N.M.N., (1992) - "Dinâmica dunar no arco litoral Tróia-Sines (Portugal)", dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada

RANWELL, D.S., BOAR, R. (1986) - "Coast dune management guide", Institute of terrestrial ecology, Natural environment research council

SANTOS, J.Q. (1991) - "Fertilização, fundamentos da utilização dos adubos e correctivos", colecção Euroagro, publicações Europa-América