



VII CONGRESSO NACIONAL DE  
**GEOLOGIA**



## Evolução morfológica da praia estuarina do Alfeite à Mesoescala *Mesoscale Morphological evolution of the Alfeite Beach*

Cátia Valente<sup>(1, 2)</sup>, Paula Freire<sup>(2)</sup> e Rui Taborda<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

<sup>(2)</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil

<sup>(3)</sup> LATTEX, IDL, Univ. Lisbon, Campo Grande, Edifício C6, 1749-016 Lisboa

[covalente@lnec.pt](mailto:covalente@lnec.pt), [pfreire@lnec.pt](mailto:pfreire@lnec.pt), [rtaborda@fc.ul.pt](mailto:rtaborda@fc.ul.pt)

### *SUMÁRIO*

A praia do Alfeite (estuário interno do Tejo) é uma praia cuja evolução morfo-sedimentar resulta exclusivamente da acção de ondas geradas por ventos locais numa área de extensão limitada. Neste trabalho procedeu-se à avaliação das alterações morfológicas da praia do Alfeite, através da comparação das linhas de vegetação com base em fotografias aéreas de 1958 a 2004 e recorrendo ao programa ArcGIS. Os resultados mostram que, durante o período analisado, a praia apresentou uma clara tendência de acreção.

Palavras-chave: Margens estuarinas; evolução; estuário do Tejo.

### *SUMMARY*

*The Alfeite beach (Tagus inner estuary) morfo-sedimentary evolution results exclusively from local wind generated waves. In this work Alfeite beach morphological changes were evaluated through the comparison of the vegetations lines using air photographs from 1958 to 2004, in a GIS environment. Results clearly show that, during the analysed period, the beach presented an accretional behaviour.*

*Key-words: Estuarine banks; evolution; inner Tagus estuary.*

---

## Introdução

O estuário do rio Tejo está localizado na costa Oeste Portuguesa, próximo da cidade de Lisboa (Figura 1).

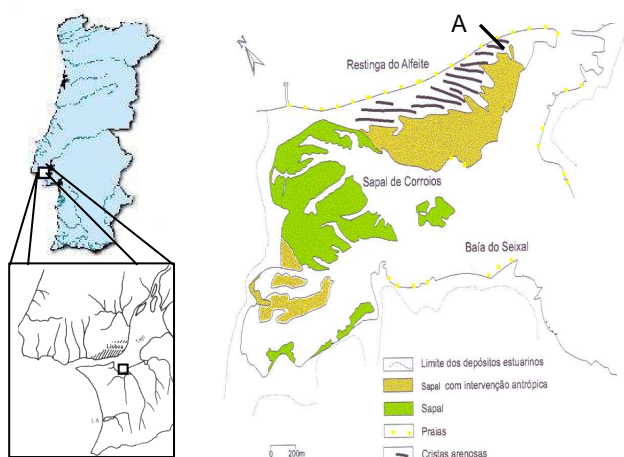


Figura 1 – Localização da área em estudo e do perfil transversal A.

Este apresenta uma zona interna, que se estende desde Vila Franca de Xira até Cacilhas, caracterizada por extensas zonas intertidais constituídas por rasos de maré e sapais. Estas áreas são alimentadas por sedimento em suspensão de origem fluvial, redistribuído pelas correntes de maré. A margem sul é caracterizada por diversas restingas e praias de natureza arenosa, formas que resultam da actividade das ondas de geração local (Freire e Andrade, 1998).

A restrição da ocorrência de areias marinhas ao canal de embocadura e o facto da maior parte dos sedimentos arenosos de origem fluvial não alcançarem o estuário, pelo menos para jusante de Vila Franca, sugere que a grande maioria das areias que constituem as praias estuarinas na sua região interior terão origem local, nas formações detríticas encaixantes do estuário (Freire, 2003).

A praia do Alfeite (Figura 1) estende-se por cerca de 2.5km e situa-se na margem norte da restinga Alfeite. O desenvolvimento da restinga favoreceu a manutenção a sul de uma baía protegida (baía do Seixal), constituída por um sistema de canais que alimentam rasos de maré e sapais, essencialmente vasosos.

Segundo Freitas *et al.* (1998) a instalação da restinga do Alfeite data de há cerca de 500 anos. Uma idade semelhante é sugerida pela análise polínica de um testemunho de sondagem do sapal (Queiroz, 1995). No entanto, registos históricos do século XIV,

<sup>1</sup> Associação da Industria Papeleira.

<sup>2</sup> Direcção-Geral das Florestas.

<sup>3</sup> Centro Nacional de Informação Geográfica.

referidos por Nabais (1993), indicam que nessa altura a baía já teria condições de abrigo, o que sugere que, pelo menos, uma restinga inicial já estaria formada.

A praia do Alfeite é uma praia reflectiva, que contacta inferiormente com um raso de maré areno vasoso. A amplitude local da maré varia entre 3.2m e 1.5m, em marés vivas e mortas, respectivamente. O nível máximo da maré acima do Zero Hidrográfico (ZH) é de 4.3m. A praia do Alfeite está exposta à acção de agitação local, originada fundamentalmente por ventos do quadrante N com *fetch* da ordem de 13km. O regime de agitação médio é caracterizado por ondas com altura significativa média de 0.2-0.4m (Freire e Andrade, 1998).

O presente trabalho está inserido num projecto mais vasto cujo objectivo é o estudo da morfodinâmica de praias em zonas de extensão limitada. A evolução morfológica da praia do Alfeite à mesoescala foi analisada com base em fotografias aéreas dos últimos 45 anos. Apresentam-se dados sobre a variação da posição da linha de costa e taxas de variação média em área.

## Métodos

Na realização deste trabalho foi utilizada a ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) que estende as funcionalidades do *software* ArcGIS, permitindo a automatização de grande parte das tarefas relacionadas com a análise quantitativa da evolução da linha de costa (Thieler *et al.*, 2005).

A análise foi efectuada com base nas fotografias aéreas de 1958, 1991, 1995 e 2004 (Quadro 1), tendo sido escolhida para linha de referência o limite de vegetação de acordo com as recomendações constantes em Kraus e Rosati (1997). A geração dos transectos perpendiculares à linha de costa e o cálculo das taxas de evolução da linha de costa, assim como as respectivas incertezas, foram efectuadas de modo automático através do DSAS.

Quadro 1 – Fotografias aéreas analisadas.

Ano	Escala	Fonte	Nível previsto de maré (m ZH)
1958	1:8000	Inst. Português de Cartografia e Cadastro	+2.99
1991	1:15000	Inst. Português de Cartografia e Cadastro	+2.84
1995	Ortofotomapa	CELPA <sup>(1)</sup> , DGF <sup>(2)</sup> , CNIG <sup>(3)</sup>	+1.48
2004	Ortofotomapa	Inst. Geográfico Português	+3.56

Analisou-se a evolução temporal da taxa de evolução da linha de vegetação nos seguintes intervalos de tempo: 1958 a 1991, 1991 a 1995, 1995 a 2004 e 1958 a 2004.

Analisaram-se os resultados obtidos à mesoescala com os resultados da comparação de perfis transversais à praia, efectuados entre 1994 e 2006.

A variação da posição da linha de costa ao longo do tempo foi avaliada recorrendo a diferentes métodos: diferença entre a posição inicial e final da linha de costa, regressão linear e regressão linear iterativa (*Jackknife*). No caso da regressão linear foram ainda obtidas estatísticas suplementares como o coeficiente de correlação, intervalo de confiança e estimativas de erro.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos pelos diferentes métodos foram consistentes (Figura 2 e 3). Analisado o erro associado à digitalização da linha de vegetação pelo utilizador, verificou-se que o seu valor máximo é da ordem dos 2m.

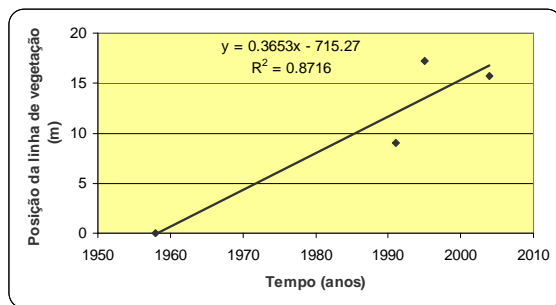


Figura 2 – Regressão linear.

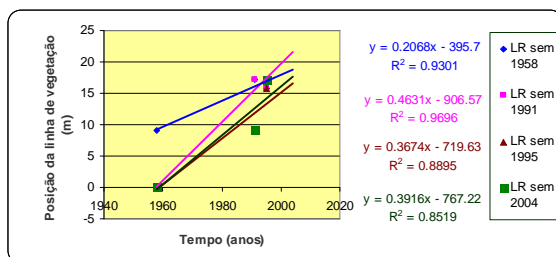


Figura 3 – Regressão Linear iterativa.

A praia do Alfeite mostra uma variação morfológica nos últimos 45 anos dominada por acumulação (Figura 4). Embora as alterações da linha de costa não se distribuam uniformemente no tempo e no espaço, o intervalo estudado, de 45 anos, revela uma evolução morfológica gradual de uma margem arqueada para uma forma rectilínea, com a

acumulação a predominar na parte central da praia e no seu sector leste (Ponta dos Corvos) (Figura 4 e 5).

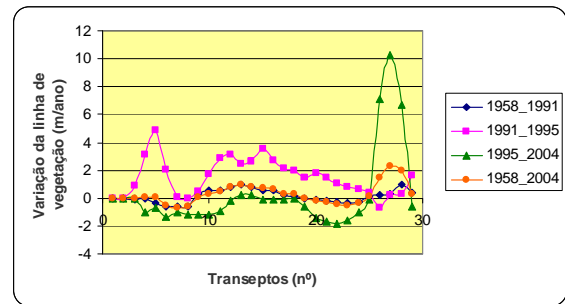


Figura 4 – Variação da posição da linha de costa na praia do Alfeite nos intervalos estudados.

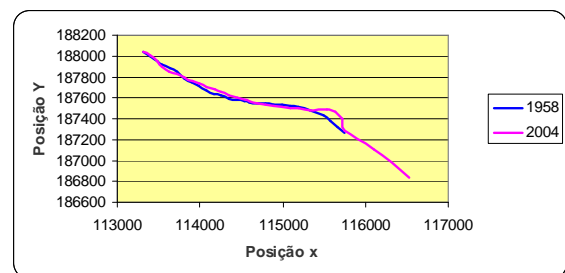


Figura 5 – Variação da posição de linha de costa entre 1958-2004.

Esta acumulação ocorreu entre 1991 e 2004, particularmente, no período entre 1991 e 1995 (Figura 6). A taxa de acumulação foi da mesma ordem de grandeza da encontrada por Freire e Andrade (1998) para o período entre 1930 e 1979.

O crescimento no período entre 1991 e 1995 corresponde a cerca de 5% na parte leste da praia e 71% na parte central da praia. Este aumento, estará provavelmente associado às acções que decorreram quando da construção do terminal da Transtejo no Seixal, demonstrando a interdependência entre a evolução morfológica e a interferência antrópica no sistema. No entanto, o sistema evidencia uma continuidade da acreção mas de menor escala.

Entre 1995 e 2004 observa-se uma certa tendência erosiva da praia com taxa de recuo máxima de 2m/ano, continuando, no entanto, a acreção na Ponta dos Corvos.

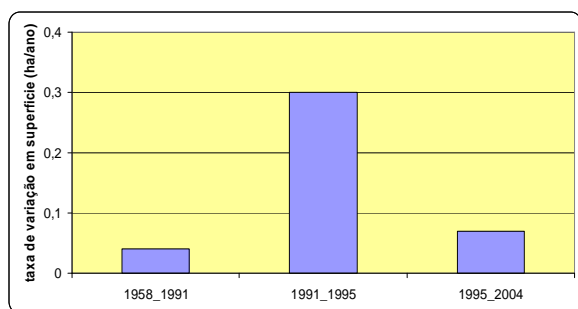


Figura 6 – Taxa de variação da superfície da praia do Alfeite entre 1958 e 2004.

A comparação de vários perfis transversais à praia realizados entre 1994 e 2006, dos quais se apresenta na Figura 7 um exemplo, mostra que esta se manteve praticamente estável. Exceptua-se a movimentação de material entre o topo da face da praia e o raso de maré, que ocorreu entre Maio e Junho de 1996, associada a uma situação de níveis de água excepcionalmente elevados resultantes da conjugação de marés vivas e cheias no Tejo (Freire, 2003).

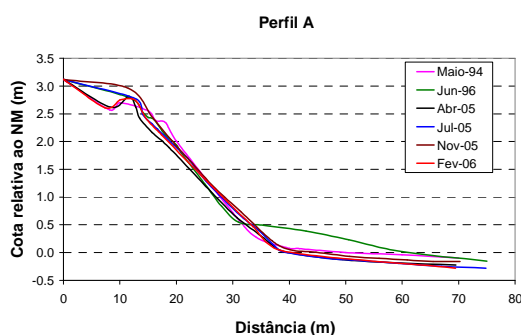


Figura 7 – Evolução do perfil transversal da praia do Alfeite entre 1994 e 2006. (Ver Figura 1 para localização).

Estes resultados mostram que à microescala a praia do Alfeite é relativamente estável não apresentado variações sazonais, típicas de praias oceânicas. As alterações morfológicas do perfil estão associadas a eventos extremos de baixa frequência.

### Conclusões

A análise de fotografia aérea continua a constituir um dos métodos mais eficazes para a análise da evolução da linha de costa à mesoescala. Neste trabalho, a utilização do DSAS permitiu quantificar as variações da posição da linha de vegetação e possibilitou a análise e quantificação das diferentes fontes de erro, assim como o cálculo das taxas de evolução.

Estudos anteriores baseados em comparação cartográfica referem a ocorrência de períodos erosivos entre 1930 e 1979 e de acumulação de 1979

a 1993. No presente estudo (1958 a 2004) apenas foi possível constatar uma tendência evolutiva no sentido de acreção, provavelmente, associada à interferência antrópica no sistema.

A evolução à microescala mostra que a praia se manteve praticamente estável entre 1994 e 2006, estando as alterações morfológicas do perfil associadas a eventos extremos de baixa frequência.

Os resultados mostram que a mesoescala será a escala temporal mais apropriada para analisar a evolução morfológica deste tipo de praias.

### Agradecimentos

Este artigo foi preparado no âmbito do Projecto “BERNA – evolução de praias em zonas de *fetch* restrito: análise experimental e numérica” (POCTI/CTA/45431/2002), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

### Referências Bibliográficas

- Freire, P. (2003) Evolução Morfo-Sedimentar de Margens Estuarinas. Estuário do Tejo, Portugal. Tese de Doutoramento apresentada à Universidade de Lisboa, LNEC, TPI 28, 380 pp.
- Freire, P., Andrade, C. (1998) Morfodinâmica de margens estuarinas: evolução da restinga do Alfeite nos últimos 150 anos (estuário do Tejo). Actas do V Congresso Nacional de Geologia, tomo 84, fascículo 1: C-59 – C-62. Lisboa.
- Lousada, C. (1995) Contribuição para o estudo da proveniência dos sedimentos arenosos das praias da margem esquerda do estuário do Tejo. Relatório do Projecto EU – 0445 – “Climate Change and Coastal Evolution in Europe”, Geofcul. Lisboa, 76pp.
- Nabais, A. (1993) Nota histórica. Abertura do concurso de ideias, PDM. Câmara Municipal do Seixal, 5pp.
- Queiroz, P. (1995) Estudo palinológico do perfil sedimentar do sapal do Alfeite, Estuário do Tejo. Relatório do Projecto EU – 0445 – “Climate Change and Coastal Evolution in Europe”, Geofcul. Lisboa, 8pp.
- Kraus, N., Rosati, J. (1997) Interpretation of Shoreline-Position Data for Coastal Engineering Analysis. Coastal Engineering Technical Note. CETN II-39 (12/97). US Army Engineer Waterways Experimental Station, 14pp.
- Thieler, E., Himmelstoss, E., Miller, T. (2005) User Guide & tutorial for the Digital Shoreline Analysis System. (DSAS) version 3.0. Extension for ArcGIS v.9.0. Part of USGS Open-File Report 2005-1304, 28pp.