



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE  
Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Proc. 0604/014/16564

# **EXTRACÇÃO DE AREIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA: IMPACTOS E EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA**

## **Evolução da linha de costa**

Lisboa • Maio de 2010

**I&D** HIDRÁULICA E AMBIENTE

**RELATÓRIO 315/2010 – NEC**

Projecto FCT - PTDC/ECM/70428/2006

SANDEX – Extracção de areias na plataforma continental portuguesa:  
impactos e evolução morfodinâmica

---

**I & D**

**HIDRÁULICA e AMBIENTE**

**EXTRACÇÃO DE AREIAS NA PLATAFORMA  
CONTINENTAL PORTUGUESA: IMPACTOS E EVOLUÇÃO  
MORFODINÂMICA. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA**

**SAND EXTRACTION IN THE PORTUGUESE CONTINENTAL  
SHELF: IMPACTS AND MORPHODYNAMIC EVOLUTION.  
SHORELINE EVOLUTION**

**EXTRACTION DE SABLE SUR LA PLATEFORME  
CONTINENTALE PORTUGAISE : IMPACTS ET EVOLUTION  
MORPHODYNAMIQUE. EVOLUTION DE LIGNES DE COTE**



# EXTRACÇÃO DE AREIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA: IMPACTOS E EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

## ÍNDICE DO TEXTO

---

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento e objectivos.....	1
1.2	Estrutura do relatório.....	2
2	Local de estudo.....	3
3	Metodologia .....	6
3.1	Breve descrição dos modelos numéricos .....	6
3.2	Dados disponíveis e seu processamento.....	8
3.3	Modelação numérica.....	12
3.3.1	Litdrift.....	12
3.3.2	Litline .....	13
4	Resultados.....	15
4.1.1	Transporte longitudinal .....	15
4.1.2	Evolução da linha de costa .....	19
5	Conclusões .....	27
6	Referências.....	31

Anexo A – Local de estudo: Fotografias de perfis da praia de Vale do Lobo

Anexo B – Testes de sensibilidade realizados com o modelo Litdrift

### **No texto:**

- Figura 1 – Identificação do local de estudo. A linha de base, a amarelo, delimita a extensão de praia considerada, limitada a Oeste pelo porto de pesca de Quarteira e a Este pela barra do Ancão. Data da fotografia aérea: 21-07-2007.....3
- Figura 2 – Localização dos sectores de praia considerados em particular na avaliação da evolução da linha de costa. Fotografia aérea de 21-07-2007.....5
- Figura 3 – Esquema da metodologia de cálculo do transporte longitudinal pelo Litdrift. ....7
- Figura 4 – Esquema da metodologia de cálculo da evolução da linha de costa aplicado pelo Litline.....8
- Figura 5 – Variação sazonal do perfil de praia VL3 (localizado na praia de Vale do Lobo) para o ano de 1998. ....10
- Figura 6 – Variação espacial dos perfis de praia VL1 a VL3 para os períodos de Inverno marítimo (Janeiro) e Verão marítimo (Junho) no ano de 1998.....10
- Figura 7 – Posicionamento das linhas de costa obtidas para os anos de 1995 (verde), 2005 (azul) e 2007 (vermelho) sobre a fotografia aérea de 2007. ....12
- Figura 8 – Capacidade de transporte longitudinal para o perfil de praia representativo, entre 1998-2007.....16
- Figura 9 – Resultados da capacidade de transporte acumulado obtidos com o Litdrift para cada ano entre 1998 e 2007, considerando um perfil na praia de Vale do Lobo.....17
- Figura 10 – Distribuição transversal do transporte longitudinal líquido para Leste ( $m^3/ano/m$ ) no ano de 2001.....18
- Figura 11 – Extensão activa da praia entre 1998-2007, considerando o perfil de praia representativo. ....19
- Figura 12 – Localização da foz da ribeira de Carcava (adaptado de Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, 1981). ....22
- Figura 13 – Resultados numéricos da evolução da linha de costa para os três cenários considerados. A extensão da largura da praia está referida

relativamente à baseline. Os sectores de praia são identificados por Gr – Garrão; VL – Vale do Lobo; Tf – Trafal e FN – Forte Novo. Escala distorcida. ....23

Figura 14 – Evolução transversal média da linha de costa para cada sector considerando três cenários (sem escavação, com escavação e com escavação mais alimentação). Os valores positivos indicam avanço da praia e os valores negativos indicam recuo da praia. a) Forte Novo; b) Trafal; c) Vale do Lobo; d) Garrão.....24

Figura 15 – Resultados da evolução da linha de costa sem escavação comparados com o efeito da escavação para a linha com alimentação artificial. Ampliação da região em frente ao local da escavação ao largo. Escala distorcida. ....26

Figura 16 – Evolução da linha de costa no primeiro ano após a alimentação artificial realizada em 2006 na praia de Vale do Lobo. Escala distorcida.....26

**No Anexo A:**

Figura A. 1 – Perfil de praia a Oeste do enrocamento da piscina de Vale do Lobo (24-01-2010). a) Fotografia com vista para Este; b) fotografia com vista para Oeste, imediatamente após o enrocamento da piscina; c) fotografia com vista para Oeste.

Figura A. 1 – Perfis de praia a Este do enrocamento da piscina de Vale do Lobo (24-01-2010). a) Fotografia com vista para Oeste; b), c) e d) fotografias com vista para Este.

Figura A. 3 – Granulometria da praia no sopé da arriba (em cima) e próximo da zona de rebentação (em baixo) (24-01-2010).

**No texto:**

Tabela 1 – Declives (m) mensais da face da praia para o perfil VL3 no ano de 1998.....	11
Tabela 2 – Principais parâmetros do transporte longitudinal após os testes de sensibilidade. ....	13
Tabela 3 – Transporte longitudinal obtido para um regime de agitação a Leste e outro a Oeste (em frente a Vale do Lobo).....	18
Tabela 4 – Profundidade do limite da zona activa entre os anos de 1998 e 2007.....	19

**No Anexo B:**

Tabela B. 1 – Resumo dos testes de sensibilidade efectuados para calibração do Litdrift.	
--	--

## **Agradecimentos**

As autoras agradecem ao Dr. Lourival Trovisco do LNEC-DHA-NEC pela colaboração no processamento de fotografias aéreas, à FCT pelo financiamento do Projecto SANDEX (PTDC/ECM/70428/2006) e à ARH-Algarve, nas pessoas do Dr. Sebastião Braz Teixeira e Dr. Marcos Rosa, pela cedência de dados.



# EXTRACÇÃO DE AREIAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL PORTUGUESA: IMPACTOS E EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

## 1 Introdução

---

Já desde há vários anos que a costa sul de Portugal tem vindo a sofrer de problemas de erosão. Particularmente nesta área do país, o recuo da linha de costa manifestado pela perda de areal nas praias constitui um problema uma vez que a principal actividade económica aí desenvolvida está ligada à indústria do turismo.

A definição de estratégias de combate à erosão trata-se de uma questão controversa, onde por um lado existe a construção de estruturas de defesa costeira permanentes, como os esporões, que alguns autores defendem como sendo uma prática agressiva e não natural por provocar interrupção no transporte sedimentar longitudinal (ex.: Dean, 2002; Taborda *et al.*, 2005), para além de ser pouco estética, e por outro lado começa a ser frequente a alimentação artificial de praias, esta vista como uma medida mais suave e eficaz, se bem que não a longo termo pois são necessárias consecutivas recargas, consoante a capacidade de transporte do local.

### 1.1 Enquadramento e objectivos

A praia de Vale do Lobo, no Algarve, tem vindo a registar uma diminuição na extensão do seu areal, chegando mesmo a colocar em risco edificações localizadas sobre as arribas.

Em finais de 1998, início de 1999 foi realizada uma primeira alimentação artificial nesta praia de 700 000 m<sup>3</sup> tendo sido os sedimentos aí depositados extraídos ao largo. Após o esgotamento desta primeira alimentação foi então realizada outra intervenção, em 2006 voltando a mancha de empréstimo a ser proveniente do fundo da plataforma continental.

O trabalho aqui apresentado consiste numa das tarefas realizadas no âmbito do projecto “SANDEX – Extracção de areias na plataforma continental portuguesa: impactos e evolução morfodinâmica” e tem o objectivo de avaliar o impacte da extracção de inertes realizada ao largo de Vale do Lobo, para alimentação desta praia, na evolução da linha de costa entre Quarteira e a barra do Ancão.

Para tal, foram já realizadas duas fases do trabalho, nomeadamente a obtenção e tratamento de dados de agitação marítima ao largo da costa no Algarve (concretamente na bóia de Faro) e a transposição do regime de agitação obtido ao largo para a zona em frente ao local de estudo, cujos procedimentos adoptados e respectivos resultados se descrevem em Proença e Capitão (2009) e Proença e Sancho (2010), respectivamente.

Seguidamente apresenta-se a estrutura do relatório.

## **1.2 Estrutura do relatório**

Após uma breve introdução e enquadramento do trabalho realizado apresentados neste capítulo, efectua-se a descrição do local de estudo, no capítulo II.

No capítulo III são apresentados os dados disponíveis, bem como o seu processo de tratamento.

No capítulo IV apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos e finalmente no capítulo V são tiradas conclusões.

## 2 Local de estudo

Este estudo é centrado na praia de Vale do Lobo, onde, em 2006, foi efectuada uma alimentação artificial, tendo sido depositados cerca de 370 000 m<sup>3</sup> numa frente de praia de cerca de 1100 m provocando um aumento médio da largura da praia de aproximadamente 30 m (Teixeira, 2009).

Neste capítulo apresenta-se o domínio de cálculo considerado, bem como aspectos relativos ao local de estudo importantes a considerar no decorrer do trabalho aqui apresentado.

Vale do Lobo encontra-se situado na margem sul da costa portuguesa pertencendo à célula de circulação sedimentar compreendida entre Olhos de Água (Albufeira) e o Cabo de Santa Maria (Faro), onde o transporte longitudinal se processa predominantemente para Este (Teixeira, 2009).

Para este estudo, considerou-se uma extensão de praia com um comprimento aproximado de 15 km, limitado a Oeste pelo porto de pesca de Quarteira e a Leste pela barra do Ancão (Figura 1). Foi definida, com base no actual alinhamento principal da linha de costa, uma linha de base (a amarelo) que funcionará como referência para a posição da linha de costa. Considerou-se o espaçamento das células na direcção longitudinal 50 m (ao longo da linha de base) e na direcção normal à linha de base 2 m (ao longo do perfil de praia).



Figura 1 – Identificação do local de estudo. A linha de base, a amarelo, delimita a extensão de praia considerada, limitada a Oeste pelo porto de pesca de Quarteira e a Este pela barra do Ancão. Data da fotografia aérea: 21-07-2007.

A Oeste do porto de pesca de Quarteira existe o porto de Vilamoura, construído em 1970, cuja cabeça do molhe mais a Oeste atinge uma profundidade de -3 m relativa ao Zero

Hidrográfico (ZH) (Clímaco e Vicente, 1997). É de salientar a relevância desta estrutura pois, atingindo tais profundidades constitui uma importante barreira ao transporte longitudinal de sedimentos, que, como já referido é predominante para Leste, provocando assim problemas de erosão neste sentido.

É ainda importante referir que o porto de Quarteira é seguido por um campo de esporões para Leste que também tem influência no transporte longitudinal local.

A região entre Quarteira e a praia do Ancão é constituída por trechos com arribas arenosas com altura variável entre os 10 e os 20 m, sendo interrompidos pelas ribeiras de Almargem e de Carcavai (Clímaco e Vicente, 1997), cujas contribuições como fonte sedimentar se desconhecem. Segundo Dias (1984) esta região é essencialmente constituída por arenitos e siltitos mal consolidados, facilmente desagregáveis. Este autor ainda acrescenta que estas arribas arenosas apresentam uma susceptibilidade à erosão marinha extremamente elevada, verificando-se um forte desgaste da base, quando o tipo de agitação marítima é intenso o suficiente para ultrapassar a protecção conferida pela praia. Teixeira (2009) aponta esta erosão sofrida pelas arribas arenosas como sendo a principal fonte sedimentar desta célula. No Anexo A são apresentadas imagens ilustrativas da praia de Vale do Lobo e da presença das arribas arenosas.

Neste estudo será particularmente investigada a evolução da linha de costa em quatro sectores, escolhidos não só por serem os mais próximos das estruturas de defesa de Quarteira, fazendo isto com que sejam possivelmente os mais afectados, mas também por outros autores já os terem considerado em estudos anteriores, possibilitando assim termos de comparação. Estes sectores são Forte Novo, Trafal, Vale do Lobo e Garrão e a sua localização é identificada na Figura 2.



Figura 2 – Localização dos sectores de praia considerados em particular na avaliação da evolução da linha de costa. Fotografia aérea de 21-07-2007.

Relativamente à fronteira Leste do domínio de estudo, a barra do Ancão, é importante salientar que esta tem um carácter migratório e, devido às condições de elevada energia de onda predominantemente de Oeste, o transporte sedimentar longitudinal faz com que esta barra migre tendencialmente para Este (Vila-Concejo *et al.*, 2004).

Como já referido, em 2006 foi realizada uma extracção de sedimento ao largo da praia de Vale do Lobo, entre as profundidades -15 m e -20 m ZH, sendo este sedimento caracterizado por um grão ligeiramente mais grosseiro ( $D_{50} = 0.76$  mm) do que o sedimento original da praia ( $D_{50} = 0.6$  mm). A escavação foi efectuada numa área com extensão de 600 m ao longo da costa por 200 m perpendicularmente à costa.

No capítulo seguinte será descrito o procedimento adoptado neste estudo para determinação da influência desta extracção de inertes realizada ao largo na evolução da linha de costa entre Quarteira e a barra do Ancão.

Para desenvolver o proposto estudo de evolução da linha de costa entre Quarteira e o Ancão foi aplicado o conjunto de modelos Litpack (DHI, 2008), mais concretamente os módulos Litdrift e Litline. Nas secções seguintes serão apresentados os dados utilizados e o procedimento adoptado na utilização destes modelos.

### 3.1 Breve descrição dos modelos numéricos

Na Figura 3 é apresentada de forma esquemática a metodologia de cálculo do transporte longitudinal aplicada pelo Litdrift. Em traços gerais, o modelo considera o clima de agitação no ponto de entrada (mais ao largo) do perfil de praia, bem como a geomorfologia (geometria e distribuição granulométrica) do respectivo (ou respectivos) perfil (perfis) de praia e, tendo em consideração os processos hidrodinâmicos de refração, empolamento, rebentação e dispersão direccional e os processos de transporte de sedimentos (quer de fundo, quer em suspensão) tais como a assimetria vertical da superfície livre, o fluxo Lagrangiano, a corrente de retorno e o fluxo turbulento superficial devido à rebentação, calcula então o transporte longitudinal, ao longo do perfil de praia.

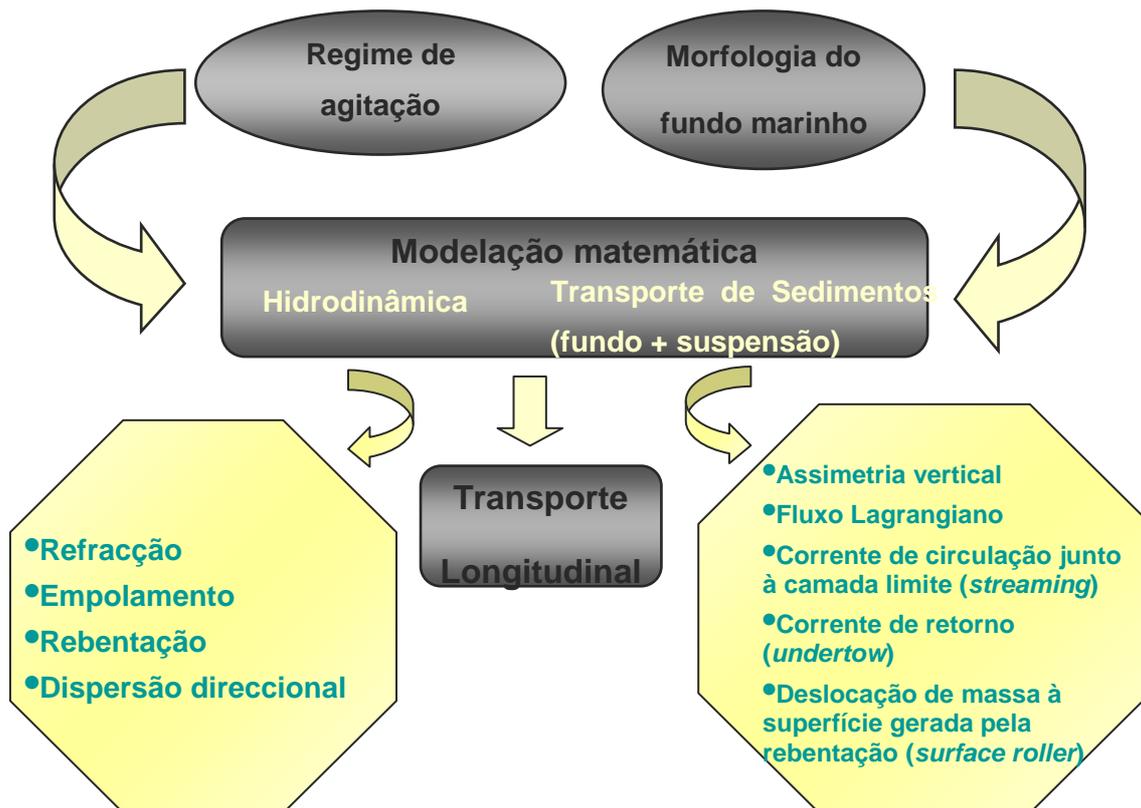


Figura 3 – Esquema da metodologia de cálculo do transporte longitudinal pelo Litdrift.

A metodologia de cálculo da evolução da linha de costa pelo Litline é apresentada na Figura 4. Para uma determinada linha de costa inicial e o transporte longitudinal calculado previamente com o Litdrift, para o respectivo regime de agitação e perfil de praia representativo, o Litline procede ao cálculo, com base na equação da continuidade, dos sucessivos estados da linha de costa dada como parâmetro de entrada. Este é um modelo baseado na teoria dos modelos de 1 linha, onde as situações de acreção são representadas pela translação do perfil em direcção ao largo e as situações de erosão pela sua deslocação para dentro da costa. No entanto, a possibilidade do modelo considerar a variabilidade longitudinal da morfologia da praia (através da introdução de diferentes perfis ao longo da linha de base), a variabilidade temporal de cada perfil (através da introdução dos diferentes perfis ao longo do ano, em cada transecto) e a variabilidade longitudinal do clima de agitação marítima incidente (através da introdução de diferentes climas ao longo da linha de base), permite-lhe ser mais realista do que os clássicos modelos de 1 linha.

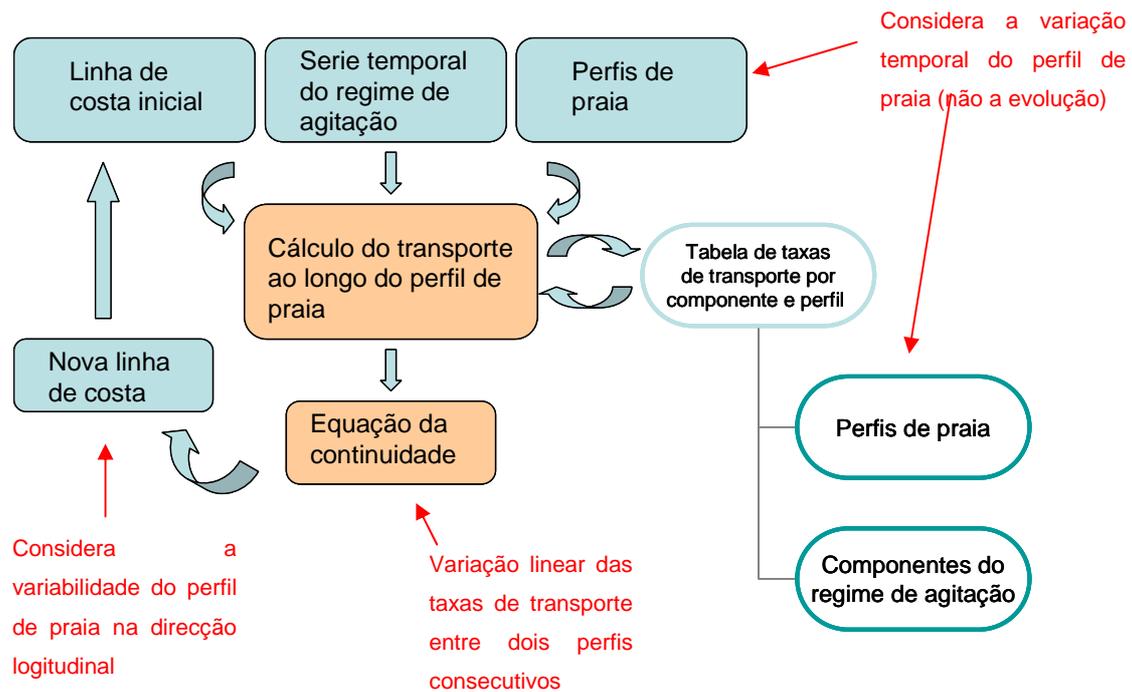


Figura 4 – Esquema da metodologia de cálculo da evolução da linha de costa aplicado pelo Litline.

Informação mais detalhada sobre os modelos Litdrift e Litline é descrita nos respectivos manuais de cada modelo (DHI, 2008).

### 3.2 Dados disponíveis e seu processamento

Para a realização deste estudo foi disponibilizado um extenso conjunto de dados pela ARH-Algarve e pelo LNEC.

Os dados provenientes da ARH-Algarve são:

- **Perfis de praia** mensais obtidos entre 1997 e 2008 em diversos locais da praia numa extensão centrada em Vale do Lobo;
- **Fotografias aéreas** correspondentes aos anos 2005 e 2007;
- **Dados sedimentológicos** nomeadamente relativos ao sedimento nativo na praia de Vale do Lobo ( $D_{50} = 0.6$  mm) e à mancha de empréstimo ( $D_{50} = 0.76$  mm);

Os dados provenientes do LNEC são:

- **Dados de agitação marítima** adquiridos ao Instituto Hidrográfico (IH) no âmbito deste projecto, para um período de 10 anos (entre 01/01/1998 e 31/12/2007) na bóia

de Faro, posteriormente transpostos para 19 pontos ao longo da extensão de praia considerada, sobre a batimétrica dos -10 m ZH\*;

- **Dados de batimetria**, adquiridos também ao IH, incorporados no perfil de praia escolhido;
- **Fotografia aérea** correspondente ao ano de 1995.

O processo de tratamento de dados foi iniciado pela análise dos perfis de praia disponíveis.

Foi efectuada uma análise temporal para verificar a variação sazonal a que a praia se encontra sujeita. Apresenta-se na Figura 5 um exemplo para os perfis adquiridos na praia de Vale do Lobo. Para além desta, efectuou-se também uma análise espacial (Figura 6).

É possível verificar a partir das figuras indicadas que existem algumas discordâncias entre determinadas linhas de perfis, parecendo que estes se encontram desfasados, presumindo-se que tenham havido algumas variações na sua origem. Não tendo sido possível esclarecer as dúvidas existentes relativas a esta discordância na origem dos perfis, essencialmente devido a questões relacionadas com impossibilidade de tratamento dos dados por parte das pessoas que os adquiriram, sendo-nos estes dados facultados em bruto, foram mantidas algumas reservas quanto à informação associada aos perfis, tendo esta análise sido feita com especial cuidado.

Com isto, e após ponderação cuidada, considerou-se então que, sendo o declive da face da praia muito semelhante para todos os perfis, poder-se-ia assumir um perfil de praia representativo da extensão considerada, sendo assim escolhido um perfil adquirido exactamente na praia de Vale do Lobo, designado por VL3.

---

\* Estes dados foram obtidos e processados nas duas tarefas anteriores à tarefa apresentada neste relatório.

### VL3

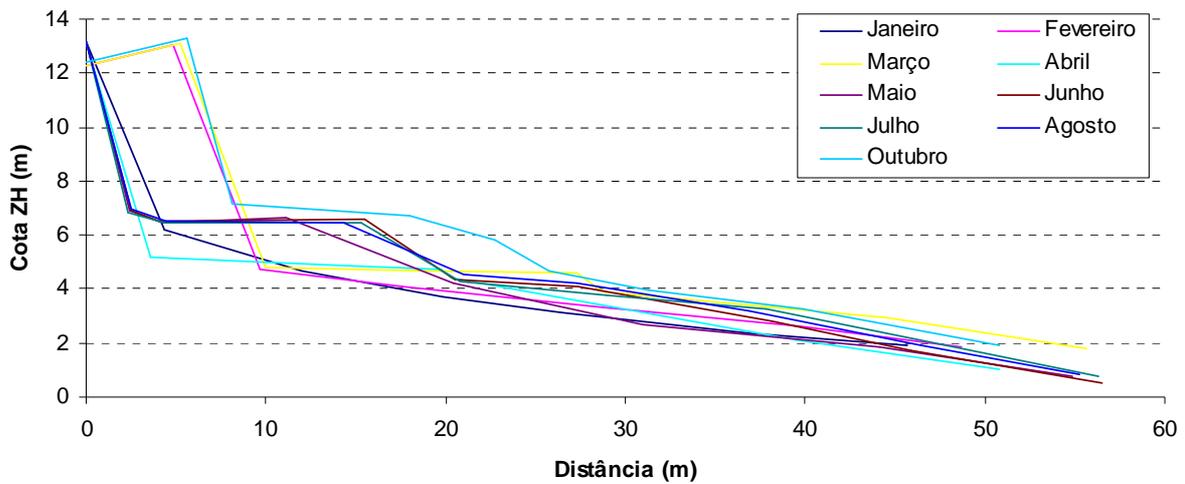


Figura 5 – Variação sazonal do perfil de praia VL3 (localizado na praia de Vale do Lobo) para o ano de 1998.

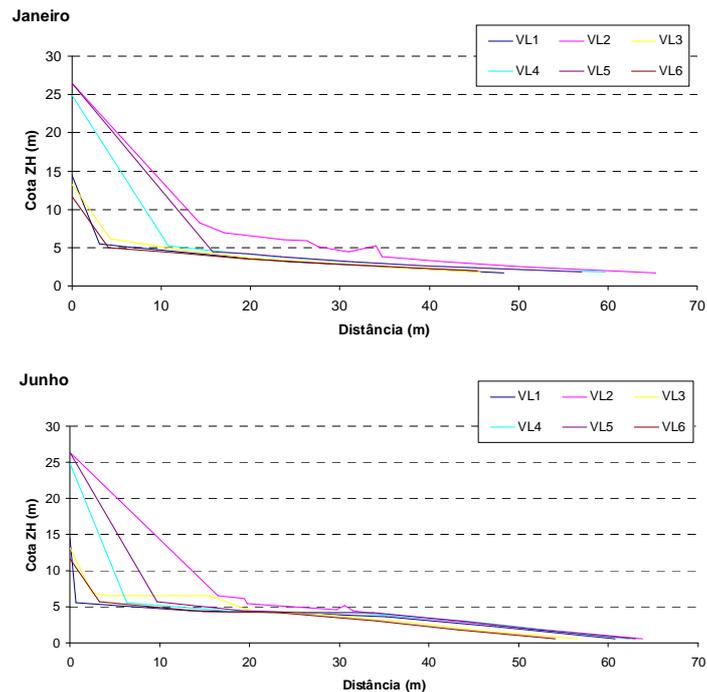


Figura 6 – Variação espacial dos perfis de praia VL1 a VL3 para os períodos de Inverno marítimo (Janeiro) e Verão marítimo (Junho) no ano de 1998.

Ainda com base nos perfis de praia efectuou-se a análise dos declives da face de praia,  $m$ , medidos para o ano de 1998, sendo os resultados dessa análise apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Declives (m) mensais da face da praia para o perfil VL3 no ano de 1998.

Mês	<i>m</i>
<i>Janeiro</i>	0.075
<i>Fevereiro</i>	0.073
<i>Março</i>	0.084
<i>Abril</i>	0.11
<i>Mai</i>	0.0999
<i>Junho</i>	0.105
<i>Julho</i>	0.099
<i>Agosto</i>	0.121
<i>Outubro</i>	0.107
<b>Média Inverno</b>	0.08475
<b>Média Verão</b>	0.10698
<b>Média anual</b>	0.0971

O perfil escolhido foi posteriormente incorporado na batimetria disponível para o local obtida em 2001.

A partir das fotografias aéreas foram extraídas as linhas costa, com base no critério de identificação da transição entre a zona seca e molhada visível em cada imagem, que se admitiu ser a linha de preia-mar. Sabendo a data e hora de cada imagem foi possível identificar o nível de preia-mar a partir do qual, aplicando a fórmula (1) foi calculada a linha de nível médio do mar (NMM).

$$x = \frac{PM - NMM}{m} \quad (1)$$

Sendo *x* a distância a avançar sobre a linha do seco/molhado traçada em direcção ao mar, ou seja, a linha do nível médio do mar, *PM* a posição de Preia-mar registada, *NMM* a posição do nível médio do mar, assumida aos 2 m acima do ZH e *m* o declive da face da praia. Na Figura 7 é ilustrado o posicionamento das linhas de costa obtidas. A linha de 1995 foi considerada a linha inicial para este estudo, pois esta era a linha mais próxima de 1998, e as linhas de 2005 e 2007 foram utilizadas para verificação dos resultados.

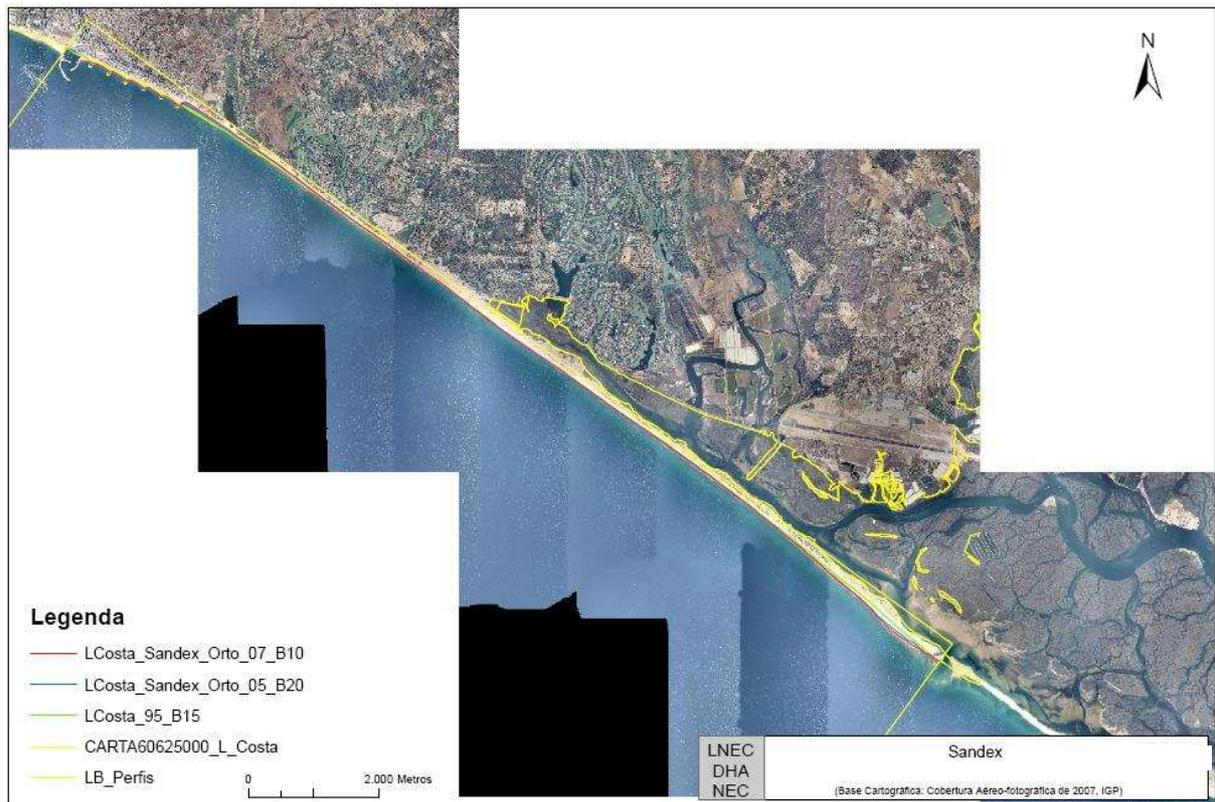


Figura 7 – Posicionamento das linhas de costa obtidas para os anos de 1995 (verde), 2005 (azul) e 2007 (vermelho) sobre a fotografia aérea de 2007.

### 3.3 Modelação numérica

Como já referido, para efectuar este estudo recorreu-se ao pacote Litpack (DHI, 2008), onde, concretamente, em primeiro lugar se utilizou o módulo Litdrift para efectuar o cálculo do transporte longitudinal associado ao trecho de praia considerado e, seguidamente, o módulo Litline para calcular a evolução da linha de costa.

O processo de cálculo do transporte longitudinal consiste na verdade num método de calibração para o posterior cálculo da evolução da linha de costa, pois, consoante o transporte longitudinal estimado na primeira fase com o modelo Litdrift, ir-se-á eventualmente obter uma evolução demasiado rápida ou demasiado lenta da linha de costa, tornando-se assim necessário recalcular o transporte longitudinal.

#### 3.3.1 Litdrift

A aplicação deste modelo iniciou-se com a realização de testes de sensibilidade, tendo sido a primeira simulação baseada no cenário normalmente considerado para a costa Oeste

portuguesa. Os testes de sensibilidade realizados são apresentados no Anexo B. Seguidamente foram então testados diversos parâmetros tais como:

- Teoria de onda
- Declive da face da praia
- Spreading do sedimento ( $\sqrt{D_{84}/D_{16}}$ )
- Factor de rugosidade
- Ângulo de orientação da linha de costa
- Variação do nível de maré

Na Tabela 2 são apresentados os principais parâmetros escolhidos no cálculo do transporte longitudinal da praia entre Quarteira e o Ancão.

Tabela 2 – Principais parâmetros do transporte longitudinal após os testes de sensibilidade.

Declive, m [-]	Ângulo de orientação da costa (°)	Teoria de onda	Factor de rugosidade	Spreading	Nível de maré
0.1	200	Stokes 1 <sup>a</sup> ordem	0.04	1.5	Variável

### 3.3.2 Litline

Após estimado o transporte longitudinal de sedimentos, iniciou-se então o cálculo da evolução da linha de costa através da aplicação do modelo Litline.

Foi adoptada uma metodologia baseada em estimativa por aproximação começando-se por simular um cenário simples, com uma praia aberta, sendo progressivamente introduzidos novos condicionantes progredindo sucessivamente para um cenário mais complexo e, consequentemente mais próximo do cenário real. Os sucessivos cenários adoptados foram:

1. Praia aberta (sem estruturas com um clima de agitação apenas)
2. Introdução dos esporões de Quarteira (testes às dimensões efectivas das estruturas)
3. Cenário 2 mais introdução do molhe do porto de Quarteira – bloqueio total do transporte longitudinal na fronteira Oeste

4. Cenário 3 e consideração de dois climas de agitação nos extremos do domínio (para além das estruturas de Quarteira)
5. Cenário 3 e consideração de climas de agitação em diversos pontos ao longo do domínio de cálculo.

No capítulo seguinte são apresentados os resultados obtidos no cálculo do transporte longitudinal e evolução da linha de costa entre Quarteira e a barra do Ancão.

### 4.1.1 Transporte longitudinal

O cálculo do transporte longitudinal foi inicialmente efectuado com base nos parâmetros aplicados em estudos previamente realizados para a costa Oeste portuguesa (Larangeiro *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2002). Os valores calculados para o transporte líquido (transporte para Leste menos transporte para Oeste), cuja média para os 10 anos de condições hidrodinâmicas consideradas é de cerca de 184 800 m<sup>3</sup>/ano, e para o transporte total, de cerca de 250 300 m<sup>3</sup>/ano em média, apresentam-se dentro da gama de valores sugeridos na literatura. Teixeira (2009) define que o transporte líquido anual médio (em direcção a Leste) é cerca de 200 000 m<sup>3</sup>/ano. Por outro lado, Consulmar (1989), define uma gama mais alargada de valores, entre 127 000 m<sup>3</sup>/ano e 303 000 m<sup>3</sup>/ano para o transporte médio em direcção a Leste e entre 280 000 m<sup>3</sup>/ano e 389 000 m<sup>3</sup>/ano para o transporte médio em direcção a Oeste, nos limites Oeste e Leste do trecho em estudo, respectivamente. Para Correia *et al.* (1997) *in* Oliveira *et al.* (2008), o transporte líquido anual médio é bastante mais reduzido do que os valores anteriormente apresentados sendo apenas da ordem dos 50 000 m<sup>3</sup>/ano, enquanto que Manso (1998), por outro lado, estimou um transporte da ordem dos 100 000 m<sup>3</sup>/ano na Península do Ancão. Os resultados obtidos mostram uma variação interanual do transporte longitudinal bastante significativa, entre 186 000 m<sup>3</sup>/ano e 319 100 m<sup>3</sup>/ano para o transporte bruto (ou total) e entre 116 700 m<sup>3</sup>/ano e 247 900 m<sup>3</sup>/ano para o transporte líquido. O ano que registou transporte bruto mais intenso foi 2003, mas foi em 2002 que se verificou o transporte líquido (para Leste) mais intenso, com cerca de 247 900 m<sup>3</sup>. O valor mais baixo de transporte líquido foi obtido em 2005 (Figura 8).

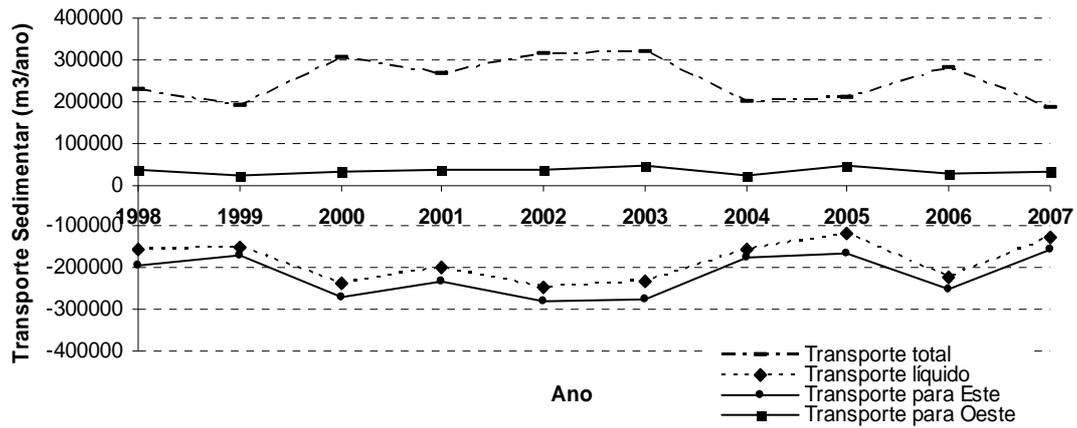


Figura 8 – Capacidade de transporte longitudinal para o perfil de praia representativo, entre 1998-2007.

A partir da Figura 9 é possível observar uma evidente sazonalidade do transporte longitudinal. Do início do ano até ao início de Abril verifica-se na generalidade uma variação muito acentuada do transporte acumulado, para Leste (particularmente para os anos 2001 e 2003), seguindo-se um período de estabilização, o Verão marítimo, entre Abril e Outubro/Novembro. Exclusivamente com base na análise do regime de agitação ao largo da costa portuguesa, estudos previamente efectuados concluíram que o período de Verão marítimo entre Abril e Setembro. No entanto, os resultados obtidos sugerem que sobre a perspectiva do transporte longitudinal na costa sul, o verão marítimo pode ser considerado por cerca de mais meio mês do que o estabelecido em estudos anteriores. Em 2003, o ano onde foi registado maior transporte longitudinal, o transporte entre Abril e meados de Outubro foi cerca de 28.5% do transporte total.

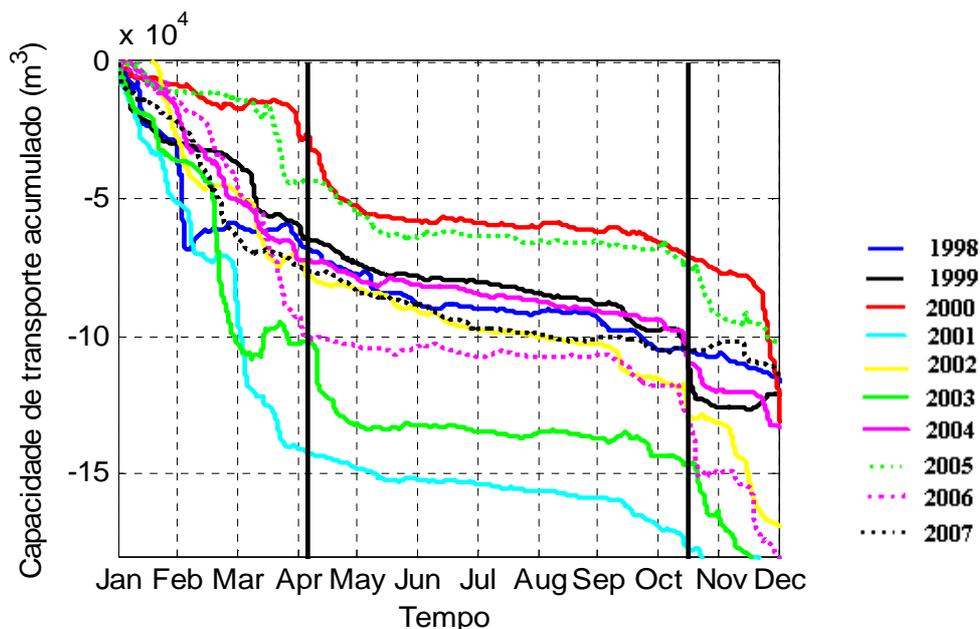


Figura 9 – Resultados da capacidade de transporte acumulado obtidos com o Litdrift para cada ano entre 1998 e 2007, considerando um perfil na praia de Vale do Lobo.

Estimou-se que o transporte longitudinal líquido obtido para um perfil adquirido na praia de Vale do Lobo (Perfil VL) é 73% da capacidade de transporte total. Este valor foi calculado com base na média das percentagens de transporte líquido relativamente ao transporte total obtidas para os 10 anos considerados. Foi também calculada a capacidade de transporte para Leste para um perfil situado na zona mais a Este do domínio de estudo (Perfil Este), de forma a ser possível estimar o efeito do diferencial de energia na capacidade de transporte sedimentar ao longo da praia, tendo sido obtido neste perfil um transporte líquido que representa 74% do transporte total. Este valor foi estimado da mesma forma que o valor estimado para o Perfil VL. São apresentadas na Tabela 3 as diferenças obtidas para o transporte nos dois perfis para os anos de transporte máximo e mínimo em ambas as direcções no período de 10 anos considerado.

Na Figura 10 é apresentado o gráfico da distribuição transversal da deriva longitudinal na direcção do transporte predominante para o ano 2001, que é o ano que apresenta um transporte mais próximo da média. O pico de transporte obtido para este ano é de  $5787 \text{ m}^3/\text{ano}/\text{m}$  que é atingido a uma profundidade de 1.00 m ZH.

Tabela 3 – Transporte longitudinal obtido para um regime de agitação a Leste e outro a Oeste (em frente a Vale do Lobo).

	Ano Transporte (m <sup>3</sup> /ano)	
	Perfil VL	Max. Total
Max. E		2002 281 470
Max. W		2005 46 540
Min. E		2007 155 920
Min. W		1999 19 690
Perfil East	Max. Total	2003 388 410
	Max. E	2002 348 360
	Max. W	2005 56 590
	Min. E	2007 189 990
	Min. W	1999 23 500

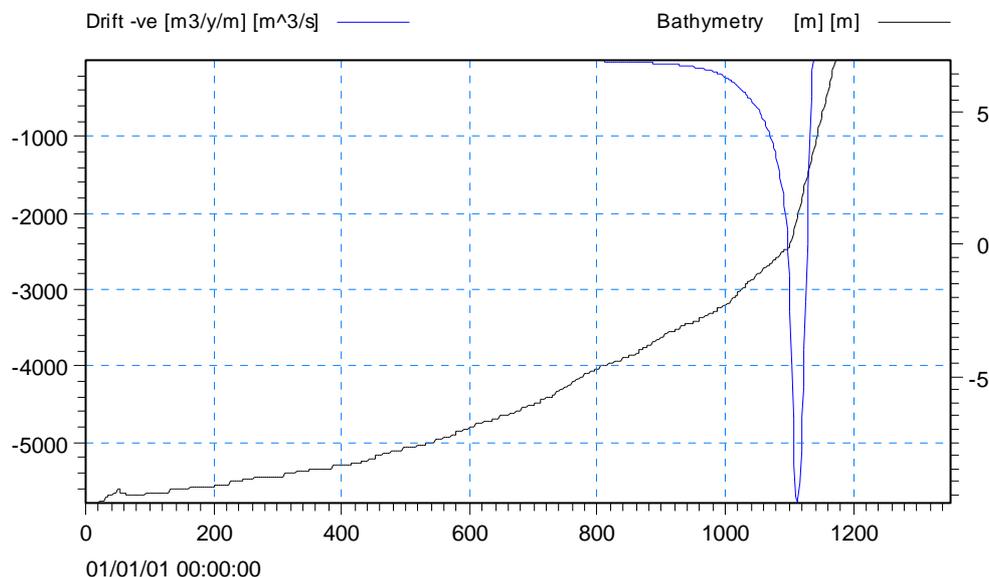


Figura 10 – Distribuição transversal do transporte longitudinal líquido para Leste (m<sup>3</sup>/ano/m) no ano de 2001.

A extensão activa da praia, que se trata da região do perfil de praia onde ocorre a maior parte do transporte longitudinal (considerando o limite da costa como sendo o nível máximo de águas vivas), foi calculada para duas referências, considerando 90% e 95% do transporte total de sedimentos. A Figura 11 mostra ser relevante a consideração do limite dos 90% ou

dos 95% do transporte. A profundidade activa média para 90% e 95% do transporte é - 1.26 m e -1.98 m ZH respectivamente (Tabela 4).

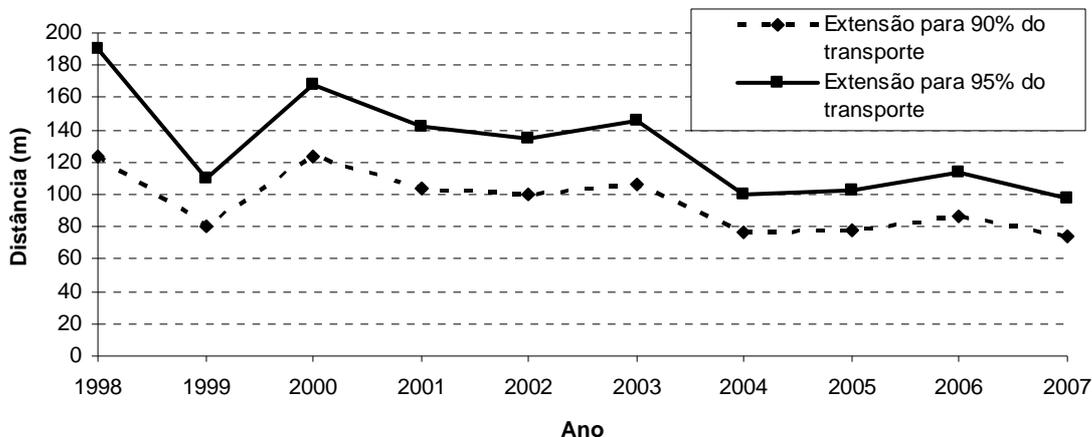


Figura 11 – Extensão activa da praia entre 1998-2007, considerando o perfil de praia representativo.

Tabela 4 – Profundidade do limite da zona activa entre os anos de 1998 e 2007.

	Extensão para 90% do transporte <i>Prof. (m)</i>	Extensão para 95% do transporte <i>Prof. (m)</i>
<b>Média</b>	-1.26	-1.98
<b>Máximo</b>	-1.9	-2.9
<b>Mínimo</b>	-0.8	-1.3

#### 4.1.2 Evolução da linha de costa

Após a calibração do transporte longitudinal para o perfil representativo da área em estudo e para as respectivas condições de agitação marítima locais, prosseguiu-se então para o cálculo da tendência evolutiva da linha de costa.

Foram considerados três cenários de evolução, nomeadamente sem a escavação ao largo, com a escavação e com a escavação mais a alimentação artificial efectuada na praia (Figura 13). Os objectivos eram: i) verificar o modelo para a evolução da linha de costa que efectivamente ocorreu considerando a deposição de 700 000 m<sup>3</sup> em 1998 e 370 000 m<sup>3</sup> em 2006 de sedimento na praia de Vale do Lobo, bem como a alimentação artificial de

280 000 m<sup>3</sup> em 1998 no campo de esporões de Quarteira; ii) simular os dois outros cenários sem a alimentação de 2006 (com e sem escavação) para assim poder inferir sobre o efeito da escavação na evolução da linha de costa caso não tivesse ocorrido alimentação artificial da praia.

A comparação entre as linhas de costa observadas, de 1995 e 2007, revela uma clara tendência evolutiva que varia de Oeste para Leste da seguinte forma: no sector do campo de esporões de Quarteira verificou-se na generalidade um avanço da linha de costa devido à alimentação artificial realizada em 1998; na região a Este adjacente ao campo de esporões, que inclui os sectores de Forte Novo e Trafal, verificou-se um claro recuo da linha de costa que atingiu o seu máximo imediatamente após os esporões e que diminui progressivamente até ao sector de Vale do Lobo, onde se observa um avanço da linha de costa ao longo de uma frente de praia de cerca de 2000 m. Para Este deste sector, a linha de costa apresenta uma primeira extensão de estabilidade de aproximadamente 3.5 km, seguida de um sector onde se regista avanço na linha de costa provocado pela influência da barra do Ancão. É de notar que a barra do Ancão, ilustrada na Figura 1, foi aberta artificialmente em 1997 e reposicionada mais para Oeste relativamente à antiga entrada existente em 1995 (Vila-Concejo *et al.*, 2004). No entanto, na modelação realizada esta abertura artificial não foi considerada. É importante salientar que existem diversos erros associados à extracção das linhas de costa a partir das fotografias aéreas que são difíceis de quantificar mas que são conhecidos e não são negligenciados aquando da análise dos resultados. Estes erros estão associados a:

- Sensibilidade variável consoante a pessoa que procede à identificação da linha seco/molhado na extracção da linha de costa de uma fotografia aérea;
- Processos de georeferênciação que para além de dependerem também da sensibilidade de cada utilizador são também afectados por possíveis desfasamentos entre imagens;
- Cálculo da linha de NMM a partir da linha extraída; o declive da face da praia considerado no estudo trata-se de um declive médio que muito provavelmente não corresponde ao declive verificado na praia no instante em que a imagem foi adquirida;
- Distorção da imagem adquirida progressivamente maior para os pontos que se afastam do ponto central onde foi tirada a fotografia aérea.

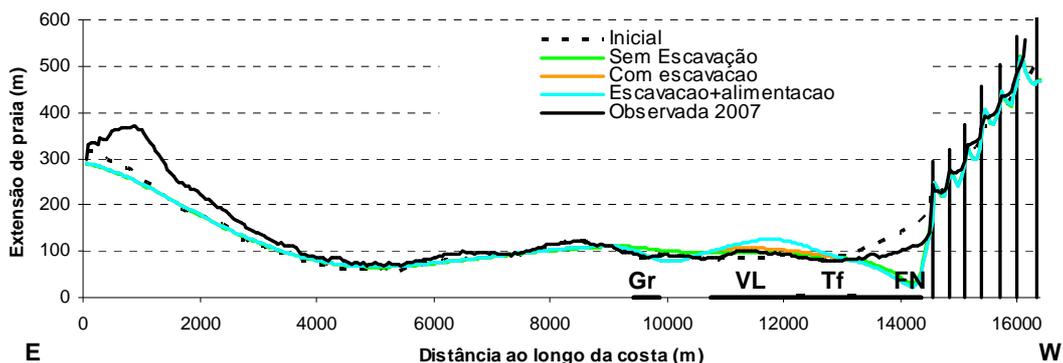
Os resultados numéricos mostram que o modelo é capaz de simular a tendência de evolução da linha de costa para o período considerado, i.e., o recuo da linha de costa provocado pelo défice de transporte longitudinal devido à presença do campo de esporões e

o seu avanço devido às alimentações artificiais ocorridas em 1998 e 2006. Apesar desta boa representação, verificou-se no entanto que os processos de recuo e avanço são sobrestimados pelo modelo. Uma sobrestimação do transporte longitudinal poderia ser justificação para esta obtenção de um recuo tão elevado após o campo de esporões, no entanto, tal não seria consistente com a permanência do sedimento depositado na praia de Vale do Lobo ao final de um ano, em 2007, verificada com os resultados numéricos. A exclusão desta hipótese sugere que o recuo obtido numericamente é mais elevado devido à presença de arribas na região do Forte Novo, que por limitações do modelo não foi considerada como tal, mas sim como perfil arenoso. Outro factor que não foi considerado, foi a fonte sedimentar da ribeira de Carcava, com uma extensão de 17 km abrangendo uma área de 59 km<sup>2</sup> (Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, 1981), que desagua sensivelmente na praia de Forte Novo (Figura 12). Esta ribeira, apesar de se localizar um pouco a Este da zona onde se obtém um maior recuo com o modelo numérico, podendo levar a pensar à partida que não constituiria fonte significativa de sedimento para aquela área em particular tendo em consideração que o transporte predominante se faz para Leste, pensa-se que, em eventos particulares, quando temos transporte significativo para Oeste a sua contribuição será relevante pois não iria haver grande dispersão dos sedimentos introduzidos, ficando estes retidos exactamente na zona de grande erosão devido à presença do esporão. No entanto, esta introdução de sedimento não foi considerada por não se dispor de informação relativa à quantificação desta fonte, que se sabe apenas que será à partida de maior intensidade no Inverno devido ao aumento dos caudais fluviais nos períodos de maior pluviosidade.



**Figura 12 – Localização da foz da ribeira de Carcava (adaptado de Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, 1981).**

A simulação dos outros dois cenários, com e sem escavação ao largo, permitiu isolar o efeito da escavação na evolução da linha de costa. Os resultados numéricos mostram que a escavação provoca: um recuo na região do Forte Novo e grande parte do Trafal, os sectores mais próximos do campo de esporões de Quarteira; um avanço da linha de costa na parte Leste do Trafal e todo o sector de Vale do Lobo e um recuo entre Vale do Lobo e o sector do Garrão. Estes resultados revelam que a escavação provoca um efeito de protecção da linha de costa na região da praia em frente à escavação e uma erosão significativa em ambos os lados desta zona de acumulação, particularmente no lado Este devido ao facto do transporte predominante se dar neste sentido.



**Figura 13 – Resultados numéricos da evolução da linha de costa para os três cenários considerados. A extensão da largura da praia está referida relativamente à baseline. Os sectores de praia são identificados por Gr – Garrão; VL – Vale do Lobo; Tf – Trafal e FN – Forte Novo. Escala distorcida.**

Foram analisadas as taxas de recuo para os quatro sectores anteriormente mencionados, Forte Novo, Trafal, Vale do Lobo e Garrão (Figura 14). Os resultados foram comparados com os obtidos por Oliveira *et al.* (2008).

A secção de Forte Novo, adjacente ao campo de esporões de Quarteira é a que apresenta um recuo mais elevado, com uma média de cerca de 8 m por ano. Oliveira *et al.* (2008) salientam que a interpretação dos valores de recuo deve ser efectuada cuidadosamente já que o período de consideração é um factor de grande relevância. Estes autores obtiveram um recuo em Forte Novo de aproximadamente 2 m/ano considerando um período de 10 anos entre 1991 e 2001 e um recuo de 3 m/ano para um período menor de 1999 a 2001. Os valores obtidos com este estudo apresentam-se consideravelmente superiores o que advém do facto de as arribas arenosas não estarem a ser consideradas como tal, mas sim como perfis arenosos e de não estar a ser considerada também a fonte sedimentar da ribeira de Carcava, como já referido, por não ser possível quantificá-la. Em concordância com estes autores, os resultados obtidos para os sectores de Vale do Lobo e Garrão também apresentam as taxas de recuo menos acentuadas.

Considerando apenas o trecho onde foi realizada a alimentação, os resultados obtidos mostram que ao final do primeiro ano a praia sofreu uma redução média na sua largura de cerca de 4 m e de aproximadamente 6 m até ao final de 2007.

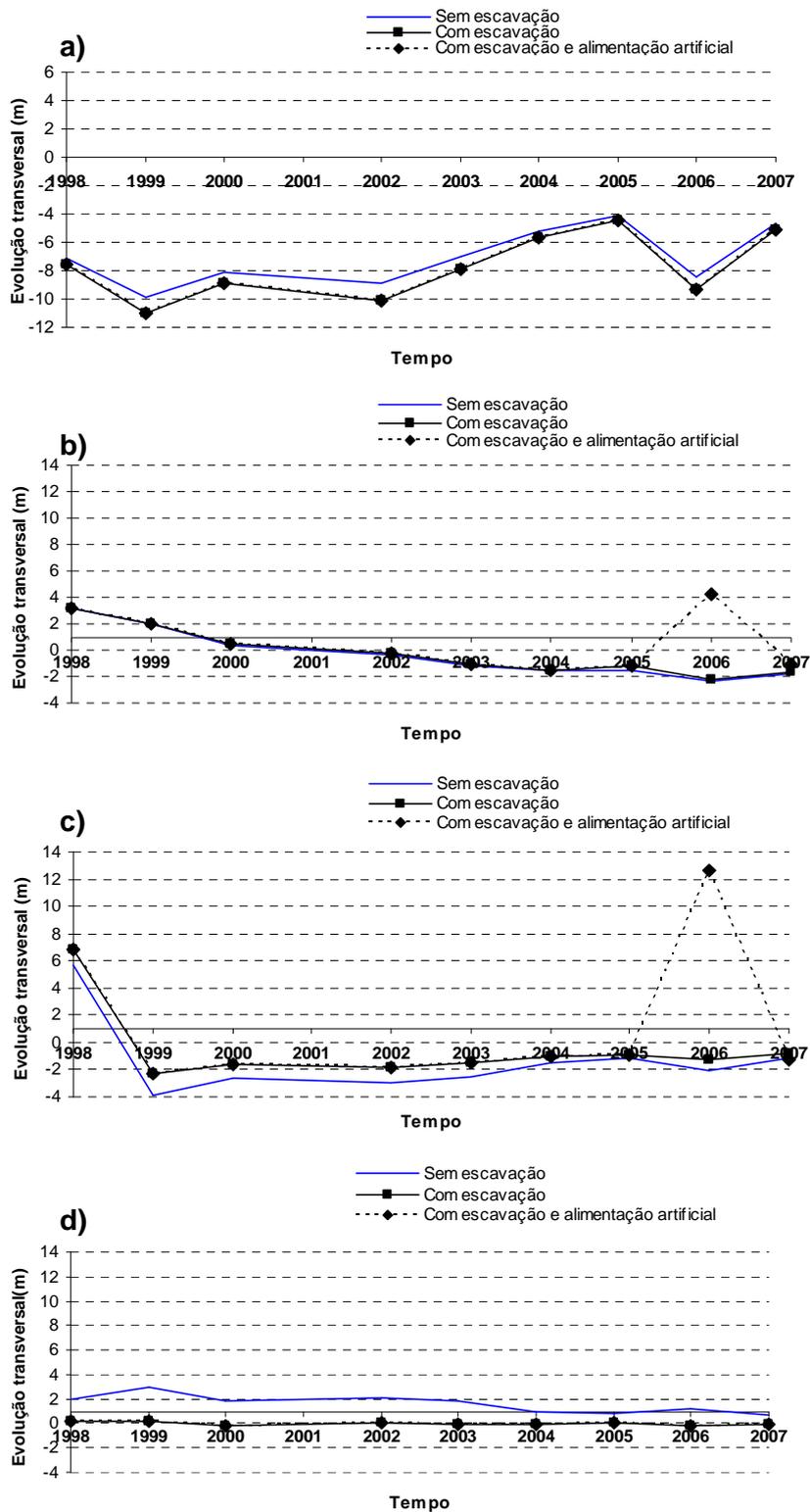


Figura 14 – Evolução transversal média da linha de costa para cada sector considerando três cenários (sem escavação, com escavação e com escavação mais alimentação). Os valores positivos indicam avanço da praia e os valores negativos indicam recuo da praia. a) Forte Novo; b) Trafal; c) Vale do Lobo; d) Garrão.

Considerando a alimentação artificial levada a cabo em 2006, é de notar um aumento da largura da praia em Vale do Lobo de cerca de 14 m, que se esgota ao longo do primeiro ano. Este resultado corresponde a uma taxa de recuo mais elevada do que a apresentada por Teixeira (2009), que afirma que ambas as alimentações efectuadas (em 1998 e 2006) sofreram uma diminuição da largura da praia de 6 a 7 m/ano. As simulações numéricas também mostraram que após esta perda do sedimento depositado ao longo do primeiro ano, a largura da praia parece manter-se sensivelmente constante ao longo do tempo, como se pode observar na Figura 14c. Estes resultados mostram que, após o esgotamento da alimentação realizada em 1998, as taxas de recuo não sofreram grandes oscilações ano para ano.

A partir da Figura 15 é possível observar um nítido efeito erosivo mais pronunciado a Este do que a Oeste devido ao efeito de difracção da escavação sobre a ondulação predominante de SW, levando a um recuo máximo de cerca de 7 m a Leste da zona de alimentação e um recuo de aproximadamente 5.5 m a Oeste desta.

Na Figura 16 apresenta-se a evolução temporal, até ao final do ano de 2007 da alimentação efectuada na praia de Vale do Lobo em Janeiro de 2006. Verifica-se que desde a deposição do sedimento na praia, até ao fim do período considerado, registou-se um recuo máximo de cerca de 12 m na região mais a Leste e de cerca de 10 m na região mais a Oeste.

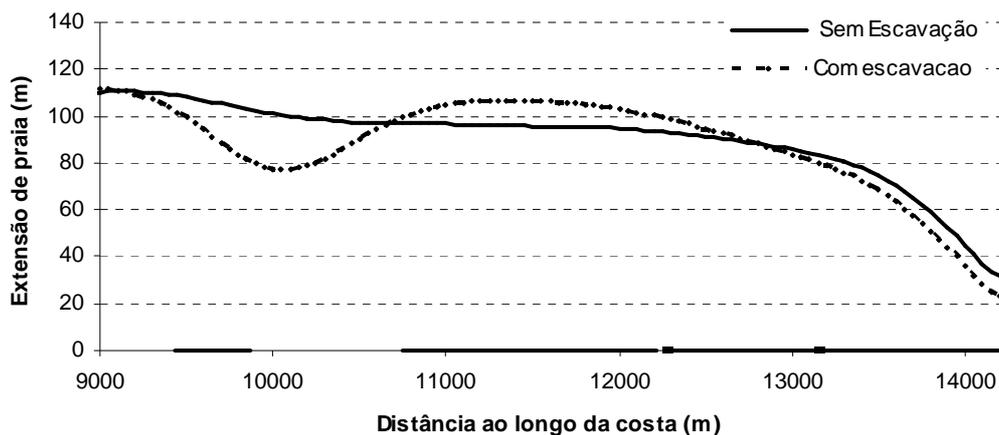


Figura 15 – Resultados da evolução da linha de costa sem escavação comparados com o efeito da escavação para a linha com alimentação artificial. Ampliação da região em frente ao local da escavação ao largo. Escala distorcida.

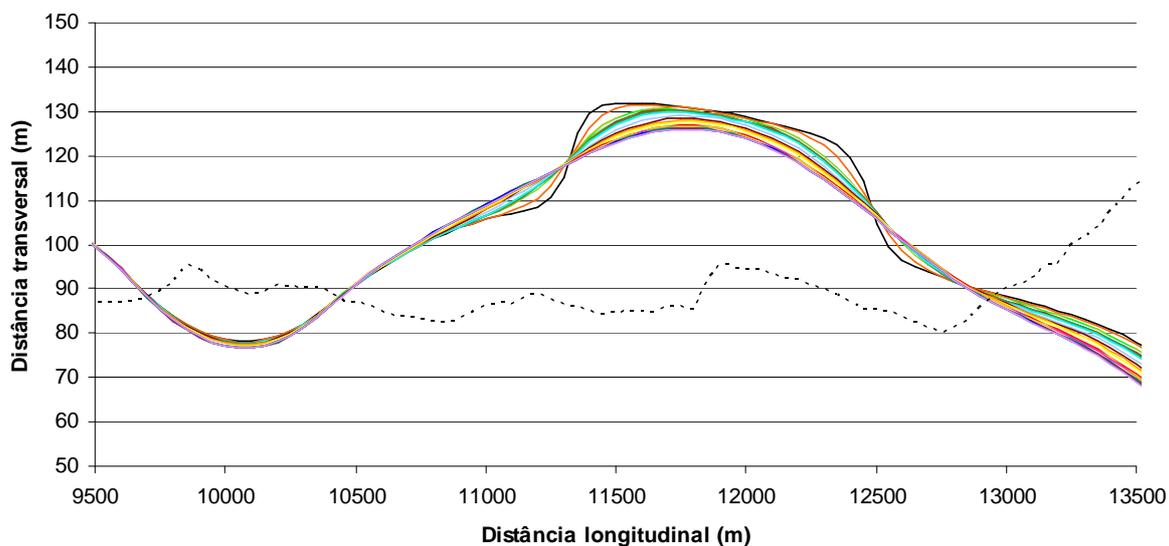


Figura 16 – Evolução da linha de costa no primeiro ano após a alimentação artificial realizada em 2006 na praia de Vale do Lobo. Escala distorcida.

## 5 Conclusões

---

No presente relatório é descrito o estudo realizado acerca da influência de uma extracção de sedimentos realizada ao largo da praia de Vale do Lobo, no Algarve, na evolução da linha de costa.

Para tal, foi considerado um trecho de praia que se estende desde o porto de pesca de Quarteira (limite a Oeste) até à barra do Ancão (limite a Este). Foram considerados factores de relevância tais como a presença do campo de esporões de Quarteira e o porto de Vilamoura, sendo que este último, já fora do domínio, foi considerado dado as suas dimensões lhe conferirem grande importância pois constitui uma interrupção completa ao transporte longitudinal. No estudo da evolução da linha de costa foram ainda considerados em particular quatro sectores de praia, nomeadamente Forte Novo, Trafal, Vale do Lobo e Garrão.

Na realização deste estudo foram aplicados dois módulos do conjunto de modelos Litpack (DHI, 2008), concretamente o módulo Litdrift, para efectuar a estimativa do transporte longitudinal associado ao perfil representativo da praia e às respectivas condições de agitação marítima características do local, e o módulo Litline que efectua o cálculo da evolução da linha de costa, dependendo do respectivo transporte longitudinal, entre outros factores. Disponha-se de um extenso conjunto de dados de perfis de praia entre 1997 e 2008 que, após serem analisados, considerou-se ser possível adoptar um perfil de praia representativo da extensão em estudo, com base no declive médio encontrado para os perfis existentes. A partir das fotografias aéreas disponíveis foram extraídas as linhas de costa para os respectivos anos. Com isto, e após compilação de toda a informação disponível, prosseguiu-se para a elaboração dos ficheiros de entrada dos modelos que consistiam em ficheiros de: caracterização do regime de agitação; caracterização do perfil de praia representativo e caracterização da linha de costa inicial.

Após a calibração dos modelos, em primeira fase do cálculo do transporte longitudinal e em segunda fase (e com base no passo anterior) do cálculo da evolução da linha de costa, efectuou-se a análise dos resultados obtidos.

O transporte longitudinal calculado para a praia entre Quarteira e a barra do Ancão mostrou-se dentro dos valores apresentados na bibliografia, com um total de cerca de 250 000 m<sup>3</sup>/ano em média e um transporte líquido médio de quase 185 000 m<sup>3</sup>/ano. Como esperado, o sentido dominante do transporte longitudinal é para Leste. Foi também

estimada a extensão de praia activa para 90% e 95% do transporte que rondou entre os 74 m e os 124 m para o primeiro caso e os 98 m e os 190 m para o segundo caso.

Verificou-se que uma certa variabilidade interanual com os valores mínimos de transporte total a registarem-se para os anos de 1999, 2004 e 2007, com cerca de 200 000 m<sup>3</sup>/ano, e os máximos, um pouco acima de 300 000 m<sup>3</sup>/ano em 2002 e 2003. É ainda importante de referir a clara sazonalidade verificada no transporte longitudinal, apresentando uma acentuada variação no início do ano, sensivelmente até Abril, onde ocorre a maior parte do transporte, seguindo-se então um período de estabilização até meados de Outubro, devido ao período de Verão marítimo, ao qual se segue uma nova intensificação do transporte, com o regresso do Inverno marítimo, até ao final do ano.

O calculo da evolução da linha de costa efectuou-se gradualmente, iniciando-se com base numa situação simples onde se considerou uma praia aberta, e progredindo para uma situação mais complexa até serem consideradas as estruturas existentes em Quarteira, diversos climas de agitação ao longo da praia e as deposições de sedimentos efectuadas ao longo do período considerado.

Foram analisados três cenários: i) não considerando a escavação efectuada ao largo de Vale do Lobo em 2006; ii) considerando a escavação e iii) considerando a escavação e a alimentação artificial realizada na praia de Vale do Lobo. Os resultados mostraram alteração na evolução da linha de costa com a introdução da escavação através da ocorrência de erosão em ambos os lados da região em frente à escavação devido ao efeito da difracção, mais pronunciada no lado Este pois a agitação predominante provém de SW. Na zona alinhada com a escavação observou-se uma certa acreção, revelando um efeito protector da extracção ao largo relativamente a essa área. Considerando a alimentação artificial levada a cabo na praia de Vale do Lobo, verificou-se que esta apresenta uma rápida perda de volume no primeiro ano, correspondente a um recuo da linha de costa de cerca de 4 m, que diminui com o tempo.

Na generalidade o modelo Litline demonstrou um bom desempenho na reprodução da evolução da linha de costa ocorrida com excepção do sector do Forte Novo onde se obteve um recuo muito mais elevado do que o existente na realidade, com uma média de aproximadamente 8 m/ano. À partida já seria expectável que esta fosse a região a apresentar maior erosão devido ao facto de ser a mais próxima do campo de esporões de Quarteira e, portanto, a que se encontra sob maior influência do efeito de interrupção no transporte sedimentar. No entanto, esta é uma região que na realidade é caracterizada por arribas arenosas, que por limitação do modelo não foram consideradas no perfil de praia, sendo apenas considerado um perfil arenoso, o que leva a que a erosão seja mais elevada,

até porque, para além de as arribas apresentarem maior resistência à erosão marítima devido a maior consolidação dos sedimentos, estas constituem também uma importante fonte sedimentar. Outra questão que não foi considerada foi a presença da ribeira de Carcava, situada ligeiramente a Este de Forte Novo, pois desconhece-se a quantificação do seu contributo sedimentar para o sistema que pode ser de grande relevância para a secção de Forte Novo em episódios de Levante (agitação proveniente de SE) em que o sedimento será depositado neste sector de praia sem sofrer grande dispersão devido à presença dos esporões de Quarteira que funcionam como uma barreira ao transporte. O sector do Garrão, por ser o que, dos sectores considerados, se localiza mais longe das estruturas de Quarteira, apresentou um recuo menos elevado, traduzindo-se mesmo num avanço da praia em algumas situações, mas normalmente com grande estabilidade. Trafal e Vale do Lobo foram os sectores afectados pela alimentação de praia realizada e apresentam ainda uma influência, com progressiva diminuição para Leste, da presença do campo de esporões.

É ainda importante referir a discordância verificada na região da barra do Ancão. Tal deve-se ao facto de esta não ter sido considerada na linha inicial de 1995 pois nessa data situava-se mais para Este tendo sido posteriormente reposicionada a Oeste, sendo já visível nas linhas de costa de 2005 e 2007 utilizadas para verificação dos dados e a partir das quais foram definidos os limites do domínio de estudo.

Em conclusão, verificou-se que, apesar do modelo de evolução da linha de costa ter algumas limitações na consideração de perfis com arribas arenosas, e de não se conhecer o valor a contribuição da ribeira de Carcava como fonte sedimentar, o modelo respondeu satisfatoriamente na generalidade simulando uma tendência evolutiva muito próxima da realidade. O trabalho desenvolvido permitiu avaliar a influência da extracção de inertes realizada ao largo de Vale do Lobo para alimentação desta praia na linha de costa. A escavação tem um efeito protector na região da praia alinhada com a sua localização mas provoca erosão localizada nas regiões imediatamente adjacentes devido ao efeito das alterações que induz no padrão de propagação das ondas, especificamente na difracção causada.

**VISTOS**



André Fortunato  
Chefe do Núcleo de  
Estuários e Zonas Costeiras



Rafaela de Saldanha Matos  
Directora do Departamento de  
Hidráulica e Ambiente

**AUTORIA**



Bárbara Proença  
Bolsreira de Investigação



Filipa S. de B. F. de Oliveira  
Investigadora Auxiliar

## 6 Referências

---

- Clímaco, M., Vicente, C. (1997). Porto de Pesca da Quarteira. Impacte da sua Construção no Trânsito Aluvionar e na Morfologia das Praias Adjacentes. – Relatório 9/97 – NET. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa. Janeiro.
- Consulmar, Hidroprojecto e Risco (1989). Estudo do Litoral entre o Porto de Vilamoura e o Molhe Oeste do Rio Guadiana, Lisboa.
- Dean, R.G. (2002). *Beach Nourishment: Theory and Practice*. Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 18. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore
- DHI (2008). Litpack. Noncohesive Sediment Transport in Currents and Waves. User Guide. Danish Hydraulic Institute, Denmark.
- Dias, J.M.A. (1984). Evolução Geomorfológica das Arribas do Algarve. 3º Congresso do Algarve, 19-22 de Janeiro.
- Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (1981). Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal. Ministério da Habitação e Obras Públicas, Lisboa. pp. 588.
- Larangeiro, S.H.C.D., Oliveira, F.S.B.F. e Freire, P.M.S. (2003). Longshore Sediment Transport Along a Sandy Coast with Hard Rock Outcrops, Shore and Beach, Vol.71, No.2, pp.20-24.
- Manso, P. (1998). A Shore Protection Approach to the Erosion Problem in Peninsula de Faro – Guidelines for an Artificial Nourishment Scheme. MSc. Thesis, Delft University of Technology, 121 pp.
- Oliveira, F.S.B.F. (2005). Combined Wave and Tidal Effects on Sandy Beaches at a Short-Term Time Scale. Proceedings of the First International Conference on Coastal Conservation and Management in the Atlantic and Mediterranean, pp. 455-467.
- Oliveira, F.S.B.F., Freire, P.M.S. e Larangeiro, S.H.C.D. (2002). Characterisation of the Dynamics of Figueira da Foz Beach, Portugal. *Journal of Coastal Research*, No.36, pp.552-563.
- Oliveira, S.C. de, Catalão, J., Ferreira, Ó., Dias, J.M.A. (2008). Evaluation of Cliff Retreat and Beach Nourishment in Southern Portugal Using Photogrammetric Techniques. *Journal of Coastal Research*. pp. 184-193.
- Proença, B. e Capitão, R. (2009). Extração de Areias na Plataforma Continental Portuguesa: Impactos e Evolução Morfodinâmica. Caracterização da Agitação Marítima. Relatório do projecto PTDC/ECM/70428/2006.

Proença, B. e Sancho, F. (2010). Extracção de Areias na Plataforma Continental Portuguesa: Impactos e Evolução Morfodinâmica. Agitação Marítima no Limite Inferior da Praia. Relatório do projecto PTDC/ECM/70428/2006.

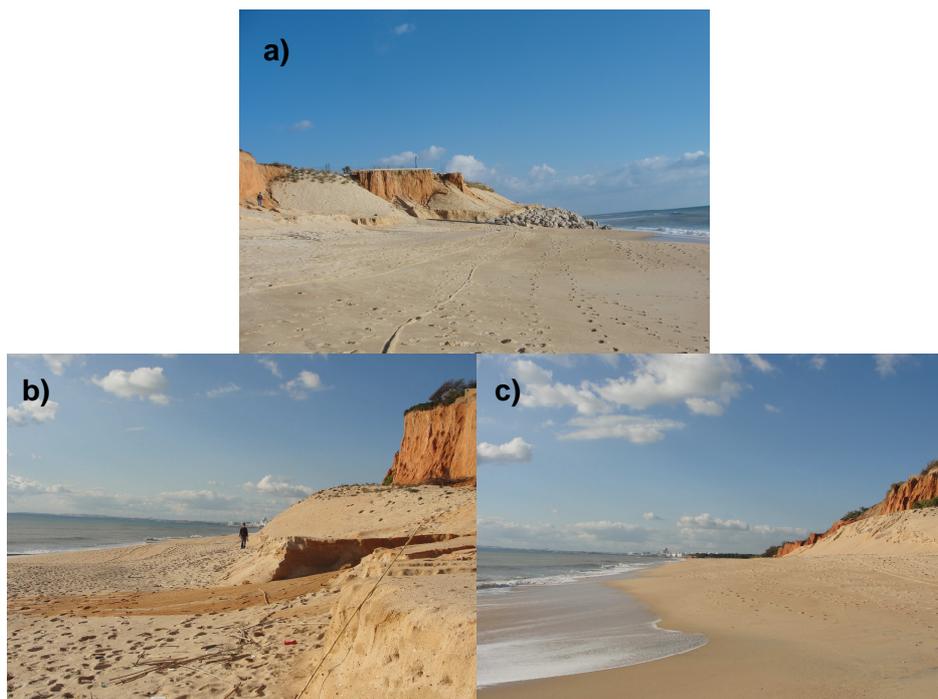
Taborda, R., Magalhães, F. e Ângelo, C. (2005). Evaluation of Coastal Defence Strategies in Portugal. In: *Environment friendly coastal protection structures*. Zimmermann et al.,(eds). Springer, p. 255-265.

Teixeira, S.B. (2009). Alimentação Artificial de Praias com Dragados no Algarve. 1º Curso Técnico de Dragagens, Aveiro.

Vila-Concejo, A., Ferreira, Ó., Morris, B.D., Matias, A. e Dias, J.M.A. (2004). Lessons from Inlet Relocation: Examples from Southern Portugal. *Journal of Coastal Engineering*, pp. 967-990.

**Anexo A – Local de estudo: Fotografias de perfis da  
praia de Vale do Lobo**





**Figura A. 1 – Perfil de praia a Oeste do enrocamento da piscina de Vale do Lobo (24-01-2010). a) Fotografia com vista para Este; b) fotografia com vista para Oeste, imediatamente após o enrocamento da piscina; c) fotografia com vista para Oeste.**



**Figura A. 2 – Perfis de praia a Este do enrocamento da piscina de Vale do Lobo (24-01-2010). a) Fotografia com vista para Oeste; b), c) e d) fotografias com vista para Este.**



Figura A. 4 – Granulometria da praia no sopé da arriba (em cima) e próximo da zona de rebentação (em baixo)  
(24-01-2010).

**Anexo B – Testes de sensibilidade realizados com o  
modelo Litdrift**



Na Tabela B. 1 são apresentados os testes de sensibilidade realizados para calibração do modelo Litdrift. Foi testada a influência de parâmetros tais como o declive da face da praia (m), a teoria de onda, a variação do nível de maré e a dispersão granulométrica (spreading). A teoria de onda que à partida seria mais conveniente seria a teoria de Doering & Bowen de acordo com o estudo realizado por (Oliveira, 2005). No entanto, com o avanço da utilização do modelo, verificou-se que a escolha desta teoria não estava disponível na aplicação do Litline pelo que se tornou necessário testar o desempenho de outras teorias, com maior incidência na teoria de Stokes com testes para diversas ordens. É de notar que para a teoria de Stokes de 5ª ordem e para a teoria Cnoidal de 3ª ordem não foi possível obter resultados por qualquer motivo intrínseco ao modelo que não foi possível resolver, já que o código do modelo não é de livre acesso. A teoria utilizada foi então a teoria de Stokes de 1ª ordem. Relativamente ao parâmetro da dispersão granulométrica (spreading) verificou-se que a sua diminuição se traduzia numa diminuição do transporte (teste 1 vs teste 2). Finalmente, em relação à variação do declive da face da praia, verificou-se não haver uma variação linear no transporte obtido com a sua variação. Optou-se por começar por utilizar o valor médio obtido para o declive da face da praia para os perfis analisados, testando-se também os valores médios típicos de Inverno (0.08) e de Verão (0.11), bem como um declive muito mais suave (0.03). Verificou-se que com o aumento do declive de 0.1 para 0.11 (teste 1 vs teste 4) houve uma ligeira redução do transporte mas mantendo-se com a mesma ordem de grandeza. Com a diminuição do declive de 0.1 para 0.08 (teste 1 vs teste 5) observou-se, como seria de esperar, um aumento no transporte em cerca de 7 000 m<sup>3</sup>/ano. No entanto, ao ser considerado um declive muito mais reduzido, de 0.03 (teste 1 vs teste 6) obteve-se uma ligeira diminuição no transporte longitudinal de cerca de 157 000 m<sup>3</sup>/ano para aproximadamente 154 000 m<sup>3</sup>/ano. Para as condições de estudo, a introdução da variação do nível de maré (relativamente à consideração do nível constante, NMM) não causa uma variação de ordem elevada no transporte longitudinal, registando-se no entanto um valor superior com NMM. No que diz respeito à dispersão granulométrica, verificou-se que quando é considerado um sedimento uniforme (Spreading = 1) obtém-se uma redução considerável no transporte longitudinal comparativamente com um sedimento com granulometria mais variada (Spreading=1.5).

Tabela B. 1 – Resumo dos testes de sensibilidade efectuados para calibração do Litdrift.

Teste	Descrição	Transporte Longitudinal			
		Líquido (m <sup>3</sup> /ano)	Total (m <sup>3</sup> /ano)	Pico (m <sup>3</sup> /ano/m)	Prof. Pico ZH (m)
1	Teoria Stokes1; m=0.1 (declive médio anual); NM varia; Spreading=1.5	157084	229936	4384	0.8
2	Teoria Stokes1;m =0.1 (declive médio anual); NM varia; Spreading=1	123917	179438	3448	0.8
3	Teoria Stokes1;m =0.1 (declive médio anual); NM cte; Spreading=1.5	159451	235849	9136	1.8
4	Teoria Stokes1;m =0.11 (declive médio Verão); NM varia; Spreading=1.5	154548	225076	4620	0.88
5	Teoria Stokes1;m=0.08 (declive médio Inverno); NM varia; Spreading=1.5	164065	242382	3985	0.8
6	Teoria Stokes1;m =0.03 (declive suave); NM varia; Spreading=1.5	154289	219233	1560	0.72

