

## **Dinâmica actual do litoral compreendido entre a foz do Rio Donda e a Póvoa de Varzim**

Maria da Assunção Araújo\*

Helder Fernando Santos\*\*

Rosa Maria Leite de Faria\*\*

### **Resumo**

A área de estudo faz parte do Maciço Hespérico, cujas rochas afloram em algumas das praias, constituindo pontões rochosos ou um substrato rochoso que ora está coberto por areias, ora aparece quando a cobertura arenosa é erodida.

Trata-se de uma área que, até há pouco tempo, parecia estar em equilíbrio.

Todavia, nos últimos tempos têm-se multiplicado as notícias sobre problemas de erosão nas praias de Mindelo, para já não falar dos ataques do mar na marginal de Vila do Conde, a sul das Caxinas.

Com base no método sugerido por C. A. M. King (1980), elaborámos um processo de trabalho que nos permitiu construir diversos perfis de praia.

Podemos, desde já, apontar algumas conclusões preliminares:

- A mobilidade das areias de praia é muito intensa: com efeito, em períodos curtos há modificações importantes nos perfis das praias.
- A evolução é muito variável com os sectores costeiros considerados: assim, no mesmo intervalo de tempo, houve erosão nuns sectores e acreção noutros.
- A intervenção antrópica, com o recente aumento de comprimento dos molhes do porto da Póvoa de Varzim parece ter um papel determinante no desencadear do processo erosivo.

Trata-se, apenas, de conclusões preliminares. A rápida variação deste litoral aconselha uma grande prudência. O trabalho terá que ser continuado ao longo de diversos anos para avaliar se há ou não uma tendência para o recuo do litoral desta área.

\* Professora do curso de Geografia da FLUP.

\*\* Alunos do Seminário de Geografia Física (Geomorfologia) da FLUP em 1996/97.

### **1 - Algumas reflexões sobre a problemática da erosão das praias a nível mundial**

Segundo dados de um estudo, feito a nível mundial pela Comissão da União Geográfica Internacional para os ambientes costeiros, entre 1972 e 1984 teria havido erosão em mais de 70% das praias arenosas. Menos de 10% teriam sofrido progradação e as restantes 20-30% teriam permanecido estáveis ou com variações sem tendência definida (E. Bird, 1993). Os factores apontados como responsáveis por este recuo são muitos e variados. E. Bird (1993) apresenta 20 causas prováveis. Podem, todavia, organizar-se em 2 grandes conjuntos: causas naturais e causas antrópicas.

#### Causas naturais

O perfil de uma praia sofre constantes adaptações às condições hidrodinâmicas da praia.

Por isso, as situações de tempestade que resultam de baixas pressões ligadas à passagem de perturbações atmosféricas podem provocar intensas e rápidas modificações no perfil duma praia. Em média, a diminuição de 1mb na pressão atmosférica eleva o nível do mar em 1cm (R. Paskoff, 1985). Ora, geralmente as situações de baixa pressão estão associadas a ventos de grande velocidade, que geram ondas de grande amplitude.

Nas praias das latitudes de clima temperado o contraste sazonal é bastante marcado. Geralmente, períodos de mau tempo no Inverno contrastam com períodos de bom tempo no Verão.

Em termos genéricos, isto manifesta-se, nas praias, por fenómenos de erosão no Inverno e por acreção no Verão. Assim, a uma fase destrutiva segue-se uma fase construtiva.

Numa situação de equilíbrio dinâmico da praia a quantidade de sedimentos arrancados à praia no Inverno é igual à quantidade dos mesmos depositados nas áreas imersas durante o Inverno (R.

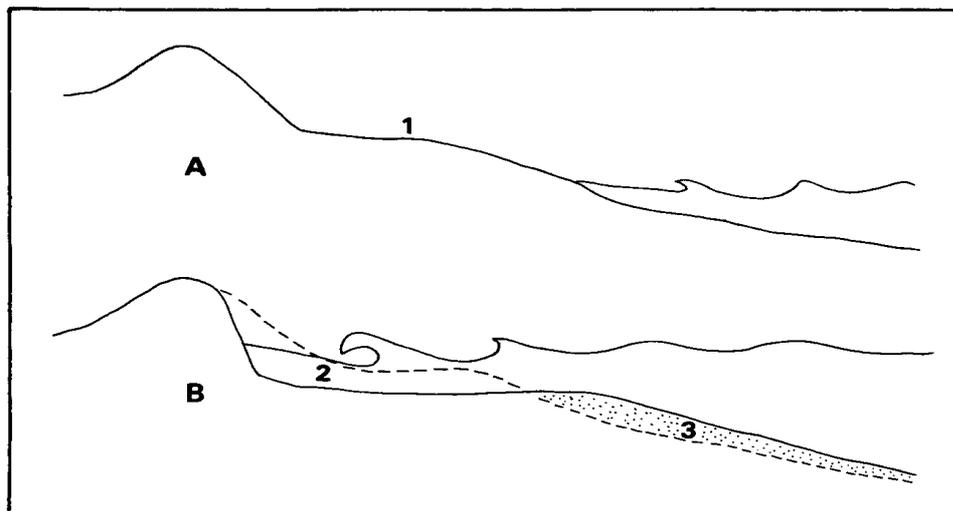


Fig. 1: Variações estacionais do perfil duma praia (adaptado de R. Paskoff, 1985)

A: Situação de Verão - acreção no estrão devida à ondulação de bom tempo. Aparição duma berma (1).

B: Situação de Inverno - emagrecimento da praia devido às vagas de tempestade. O estrão sofre ablação (2) e os respectivos sedimentos são depositados na antepraia (3).

PASKOFF 1984, fig. 1).

Todavia, basta que as condições meteorológicas se afastem do “normal” durante um período suficiente de tempo para que o balanço possa ser positivo ou negativo. É evidente que uma sucessão de anos particularmente ricos em situações depressionárias, “de inverno” poderá conduzir a uma erosão generalizada das praias.

Uma outra cause é a provável subida generalizada do nível médio da água do mar. Segundo as previsões do “Intergovernmental Panel on Climate Change” para a subida do nível do mar os valores serão progressivamente maiores (8 a 30 cm para 2030; 20 a 70 cm para 2070; 30 a 110 cm para 2100, E. Bird, 1994). Podemos discutir qual a origem dessa subida: fusão dos glaciares, dilatação da água do mar devida ao respectivo aquecimento, ou, até, a diminuição da velocidade de rotação da Terra que produziria um ligeiro aumento do seu diâmetro (N. A. Mörner 1993). A neotectónica também pode ter alguma influência. Um provável abatimento tectónico que se estará a verificar a sul de Espinho pode ajudar a justificar o intenso recuo da linha de costa nesta área.

#### Causas antrópicas

Uma outra realidade que contribui para a erosão costeira é o constante enfraquecimento das fontes aluvionares por razões antrópicas.

Esta forte redução das fontes aluvionares está relacionada com múltiplos factores:

- extracção de inertes no leito e margens dos rios,

- construção de aproveitamentos hidroeléctricos que regularizam os caudais e retêm as areias nas albufeiras,
- operações de dragagem sobretudo nos estuários,
- intervenções antrópicas no sentido de regularização e canalização dos cursos de água,
- modificações do revestimento vegetal do subsistema vertentes,
- construção e prolongamento dos quebra-mares nas barras portuárias (Leixões, Aveiro e Figueira da Foz), originando erosão a sotamar e acumulação a barlamar.

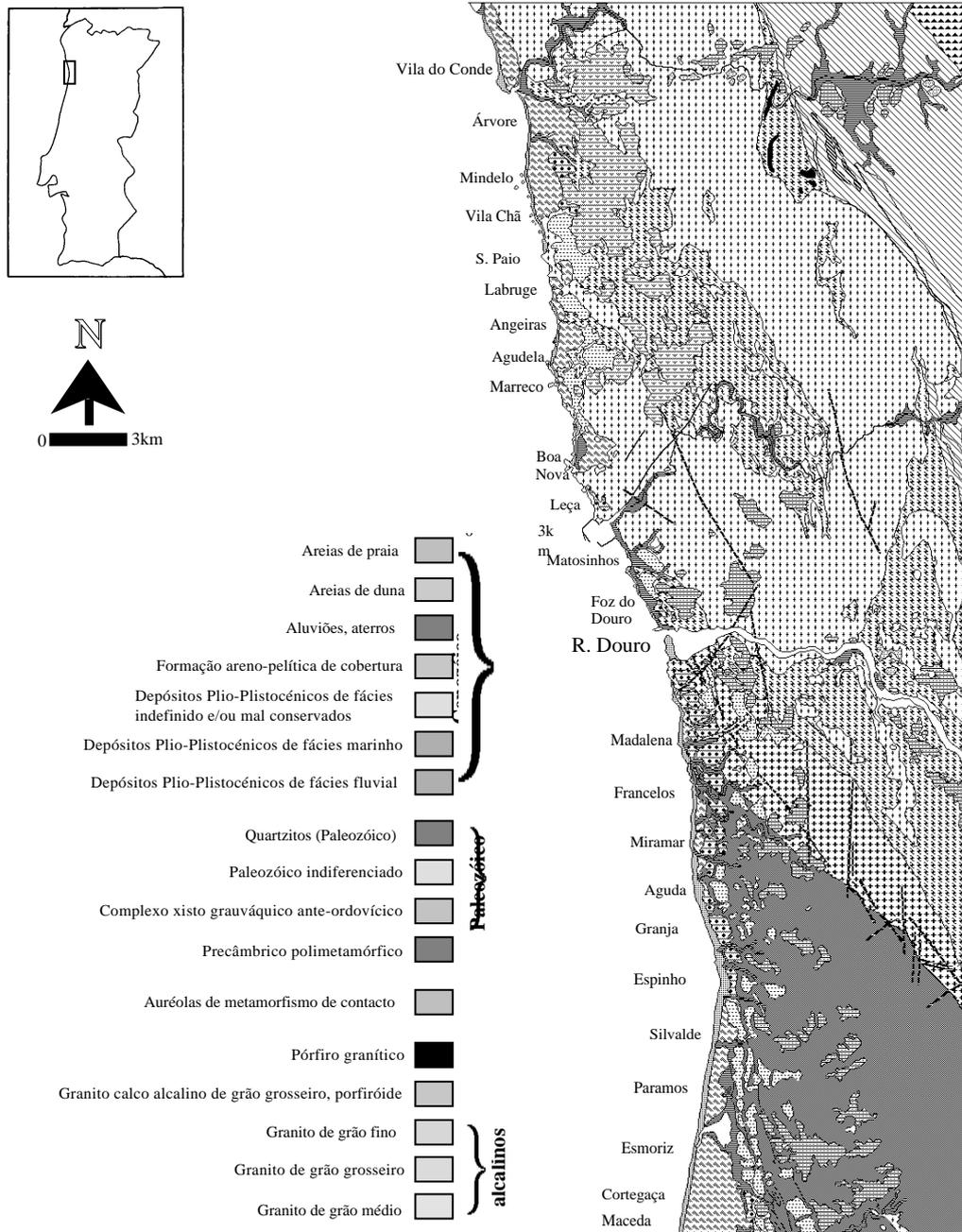


Figura 2: Enquadramento geológico da área estudada

## 2 - Os fenómenos erosivos no litoral português

Acompanhando a tendência da maior parte dos litorais arenosos a nível mundial, também grande parte da faixa costeira portuguesa parece estar em erosão.

Óscar Ferreira e J. M. Alveirinho Dias (1991), com base em fotografia aérea (1947, 1958, 1980) e em levantamentos de campo (1989) determinaram taxas de recuo das dunas talhadas em arriba no litoral entre Espinho e o cabo Mondego.

Na área de Espinho a Cortegaça, de 1947 a 1958 verificou-se um recuo médio da linha de costa de 0,8m/ano. A sul das “obras de protecção” implantadas em frente a esta cidade, até perto da praia de Paramos, os valores de recuo eram de cerca de 2 a 2,5m/ano, atingindo, por vezes, valores máximos de cerca de 3m/ano.

De 1958 a 1980 o valor médio de recuo da linha de costa para toda a área compreendida entre Espinho e Cortegaça subiu para 1,8m/ano. Foi em Espinho, junto ao bairro dos pescadores (imediatamente a sul do campo de esporões), que se verificaram os valores máximos de recuo (5,7m/ano).

1980 a 1989 foi um período caracterizado pela construção de muitos esporões (em média um por cada 650 metros). Os valores médios de recuo da linha de costa atingiram os 4,5m/ano tendo-se atingido o valor máximo de 12,5m/ano a sul de Cortegaça. Só não houve recuo nas áreas situadas a barlar de esporões ou protegidas por enrocamentos. Nos restantes 77% deste litoral houve recuo da linha de costa.

Parece então que num sector litoral assente em formações quaternárias, pouco coesas, os fenómenos de erosão, embora latentes desde há longos anos, se têm vindo a acelerar e estão claramente relacionados com as intervenções antrópicas.

Em que medida é que a existência de um substrato rochoso resistente diminui ou não a incidência dos fenómenos erosivos? Foi esse um dos motivos pelos quais nos decidimos a trabalhar sobre a área situada entre a Póvoa de Varzim e a foz do rio Donda.

### **3 - Localização e caracterização da área em estudo**

Os processos relacionados com a dinâmica litoral e a erosão costeira só podem ser compreendidos se se integrar a área estudada no seu quadro litológico e estrutural.

Por outro lado, a história geológica mais recente (fim do Pleistocénico e Holocénico) tem o maior interesse para a compreensão da dinâmica litoral, já que nos revela a tendência para a sedimentação/erosão de cada sector costeiro, bem como o tipo de sedimentação predominante e a sua evolução no decorrer de diversos contextos climáticos.

Embora os processos de erosão não sejam, infelizmente, raros na costa norte de Portugal (veja-se os casos de Ofir e da Apúlia), a verdade é que, sendo o substrato, a norte de Espinho, constituído por rochas graníticas e metamórficas, a sua maior resistência deveria assegurar, em princípio, uma certa protecção aos depósitos suprajacentes.

O sector costeiro escolhido para este estudo compreende uma faixa litoral que vai desde a foz do rio Donda até à Póvoa do Varzim numa extensão de, aproximadamente, 12 km.

O litoral de Portugal para norte do Rio Douro está talhado em rochas do Maciço Hespérico, pertencendo à Zona Centro Ibérica. As litologias dominantes na área estudada correspondem aos granitos alcalinos de idade hercínica e ao Complexo xisto-grauváquico ante-ordovícico, geralmente metamorfozados pelos fenómenos de granitização que originaram os referidos granitos (fig. 2).

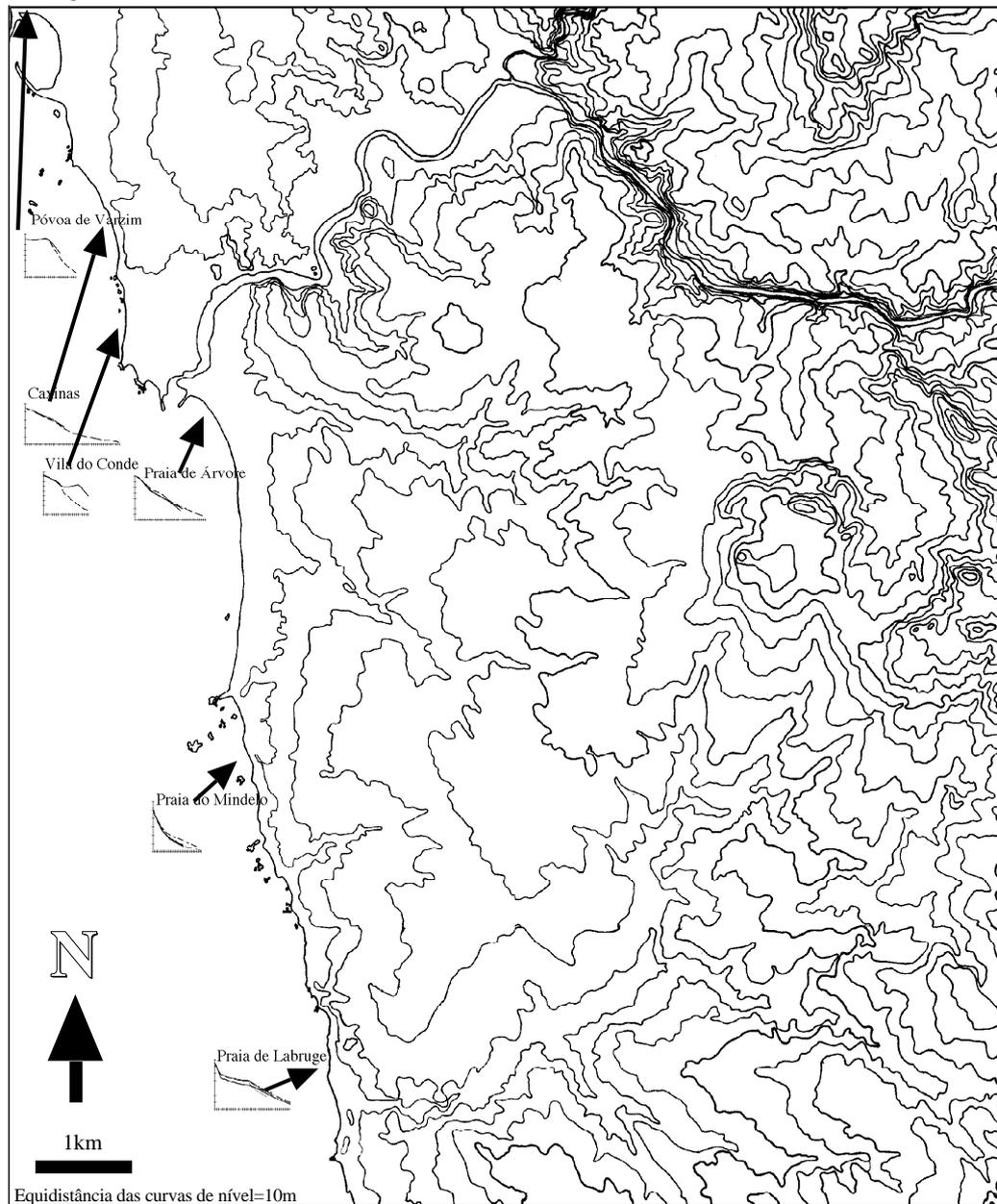
Existem alguns depósitos com idade Plio-Plistocénica (depósitos de fácies fluvial, depósitos marinhos ou de fácies indefinido e/ou mal conservados). Porém, a formação plio-pleistocénica predominante é a denominada "formação areno-pelítica de cobertura", um depósito complexo, de tipo solifluxivo e de idade provavelmente würmiana.

Junto da linha de costa, encontram-se as areias das praias actuais e, ainda, formações dunares mais ou menos extensas, mas geralmente muito degradadas devido à acção antrópica.

#### 4 - Metodologia de trabalho

Com o objectivo de conhecer as variações sazonais do perfil de uma praia ao longo do ano, e de detectar uma possível tendência para a regressão da linha de costa, decidimos elaborar, de forma sistemática, um conjunto de perfis de praia. O período da sua elaboração foi um tanto condicionado pelas contingências do ano lectivo e decorreu entre Dezembro de 1996 e Junho de 1997.

O critério que presidiu à escolha dos locais para elaboração dos perfis está relacionado com o facto de determinadas áreas apresentarem situações de erosão que desejávamos confirmar e investigar.



**Figura 3: Morfologia da área e localização dos perfis efectuados**

Executaram-se perfis de praia nas seguintes localidades: Labruge, Mindelo, Árvore, Vila do Conde, Caxinas e Póvoa de Varzim (fig. 3).

Estes locais foram escolhidos no sentido de mostrarem um leque amplo de situações, desde áreas aparentemente estáveis, mas próximas de sectores em erosão (Labruge), áreas em erosão intensa

(Caxinas), até sectores que, por via da construção de esporões a sotamar, parecem estar a sofrer acreção (Póvoa de Varzim).

A metodologia utilizada foi por nós reelaborada, com base em C. A. M. King (1980).

Começámos por definir o ponto inicial de realização do perfil. Tentámos encontrar pontos cuja cota fosse conhecida. Por vezes iniciámos o perfil em pontos correspondentes a estruturas antrópicas duradouras (muros, escadas), de molde a que a respectiva localização não se venha a perder. Quando isso não foi possível, deixámos, na duna, um pedaço de ferro suficientemente comprido para não ser facilmente extraído e suficientemente enterrado para não ser visível senão por quem o procurasse.

Servindo-nos de uma bússola, marcámos uma orientação perpendicular à linha de costa, cujo rumo foi respeitado sempre que elaborávamos um novo perfil. Essa direcção era materializada através de uma fita métrica (50m) que esticávamos até coincidir com o rumo escolhido (fig. 4). Seguidamente, recorrendo a uma régua de 2 metros, e com a ajuda de um nível que nos permitia manter a régua na horizontal, eram medidos os desníveis verificados de 2 em 2 metros, ao longo do percurso materializado pela fita métrica. Os valores obtidos foram registados e posteriormente lançados em computador, permitindo-nos chegar aos perfis esquemáticos que iremos apresentar.

Foi também registada a data e a horade início e de término da realização de cada perfil, de modo a sabermos posteriormente, recorrendo a uma tabela das marés, a altura da maré no momento em que o perfil foi realizado.

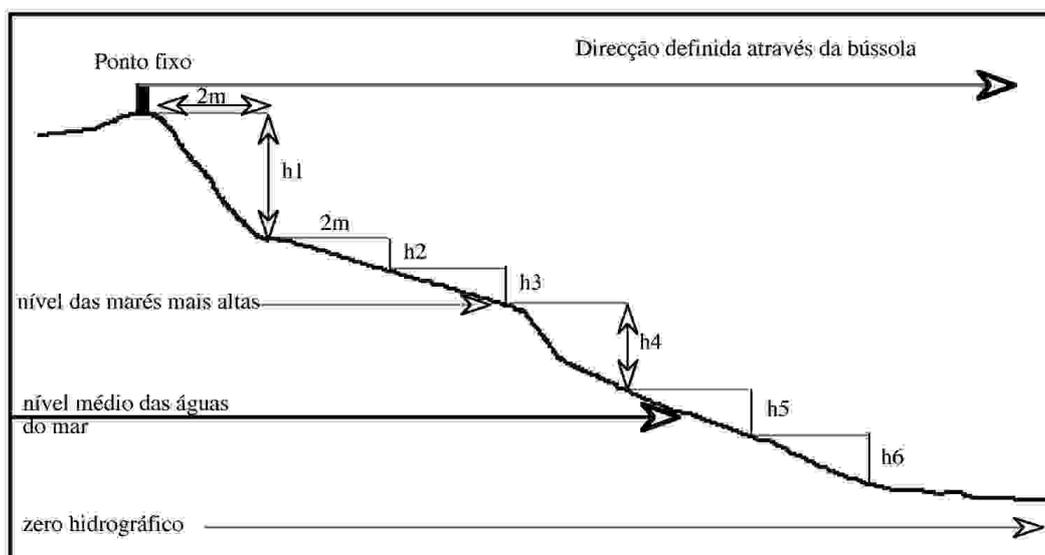


Fig. 4: Metodologia utilizada na construção dos perfis de praia (adaptado de C. A. M. King, 1980)

## 5 - Análise e descrição dos perfis de praia

Utilizaremos para a descrição dos perfis que elaborámos uma terminologia que nos parece simultaneamente clara e suficientemente flexível (R. Paskoff, 1985, fig. 5).

Assim, a praia alta corresponde a um rebordo depositado pelo mar nas marés altas. Entre a praia alta e baixa existe uma brusca ruptura de declive, a linha de inflexão.

A praia baixa sofre submersão em cada maré alta. O seu sector jusante apresenta bancos e depressões onde a água estaciona mesmo durante a maré baixa. Estas irregularidades acentuam-se na antepraia, que está sempre submersa, e que apresenta uma topografia em sulcos e cristas.

O estrão corresponde à faixa entremarés, associando uma parte da praia alta com toda a praia baixa.

A praia alta apresenta, geralmente, uma linha mais elevada, a crista de praia. Daí desce-se, para o mar, por uma plano inclinado com um declive mais ou menos forte (dependente do calibre dos materiais), a face da praia. Muitas vezes, essa descida é marcada por pequenas plataformas, construídas aquando dos períodos de tempestade, as bermas.

Atrás da crista de praia situa-se, normalmente, uma faixa com declive suave, inclinando para o interior: o reverso da praia.

Começaremos por fazer uma análise dos perfis elaborados nas praias de Labruge (fig. 6) e do Mindelo (fig. 7).

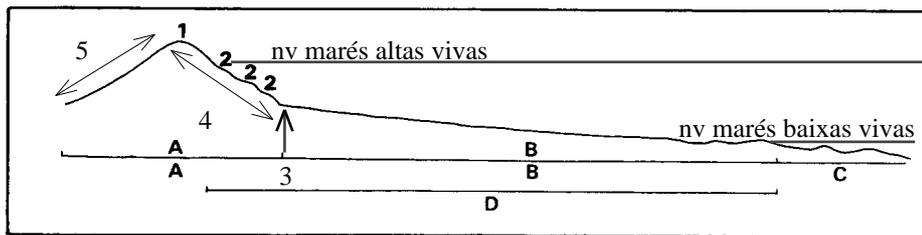


Figura 5: Perfil transversal de uma praia (adaptado de R. Paskoff, 1984)

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1: Crista de praia   | A: Praia alta  |
| 2 : Bermas           | B: Praia baixa |
| 3: Linha de inflexão | C: Antepraia   |
| 4: Face da praia     | D: Estrão      |
| 5: Reverso da praia  |                |

Posteriormente faremos uma análise transversal a todos os perfis realizados, que nos permitirá avaliar as diferenças entre eles (fig. 8).

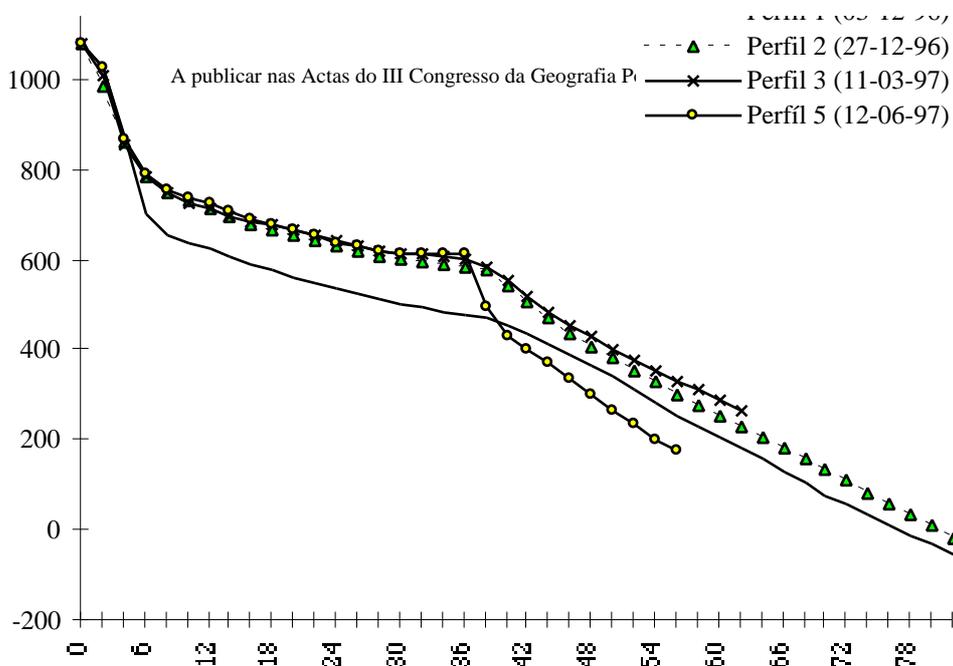
Labruge e Mindelo são os locais onde foi possível realizar o maior número de perfis e, por isso, onde a análise terá mais potencialidades. Além disso, trata-se de duas situações semelhantes: o perfil iniciou-se, em ambos os casos, no topo de uma duna, talhada em arriba devido à acção do mar na sua base.

No caso de Labruge (fig. 6), o primeiro perfil, realizado a 3-12-96 parece bastante rebaixado, correspondendo, aparentemente, a uma situação tipicamente de Inverno.

Nos perfis de 27-12-96 e de 11-3-97 houve acreção relativamente à situação verificada aquando da realização do primeiro perfil. Essa acreção verificou-se ao longo de toda a praia, mas foi maior na área do reverso e da face da praia.

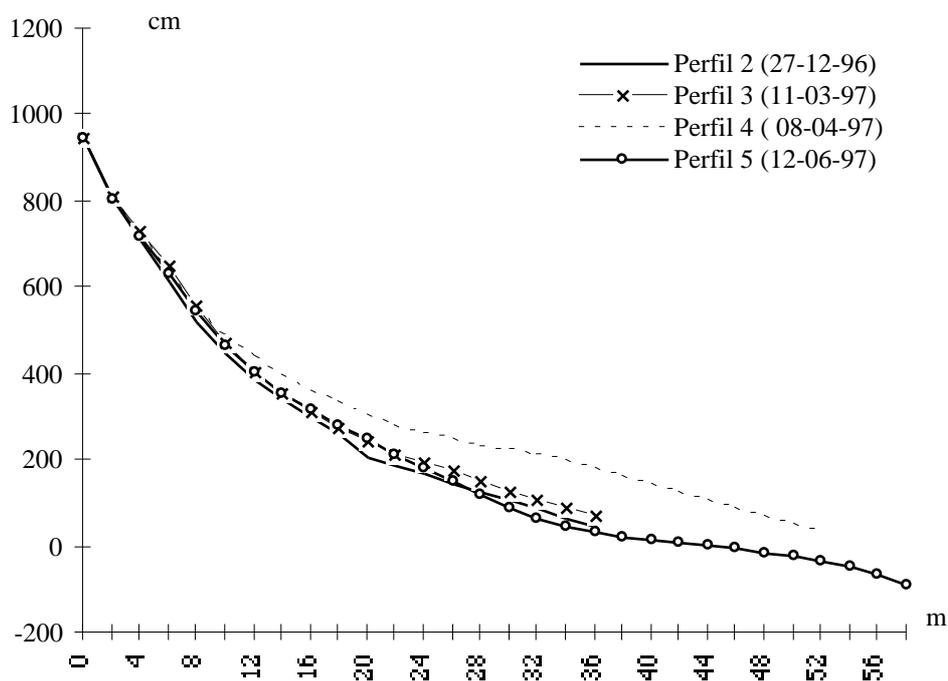
Como é sabido, o mês de Março de 1997 caracterizou-se pelo seu carácter invulgarmente ameno: a respectiva temperatura média foi superior às temperaturas verificadas em Junho de 1997.

No perfil realizado a 12-6-97 a situação já é completamente diferente. Existe uma forte erosão da face da praia, provocando uma quebra violenta, superior a 2 metros, que chega a ultrapassar em termos de erosão, a situação verificada no primeiro perfil realizado. Aliás, o confronto com os dois perfis parece ilustrar o contraste entre as situações típicas de verão e inverno, referidas por R. Paskoff (1985, fig. 1). Todavia, apresenta a particularidade de a situação de "verão" ocorrer durante o início da primavera e de, no mês de Junho encontrarmos situações mais típicas do inverno.



**Figura 6: Os perfis realizados na praia de Labruge**

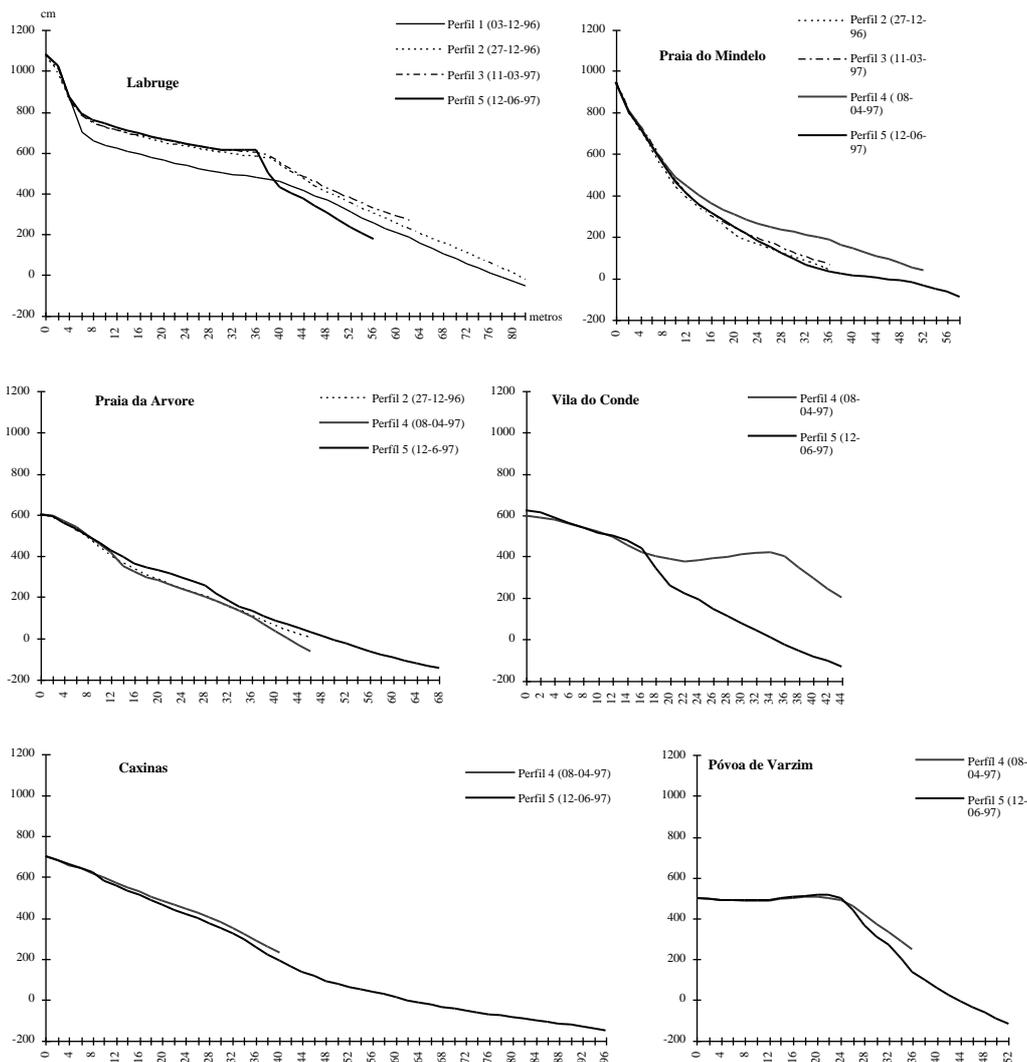
Junho foi, na verdade um mês excepcionalmente frio e ventoso: provavelmente, o entalhe que se verifica na face da praia relaciona-se com uma frequência elevada de condições de instabilidade, pouco usuais naquele mês.



**Figura 7: Perfis realizados a partir das dunas a sul da praia do Mindelo**

A situação na praia do Mindelo é idêntica à de Labruge. Embora não tenhamos conhecimento da situação de 03-12-96 (uma vez que não elaborámos o respectivo perfil), em 11-3-97 verifica-se uma ligeira acreção em relação ao perfil de 27-12-96. Essa acreção acentua-se fortemente em 8-4-97.





**Figura 8: Os perfis realizados - apresentação conjunta, com escalas idênticas**

No último perfil, realizado a 12-6-97, tal como em Labruge, verificou-se uma intensa erosão da praia que em alguns sectores atingiu 1,5 metros relativamente ao perfil realizado anteriormente. Neste caso, a erosão não se limitou à face da praia, como em Labruge, mas avançou e mordeu a própria base da duna, cujo carácter de arriba se acentuou. Torna-se evidente que se trata de um perfil incompleto, em que o reverso da praia já não existe. É provável que se trate de um sector em desequilíbrio, em que só a existência da duna impede o avanço do mar para o interior. Situando-se imediatamente a sul da praia do Mindelo, é possível que as construções situadas a norte (esporões na Póvoa de Varzim, enrocamentos na face norte da ponta da Gafa) tenham uma influência negativa na evolução deste perfil.

Em Árvore há uma verdadeira oposição relativamente à situação verificada nos locais analisados anteriormente. Isto é, enquanto em Mindelo, do perfil realizado a 27-12-96 para o de 8-4-97, se verificou acreção, em Árvore, no mesmo período de tempo houve erosão. Ao contrário, entre o perfil de 8-4-97 e o de 12-6-97, verificou-se acreção em Árvore enquanto em Mindelo, bem como em Labruge, se observava uma forte erosão.

Pensamos que este fenómeno poderá ser devido à exposição do local onde o perfil foi realizado (fig. 3). Com efeito, o perfil realizou-se imediatamente a sul dum quebramar que protege a entrada do rio Ave e que vem artificializar ainda mais a dinâmica litoral. Assim sendo, uma situação de deriva de norte (ventos de noroeste) poderá provocar erosão na parte setentrional da

praia de Árvore. Porém, se os ventos forem de sudoeste, a orientação da deriva inverter-se-á e o local estudado passará a sofrer acreção, porque passará a estar a barlamar do referido quebramar.

#### Vila do Conde, Caxinas e Póvoa do Varzim.

Em Vila do Conde, Caxinas e Póvoa do Varzim só foi possível realizar dois perfis (um a 8-4-97 e outro a 12-6-97).

Em todos os locais, do 1º para o 2º perfil verificou-se uma tendência generalizada para a erosão da praia. Em Vila do Conde essa erosão foi mais acentuada do que em Caxinas e Póvoa do Varzim. Em Vila do Conde chegou a ser erodida uma espessura de areias superior a 5 metros. Esta erosão intensa ficou a dever-se a uma situação depressionária associada a fortes ventos, que coincidiu com uma fase de marés vivas.

#### **6 - Algumas conclusões**

Verificou-se que o comportamento da dinâmica litoral não é uniforme ao longo da faixa costeira estudada. Se, por um lado existem fenómenos de acreção ou erosão comuns a vários perfis, a amplitude dessas oscilações é muito diferente de lugar para lugar.

Por outro lado, verificam-se, por vezes, situações completamente opostas. É o caso da praia de Árvore onde há tendência para acreção, quando em Labruge e em Mindelo se verifica uma erosão acentuada.

Além disso, dentro de uma mesma praia a situação é variável, de tal forma que no espaço de uma semana ou menos podemos ter uma grande modificação no respectivo perfil.

Se numa faixa com apenas 12km aproximadamente, se verificam situações tão diversas, isto vem comprovar que para além dos factores meteorológicos e astronómicos, teremos de ter em consideração factores locais como a morfologia da linha de costa, a exposição aos ventos dominantes e as intervenções antrópicas (quebramares e enrocamentos).

Infelizmente, a mera análise dos perfis realizados, circunscritos a um período de tempo limitado, não permite extrair muitas conclusões.

Tentámos, também, obter informações a partir dos frequentadores das áreas estudadas, mormente dos concessionários das praias.

Os depoimentos obtidos indicam que, há 40 ou 50 anos atrás, a praia de Vila do Conde era muito mais extensa do que actualmente.

Junto à estrada marginal que faz a ligação entre Vila do Conde e Caxinas pode observar-se uma duna primária, limitada, a oeste, por um muro que a separa da estrada marginal. Tudo indica que a referida estrada foi construída sobre o reverso da praia. Esta estrada marginal, no Inverno de 95/96, foi parcialmente destruída, tendo-se construído posteriormente uma obra longitudinal aderente para a proteger.

Entretanto, quase toda a praia alta foi erodida e, actualmente, verifica-se que o mar, nas marés vivas ou de tempestade, quebra na base do enrocamento que pretende proteger a estrada marginal.

No caso da Póvoa de Varzim não se tem verificado erosão, apresentando a praia um extenso areal. Isto deve-se essencialmente ao facto desta praia se situar a norte do enorme quebramar que protege a entrada do porto da Póvoa do Varzim. Este mesmo quebramar também vai ser responsável por grande parte da erosão que se tem verificado em Caxinas e Vila do Conde, que se situam a sotamar. É de realçar que foi depois de terminarem as obras de prolongamento deste quebramar que se deu a forte erosão que afectou a estrada marginal de Vila do Conde.

Em Mindelo construiu-se um extenso enrocamento, situado a norte da ponta da Gafa. Actualmente (outono de 1997) esse enrocamento está a ser desmantelado pelo mar.

Para além dos efeitos negativos provocados pelo quebramar da Póvoa de Varzim temos que acrescentar ainda as consequências das dragagens realizadas, há poucos anos, na foz do Ave, aquando da realocação dos estaleiros navais de Vila do Conde. Com efeito, a retirada de areias dos estuários obriga a que, a médio prazo, os sedimentos transportados pelo curso de água aí fiquem retidos, não contribuindo, assim, para a alimentação das praias situadas nas proximidades. É de supor que estas dragagens contribuíram para a erosão nas praias da Árvore e Mindelo.

Por outro lado, a pressão urbanística sobre o litoral, tanto em Mindelo como em Vila do Conde, é muito forte, tendo destruído grande parte do cordão dunar que desempenha um importante papel no equilíbrio dinâmico da praia.

Em Labruge tivemos a oportunidade de observar que os próprios depósitos marinhos fósseis do último interglaciar estão a ser atacados pelo mar. Isto poderá indicar que está a ocorrer um fenómeno de erosão com uma intensidade inabitual durante o Holocénico. Com efeito, trata-se de depósitos fósseis que sobreviveram à transgressão flandriana. Se as condições transgressivas actuais fossem predominantes durante o Holocénico, os referidos depósitos teriam desaparecido completamente.

Os perfis que acabámos de apresentar, realizados ao longo de cerca de 6 meses, são claramente insuficientes para uma avaliação da dinâmica litoral a prazo. É nossa intenção fazer medições sistemáticas ao longo de mais alguns anos e complementá-las com inquéritos aos utilizadores das áreas em estudo e com a análise de fotografias que documentem a evolução da linha de costa nesta área.

Actualmente, é comumente aceite, sobretudo dentro da comunidade dos engenheiros (cf. Veloso Gomes, 1991, Mota Oliveira, 1990), que uma das principais causas para a erosão generalizada dos litorais se fica a dever à retenção das areias realizada pelas barragens. Assim, está calculado que a capacidade original de transporte de sedimentos pelo Rio Douro seria de  $1.200.000\text{m}^3/\text{ano}$ . Actualmente, essa capacidade rondará os  $200\text{m}^3/\text{ano}$ . Isso significa que o rio perdeu cerca de 86% da sua capacidade de alimentação do litoral (Mota Oliveira, 1990). Por sua vez, os dados apresentados pelo mesmo autor demonstram que os diversos rios portugueses que desaguam a norte do Douro têm a sua capacidade de transporte aluvionar reduzida para 42,5% da original (ver quadro I).

A esta forte intervenção antrópica há que associar a subida do nível do mar. Mesmo que o valor normalmente admitido para o litoral português não seja muito elevado ( $1,5\text{mm}/\text{ano}$ ) isso significa, segundo a regra de Brunn, um recuo médio, na horizontal, de 50-100 vezes maior, que pode, por isso, atingir 15cm (E. Bird, 1993). Além disso, essa subida do nível de base implica uma contínua sedimentação nos estuários para compensar a subida do nível do mar e permitir que os cursos de água atinjam uma cota harmónica com o nível de base.

Mesmo que não seja capaz de desencadear erosões muito fortes, esta contínua subida do nível do mar introduz mais um factor de desequilíbrio, numa situação altamente deficitária em sedimentos, como é o caso do litoral norte de Portugal.

A ocupação humana das zonas costeiras também vem contribuir para a degradação e erosão nestas áreas. Com efeito, a pressão urbana que se faz sentir sobre as praias e sobre as dunas (construções várias e implantação de arruamentos sobre o cordão dunar) vem alterar as condições de equilíbrio morfológico. A abertura de acessos paralelos à linha de costa e a construção de habitações e apoios de praia vem, por um lado, aumentar a superfície impermeabilizada, com o decorrente incremento dos fenómenos de escorrência. Por outro lado, vem impedir o equilíbrio dinâmico que se verifica entre a duna e a praia no que diz respeito à transferência de sedimentos. Isto porque em períodos em que a praia se encontra deficitária (normalmente durante o Inverno) a duna vai doar materiais à praia para compensar a erosão e equilibrar o perfil da praia. Nos períodos em que a praia é excedentária, isto é, quando a acumulação é superior à erosão, é a praia que vai fornecer materiais para reconstituir a duna. Construindo-se sobre a duna impede-se este importante movimento de equilíbrio entre a duna e a praia.

**Quadro I**

	Situação natural	Situação actual
	m <sup>3</sup> /ano	m <sup>3</sup> /ano
Minho	120000	45000
Âncora	2000	1500
Lima	28000	15000
Neiva	4000	3500
Cávado	22000	8000
Ave	24000	12000
Total até ao Rio Ave	200000	85000
Douro	1200000	200000

A acção humana também pode levar à destruição das dunas através do desaparecimento da vegetação que as protege, provocado quer pelos incêndios, quer pela prática de desportos motorizados ditos “radicais”, quer pelo simples pisoteio para aceder à praia.

O desmantelamento da duna acaba com a primeira linha de defesa do litoral face ao avanço do mar e agrava, assim, o problema da erosão costeira.

A acção da agitação do mar e das marés leva a movimentos aluvionares sazonais nas praias. Nas tempestades mais violentas são retiradas areias quer das praias quer das dunas. Estas vão acumular-se na parte submersa da praia (fig. 1). Em períodos calmos, a capacidade de transporte do espraimento (transporte em direcção à praia) passa a ser superior à do refluxo. Por isso, a areia é lentamente reposta, desde que existam sedimentos suficientes nas faixas imersas das praias. O problema é se, entretanto, essas reservas de areia foram levados, pela deriva litoral, para outros locais.

Além disso, se as condições meteorológicas forem muito irregulares, como parece estar a acontecer ao longo do ano de 1997, com a emergência de um fenómeno do tipo "El Niño", que se pensa vir a ser o mais intenso do século, parece óbvio que o processo de erosão das praias poderá intensificar-se e o período estival, de fraca ondulação, pode não ser suficiente para repor a situação anterior.

Como é sabido, os esporões e quebramares provocam uma acumulação arenosa a barlamar (geralmente a norte), mas levam a um forte incremento da erosão nas áreas a sotamar.

Outras vezes, são os grandes molhes que protegem a entrada dos portos (caso da Póvoa de Varzim) que agravam ou até desencadeiam a erosão a sotamar. Nesses casos, seria fundamental que parte das areias acumuladas a barlamar fossem transferidas para sotamar (by-passing). Ou que, pelo menos, as areias dragadas dos estuários e zonas portuárias, desde que tivessem uma qualidade ambiental conveniente, fossem lançadas nas áreas deficitárias. Mas nem sempre é isso que acontece...

No fundo, parece óbvio que, para se conseguir a manutenção, em termos médios, da linha de costa actual, é necessário uma alimentação artificial das praias. Esta alimentação deve ser igual ou

superior à diferença entre a capacidade erosiva e a capacidade das fontes disponíveis. Surge, no entanto, o problema de encontrar fontes de areias para alimentar estas obras. Pode-se recorrer a depósitos submarinos, a depósitos das albufeiras das barragens, a depósitos dos leitos dos canais de navegação, bem como a depósitos das bacias portuárias. No entanto, tudo isto tem custos muito elevados.

Por isso, é muito importante reforçar a educação ambiental dos cidadãos que lhes permita compreender o que está em jogo quando se constrói sobre uma duna ou quando se projecta uma estrada paralela ao litoral. Muito mais do que qualquer proibição, será a consciência colectiva dos cidadãos a maior garantia da preservação do litoral, de molde a permitir a sua fruição futura e a salvaguarda dos valores ambientais que o caracterizam.

Não é despidendo lembrar que o litoral tem sido o mais importante destino turístico do país. A sua degradação equivaleria à matança da galinha dos ovos de ouro...

### **Bibliografia**

- DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (1995) - *Coastal Planning and Management: A review of Earth Science information needs*, HMSO, London, 186 p.
- ERIC C. F. BIRD (1993) - *Submerging Coasts. The Effects Of A Rising Sea Level On Coastal Environments*, John Wiley & Sons, Chichester, 184 p.
- FERREIRA, O., ALVEIRINHO DIAS, J.M. (1991) - *Evolução recente de alguns troços do litoral entre Espinho e o cabo Mondego*, Actas do 2º Simpósio sobre a Protecção e Revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz, Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Porto, p. 85-95
- KING, C. A. M. (1980) - *Physical Geography*, Basil Blackwell, Oxford, 332 p.
- MÖRNER, N. A. (1993) - *Global Change: The Last Millennia*, In *Global And Planetary Changes*, Elsevier Pub. Amsterdam, p. 211-217
- MOTA-OLIVEIRA, I. B. (1990) - *Erosão costeira no litoral Norte: considerações sobre a sua génese e controlo*, Actas do 1º Simpósio sobre a protecção e revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz, Inst. Hidráulica e Recursos Hídricos, Porto, p. 201-221
- PASKOFF, R. (1985) - *Les littoraux - impact des aménagements sur leur évolution*, Col. Géographie, Masson, Paris, 185 p.
- VELOSO GOMES, F. (1991) - *Algumas reflexões sobre a problemática das obras de protecção costeira*, Actas do 2º Simpósio sobre a protecção e revalorização da faixa costeira do Minho ao Liz, Inst. Hidráulica e Recursos Hídricos, Porto, p. 128-143