

XXIII

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE HISTÓRIA ECONÓMICA E SOCIAL

Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

7 e 8 de Novembro de 2003

“Os aspectos geomorfológicos e as dinâmicas históricas dos portos do NW Português.” - Assunção Araújo, Nicole Vareta, Helena Granja

II - Variações climáticas e evolução da linha de costa: algumas reflexões

1 - Introdução

Uma vez que se situa na interface entre o continente e o oceano, o litoral constitui um sistema altamente dinâmico em que interagem diferentes processos.

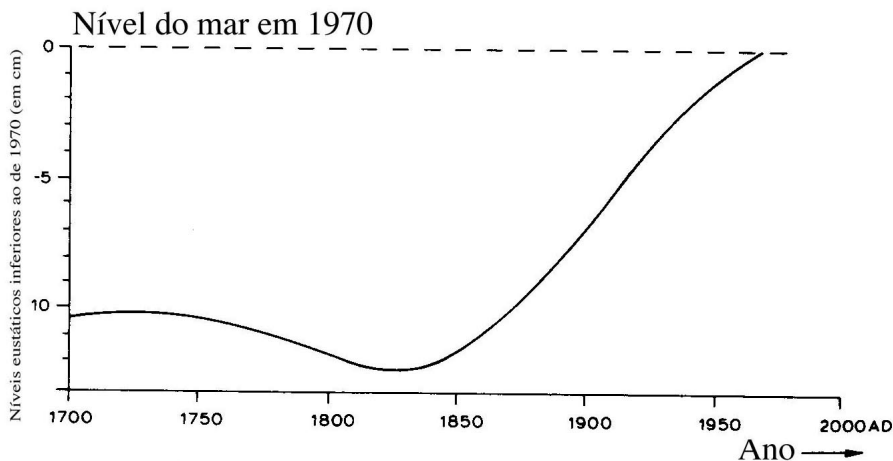
Com efeito, além dos fenómenos com sede nos continentes e daqueles que se relacionam com os oceanos, é necessário considerar os fenómenos com origem num terceiro elemento desta interface, a atmosfera.

Assim, os fenómenos meteorológicos e a sua tradução no tempo – os climas – têm uma grande importância na evolução da linha de costa.

Daí a necessidade de se reflectir sobre a problemática das variações climáticas. Além de controlarem, como veremos, muitos dos aspectos da evolução do litoral, as variações climáticas têm uma grande importância para a evolução histórica em geral e, em especial, para o período que vai do século XVI a meados do século XIX (“Pequena Idade do Gelo”).

3 – A Pequena Idade do Gelo e a evolução da linha de costa

Porém, mesmo variações climáticas muito mais atenuadas têm reflexos nas curvas eustáticas (fig. 2). É o caso da Pequena Idade do Gelo que terá sido responsável por uma descida significativa do nível do mar, que atingiu o seu ponto mais baixo por volta de 1830. A subida posterior a esse momento, que ainda hoje se mantém, tem ajudado a desencadear, juntamente com outras causas, alguns fenómenos de erosão costeira que, por vezes, criam muita preocupação e algum alarme na opinião pública.



Adaptado de J. Pethick, 1984, segundo N. A. Mörner, 1973

Fig.2: A importância da “Pequena Idade do Gelo” para a variação do nível do mar nos últimos 300 anos

A “Pequena Idade do Gelo” estendeu-se de 1550 a 1850. Correspondeu a uma fase em que as manchas solares quase desapareceram (“mínimo de Maunder”). Durante este período verificou-se um acentuado arrefecimento climático, que correspondeu a um avanço, por vezes muito rápido, dos glaciares de montanha (E. Le Roy Ladurie, 1983). Como é visível na fig. 2, este facto correspondeu a uma descida do nível do mar que prosseguiu até pouco antes de 1830, quando o nível marinho começou a subir.

No trabalho de M. João Alcoforado (1999) podemos avaliar o que se conhece sobre as variações climáticas em Portugal, no período entre 1675 e 1715 (Late Maunder Minimum). Nas respectivas conclusões afirma-se que “as condições térmicas e pluviométricas observadas em Portugal provam que, no SW da Europa, as situações sinópticas terão sido, durante o LMM, semelhantes às actuais, apenas com uma maior frequência de ocorrência de situações anticiclónicas no Inverno e Primavera, às quais estava associada advecção de ar continental”, que se traduziu na existência de invernos bastante frios.

A fig. 3 mostra justamente as variações de temperatura verificadas no mar, no período compreendido entre 1672 e 1708. Verifica-se que, se no Norte da Europa, efectivamente, uma boa parte do período em questão correspondeu a uma fase de arrefecimento, outro tanto não se pode dizer da área da Corunha ou da latitude de Coimbra, onde existe um certo equilíbrio entre períodos mais quentes e mais frios que o actual. Porém, em Gibraltar e na costa africana este período, apesar de inserido no mínimo de Maunder, terá tido temperaturas mais altas que as actuais.

Tudo se passa como se mais do que um aquecimento ou arrefecimento globais, tivesse existido uma redistribuição do calor, feita, provavelmente, através das correntes marítimas (N. A. Mörner, 1993).

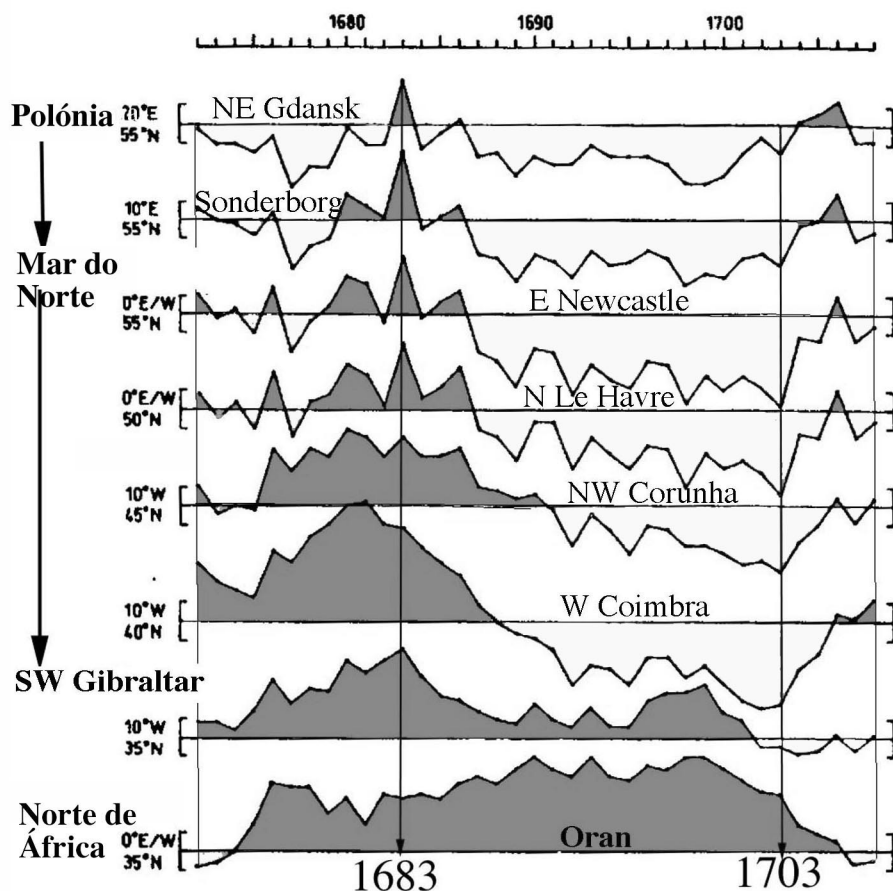


Fig. 3: Oito registos de temperatura para o período 1672-1708 (cobrindo o período do mínimo de Maunder). Perfis da Polónia ao Mar do Norte (curvas 1-3), um perfil N-S desde o Mar do Norte até Gibraltar (3-7) e uma curva para o Norte de África (8). Este período, geralmente considerado como uma fase de arrefecimento parece, na verdade, demonstrar a redistribuição do calor feita através de modificações nas correntes marítimas. As áreas a cinzento correspondem a épocas em que a temperatura era superior à actual. Adaptado de N. A. Mörner, 1993

Com efeito, “a resposta do sistema climático a esta (e outras) modificações naturais (ou não) do clima é manifestada por processos complexos no Oceano e na Atmosfera. As trocas globais de massa e de energia, assim como a circulação nos oceanos (dependente também da temperatura da água do mar e da salinidade) e na atmosfera condicionam a circulação regional [...]. O clima de certo local é assim regulado por uma intrincada teia de retroacções, ainda muito incompletamente entendida” (M. João Alcoforado, 1999).

Torna-se difícil deixar de lado um tema particularmente mediático: que pensar do tão discutido “aquecimento global”?

Sem querer entrar numa discussão que está longe de estar terminada, gostaríamos de salientar que as curvas de variação de temperatura que são apresentadas para provar o “aquecimento global” mostram a evolução havida a partir de 1850. Ora, 1850 corresponde, numa cronologia aproximativa, ao fim da Pequena Idade do Gelo (cf. fig. 2). Ora, uma vez que as curvas de variação da temperatura começam num momento de arrefecimento máximo, o mais natural é que elas mostrem um aquecimento. A questão candente, na actualidade, prende-se com a importância dos factores antrópicos na possível aceleração desse ciclo que tem, primariamente, uma origem natural.

4 - A importância do balanço sedimentar na evolução da linha de costa

Porém, os avanços ou recuos da linha de costa não se devem, exclusivamente, às variações relativas do nível do mar. O aporte de sedimentos à linha de costa tem uma grande importância nesse processo.

Sempre que a direcção da ondulação é oblíqua em relação à linha de costa as areias são transportadas ao longo do litoral por uma corrente designada por “deriva litoral” (fig. 4). A deriva litoral, cuja orientação depende da direcção da ondulação, tem geralmente uma componente de Norte para Sul ao longo da costa Norte de Portugal, direcção que resulta de ventos dominantes de Norte e Noroeste. Porém quando os ventos são de Sul ou Sudoeste, a direcção da deriva inverte-se e passa a ser de Sul para Norte.

A deriva litoral transporta continuamente sedimentos. Desde que haja equilíbrio entre os sedimentos que entram e saem de um dado sector, a linha de costa está num equilíbrio dinâmico. Porém, se num dado troço de costa, a deriva retirar mais sedimentos do que aqueles que entram, entra-se numa situação de carência de sedimentos. A curto ou médio prazo os sedimentos arenosos desaparecem e ficam só os materiais mais grosseiros. Se também eles desaparecerem, o mar poderá começar a atacar o substrato rochoso em que eles assentavam.

A deriva litoral é a principal razão pela qual as intervenções humanas na linha de costa podem afectar a respectiva estabilidade.

Assim, a construção de molhes e esporões tem o efeito de permitir uma acumulação de areias a barlar do obstáculo (isto é: a montante no sentido da deriva litoral). Pelo contrário, a sotamar do esporão haverá erosão. É provável que a erosão das praias da Foz do Douro e o seu enriquecimento em materiais grosseiros (seixos e calhaus) seja uma consequência da construção dos molhes do porto de Leixões, terminada por volta de 1892.

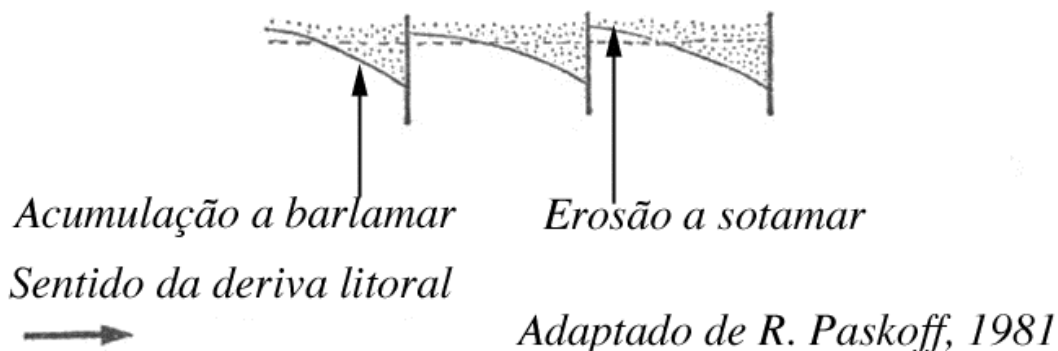


Fig. 4: A influência dos esporões na evolução da linha de costa

5 – As variações climáticas e a evolução da linha de costa

É curioso que, frequentemente, os dois factores (variação do nível do mar e fornecimento de areias à linha de costa) estejam associados. Porém, a influência que as variações eustáticas podem ter nos diferentes sectores da linha de costa deve ser diferenciada consoante se considera a linha de costa ou os estuários. Faremos uma breve análise partindo de dois cenários contrastantes:

1 – Períodos de clima quente: subida do nível do mar

Durante os períodos de clima quente, o nível do mar sobe, o que desencadeia o recuo da linha de costa e problemas de erosão no litoral. A subida do nível do mar obriga a que uma parte dos sedimentos que os rios transportam fiquem retidos nos estuários de molde a compensar a subida do nível do mar através da sobrelevação do perfil longitudinal do rio no seu sector terminal.

Uma subida do nível do mar poderia, teoricamente, contribuir para alargar e aprofundar os estuários. Porém, como vimos acima, o curso de água terá dificuldade em evacuar os sedimentos que transporta até ao mar, o que vai contribuir para entulhar os estuários. Daí resulta também a erosão das praias já que a retenção de sedimentos nos estuários provoca uma diminuição da quantidade de areias disponíveis para a deriva litoral.

A subida do nível do mar traduz-se, geralmente, por um avanço do mar sobre o continente e uma erosão de antigos cordões litorais e dunares, mas esses fenómenos podem ser contemporâneo de um assoreamento dos estuários.

Terá sido isso que terá acontecido na fase relativamente quente que correspondeu à Idade Média (sécs. XI a XV, Pequeno Ótimo Climático, J. M. A. Dias, 1997) e no período actual em que se verifica também uma tendência para o recuo da linha de costa.

No período actual, a esses factores de ordem natural juntam-se inúmeras influências de origem antrópica (construção de barragens, florestação de áreas montanhosas, extracção de inertes, intervenções de "defesa" da linha de costa com construção de

molhes, esporões (fig. 3) e enrocamentos que podem alterar significativamente o balanço de sedimentos em circulação nas praias, provocando de *per si* fenómenos de erosão costeira.

2 - Períodos de clima frio: descida do nível do mar

As fases regressivas do nível do mar parecem estar sempre ligadas a períodos de um certo arrefecimento geral (com acumulação de gelo no interior dos continentes e com a contracção do volume da água do mar por efeito térmico).

A descida do nível do mar fornece aos cursos de água um nível de base mais baixo, o que se traduz numa maior capacidade dos rios transportarem material até à linha de costa, uma vez que o declive do seu leito, na parte terminal, é aumentado. As fases frias, de nível do mar baixo, corresponderiam, assim, a fases em que os estuários seriam, em princípio, mais estreitos, mas poderiam estar menos assoreados, dada a sua capacidade de evacuação de sedimentos ser aumentada.

Os sedimentos que atravessam mais facilmente os estuários, devido à descida do nível de base, chegando à linha de costa, vão ser distribuídos pelas praias contribuindo para a construção de cordões litorais mais ou menos extensos que o mar vai abandonando sucessivamente à medida que o seu nível desce.

Estes cordões, ao serem abandonados pelo mar, convertem-se numa fonte de areias facilmente mobilizáveis em dunas que tenderão a avançar para o interior invadindo terrenos situados a distâncias importantes em relação à linha de costa. As épocas mais frias são, em geral, favoráveis ao avanço da linha de costa e à formação de dunas.

Terá sido essa a situação que aconteceu durante a Pequena Idade do Gelo. As dunas que cobrem a necrópole medieval de Esposende (H. Granja 1995), poderiam relacionar-se com a descida do nível do mar e com o incremento do fornecimento de areias à linha de costa e decorrente transporte eólicos associados à Pequena Idade do Gelo.

É evidente que o grau de assoreamento dos estuários não depende exclusivamente das variações do nível do mar, mas também, por muitos outros fenómenos que controlam o fornecimento de sedimentos aos curso de água (tipo de cobertura vegetal, reflorestação/arroteamentos, incêndios, maior ou menor urbanização do *hinterland*, etc).

6 - Alguns elementos sobre a evolução da linha de costa portuguesa: a importância dos factores antrópicos e a necessidade de uma colaboração interdisciplinar

Se, no presente texto fizemos uma separação dos dados naturais e antrópicos, fizemo-lo, apenas, pela necessidade de decompor um processo complexo nas suas partes constituintes para melhor o poder analisar. Na verdade, em cada local e em cada momento, os factores antrópicos e naturais combinam-se das formas mais variadas, conduzindo a situações irrepetíveis na sua complexidade, mas nas quais deverá ser possível identificar alguns elementos comuns.

Quando o mar atingiu o seu nível máximo, no final da transgressão flandriana (entre 6000 e 3000BP, J. M. A. Dias, 1997), a linha de costa, deveria ser bastante recortada. Porém a partir daí a linha de costa estabilizou-se e ter-se-á iniciado o processo da sua rectificação. Nessas circunstâncias, as saliências rochosas têm tendência a ser destruídas e os recôncavos são preenchidos por sedimentos.

Durante a Idade Média a sinuosidade da linha de costa seria ainda superior à actual, até porque a Idade Média, correspondendo a um período de aquecimento anterior à pequena idade do gelo, teria conhecido níveis do mar relativamente altos. Essa situação corresponderia a uma invasão marinha nas partes baixas do litoral, o que acentuaria a respectiva sinuosidade, um pouco à imagem do que se passou aquando do máximo da transgressão flandriana.

Dado o facto das grandes variações eustáticas globais terem estabilizado com o final da transgressão flandriana, é de esperar que as variações eustáticas na costa portuguesa não tenham sido de grande amplitude nos últimos 5000 anos.

As principais variações terão tido origem nas oscilações climáticas entretanto verificadas. Essas oscilações terão permitido uma diferença de cerca de 25cm entre o período quente medieval, por volta de 1050 e a Pequena Idade do Gelo (cerca de 1650).(Plassche et al, 2000).

Sendo assim, uma vez que os factores de ordem natural tiveram uma evolução discreta, os factores de tipo antrópico podem ter tido um papel dominante e definir as tendências em termos de avanço/recuo da linha de costa em alguns casos.

O mar é essencialmente um consumidor e não um produtor de areias e, por isso, a alimentação do litoral em sedimentos depende do fornecimento de areias trazidas pelos rios, mais do que da erosão das rochas em contacto com o mar.

Deste modo, o *déficit* de areias provocado, entre outras coisas, pela retenção de sedimentos nas barragens (Mota-Oliveira, 1990) e pela extracção de inertes na zona costeira e nas bacias hidrográficas, parece ter muito mais importância no recuo da linha de costa do que a ligeira variação do nível do mar que se tem feito sentir deste o fim da Pequena Idade do Gelo. Com efeito, segundo J. M. A. Dias (1997), apenas 10% do recuo da linha de costa observado nos últimos tempos se deve à ligeira variação do nível do mar que pode ser observada na fig. 2.

As variações na linha de costa podem acontecer mesmo que o nível do mar não varie significativamente Assim, uma época de arroteamento de terras, traduzindo-se no aumento da mobilidade dos solos e numa acentuada erosão nas vertentes, poderá contribuir para num transporte mais intenso de sedimentos e para incentivar os processos de colmatação dos estuários e lagoas litorais e alimentar as praias que sofrerão acreção, mesmo que o nível do mar se mantenha estável..

A verdade é que os factores antrópicos podem jogar no mesmo sentido que os factores naturais, ou no sentido inverso.

Assim, uma época em que se faça uma maciça destruição da floresta poderá coincidir com um período de nível baixo do mar. Nesse caso, os estuários afectados seriam limpos de sedimentos ou, pelo contrário, colmatados?

Tudo depende, como é óbvio, da intensidade dos fenómenos em jogo. A resultante terá que ser estudada caso a caso e poderá haver que contar com outros factores que aqui não puderam ser considerados.

Um deles diz respeito à tendência tectónica existente em cada um dos locais. Esta tendência, embora normalmente determine movimentações mais lentas que as variações eustáticas, pode, a longo prazo, acabar por explicar a diferença entre sectores contíguos, em que todos os outros factores parecem idênticos, mas que apresentam histórias contrastantes no que diz respeito à evolução da sua linha de costa.

Devido à intensa dinâmica a que as áreas litorais estão sujeitas, a sua compreensão nunca estará completa sem uma referência à sua evolução no tempo.

Por isso a colaboração entre os historiadores e os investigadores que estudam a evolução do litoral é imprescindível. Com efeito, fornecendo e criticando as fontes históricas, os historiadores fornecem dados indispensáveis para a integração do troço litoral em análise numa linha evolutiva sem a qual a respectiva situação no presente nunca poderá ser plenamente compreendida e sem a qual o seu desenvolvimento futuro não poderá ser projectado. Deste modo, os estudiosos da dinâmica do litoral têm tudo a ganhar em integrar os seus dados numa evolução histórica que os enriquece e lhes dá a perspectiva indispensável.

Por outro lado, interpretando os registos históricos e integrando-os no conhecimento da evolução climática e eustática regional, os especialistas da área das ciências da Terra, poderão dar um contributo imprescindível para a compreensão da história das regiões costeiras.

Bibliografia

- ALCOFORADO, M. J. (1999) - Variações climáticas no passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715), *Territorium* nº 6, Coimbra, p. 19-30
- DIAS, J. M. A.; RODRIGUES, A.; MAGALHAES, F. - (1997) - Evolução Da Linha De Costa, Em Portugal, Desde O Último Máximo Glaciário Ate À Actualidade: Síntese Dos Conhecimentos, *Estudos Do Quaternário*, 1, APEQ Lisboa, p. 53-66.
- ERIC C. F. BIRD - (1993) - *Submerging Coasts. The Effects Of A Rising Sea Level On Coastal Environments*, John Wiley & Sons, Chichester.
- GRANJA, H.M, SOARES DE CARVALHO, G. - (1995) - Sea-Level Changes During The Pleistocene-Holocene In The Nw Coastal Zone Of Portugal, *Terra Research*, Blackwell Science, p. 60-67
- LE ROY LADURIE, E. (1983) - *Histoire Du Climat Depuis L'an Mil*, 2 Vols, Flammarion, Paris.
- MÖRNER, N. A. - (1993) - Global Change: The Last Millennia, *Global And Planetary Changes*, Elsevier Pub. Amsterdam, p. 211-217

- MÖRNER, N.-A. (1993) - Global Change; the Past and the Future, *1º volume das Actas da III Reunião do Quaternário Ibérico*, Coimbra, GTPEQ,AEQUA, (p.15-17)
- 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. - (1981) - *L'érosion des côtes*, Col. Que sais-je?, n° (1902, Paris, PUF.
- PASKOFF, R. - (1985) -*Les littoraux - impact des aménagements sur leur évolution*, Col. Géographie, Paris, Masson.
- PETHICK, J. - (1984) - *An Introduction to Coastal Geomorphology*, London, Edward Arnold.
- PIRAZZOLI, P. A. - (1996) -*Sea-Level Changes:The Last 20 000 Years*, Col. Coastal Morphology And Research, John Wiley & Sons, Chichester.
- PLASSCHE, O, VAN DE; BORG , O. K., JONG A.F.M. - Sea level-climate correlation during the past 1400 yr
http://www.phys.uu.nl/~adejong/radiocarbon_dating/Sea-level/sea_level-climate_correlation.htm
- WARRICK, R. A. , BARROW, E. M. E WIGLEY, T. M. , eds, (1993) - *Climate And Sea Level Change- Observations, Projections And Implications*, Cambridge University Press.