

A evolução do litoral em tempos históricos: a contribuição da Geografia Física

Maria da Assunção Araújo

A evolução do litoral em tempos históricos: a contribuição da Geografia Física

Maria da Assunção Araújo*

1 - Introdução

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 muito menos poderá ser projectado o seu desenvolvimento futuro.

Mas se 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, parece-nos que o vários especialistas que se dedicam ao estudo da evolução do litoral também poderão dar um contributo muito válido para a compreensão da história das áreas litorais.

O artigo de A. Fernandes Martins (1947) é um trabalho pioneiro que partiu justamente da análise crítica de um mapa antigo, mostrando, através de critérios geomorfológicos, os erros de representação que aquele mapa continha e deduzindo qual deveria ser a linha de costa correspondente à data do mapa (fig. 1). Este processo de trabalho apesar de ter sido realizado há mais de cinquenta anos, é um bom exemplo do trabalho que os geógrafos físicos podem fazer relativamente à análise de mapas antigos. Estes mapas podem, efectivamente, dar-nos muita informação, na condição de serem vistos de uma forma crítica. E dados o dinamismo do litoral e a complexidade do tema, será necessária a contribuição de especialistas na área para os interpretar correctamente.

Porém, parece-nos que a necessidade de colaboração entre historiadores e especialistas na evolução do litoral se torna muito mais clara se, em vez de meras elucubrações teóricas, apresentarmos exemplos concretos sobre as possibilidades de interacção entre os historiadores e os especialistas interessados no estudo da dinâmica das áreas litorais.

Procuraremos fazê-lo com o recurso a uma linguagem que se aproxime o mais possível da linguagem corrente, de molde a construir um texto inteligível pelos não especialistas e que

* Departamento de Geografia da FLUP / e-mail: ass.geo.porto@mail.telepac.pt / <http://www.letras.up.pt/geograf/assuncao.html>

extraia da complexidade do problema da evolução do litoral, algumas ideias chave úteis para não iniciados.

Terminaremos com algumas reflexões sobre a problemática das variações climáticas. Trata-se de um tema que além de controlar, como veremos, muitos dos aspectos da evolução do litoral, tem uma grande importância para a evolução histórica em geral e para o período da “Pequena Idade do Gelo”, que engloba o período que vai do século XVI ao século XVII.

Dentro da imensa literatura e da variedade de ideias contraditórias que existem sobre o tema fizemos uma escolha, necessariamente pessoal, tentando fazer um apresentação coerente e chamando a atenção para alguns “lugares comuns” científicos cuja validade convém discutir.

2 - Alguns elementos de Geomorfologia litoral: causas das variações da linha de costa

Um dos principais factores na evolução do litoral prende-se com as variações do nível do mar.

Como é sabido, o nível médio das águas do mar é o nível de referência a partir do qual são definidas as altitudes das nossas cartas topográficas. As variações do nível do mar também são designadas por “variações eustáticas”. Podem ter diversas causas, como pode ver-se no quadro da fig.2.

Este quadro representa, no sector da esquerda, os diferentes processos que contribuem para as variações eustáticas, globais, do nível do mar. Do lado direito apresentam-se os processos que jogam do lado dos continentes e que interferem com as variações eustáticas.

As variações eustáticas têm um carácter global, enquanto que os movimentos que se verificam no continente são claramente localizados no espaço.

Do que fica dito, deduz-se facilmente que, para estudar como o nível do mar varia num dado período e num dado local, é necessário saber a resultante das tendências eustáticas e das tendências que se verificam do lado do continente. Por outro lado, as variações eustáticas podem ser ampliadas ou reduzidas, na sua amplitude, pelos movimentos do continente.

A causa mais conhecida das variações eustáticas é aquela que corresponde ao glacio-eustatismo. Devido à retenção de gelo no interior dos continentes, durante a última glaciação, ao nível do mar terá descido entre 120-140 m relativamente ao nível actual, o que se traduziu num recuo da linha de costa de 30-40km ao largo do Porto (J. M. Alveirinho Dias, 1997, ver fig. 3).

Trata-se de variações bastante rápidas que têm uma amplitude apreciável.

Devido à transgressão flandriana, que se ficou a dever à fusão dos gelos da última glaciação, quase todos os litorais do globo correspondem a costas de submersão. Exceptuam-se aquelas que foram directamente submetidas às glaciações e que, sujeitas à sobrecarga dos grandes inlandsis sofreram um processo de afundamento durante a glaciação (glacio-isostasia), do qual estão a recuperar actualmente. Essa recuperação isostática permite-lhes subir na crosta a uma velocidade que pode atingir 1m por século em certos locais da Escandinávia.

A subida do nível do mar posterior à pequena idade do gelo (12 cm de 1825 até 1973, ver fig. 4), não compensa as subidas glacio-isostáticas em locais como a Escandinávia, onde elas são particularmente intensas. Porém, desencadeia invasões marinhas importantes em locais

que estejam a sofrer um abatimento de origem tectónica, como é o caso de muitos dos grandes deltas existentes no globo.

As variações glacio-eustáticas, sendo geralmente mais rápidas, são determinantes na escala cronológica que nos interessa, embora as movimentações locais possam interferir com as variações eustáticas, ampliando-as ou reduzindo-as.

Os movimentos tectónicos e os fenómenos isostáticos desencadeados pela erosão nos continentes são geralmente mais lentos que as variações eustáticas e, por isso, influem na evolução do litoral a longo prazo.

Foram as variações climáticas do Quaternário que produziram as variações do nível do mar mais espectaculares dos últimos tempos. Porém, mesmo variações climáticas muito mais atenuadas têm reflexos nas curvas eustáticas (fig. 4). Esse facto acontece essencialmente por duas ordens de razões:

Um arrefecimento global do clima traduz-se quase sempre num aumento da quantidade de água retida nos continentes sob a forma de gelo, fazendo diminuir a quantidade existente nos oceanos. Um aquecimento, além de ter o efeito contrário, produzirá uma expansão da água dos oceanos por puro efeito térmico (termo-eustatismo, cf. fig. 2).

Porém, os avanços ou recuos da linha de costa não se devem, exclusivamente, às variações relativas do nível do mar. O aporte de sedimentos tem uma grande importância nesse processo. O papel das areias das praias é de servir de “almofada” protectora relativamente à energia das ondas e das correntes. 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”. 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.

É curioso que, frequentemente, os dois factores (nível do mar e fornecimento de areias à linha de costa) se associem, isto é:

1 - Durante os períodos de clima relativamente quente, o nível do mar sobe e os processos de meteorização no interior dos continentes tornam-se essencialmente do tipo químico, fornecendo mais produtos finos e solúveis e menos detritos do tipo das areias. De tudo isto resulta um certo déficit de areias que agrava os problemas de erosão no litoral, já desencadeados pela lenta subida do nível do mar. Este déficit é ainda acentuado pela subida do nível do mar que obriga a que uma parte dos sedimentos que os rios ainda transportam fiquem retidos nos estuários de molde a que o perfil longitudinal do rio seja sobrelevado, compensando, assim, a subida do nível de base.

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 e enrocamentos.

2 - 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). Esse processo fornece aos cursos de água um nível de base mais baixo, o que facilita o escoamento dos sedimentos até ao mar.

Efectivamente, nas nossas latitudes, durante os períodos frios, é incentivada a meteorização mecânica das rochas que produz uma maior quantidade de materiais detríticos (areias e materiais grosseiros). Assim sendo, os cursos de água podem transportar mais sedimentos. Estes, chegando ao litoral, podem ser distribuídos ao longo da linha de costa contribuindo para a construção de cordões litorais mais ou menos extensos. Ora, estes cordões, ao serem abandonados pelo mar, cujo nível está a sofrer uma descida ligeira, 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 seriam assim, favoráveis ao avanço da linha de costa e à formação de dunas.

Parece ser esse o caso das dunas que cobrem a necrópole medieval de Esposende (H. Granja 1995), que poderiam relacionar-se com a pequena idade do gelo.

Uma vez que estes fenómenos (regressão marinha - construção de dunas) parecem ligados entre si e são correlacionáveis com variações climáticas, as informações que os historiadores nos possam dar será fundamental para as interpretações que os geomorfólogos pretendam fazer sobre os períodos de construção de dunas e a datação em concreto de sistemas dunares.

A influência que as variações eustáticas podem ter nos diferentes sectores da linha de costa deve ser diferenciadas consoante se considera a linha de costa ou os estuários, onde se situa a maior parte dos portos portugueses, cujo processo de assoreamento, além do seu significado em termos de aporte sedimentar do continente, tem que ser enquadrado na tendência eustática dominante.

1 – Subida do nível do mar

Uma subida do nível do mar traduz-se, preferencialmente, num avanço do mar para o continente e numa erosão de antigos cordões litorais e dunares. Nos vales, a subida do nível do mar vai elevar o nível de base. Teoricamente, para o atingir, o curso de água terá que entulhar o seu vale, sobretudo no sector de jusante, geralmente correspondente a um estuário. O entulhamento dos sectores terminais dos vales decorrente de uma subida eustática é mais um factor que contribui para a erosão das praias já que provoca uma diminuição da quantidade de areias disponíveis para a deriva litoral.

Assim, um recuo da linha de costa decorrente de uma subida do nível do mar pode 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, Alveirinho Dias, 1997) e no período actual em que se verifica também uma tendência para o recuo da linha de costa.

2 – Descida do nível do mar

Uma descida do nível do mar traduz-se 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.

Por sua vez, o mar abandona os cordões litorais construídos quando o nível do mar era mais alto e eles podem ser retrabalhados sob a forma de dunas.

Terá sido essa a situação que aconteceu durante a Pequena Idade do Gelo, quando, como vimos acima, o fornecimento de sedimentos aos cursos de água poderá ter aumentado. Atendendo à ligeira descida do nível do mar então verificada, os cursos de água encaixar-se-iam nos seus vales e arrastariam os respectivos sedimentos para o mar. As fases frias, de nível do mar baixo corresponderiam, assim, a fases em que os estuários estariam, em princípio, menos entulhados.

3 - Alguns elementos sobre a evolução da linha de costa portuguesa: a importância dos factores antrópicos

Na fig. 3 é visível a situação provável existente por volta de 3000 anos BP. A costa, nessa altura, deveria ser bastante recortada. Porém a partir do momento em que a transgressão flandriana atingiu o seu máximo e a linha de costa se estabilizou (entre 6000 e 3000BP, Alveirinho Dias, 1997), 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 os recortes da linha de costa não atingiriam os óbvios exageros apresentados no mapa de F. Bandeira Ferreira e oportunamente denunciados no artigo de A. Fernandes Martins (1947, fig. 1). Porém, tudo indica que a sinuosidade da linha de costa seria superior à actual, até porque a Idade Média, correspondendo a um período de relativo aquecimento, 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, à imagem do que se passou aquando do máximo da transgressão flandriana (cf. Fig.3).

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 durante os tempos históricos. Sendo assim, uma vez que os factores de ordem natural têm uma evolução discreta, os factores de tipo antrópico podem passar a ter um papel dominante e passar a definir as tendências actuais em cada momento e em cada local em termos de avanço/recuo da linha de costa.

Estas variações podem acontecer mesmo que o nível do mar não varie significativamente. A verdade é que o mar é essencialmente um consumidor e não um produtor de areias e, por isso, a alimentação do litoral em sedimentos depende, sobretudo, do fornecimento de areias trazidas pelos rios. O défice de areias provocado, entre outras coisas, pela retenção de sedimentos nas barragens 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 desde o fim da pequena idade do gelo. Com efeito, segundo J. M. Alveirinho 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. 4.

Assim, uma época de arroteamento de terras, traduzindo-se no aumento da mobilidade dos solos e numa acentuada erosão nas vertentes, poderá contribuir para um transporte mais intenso de sedimentos e para incentivar os processos de colmatação dos estuários e lagoas

litorais e também para alimentar as praias que poderão tornar-se mais extensas, rectificando-se as irregularidades existentes ao longo da linha de costa que se torna rectilínea.

Se no 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.

A verdade é que os factores antrópicos podem não jogar no mesmo sentido que os factores naturais. 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.

4 - O estudo das variações climáticas

Já vimos acima a extrema importância que o clima tem, quer condicionando a variação do nível do mar, quer o fornecimento de materiais à linha de costa.

“Variação climática”, “efeito de estufa”, “aquecimento global” são expressões que entraram no léxico corrente. Com efeito, estes temas tornaram-se cada vez mais mediáticos nas últimas décadas. Infelizmente falta a muitos daqueles que discutem o assunto uma cultura científica suficiente para ultrapassar as visões geralmente catastrofistas que um jornalismo nem sempre esclarecido veicula.

Não temos dúvidas de que o Homem é capaz de intervir no ambiente – e de alterá-lo profundamente. Porém, ao invés daqueles que consideram apenas o presente e o futuro, o conhecimento que temos da variação climática ao longo da história geológica, dá-nos um maior recuo e permite-nos enquadrar os fenómenos recentes numa evolução mais longa, perspectivando-os como um momento de uma evolução onde a variação e a mudança foram constantes e onde existiram muitos eventos “catastróficos” provocados por causas inteiramente naturais.

A complexidade e a actualidade do tema, bem como a sua importância para a compreensão e salvaguarda do futuro do planeta tornam as variações climáticas um dos mais fascinantes e também mais relevantes para o futuro da humanidade.

Dado o interesse prático e mediático destes temas, existe um importante acervo de investigação sobre eles. Trata-se, portanto, de uma matéria científica em evolução muito rápida. Daí que a World Wide Web seja, neste domínio, um bom instrumento de pesquisa, pois além de dados actualizados, permite a qualquer um aperceber-se da profunda divergência de pontos de vista que este tema levanta. Basta visitar alguns grupos de discussão com o “sci.environment” para se ter uma ideia de como as matérias em questão estão longe de ser pacíficas.

Neste momento, se lermos os jornais ou ouvirmos a televisão é difícil haver um dia em que não haja uma referência explícita aos malefícios do efeito de estufa. A questão já não é exclusivamente técnica ou científica e tornou-se essencialmente política, o que não contribui, de modo nenhum, para o esclarecimento público, já que, sendo a matéria muito complexa e estando ainda muita coisa em aberto, os argumentos num ou noutro sentido, podem ser usados de forma capciosa. Sem querer entrar na discussão, parece-nos, todavia, que algumas informações sobre a variação de CO₂ na atmosfera, no passado, podem enquadrar e perspectivar melhor a variação existente no presente.

A análise da fig. 5 (C. Lorius, 1993) que representa a variação da temperatura e do conteúdo em CO₂ e metano (CH₄) na atmosfera nos últimos 150.000 anos mostra um paralelismo claro entre estas três variáveis. A tendência imediata será dizer que efectivamente são os gases com efeito de estufa que provocaram o aumento de temperatura. Só que é preciso explicar como é que aumentaram as percentagens desses gases. Seguramente não foi por qualquer efeito antrópico, porque nessa altura os homens desconheciam, como é óbvio, a utilização intensiva dos combustíveis fósseis...

A grande variabilidade climática do passado e, sobretudo, a existência de eventos extremos e de mudanças bruscas só começou a ser perfeitamente entendida quando foi possível fazer uma estratigrafia fina dos sedimentos dos fundos oceânicos (A. Goudie, 1992) e do gelo das grandes calotes glaciares da Gronelândia (E. Le Roy Ladurie, 1983) e da Antártida (C. Lorius, 1993).

O carácter recente destas descobertas só vem reforçar a dificuldade do público em geral em aceitar os transtornos decorrentes da meteorologia como decorrentes do “ruído” ou da variabilidade natural do clima (M. J. Alcoforado, 1999).

Ultimamente, a teoria de Milankovitch (J.-C. Duplessy, P. Morel, 1990) foi recuperada dado ter-se verificado que muitas das variações climáticas são cíclicas e que muitos destes ciclos se encaixam bastante bem nos ciclos de actividade solar (11 anos) e noutros, muito mais longos que têm a ver com a precessão dos equinócios, a inclinação do eixo da Terra e a excentricidade da eclíptica. Assim, há cerca de 6000 anos, devido à precessão dos equinócios, a Terra estava mais perto do Sol durante o verão do hemisfério Norte. Daí resultavam verões mais quentes e invernos mais frios. Esta combinação corresponde a um clima hoje inexistente (S. Joussaume e J. Guiot, 1999). No hemisfério Sul, pelo contrário, os invernos seriam menos frios e os verões mais frescos.

O crescente interesse pelas causas de tipo astronómico das variações e mudanças climáticas é bem traduzido pelo artigo encontrado em:

<http://www.microtech.com.au/daly/solar/solar.htm>

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. 4, este facto correspondeu a uma descida do nível do mar que prosseguiu até pouco antes de 1850, quando o nível marinho começou a subir.

O trabalho de M. João Alcoforado (1999) trata, justamente, das 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 anticlónicas no Inverno e Primavera, às quais estava associada advecção de ar continental”, que se traduziu na existência de invernos bastante frios.

A fig. 6 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).

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).

Passando para o presente, torna-se difícil deixar de lado o assunto mediático: que pensar do tão discutido aquecimento global?

Nos sites cujo endereço é dado a seguir à bibliografia apresentam-se uma série de organismos – sobretudo de origem americana - cuja principal tarefa é estudar as variações e mudanças climáticas.

A quase totalidade das 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. 4).

É importante que seja dito que as curvas começam num momento de arrefecimento - logo, o mais natural é que elas mostrem um aquecimento.

Mas será que existe realmente um aquecimento com a amplitude referida?

Alguns artigos recentes disponíveis na Internet

(por exemplo <http://www.greeningearthsociety.org/Articles/2000/surface1.htm>)

afirmam que a contradição existente entre as temperaturas à superfície (onde se verifica, em muitos casos, um aquecimento) e na troposfera (onde ele não se verifica) se deve a uma série de erros entre os quais se salienta o facto de que a maior parte das estações meteorológicas foram “engolidas” pela urbanização acelerada dos últimos tempos, o que terá levado a um aumento sistemático dos dados da temperatura, nem sempre convenientemente rectificado. As estações de feição mais rural foram tendencialmente abandonadas, perdendo-se os seus dados fidedignos e utilizando-se, sobretudo nos países menos desenvolvidos, dados obtidos de forma incorrecta.

A contraprova deste facto estaria no facto de que as estações rurais dos Estados Unidos

apresentam um paralelismo claro com os dados recebidos pelos satélites sobre a temperatura na troposfera.

Ao contrário de certas visões um tanto catastrofistas, existe, efectivamente, um número importante de cientistas que afirmam que a variação climática actual não ultrapassa os limites de uma variabilidade natural.

Sem negar a probabilidade de as actividades humanas interferirem nas variações climáticas, parece-nos que a compreensão das variações do passado nos deve conduzir a uma atitude prudente. Sabendo que muitas das variações climáticas da história da Terra tiveram uma origem inteiramente natural deveremos tentar identificar, nas variações presentes, aquilo que tem origem antrópica e aquilo que corresponde às variações naturais – e constantes do clima.

Só quando “for entendida a variação natural do clima e isolado o efeito antrópico, será possível determinar com exactidão as medidas prioritárias para minorar as consequências indesejáveis da acção do Homem” (M. João Alcoforado, 1999).

Referências

- ALCOFORADO, M. J. (1999) - *Variações climáticas no passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715)*, Territorium n° 6, Coimbra, p. 19-30
- ALVEIRINHO DIAS, J. M.; RODRIGUES, A.; MAGALHAES, F. - (1997) - *Evolução da Linha de Costa, dm Portugal, desde o Último Máximo Glaciário ate à Actualidade: síntese dos Conhecimentos*, Estudos Do Quaternário, 1, APEQ Lisboa, P. 53-66.
- DEMANGEOT, J. (1993) - *Réflexions Sur Le "Global Change"*, Finisterra, XVIII, 55-56, P. 1-22
- DUPLESSY, J.-C., MOREL, P. (1990) - *Gros Temps Sur la Planète*, Ed. Odile Jacob, Paris, 296 P.
- ERIC C. F. BIRD - (1993) - *Submerging Coasts. The Effects of a Rising Sea Level on Coastal Environments*, John Wiley & Sons, Chichester, 184 p.
- GOUDIE, A. (1992) - *Environmental Change, Contemporary Problems In Geography*, Clarendon Press, Oxford University Press, 329 P.
- 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
- JOUSSAUME, S. GUIOT, J. (1999), *Reconstruire Les Chauds Et Les Froids De L'Europe*, La Recherche, n°. 321, p. 54-59
- LE ROY LADURIE, E. (1983) - *Histoire Du Climat Depuis L'an Mil*, 2 Vols, Flammarion, Paris, 287+254 P.
- LORIUS, C. (1993) - *Glaces De l'Antarctique - Une Mémoire, Des Passions*, Col. Points, Ed. Odile Jacob, Paris, 304 .P.
- MARTINS, A. F. (1947) - *A configuração do litoral Português no último quartel do século XIV; apostila a um mapa, "Biblos"*, Coimbra, Vol. XXII, p. 1-35
- 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. (1985) - *Les littoraux - impact des aménagements sur leur évolution*, Col. Géographie, Paris, Masson, 185 p.
- PETHICK, J. (1984) - *An Introduction To Coastal Geomorphology*, London, Edward Arnold, 260 p.
- PIRAZZOLI, P. A. (1996) - *Sea-Level Changes:The Last 20 000 Years*, Col. Coastal Morphology And Research, John Wiley & Sons, Chichester, 209 P.
- WARRICK, R. A. , BARROW, E. M. E WIGLEY, T. M. , eds, (1993) - *Climate And Sea Level Change- Observations, Projections And Implications*, Cambridge University Press, 424 P.

Artigos na World Wide Web

ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok/vostok_co2.txt (Dados da variação do CO₂ nas sondagens da Antártida)

<http://www.greeningearthsociety.org/Articles/2000/surface1.htm> - Report to the Greening Earth Society "The Surface Record: 'Global Mean Temperature' and how it is determined at surface level", John L. Daly, Greening Earth Society Science Advisor, May 2000

<http://www.co2science.org/edit/editarch.htm> - Center For Study Of Carbon Dioxid And Global Change – artigos em arquivo

http://www.co2science.org/edit/v3__edit/v3n12edit.htm The Global Surface Air Temperature Record Must Be Wrong Volume 3, Number 12: 15 June 2000

<http://www.greeningearthsociety.org/Articles/2000/sea.htm> - Testing the Waters: A Report on Sea Levels, John L. Daly (Greening Earth Society Science Advisor)

<http://www.microtech.com.au/daly/solar/solar.htm> Solar Activity: A Dominant Factor In Climate Dynamics: Theodor Landscheidt (Schroeter Institute for Research in Cycles of Solar Activity, Nova Scotia, Canada)

Sites a Explorar na World Wide Web

<http://gcmd.gsfc.nasa.gov/> NASA Global Change Master Directory

<http://geochange.er.usgs.gov/> U.S. Geological Survey, Global Change Research, Earth Surface Dynamics

<http://www.co2science.org/center.htm> Center For Study Of Carbon Dioxid And Global Change

<http://www.globalchange.org/> Global Change Electronic Edition – Pacific Institute – Studies in Development, Environment and Security

<http://www.john-daly.com/> Still Waiting For Greenhouse : A Lukewarm View Of Global Warming - from Tasmania, John L. Daly (atualizado em 20 Junho 2001)

<http://www.usgcrp.gov/> US Global Change Research Program

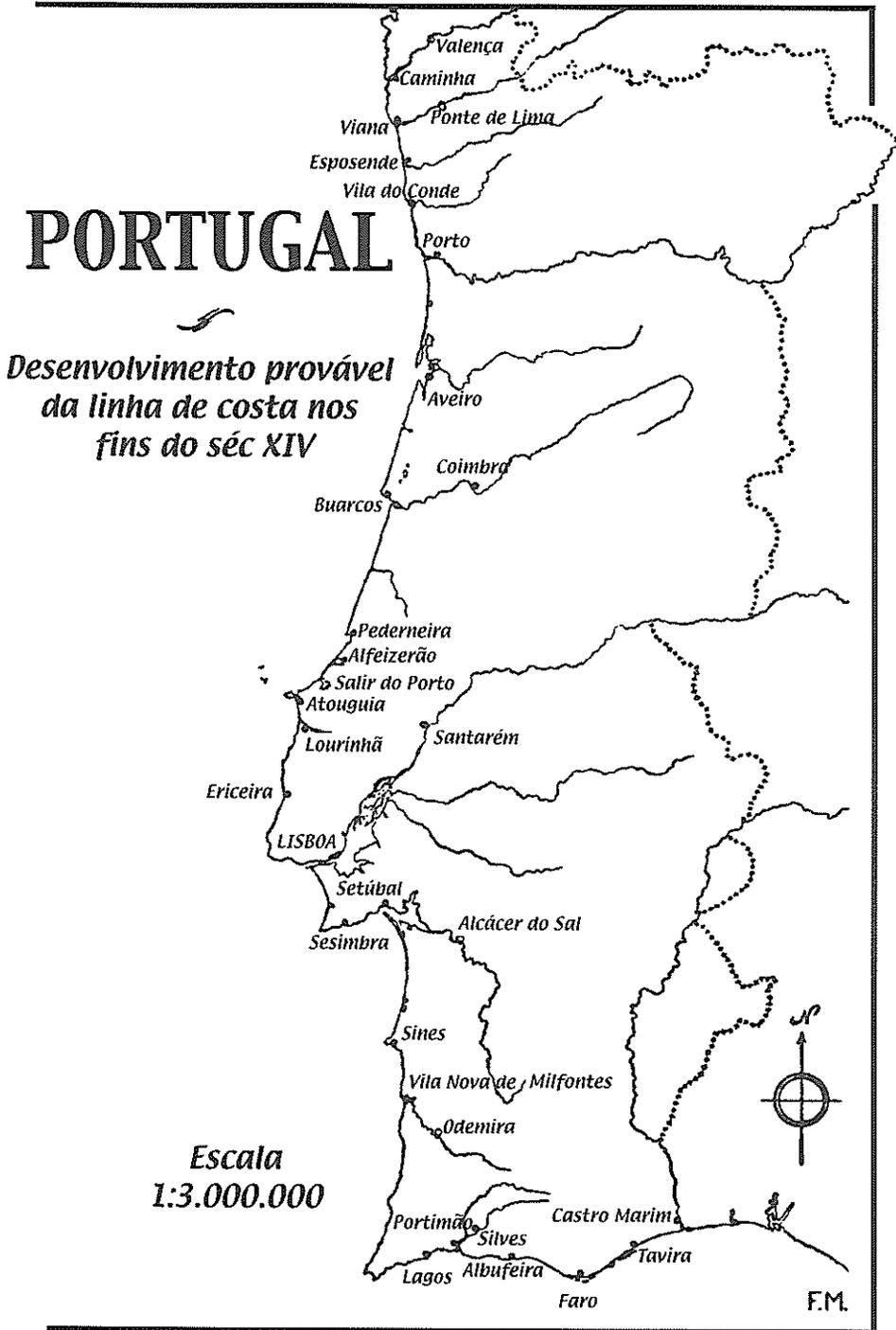


Fig. 1: Desenvolvimento provável da linha de costa portuguesa nos fins do séc. XIV. Adaptado de A. Fernandes Martins, 1947



Fig. 2: Fenómenos em jogo nas variações a longo prazo do nível do mar
(Adaptado de R. Paskoff, 1985)

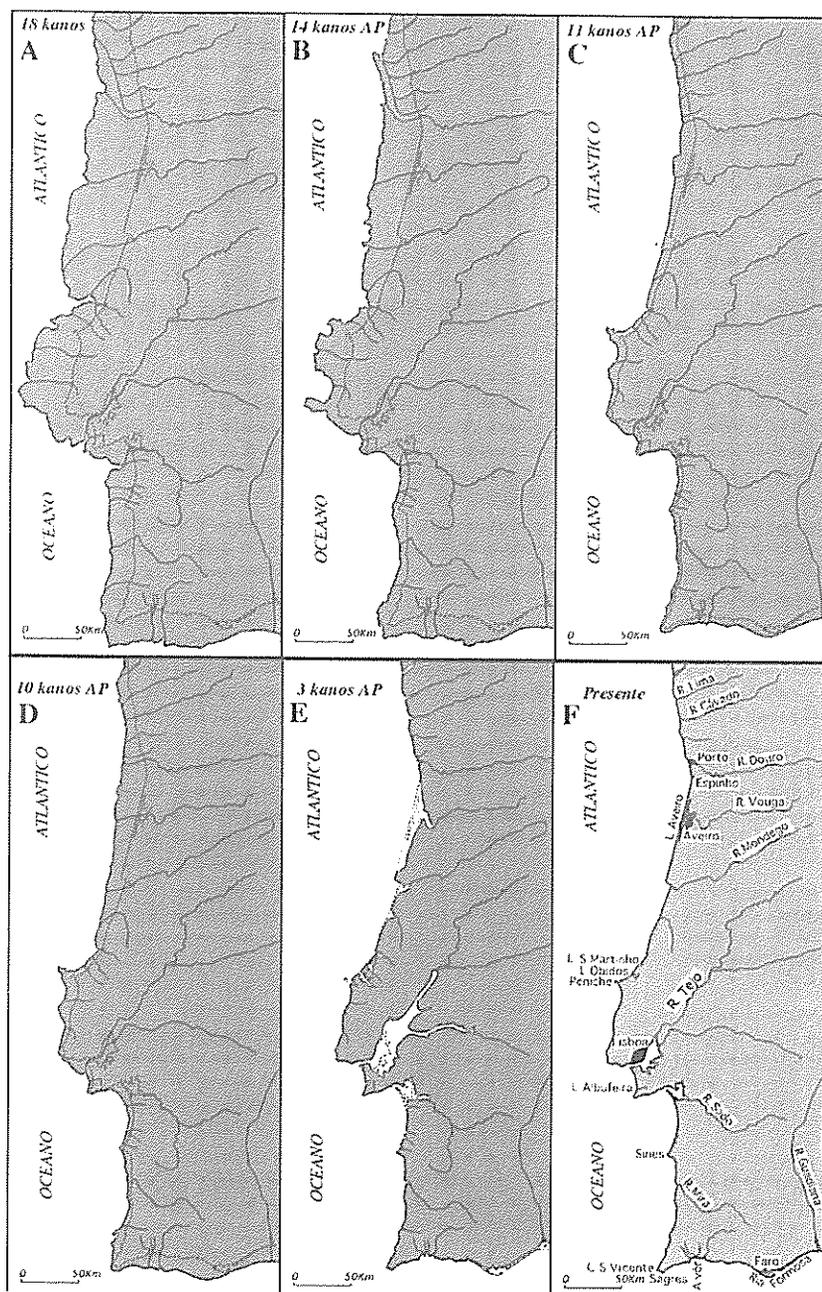


Fig. 3 – Presumível linha de costa, na plataforma continental portuguesa. A - há 18 ka (último Máximo Glaciário), B - no final da glaciação (14 ka), C - quase no final do deglaciário (11 ka - início do Dryas recente), D - no início do Holocénio (10ka), E - quando o nível do mar atingiu aproximadamente a cota actual (3 ka), F - na actualidade.

Extraído de J. M. Alveirinho Dias, 1997

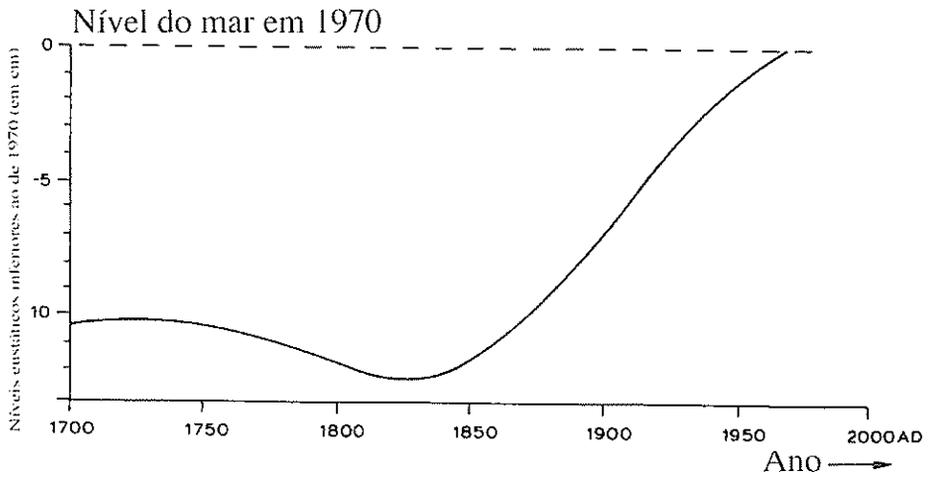


Fig. 4: Variações eustáticas de 1700 a 1970.
Adaptado de J. Pethich, 1984, segundo N. A. Mörner, 1973

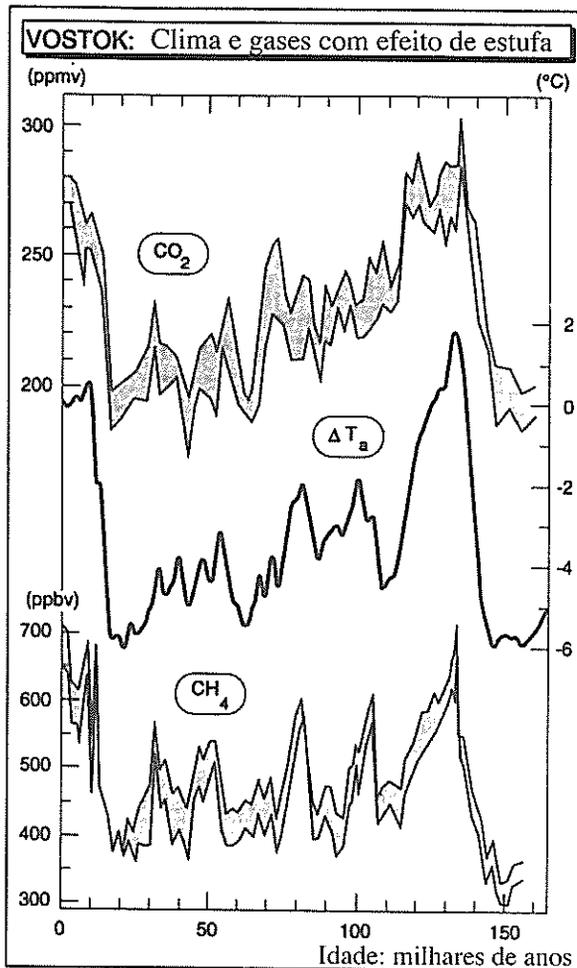


Fig. 5: Vostok: clima e gases com efeito de estufa.

No decurso dos últimos 150.000 anos as variações de temperatura (curva do meio) são perfeitamente correlacionáveis com os conteúdos em gás carbónico (curva de cima) e em metano (curva de baixo) encontrados nas bolhas de ar da sondagem de Vostok (Antártida).

Durante os períodos interglaciares os teores de CO₂ (+40%) e em CH₄ (x2) são significativamente maiores. Adaptado de C. Lorius, 1993, segundo J. Jouzel et al; J. M. Barnola et. al, 1987 e J. Chappellaz et. al., 1990)

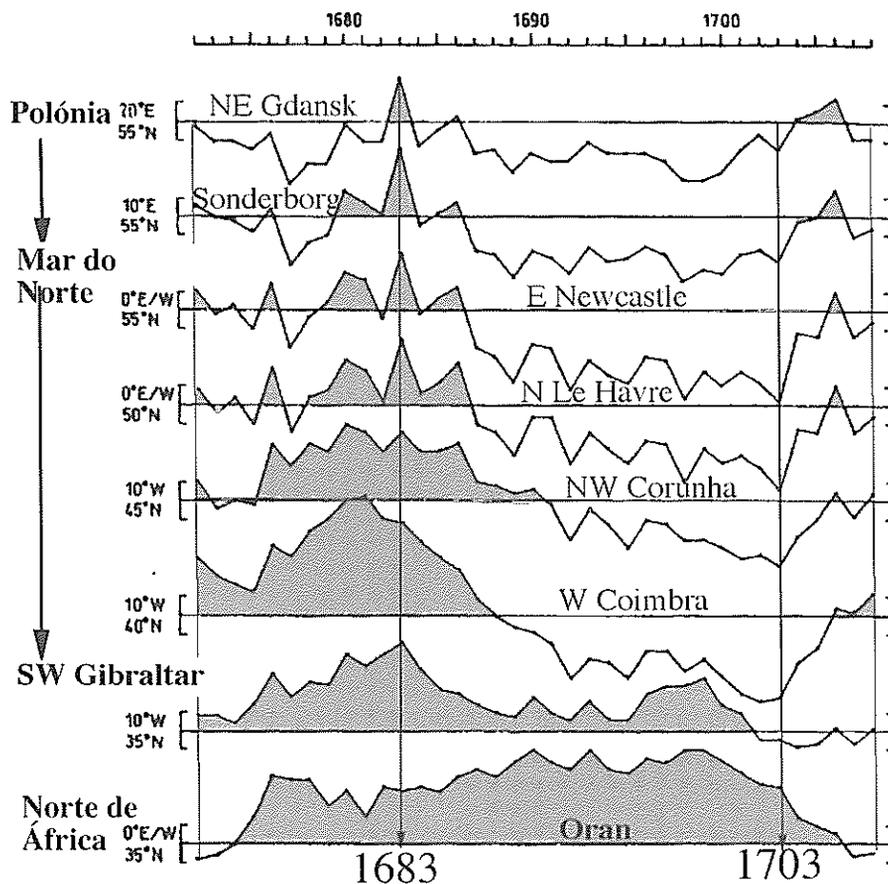


Fig. 5: Oito registos de temperatura para o período 1672-1708 (cobrindo o período do mínimo de Maunder). Perfis da Polónia ao Mar do Norte (curvas 1-3), um perfil N-S desde o Mar do Norte até Gibraltar (3-7) e uma curva para o Norte de África (8). Este período, geralmente considerado como uma fase de 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

