

# VI COLÓQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFIA - ACTAS

A Península Ibérica - um espaço em mutação

Vol. II



Publicações da Universidade do Porto

1995

OS FÁCIES DOS DEPÓSITOS WÜRMIANOS E HOLOCÉNICOS E AS  
VARIAÇÕES CLIMÁTICAS CORRELATIVAS NA PLATAFORMA  
LITORAL DA REGIÃO DO PORTO <sup>1</sup>

MARIA DA ASSUNÇÃO ARAÚJO  
Inst. Geografia, Fac. Letras Univ. Porto

**1 – Introdução**

Partindo da análise das respectivas cartas geológicas, uma das formações com maior distribuição geográfica, na área correspondente à plataforma litoral da região do Porto, parece ser a chamada “formação areno-pelítica de cobertura” (C. Teixeira, 1957).

Esta formação já era conhecida, embora lhe tivessem sido atribuídas designações diferentes daquela, muito antes da data de publicação da carta geológica do Porto (1957).

Assim, no final do século passado (1881), os depósitos de cobertura eram descritos com grande objectividade por V. Pereira Cabral que se referia a umas “argilas amarelas”, que ora se sobrepunham aos “aluviões antigos”, ora assentavam directamente nas rochas cristalinas.

Só em 1943 encontramos uma outra referência expressa aos depósitos de cobertura. Na primeira grande obra de síntese sobre o Quaternário em Portugal, G. Zbyszewski refere-se a um “limon” ou “limon loéssico”, que se relaciona com condições de tipo periglacial e onde, frequentemente, se encontram muitos dos achados pré-históricos, cuja descrição constitui o principal objectivo do autor.

Em 1949, A. Guilcher assinalou a existência de depósitos do tipo “head” nos valeiros suspensos da área do cabo da Roca (citado por S. Daveau, 1984, e A. B. Ferreira, 1985)<sup>2</sup>.

Data também de 1949 um estudo de L. Berthois (*Contribution à l'étude des limons de la région Nord du Portugal*) que constituiu uma referência fundamental para o estudo da formação de cobertura. Neste trabalho, baseado em análises sedimentológicas de pormenor, a formação em causa continua a ser designada como “limon”.

A expressão “formação areno-pelítica de cobertura” parece ter origem na carta geológica de escala 1:50.000 (folha 9-C: Porto), publicada em 1957.

Na respectiva notícia explicativa, com a autoria de C. Teixeira, considera-se a dita formação dentro dos depósitos pós-würmianos e afirma-se que ela se sobrepõe “a alguns dos depósitos de praias antigas do Porto e de V. N. de Gaia”, nomeadamente aos de Agramonte, Canidelo (80-90m) e Lavadores (30m). Além disso, “entre o Castelo do Queijo e o porto de Leixões cobre, mesmo, os depósitos de praia de 5-8m”.

Efectivamente, o nosso conhecimento da área revelou-nos que a formação areno-pelítica de cobertura, em vários locais da plataforma litoral da região do Porto, se sobrepõe a depósitos marinhos provavelmente do último interglacial.

Por outro lado, é possível verificar que aquela formação só é coberta por depósitos considerados claramente holocénicos (aluviões, areias de praia e de duna).

<sup>1</sup> Esta comunicação retoma e amplia, com recurso a três datações de C14 que entretanto obtivemos, algumas das ideias e conclusões de um trabalho apresentado no Seminário organizado pela Associação EUROCOAST, em Aveiro, em Setembro de 1991.

<sup>2</sup> Todavia, segundo H. Nonn (1966), os depósitos do tipo *head* “clássico” parecem ter como limite meridional o Cabo Finisterra.

Assim, parece claro que a sua atribuição estratigráfica deverá localizar-se algures no intervalo entre o último período interglacial (correspondendo a um nível alto do mar) e o Holocénico, o que aponta para uma idade würmiana.

Entretanto, G. S. Carvalho estudou, em várias publicações, as relações entre diversos tipos de depósitos aparentemente relacionados com períodos frios. Assim, por exemplo em "*Areias da Gândara (Portugal) – uma formação eólica quaternária*" (1964) este investigador refere-se à existência de formações solifluxivas contendo crioclastos e lentículas de areia eólica. Começa, deste modo, a esboçar-se a tendência para pensar que as formações superficiais ante-holocénicas representariam condições climáticas diversas.

No seu trabalho de 1966 sobre a Galiza, H. Nonn refere a existência, em Mougas (cerca de 2.5km a sul do cabo Silleiro, cf. fig. 2), de uma formação humífera preenchendo os valeiros entalhados na "rasa", onde foi definida uma sequência que constitui uma referência fundamental para o estudo do final do Würm na fachada ocidental da Península Ibérica.

Nesse corte foi realizada uma análise polínica detalhada e foi possível, ainda, realizar datações pelo C14 de dois níveis (18200±900 BP e 11550).

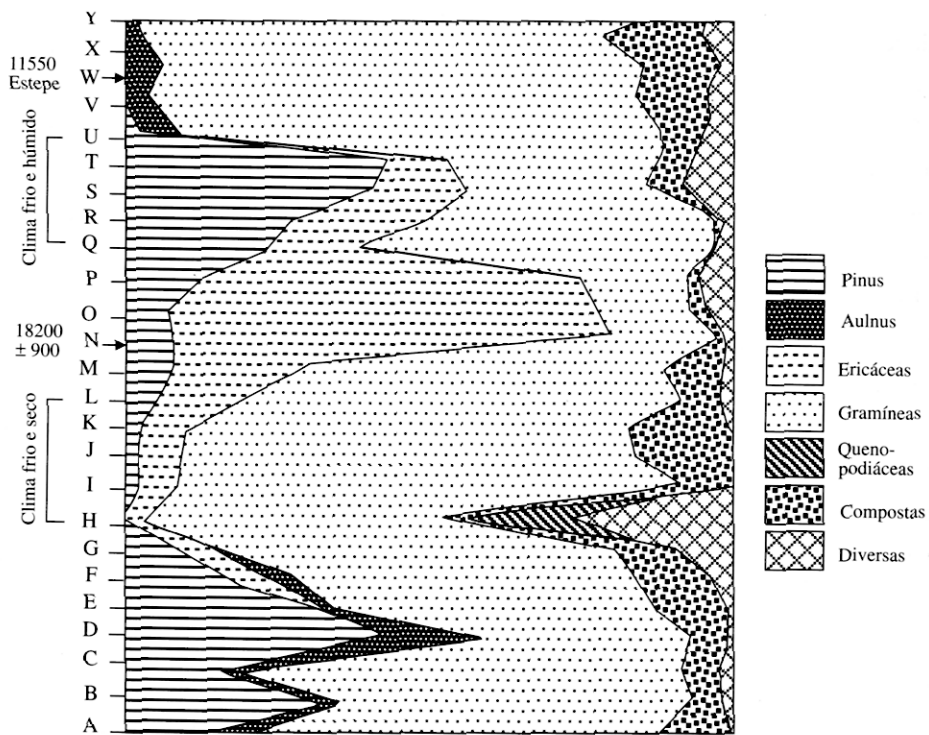


Fig.1 - Diagrama polínico de Mougas  
Segundo H. Nonn, 1966, modificado

O diagrama polínico de Mougas está representado na fig. 1. Neste diagrama é possível verificar a existência de:

- 1 – período de clima frio e húmido (desde a base do corte até ao nível F);
- 2 – período de clima frio e seco (H-L), ambos anteriores a 18200±900 BP;
- 3 – período de clima frio e húmido posterior a 18200±900 BP (Q-U);
- 4 – período de clima frio e seco, com vegetação estépica, datado de 11550 BP (W-X).

Posteriormente, G. S. Carvalho retomou o estudo das formações atribuídas ao Würm, agora no litoral minhoto, referindo a existência de seixos eolizados dentro da formação de cobertura,

ou incluídos em depósitos de vertente a ela subjacentes, o que permite estabelecer um certo paralelismo com o que se passa nas áreas anteriormente estudadas e concluir sobre a existência de um período de eolização anterior ao período favorável à solifluxão.

A nossa análise de perto de 50 amostras da formação de cobertura permitiu-nos confirmar a existência de uma fase de eolização anterior à formação de cobertura, atendendo à frequência apreciável de grãos redondos e foscos, com provável origem eólica, entre as areias daquela formação.

Até à data da impressão do nosso trabalho (M. A. Araújo, 1991-a) tínhamos já encontrado, em 2 locais diferentes, depósitos eólicos ligeiramente consolidados, anteriores à formação solifluxiva.

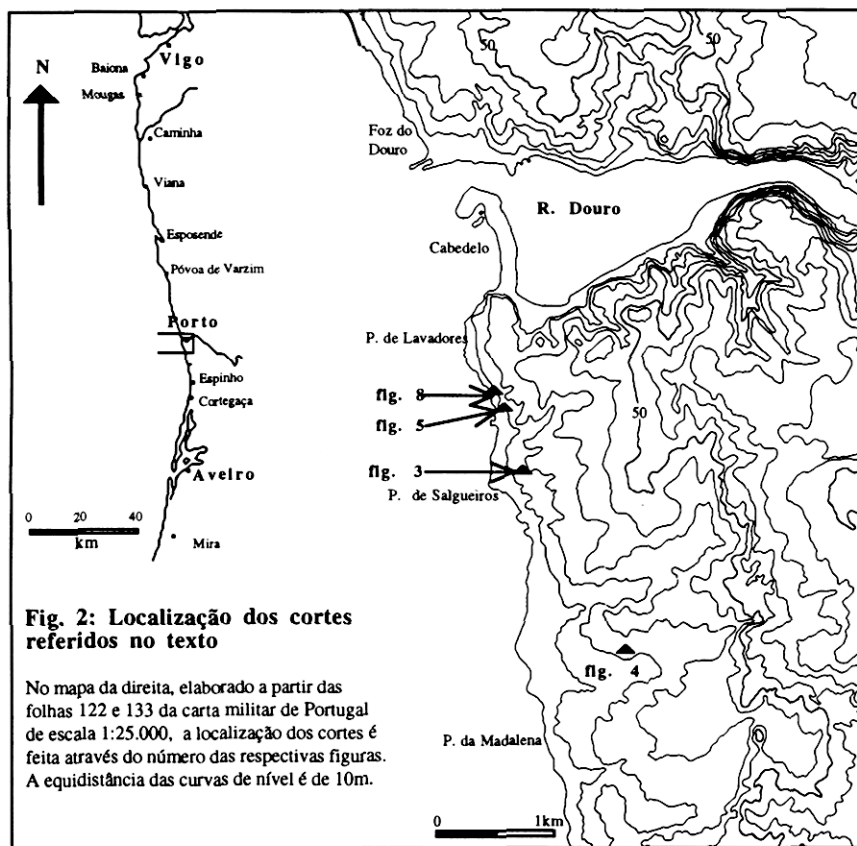
Além disso, nesse mesmo trabalho referimos a existência de algumas formações cinzentas ou esverdeadas dispersas pela área estudada, e cujas relações com a formação de cobertura tínhamos alguma dificuldade em precisar.

Por outro lado, nas arribas a sul de Cortegaça encontrámos um arenito ferruginoso que corresponde, a nosso ver, a uma alteração pedogenética de tipo podzólico (ver também, H. M. Granja, 1991), cortado em arriba, devido à intensa erosão que se faz sentir nas praias a sul de Espinho. Sob esse arenito afloram areias esbranquiçadas ou ligeiramente ferruginizadas, de origem eólica provável, alternando com leitos enriquecidos em silte e argila, de cor cinza esverdeada.

Todavia, apesar das aparentes analogias, as relações cronológicas entre os depósitos eólicos de Cortegaça e as formações hidromórficas e solifluxivas encontradas para norte de Espinho não eram claras, uma vez que as respectivas áreas de ocorrência não eram coincidentes, antes se excluíam.

## 2 – Descrição dos depósitos encontrados e das respectivas relações estratigráficas

Recentemente, encontrámos mais três cortes (cf. M. A. Araújo, 1991), que passamos a analisar e cuja localização está indicada na fig. 2.



Junto à praia de Salgueiros, aquando da abertura das fundações uma nova urbanização, encontrámos a sequência representada na fig. 3.

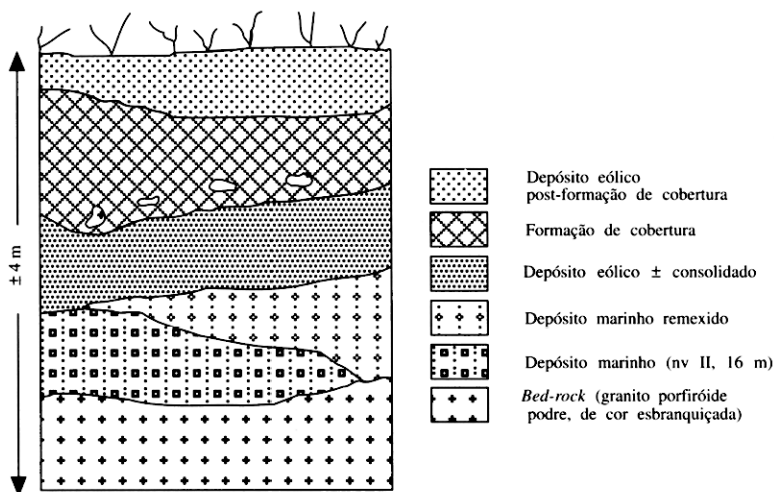


Fig. 3 - Representação esquemática do corte de Salgueiros

Neste caso existe um depósito marinho do “nível II”<sup>3</sup> *in situ*, sobreposto por uma formação esbranquiçada que resultou, aparentemente, do remeximento do depósito subjacente. Sobre essa formação encontrava-se um depósito eólico consolidado por cimento ferruginoso, formando, por vezes, crostas de resistência apreciável.

A formação de cobertura que se sobrepõe ao depósito eólico e apresenta, na base, fragmentos angulosos do arenito eólico subjacente, é sobreposta, por sua vez, por um novo depósito eólico, neste caso não consolidado.

Este corte permite, assim, confirmar a ideia de que a formação solifluxiva é posterior a um depósito de origem eólica.

O corte encontrado junto ao muro do novo parque de campismo da Madalena (em construção, fig. 4) apresenta a particularidade de conter um depósito eólico assentando sobre uma formação esverdeada, com abundantes cristais de feldspato fracturados, que parece poder relacionar-se com condições hidromórficas. A formação de cobertura sobrepõe-se, por sua vez, ao depósito eólico.

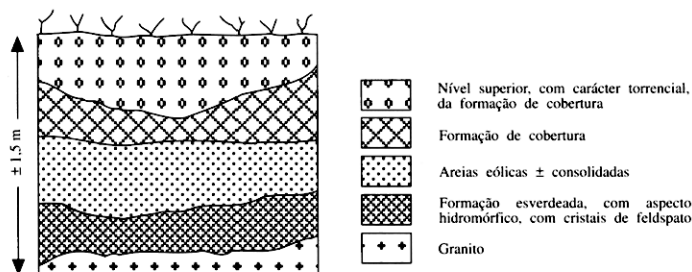


Fig. 4 - Representação esquemática do corte da Madalena

<sup>3</sup> Na nossa tese considerámos a existência de 3 níveis de depósitos marinhos:

– depósitos do nível I: correspondem às manchas mais extensas e espessas, que se situam na imediata proximidade dos depósitos fluviais, a cotas próximas dos 30m. Trata-se de depósitos que assentam sobre um substrato bastante alterado e razoavelmente rubefacto;

– depósitos do nível II: apresentam uma certa ferruginização (cor acastanhada). Assentam sobre um substrato menos alterado que no caso do nível precedente e situam-se a cotas médias de 18-15m;

– depósitos do nível III aparecem a cotas geralmente inferiores a 10m, e em certos locais chegam a atingir o nível actual das marés baixas. Apresentam uma cor castanha, que corresponde a uma ferruginização bastante intensa, que os transforma, por vezes, em verdadeiros conglomerados.

Assim, aparentemente, antes do depósito eólico acima referido, existiu uma fase de clima mais húmido, traduzida pelo depósito esverdeado da base, formado provavelmente em condições hidromórficas.

Algumas centenas de metros a norte, junto à praia de Lavadores (fig. 5), muito recentemente, encontrámos, assentando sobre um depósito marinho do “nível II”, uma formação silto-argilosa cinzenta escura, com abundantes pedacinhos de carvão. Segue-se-lhe um nível arenoso acastanhado, com provável origem eólica. Encontrámos, depois, uma formação escura que se assemelha à base da formação de cobertura e, seguidamente, a dita formação de cobertura com o seu aspecto clássico, de cor castanha. Também aqui se verifica a existência de um depósito eólico post-formação de cobertura.

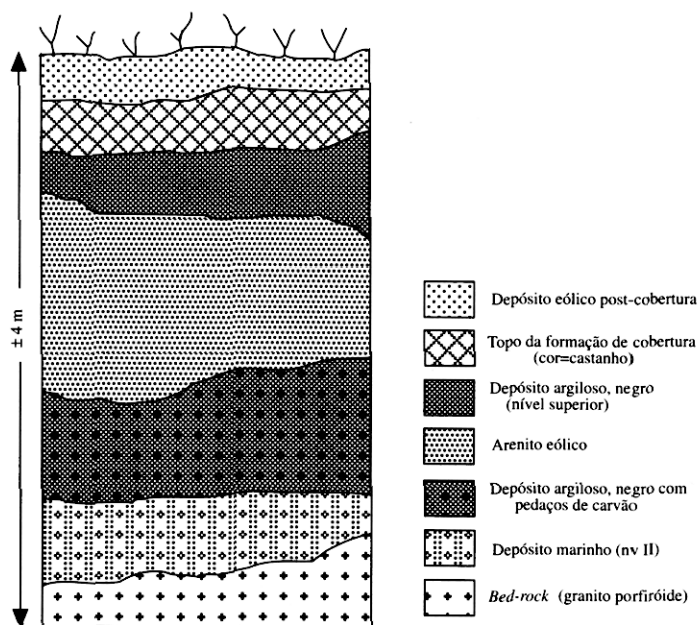


Fig. 5 - Representação esquemática do corte 2 de Lavadores

Este corte, além da formação negra da base que poderá, segundo esperamos, ser datada pelo C14, tem a particularidade de assentar sobre um depósito marinho bem desenvolvido, com uma cota aproximada de 16 m (“nível II”, cf. nota 3). Apresenta-se, assim, como uma sequência bastante complexa, o que é raro neste tipo de depósitos, quase sempre truncados.

A análise de todos estes cortes mostra, por um lado, assinaláveis semelhanças:

1 – existe sempre um depósito eólico mais ou menos consolidado por um cimento ferruginoso, que assenta sobre uma formação representativa de um clima aparentemente mais húmido (de cor esverdeada ou negra);

2 – a formação de cobertura fica intercalada entre esse depósito eólico e um outro depósito com características eólicas, não consolidado.

Todavia, existem algumas diferenças:

1 – a formação de cobertura apresenta aspectos mais ou menos complexos consoante os casos;

2 – a base do depósito pode ser constituída pelo *bed-rock* (Madalena, fig. 4), ou por um depósito marinho do “nível II” (figs. 3 e 5).

O facto de terem sido encontrados, em vários locais, sequências análogas significa, a nosso ver, que os depósitos encontrados não representam, apenas, variações laterais de fácies, mas fases diversas na evolução geomorfológica que só se podem compreender com o recurso a uma explicação de ordem climática.

Esta é tanto mais aceitável quanto se sabe que o Quaternário foi uma longa sequência de variações climáticas muito acusadas.

Todavia, o facto de se tratar de depósitos pouco espessos, geralmente pouco endurecidos, torna-os muito vulneráveis à erosão. Por isso, de um modo geral, as sequências estão incompletas, o que dificulta a sua correlação.

### 3 – Variação climática no final do Quaternário

Quando a água do mar se evapora, existe a tendência para que sejam sobretudo as moléculas que contêm o isótopo mais leve (O16)<sup>4</sup> que passam ao estado de vapor. Consequentemente, a água do mar enriquece no isótopo mais pesado (O18).

Durante uma glaciação, a retenção de água rica em O16, sob a forma de gelo, nos continentes, aumenta a percentagem de O18 na água do mar.

A variação da relação O18/O16 nas conchas dos foraminíferos bênticos de uma sondagem realizada no Pacífico equatorial (fig. 6) mostra a existência de dois estádios (5e e 1), com percentagens elevadas de O16 claramente contrastantes com o resto da curva em que se nota uma tendência permanente para a descida, embora com acentuadas variações que permitem definir os restantes estádios isotópicos. Os períodos de maior percentagem de O16 (5e e 1) correspondem, respectivamente, ao último período interglaciário (Riss-Würm) e ao Holocénico. A datação através do Urânio/Tório permitiu fixar a data do último período interglaciário em cerca de 120.000 BP.

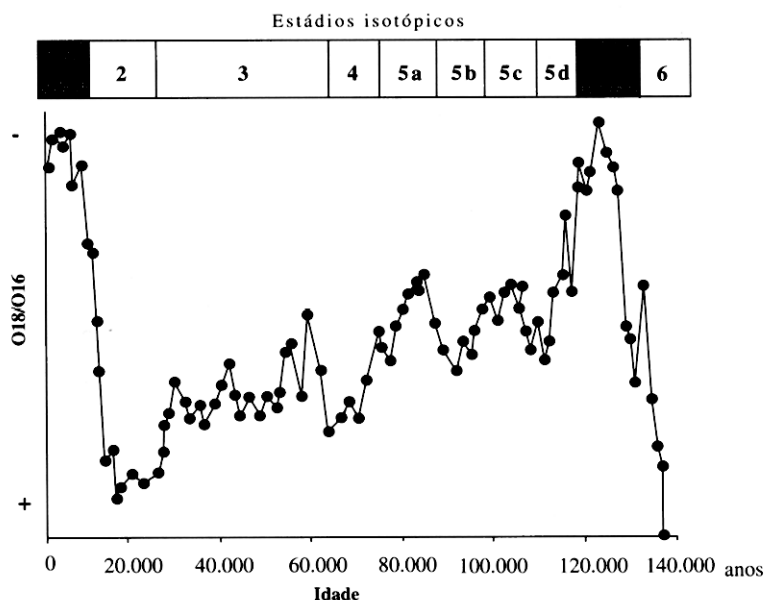


Fig. 6 - Variação da composição isotópica dos foraminíferos bênticos (resultados de uma sondagem realizada no Pacífico equatorial; extraído de J.-C. Duplessy e P. Morel, 1990, modificado)

O estudo dos terraços construídos pelos corais fósseis, em Barbados, facultou a obtenção da data provável dos dois níveis marinhos “altos” subsequentes: 105.000 e 82.000 BP (cf. fig. 6).

O estudo estatístico aprofundado das espécies de foraminíferos presentes nos sedimentos dos fundos marinhos deu indicações precisas sobre as temperaturas reinantes no momento em que esses foraminíferos viveram. Foi possível, com base nesses dados, elaborar mapas das temperaturas de verão e

<sup>4</sup> Como é sabido, a molécula de água é constituída por um átomo de oxigénio e dois de hidrogénio. Todavia, nem todos os átomos de oxigénio são idênticos: existem dois isótopos desse elemento: o O16 e o O18, com propriedades químicas idênticas, já que têm o mesmo número de electrões, mas com massas diferentes, porque o O18 contém mais dois neutrões.

inverno em várias fases da última glaciação, nomeadamente durante o seu máximo, por volta de 18.000 BP (projecto CLIMAP).

Outros estudos (cf. A. G. Dawson, 1992) permitiram elaborar a fig. 7, que faculta uma simplificação da curva da figura anterior e reconstitui a evolução climática para os últimos 150.000 anos, mostrando a existência de vários períodos de arrefecimento no norte do oceano Atlântico.

As fases de arrefecimento repetiram-se a partir de 120.000 BP.

O primeiro grande avanço das condições polares regista-se por volta de 74.000 BP. Estas atingem, por essa altura, os 46° de latitude norte.

Existe uma outra fase de arrefecimento em 48.000 BP.

Porém, o máximo avanço das condições polares, que chegam a atingir os 42° de latitude norte, encontra-se um pouco antes de 25.000 BP e, sobretudo, em 18.000 BP, que corresponde, como já vimos, ao máximo da glaciação.

Do que dissemos até agora poderíamos concluir:

1 – no litoral da região do Porto verificou-se, possivelmente durante o Würm, uma alternância de períodos húmidos/secos. Essa sequência é recorrente;

2 – durante o Würm terá havido quatro fases de arrefecimento no litoral do Atlântico norte.

É evidente que seria de todo o interesse estabelecer um paralelismo entre as variações locais de fácies e o que se conhece sobre a evolução climática durante o Würm.

Todavia, existem várias dificuldades a ter em conta:

1 – Será que os vários cortes são paralelizáveis ou, pelo contrário, os termos das diversas sequências são diacrónicos?

2 – Como estabelecer a relação entre fases de arrefecimento e a aparente variação clima húmido/seco)?

3 – O facto de alguns dos depósitos (Lavadores e Salgueiros) assentarem sobre depósitos marinhos do nível II, enquanto que o corte da fig. 8 assenta sobre um depósito do nível III, complica um pouco mais o problema, uma vez que o limite cronológico inferior para as sequências descritas não é análogo.

4 – O limite inferior para a idade dos depósitos descritos (isto é, a cronologia dos depósitos marinhos subjacentes) pode ser controverso.

Com efeito, vimos acima (nota 3) que foi possível definir três níveis de terraços marinhos na área em estudo. Contudo, a respectiva cronologia é meramente hipotética. Numa perspectiva muito simplista, poderíamos dizer que cada um deles corresponderia a um interglacial, isto é, Gunz-Mindel, Mindel-Riss e Riss-Würm, respectivamente para os níveis I, II e III.

Todavia, a existência de vários níveis “altos” do mar durante o próprio Würm (cf. fig. 6), conjugada com o facto da área em estudo ter uma actividade neotectónica apreciável, devida, nomeadamente, à acção da falha Porto-Tomar, poderá levantar uma questão pertinente:

– algum (ou alguns) destes níveis poderão corresponder a interestaduais, nomeadamente do Würm, o que permitiria propor, por hipótese, idades mais baixas para o seu conjunto<sup>5</sup>. O facto de se situarem a cotas “aberrantes” (cf. nota 3) poderá explicar-se por acção da neotectónica.

É evidente que a resposta a estas questões só poderá ser dada com o recurso a processos

<sup>5</sup> Foi isso, nomeadamente, que se fez para o litoral Mediterrâneo da zona de Almeria, onde se considerou, com base em datações radiométricas, que o terraço mais antigo seria ante-tirreniano, com cerca de 250.000 anos; seguir-se-iam 4 níveis tirrenianos com 180.000, 128.000 (Riss-Würm), 95.000 e 85.000 anos (C. ZAZO *et al.*, 1989).



de datação que permitam “arrumar” os diversos fenómenos no tempo e, assim, ter deles uma ideia clara e distinta, saindo do denso nevoeiro de hipóteses em que, neste momento, ainda mergulham.

#### 4 – A datação pelo C14: resultados e perplexidades

Através do Projecto 274 (Coastal Evolution in the Quaternary) da União Geológica Internacional foi possível obter três datações de C14, realizadas em laboratório de Hannover<sup>6</sup>.

A datação com mais interesse para o âmbito desta comunicação foi realizada em pedaços de carvão encontrados na base da formação de cobertura na área de Lavadores (fig. 8), muito perto do corte da fig. 5.

Para esses carvões foi obtida uma datação superior a 44370 BP, tomando como referência o ano de 1950.

Ora, neste corte foi possível encontrar, sob o nível com carvões, um depósito marinho que poderia corresponder ou ao último interglaciário (cerca de 120.000 BP) ou a um interstadial do Würm (105.000, 82.000? cf. fig. 6).

Se admitirmos, como parece lógico, já que se trata de uma formação aparentemente solifluxiva, que a formação de cobertura se relaciona com uma situação de arrefecimento, a sua base poderia corresponder, por exemplo, à fase de 48.000. Porém, atendendo a que a datação obtida se situa no limiar das possibilidades de datação pelo C14, a respectiva idade pode ser muito superior àquele valor e situar-se, por exemplo, na fase fria de 74.000 BP (cf. fig. 7).

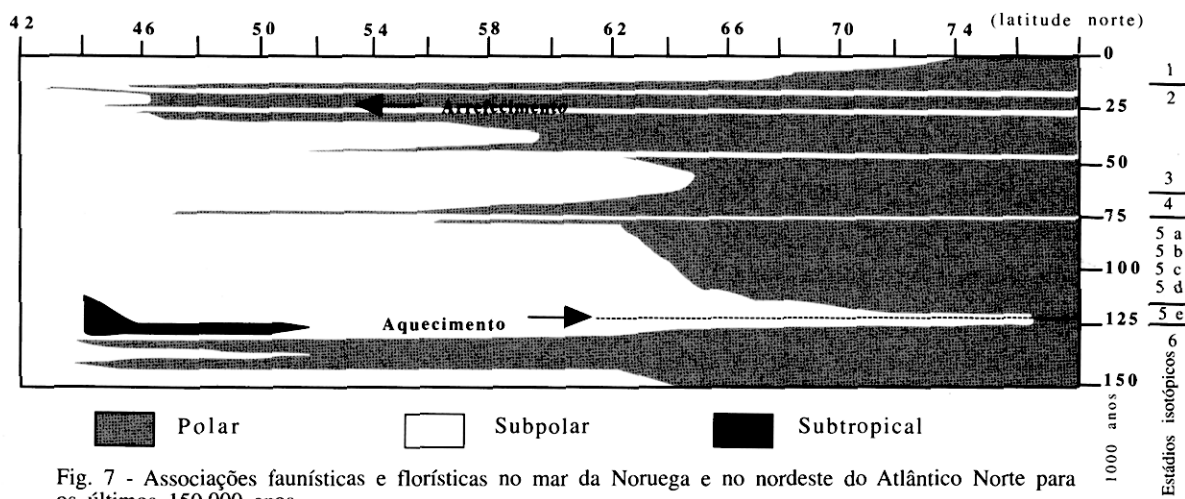


Fig. 7 - Associações faunísticas e florísticas no mar da Noruega e no nordeste do Atlântico Norte para os últimos 150.000 anos

(baseado nos dados dos foraminíferos plântonicos e dos cocólitos, adaptado de A. G. Dawson, 1992)

<sup>6</sup> Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3000 Hannover 51, Alfred Benz-Haus.

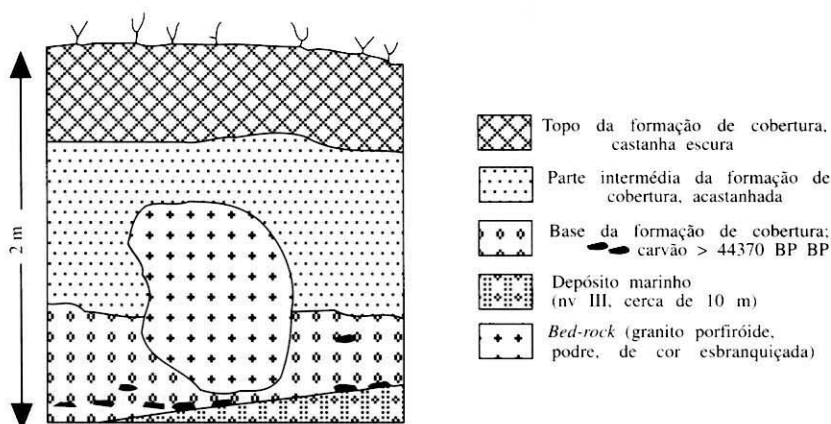


Fig. 8 - Representação esquemática do corte 1 de Lavadores

Seja como for, a datação do carvão de Lavadores mostra que se trata de uma fase mais antiga do que o nível N de Mougas ( $18.200 \pm 900$  BP, cf. fig. 1).

Qual a cronologia das formações negras ou esverdeadas, com carácter hidromórfico presentes nos cortes das figs. 3, 4 e 5? Serão todas elas contemporâneas? No caso afirmativo, será que correspondem à base do corte da fig. 8? Ou serão mais antigas?

As formações hidromórficas, nos cortes de Salgueiros (fig. 3) e de Lavadores (fig. 5), assentam sobre depósitos marinhos do nível II e não do nível III.

Além disso, o aparecimento de uma vasa esverdeada sob um arenito de origem marinha do nível III, coberto, por sua vez, pela formação de cobertura, na praia da Circunvalação, permite levantar a hipótese de que pelo menos as referidas formações esverdeadas sejam anteriores ao depósito marinho do nível III.

Sendo assim, temos duas hipóteses a considerar:

1 – Os depósitos do nível III correspondem ao último interglaciar.

Nesse caso, as referidas formações esverdeadas poderiam ser anteriores ao Würm.

2 – Os depósitos do nível III seriam devidos a um interstadial do Würm (por exemplo, 82.000 BP). Os do nível II corresponderiam ao interglaciar Riss-Würm.

Nesse caso, as ditas formações seriam exclusivamente würmianas.

Resta saber se este raciocínio é aplicável à formação negra, com restos de carvão, que encontramos, muito recentemente, em Lavadores (fig. 5). Esperamos que a datação do mesmo permita estabelecer a sua relação com a base da formação de cobertura de Lavadores.

A aparente importância que deverão ter tido as fases de eolização durante o Würm, bem como as analogias existentes, sobretudo no que diz respeito à cor dos depósitos, entre a sequência da Madalena e a de Cortegaça, por exemplo, fazem-nos pensar na necessidade de relacionar os cortes estudados com aquilo que conhecemos da área a sul de Esmoriz, onde os depósitos eólicos têm um desenvolvimento muito maior.

Todavia, as datações obtidas no Laboratório acima referido,  $13810 \pm 380$  e  $5885 \pm 75$ , correspondentes, respectivamente, aos níveis silto-arenosos esverdeados (condições hidromórficas prováveis) e ao horizonte A1 do solo podzólico de Cortegaça (cf. M. A. Araújo, 1991-a) colocam os respectivos depósitos em horizontes cronológicos fini-würmianos e holocénicos<sup>7</sup>, o que dificulta

<sup>7</sup> Pensamos que o facto de os carvões encontrados nos depósitos de Cortegaça se situarem num meio arenoso – e por isso permeável – poderá ter contribuído, através de um processo de contaminação generalizada, para a atribuição de idades demasiado recentes (ver, também, H. M. Granja, 1990 e 1991).

a correlação com os depósitos situados mais a norte que, ao que tudo indica, serão ainda würmianos.

## 5 – Algumas conclusões

Independentemente da idade a atribuir a cada uma das fases, parece-nos ser bastante plausível a existência, nesta área, da seguinte sequência:

1 – condições hidromórficas;

2 – fase de eolização;

3 – fase solifluxiva;

4 – novas fases de construção de dunas, que se situam, sistematicamente, sobre a formação de cobertura.

As fases 1-2-3 tiveram lugar, provavelmente, durante o Würm.

A fase 4 seria já holocénica.

Apesar das várias dificuldades que apontámos, parece-nos que o estabelecimento de correlações entre a evolução geomorfológica durante o fim do Würm e do Holocénico no litoral a norte e a sul de Espinho é um objectivo a prosseguir, já que esse trabalho permitirá um conhecimento dinâmico dos processos actuantes, durante o fim do Quaternário, na faixa litoral do norte do país, evidenciando semelhanças e diferenças, e apontando as respectivas causas.

## Referências bibliográficas

- ARAÚJO, M. A. (1984) – A formação “areno-pelítica de cobertura” – alguns resultados dum estudo preliminar – “*Biblos*”, Vol. LX, Coimbra, Fac. Letras, p. 71-89.
- ARAÚJO, M. A. (1986) – Depósitos eólicos e lagunares fósseis na região de Esmoriz – “*Revista da Faculdade de Letras – Geografia*”, I Série, Vol. II, Porto, p. 53-62.
- ARAÚJO, M. A. (1991, a) – *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto* – Edição da autora, Porto, 534 p., c/ anexos (87 p.) e 3 mapas fora do texto.
- ARAÚJO, M. A. (1991, b) – A variação climática durante o Würm na plataforma litoral da região do Porto – *Comunicações do Seminário: A zona costeira e os problemas ambientais*, Universidade de Aveiro, Comissão Nacional EUROCOAST, p. 43-52.
- BERTHOIS, L. (1949) – Contribution à l'étude des limons de la région Nord du Portugal – “*Com. Serv. Geol. de Portugal*”, T. XXIX, Lisboa, p. 121-176.
- CARVALHO, G. S. (1964) – Areias da Gândara (Portugal) – uma formação eólica quaternária – “*Pub. Mus. e Lab. Min. e Geol. Fac. Ciências Univ. Porto*”, nº LXXXI, 4ª série, p. 7-32.
- CARVALHO, G. S. (1983) – Consequências do frio durante o Quaternário na faixa litoral do Minho (Portugal) – *Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, nº 5, VI Reunion do Grupo Español de Trabajo de Quaternario, A Coruña, p. 365-379.
- CARVALHO, G. S. (1985-a) – Novos índices de ambiente periglacial no litoral do Minho (Portugal) – *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico*, Vol. I, Lisboa, Grupo de Trabalho Português para o Estudo do Quaternário, p. 27-36.
- COSTA, J. C. & TEIXEIRA, C. (1957) – Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50000, *notícia explicativa da folha 9-C (PORTO)* – Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 38 p.
- DAVEAU, S. (1984) – L'époque glaciaire au Portugal – problemes méthodologiques – *Actas das Primeiras Jornadas de Estudo Norte de Portugal – Aquitânia*, CENPA, Universidade do Porto, p. 183-191.
- DAWSON, ALASTAIR G. (1992) – *Ice Age Earth – Late quaternary Geology and Climate* – Routledge physical environmental series, ed. por Keith Richards, Routledge ed., Londres, 293 p.
- DUPLESSY, J.-C., MOREL, P. (1990) – *Gros temps sur la planète* – ed. Odile Jacob, Paris, 296 p.
- FERREIRA, A. B. (1985) – Influência de climas frios na morfogénese quaternária da região a norte de Lisboa – *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico*, Vol. I, Lisboa, Grupo de Trabalho Português para o Estudo do Quaternário, p. 85-103.
- GRANJA, H. M. (1990) – *Repensar a geodinâmica da zona costeira: o passado e o presente. Que futuro? (o Minho e o Douro litoral)* – Universidade do Minho, Tese, policop., 347 p. com anexos.
- GRANJA, H. M. (1991) – Os sistemas dunares a norte da laguna de Aveiro e a neotectónica recente – *Comunicações do Seminário: A zona costeira e os problemas ambientais*, Universidade de Aveiro, Comissão Nacional EUROCOAST, p. 53-65.

- NONN, H. (1966) – *Les régions cotières de Galice (Espagne) – Etude géomorphologique* – Pub. Fac. Letr. Univ. Estrasburgo, 584 p.
- ZAZO, C. et al. (1989) – Guia da excursão B1 (Litoral Mediterrânico), 2ª Reunion del Cuaternario Iberico, AEQUA Madrid, 99 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1943) – La classification du Paléolithique ancien et la chronologie du Quaternaire du Portugal en 1942 – “Bol. Soc. Geol. Port.”, Vol. 2, Fasc. 2/3, Porto, p. 3-111.