

A variação climática durante o Würm na plataforma litoral da região do Porto

Maria da Assunção Araújo
Instituto de Geografia
Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Esta comunicação vem na sequência da apresentação de uma tese sobre a plataforma litoral da região do Porto (M. A. ARAÚJO, 1991).

Nesse trabalho tivemos algumas dificuldades em estabelecer, na área a norte de Espinho, a cronologia relativa entre depósitos de cor cinza esverdeada, que, à falta de melhor designarei como “hidromórficos”, e os depósitos solifluxivos (geralmente designados como “formação areno-pelítica de cobertura”), bem como as suas relações com certos depósitos eólicos.

Já depois de impresso o referido trabalho, encontrámos 2 cortes que nos permitiram estabelecer uma sequência mais fina das variações climáticas numa fase que me parece corresponder ao Würm.

As amostras estudadas encontram-se localizadas no mapa da **fig. 1**.

O primeiro corte localiza-se em Salgueiros. É constituído pela seguinte sequência (de cima para baixo):

- 6 - depósito eólico, não consolidado (am. 5);
- 5 - depósito heterométrico, de origem solifluxiva (= “formação de cobertura”, am. 4);
- 4 - arenito eólico com crosta ferruginosa intercalada (am. 3 e 2);
- 3 - formação possivelmente ligada a condições hidromórficas e resultando do remeximento do depósito marinho (am. 1);
- 2 - depósito marinho¹;
- 1 - *bed-rock* ± alterado;

O segundo corte localiza-se na Madalena. Nele é possível observar a seguinte sequência (de cima para baixo):

- 5 - lentícula de calhaus de dimensões variadas, com muito pouca matriz.
- 4 - formação mal calibrada, de origem solifluxiva (= “formação areno-pelítica de cobertura”);

¹Este depósito marinho parece corresponder a um nível intermédio, que na área de Lavadores-Salgueiros-Madalena apresenta cotas de 16-18m e que se situa entre os depósitos mais altos (a cerca de 35m) e os mais baixos (abaixo dos 9m).

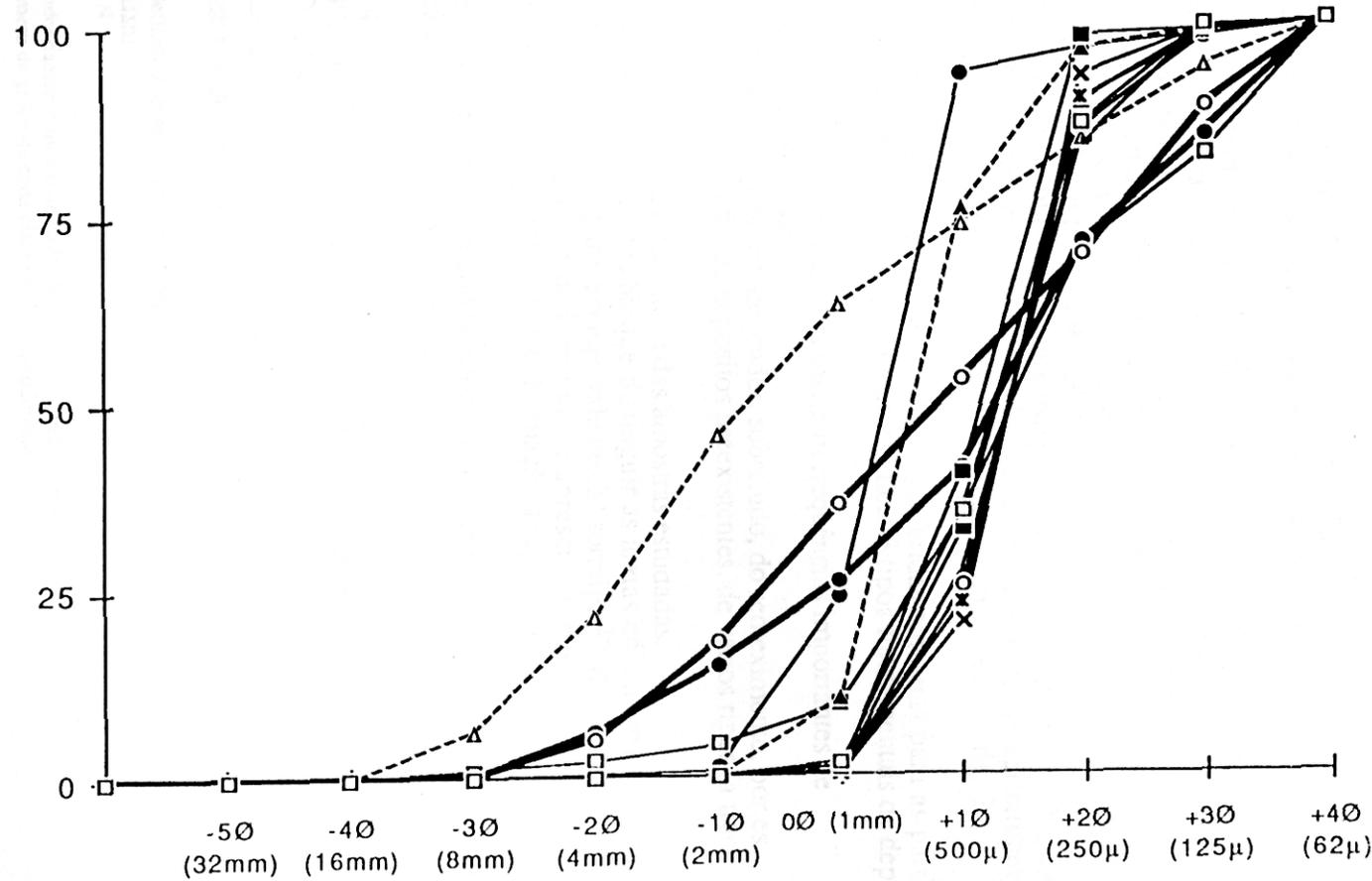


Fig. 1: Esboço de localização das amostras estudadas

Fig. 3: curvas cumulativas das amostras estudadas

Am. nº	Localização	Classificação	%gr. %ar. %fin	Mo	1°Q	Md	3°Q	QDQ	%E	%F	%B	%P	%PB	%S	RM
1	Salgueiros, sobre dep. praia nível II	HORIZONTE HIDROMÓRFICO? (WÜRM?)	1,01 77,2 21,8	1	0	0,3	0,7	0,4	32	32	0	24	11	0	0,33
2	Salgueiros, sobre dep. hidromórfico	DEPÓSITO EÓLICO (WÜRM?)	0 94,6 5,41	2	1	1,4	1,8	0,4	17	54	2	10	17	0	0,485
3	Salgueiros, sobre crosta ferruginosa	DEPÓSITO EÓLICO (WÜRM?)	0 95,5 4,53	2	0,8	1,3	1,7	0,5	21	32	6	2	38	0	0,477
4	Salgueiros, sobre dep. eólico	DEPÓSITO SOLIFLUXIVO	2,42 52,4 45,1	2	0,6	1,5	2,4	0,9	13	44	0	15	28	0	0,495
5	Salgueiros, sobre formação de cobertura	DEPÓSITO EÓLICO	0,11 92 7,86	1	0,2	0,6	1	0,4	19	28	6	17	30	0	0,421
6	Madalena, sobre granito podre	HORIZONTE HIDROMÓRFICO?	27,2 32,7 40,2	-1	-2	-1	1,1	1,5	19	42	3	10	26	0	0,235
7	Madalena, sobre depósito hidromórfico	DEPÓSITO EÓLICO (WÜRM?)	0,11 98,4 1,47	2	1,2	1,4	1,8	0,3	12	48	6	13	21	0	0,538
8	Madalena, sobre depósito eólico	DEPÓSITO EÓLICO (WÜRM?)	0,07 94,6 5,29	2	1,1	1,4	1,8	0,4	9	58	9	5	19	0	0,528
9	Sorraipa, estrada Oiã-Mira	DEPÓSITO EÓLICO (WÜRM?)	0 97,2 2,84	2	1	1,4	1,8	0,4	0	89	0	0	5	5	0,664
10	Zona industrial de Cortegaça, form. cobertura	DEPÓSITO SOLIFLUXIVO	12,6 57,2 30,1	2	0	1,3	2,4	1,2	16	35	0	32	16	0	0,495
11	Mougas, nível intermédio	DEPÓSITO SOLIFLUXIVO	8,87 40,7 50,4	0	-1	0,8	2,4	1,5	40	0	0	60	0	0	0,167
12	Base aérea de Cortegaça	DEPÓSITO EÓLICO	0 99,9 0,12	2	0,6	1,2	1,5	0,5	11	54	0	0	35	0	0,564
13	Cruzamento est.109/est. para o Furadouro	DEPÓSITO EÓLICO	0 99,1 0,92	2	0,7	1,2	1,8	0,5	0	32	0	9	57	2	0,575

Fig. 3: curvas cumulativas das amostras estudadas



- am. 1, H. hidrom Salg.
- am. 2, dep. eól. Salg.
- am. 3, dep. eól. Salg.
- am. 4, form. cob. Salg.
- ▲- am 5, dep eól post cob, Salg
- △- am. 6, H. hidrom. Mad.
- ×- am. 7, dep. eól. Mad.
- ✕- am. 8, dep. eól. Mad.
- am. 9, sorraipa Mira
- am. 10, form. cob. Cort.
- am. 11, dep. solif. Mougas
- am. 12, dep. eól. base Cort.
- am. 13, dep. eól. Furadouro

3 - depósito eólico, muito bem calibrado, de cor acastanhada a negra, ligeiramente consolidado por cimento provavelmente ferro-húmico (am. 7 e 8);
2 - formação heterométrica (am. 6), contendo restos de fenocristais de feldspato e cristais de quartzo, misturados com uma matriz fina de cor cinza-esverdeada;
1 - *bed-rock* alterado, em que se destacam os fenocristais de feldspato.
Existe uma transição gradual entre o *bed-rock* e a formação referida com o nº 2.

Destes dois cortes foram estudadas várias amostras, cujas características sedimentológicas essenciais estão apresentadas no **Quadro I**.

Além das amostras correspondentes àqueles cortes foram, ainda, estudadas amostras de depósitos solifluxivos correspondentes à "formação areno-pelítica de cobertura" (am. 10 e 11) e de depósitos eólicos aparentemente anteriores a essa formação ("sorraipa" de Mira, am. 9) e posteriores a ela (areias eólicas da base aérea de Cortegaça e areias da duna próxima do cruzamento da estrada 109 com a estrada para o Furadouro respectivamente am. 12 e 13).

A **fig. 2** representa a frequência de elementos grosseiros ($\geq 2\text{mm}$), areias e finos ($< 63\mu$) contidas em cada uma das amostras analisadas, bem como um índice de calibragem (QDØ).

Nesta figura a origem provável de cada um dos depósitos está representada por uma inicial situada na base da coluna correspondente a cada uma das amostras.

Verifica-se que existem variações acentuadas entre os depósitos, variações que, aparentemente, indiciam uma mudança nas condições de formação dos mesmos.

Assim, os depósitos solifluxivos e "hidromórficos" apresentam frequências elevadas de partículas finas ($< 63\mu$) e fraca calibragem.

Quanto aos depósitos eólicos, eles apresentam frequências relativamente baixas de materiais de dimensões inferiores a 63μ (- de 10%), valores esses que se aproximam do zero quando se trata das areias das dunas mais modernas (cf. am. 12 e 13, **fig. 2**)

A **fig. 3** representa as curvas dimensionais das referidas amostras para as partículas de calibre $\geq 63\mu$. Verifica-se que é possível identificar 3 tipos fundamentais de depósitos:

1 - solifluxivos: bastante mal calibrados, com frequências importantes de material fino (a traço grosso);

2 - hidromórficos (?): parecem depender, sobretudo, do remeximento, por ocorrência e/ou crioturvação, de depósitos preexistentes, de vários tipos (a traço jado);

3 - eólicos: constituem a maior parte das amostras estudadas.

Dentro dos depósitos eólicos há que distinguir as areias eólicas mais antigas que constituem formações que nos parecem equivalentes à "sorraipa²", das areias que lhe são posteriores e que, na área a norte de Espinho, se apresentam bastante mais grosseiras (am. 5, depósito eólico que assenta sobre a "formação de cobertura").

Todavia, para uma correcta compreensão da origem dos depósitos, parece-nos necessário comparar a análise dimensional e a morfoscopia.

Na **fig. 4** representamos o aspecto de superfície dos grãos de areia retidos no peneiro das 500μ , bem como o respectivo RM (= Arredondamento médio, cf. G. S. CARVALHO, 1966³).

²Cf. F. FIRTION, & G. S. CARVALHO, 1952).

³Este é definido segundo a seguinte fórmula (cf. G. S. CARVALHO, 1966):

$$RM = \frac{\sum (rxn)}{N}$$

em que:

"r" = arredondamento médio de cada classe de arredondamento;

"n" = número de grãos de cada classe de arredondamento;

Os depósitos
rock, apresentam
xog (Mougas, a

Fig. 2: % de elementos grosseiros, areias, finos e calibragem nas amostras estudadas

QDØ

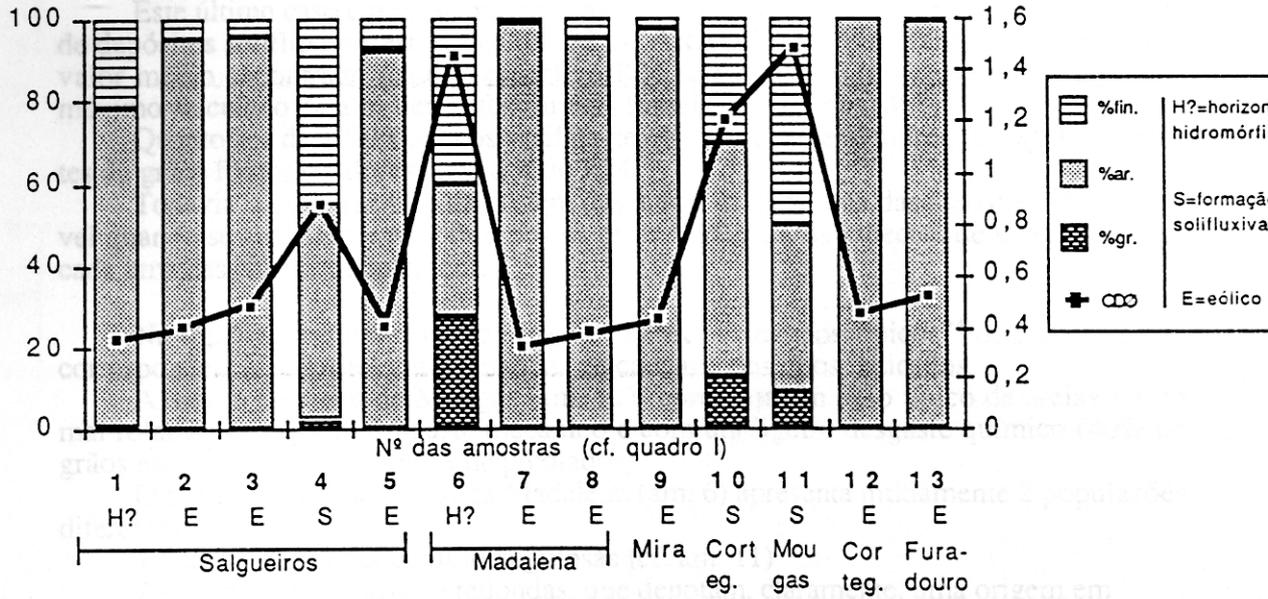
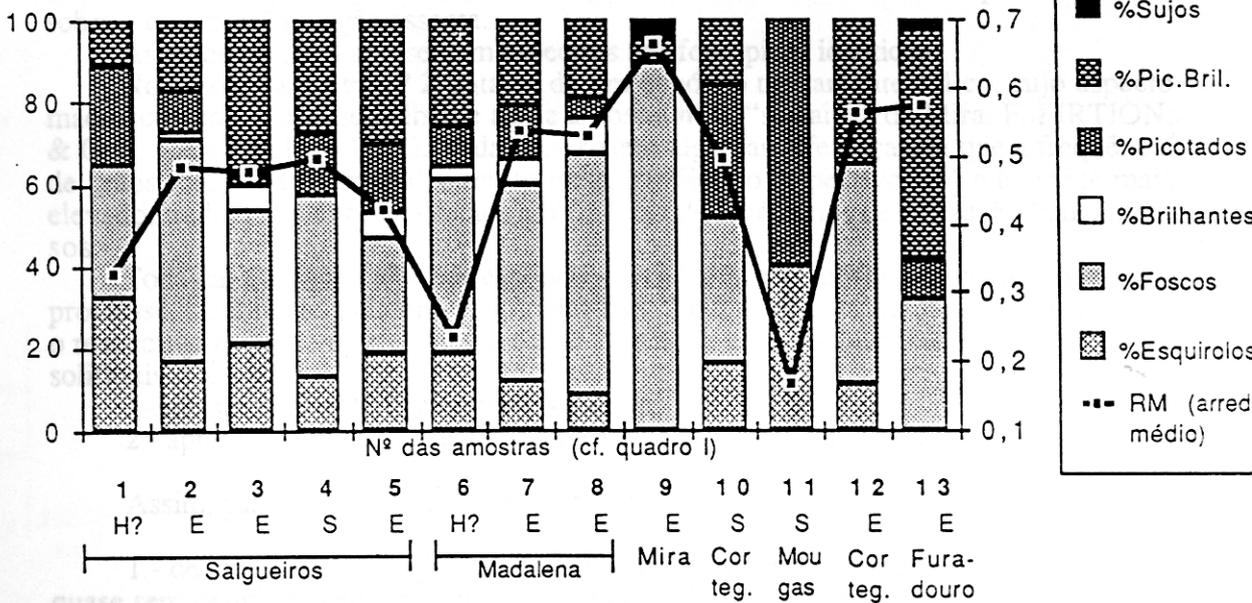


Fig. 4: Morfoscopia das amostras estudadas

RM



quase sem
rochas (depo
apresentam
cânico ou qu

Nº = ...
I ...
Os val
angulosos) e 0,15

Esta designaç
foi utilizado em
fície dos gior cor

Os depósitos “hidromórficos”, situados geralmente perto do contacto com o *bed-rock*, apresentam valores baixos do RM.

Quanto aos depósitos solifluxivos, eles tanto podem apresentar valores muito baixos (Mougas, am. 11), como valores bastante elevados.

Este último caso é muito comum e contribui para que, no conjunto das 43 amostras de depósitos solifluxivos estudados (cf. M. A. ARAÚJO, 1991, quadros 11-B e 11-C), o valor médio encontrado para o respectivo RM seja de 0,396, muito próximo do valor máximo calculado para os depósitos fluviais fósseis, que foi de 0,408.

Quanto aos depósitos eólicos verifica-se que eles apresentam frequências importantes de grãos foscos e valores elevados do RM.

Todavia, a compreensão da origem das areias de cada uma das amostras só é possível quando se analisam, como faremos na próxima figura, os aspectos de superfície para cada uma das classes de rolamento.

Na fig. 5 apresentamos uma série de “espectros morfoscópicos”⁴ de amostras que correspondem a depósitos característicos de cada um dos tipos indicados.

Assim, o depósito de Mougas (am. 11) representa um caso típico de areias muito mal roladas, quase sem desgaste mecânico e com um ligeiro desgaste químico (40% de grãos esquirolosos, contra 60% de picotados).

O horizonte hidromórfico da Madalena (am. 6) apresenta nitidamente 2 populações diferentes:

1 - areias angulosas e muito angulosas (cf. am. 11)

2 - areias subangulosas a redondas, que denotam, claramente, uma origem em formações preexistentes (fluviais? eólicas?)

Este aspecto ainda é mais nítido no caso da amostra 1, que parece corresponder a um remeximento (de origem hidromórfica?) de elementos retomados do depósito marinho sobre o qual esta formação assenta.

As amostras 2 e 4 apresentam espectros morfoscópicos idênticos.

No caso da amostra nº 2 trata-se de um depósito tipicamente eólico, cujo aspecto macroscópico é muito semelhante ao da amostra nº 9 (“sorraipa” de Mira: F. FIRTION, & G. S. CARVALHO, 1952). Todavia, existem algumas diferenças, já que a frequência de grãos foscos na “sorraipa” é muito maior (89%) e o respectivo RM é bastante mais elevado, traduzindo ambos os factos a influência de fenómenos de eolização mais intensos.

Todavia, a amostra nº 4 corresponde a uma formação solifluxiva, o que pode comprovar-se, claramente, pela observação das figs. 2 e 3. Ora, as principais diferenças entre o respectivo espectro morfoscópico e o da formação eólica subjacente é que a formação solifluxiva:

1- apresenta um RM ligeiramente superior;

2 - apresenta uma certa frequência de areias picotadas-brilhantes.

Assim, parece poder concluir-se que os depósitos solifluxivos resultam:

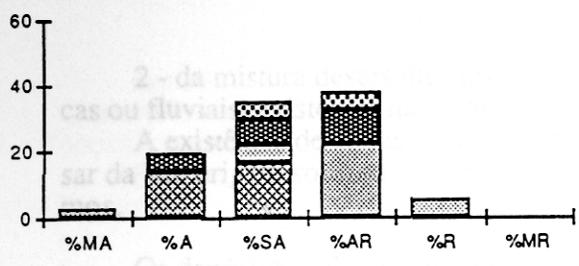
1 - de uma movimentação, com a ajuda de uma matriz fina ± abundante, de areias quase sem desgaste, resultantes de fenómenos de desagregação mecânica ou química das rochas (depósito de Mougas, na Galiza, am. 11). Neste caso, os depósitos solifluxivos apresentam, quase exclusivamente, grãos esquirolosos e picotados, com um desgaste mecânico ou químico reduzido, o que se traduz num valor do RM muito baixo;

Fig. 5: “N” = número total de grãos observados em cada amostra;

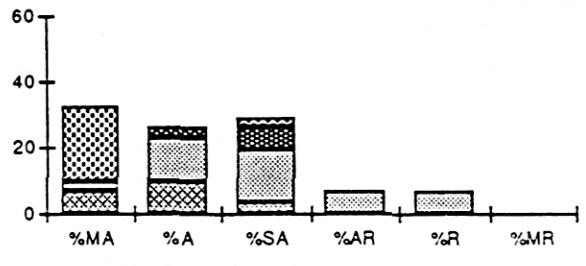
“ $\sum (rxn)$ ” = somatório do produto do número de grãos pelo arredondamento médio de cada classe.

Os valores do RM podem oscilar, teoricamente, entre 0.1 (amostra constituída apenas por grãos muito angulosos) e 0.85 (amostra constituída exclusivamente por grãos muito redondos).

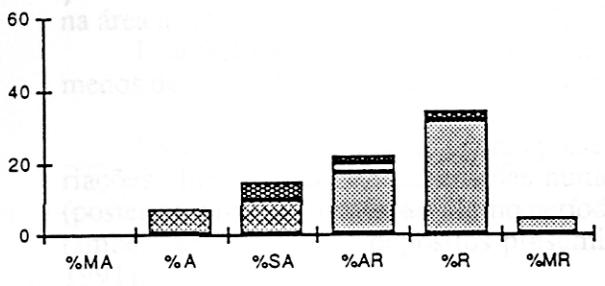
⁴Esta designação diz respeito a um tipo de representação gráfica que tem algumas semelhanças com a que foi utilizada em M. E. S. A. LOPES (1979), mas que foi completada de molde a representar os aspectos de superfície dos grãos correspondentes a cada uma das classes de arredondamento (cf. M. A. ARAÚJO, 1991).



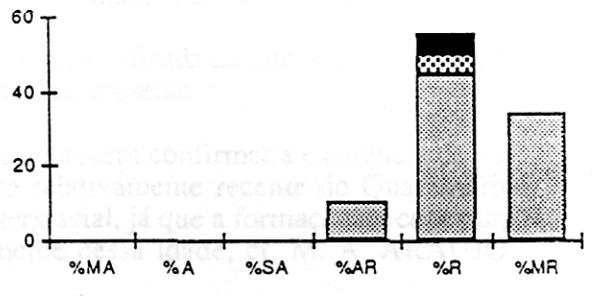
Espectro morfoscópico da amostra nº 2
(arenito eólico de Salgueiros; RM=0,485)



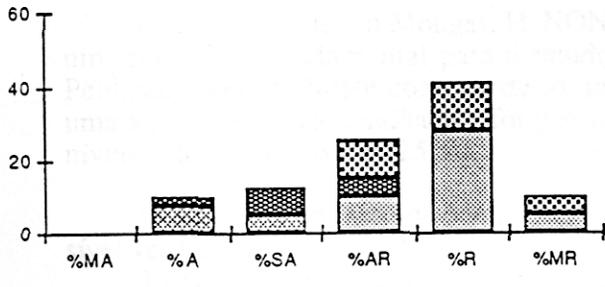
Espectro morfoscópico da amostra nº 9
("sorraipa" da estrada Oiã-Mira; RM=0,664)



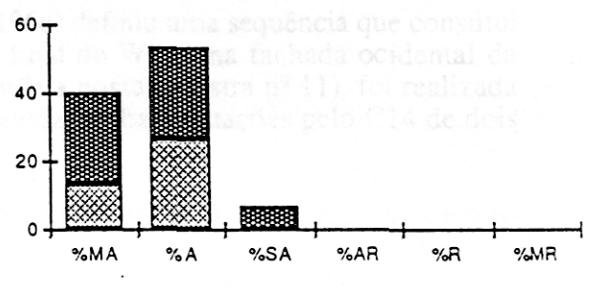
Espectro morfoscópico da amostra nº 4
(depósito solifluxivo de Salgueiros; RM=0,495)



Espectro morfoscópico da amostra nº 11
(depósito solifluxivo de Mougas; RM=0,167)



Espectro morfoscópico da amostra nº 5
(depósito eólico de Salgueiros posterior à
"formação de cobertura"; RM=0,421)



Espectro morfoscópico da amostra nº 12
(duna da base aérea de Cortegaça;
RM=0,564)



Fig. 5: Espectros morfoscópicos de algumas das amostras estudadas

MA=muito anguloso; A=anguloso; SA=subanguloso; AR=arredondado; R= redondo; MR=muito redondo

2 - da mistura destes últimos com grãos de proveniências variadas (marinhas, eólicas ou fluviais) existentes nas proximidades.

A existência de areias previamente roladas pode conferir-lhes um RM elevado, apesar da sua origem solifluxiva implicar, em princípio, uma ausência de desgaste dos mesmos.

Os depósitos eólicos que se situam sobre a formação de cobertura (am. 5) apresentam, em geral, valores de RM inferiores aos depósitos eólicos anteriores àquela formação. Ora, isto acontece quer nos depósitos eólicos situados a norte de Espinho, sobre a formação de cobertura, quer naqueles que se sobrepõem a formações eólicas do tipo "sorraipa", na área a sul daquela cidade (am. 12 e 13).

Este facto parece representar uma diminuição generalizada da intensidade dos fenómenos de eolização à medida que nos aproximamos do presente.

Os vários elementos até agora apresentados parecem confirmar a existência de variações climáticas muito acentuadas numa fase relativamente recente do Quaternário (posterior, provavelmente, ao último período interglacial, já que a formação de cobertura também se sobrepõe a depósitos presumivelmente dessa idade, cf. M. A. ARAÚJO, 1991).

Sendo assim, é provável que as várias formações estudadas possam incluir-se no Würm ou no Holocénico.

Ora, justamente em Mougas, H. NONN (1966) definiu uma sequência que constitui uma referência fundamental para o estudo do final do Würm na fachada ocidental da Península Ibérica. Nesse corte (onde foi recolhida a nossa amostra nº 11), foi realizada uma análise polínica detalhada e foi possível, ainda, realizar datações pelo C14 de dois níveis (18200±900 BP e 11550).

O diagrama polínico de Mougas está representado na **fig. 6**. 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).

Na **fig. 7**, que representa, de forma esquemática, as relações estratigráficas que foi possível definir no corte de Salgueiros e na sua correlação com o corte da Madalena, podemos identificar:

- 1 - fase de clima húmido (hidromorfismo, depósitos esverdeados);
- 2 - fase de clima seco (depósito eólico da Madalena, arenito de Salgueiros);
- 3 - fase de clima húmido (depósitos solifluxivos);
- 4 - fase de clima seco (areias eólicas posteriores à formação de cobertura).

Parece por demais evidente a analogia imediata que se pode estabelecer com a sequência de H. NONN (1966).

Todavia, há que pensar que, ao contrário de nós, H. NONN não estudou uma sequência de depósitos com fácies variados, mas apenas uma formação relativamente homogênea em que predominam características solifluxivas.

Este facto pode, à primeira vista, dificultar a nossa tentativa de correlação. Contudo, parece-nos possível contornar essa dificuldade pensando que, em Mougas, a disponibilidade de areias que pudessem originar formações eólicas seria diminuta e que a situação topográfica e hidrológica conduziria a uma certa persistência das condições solifluxivas, ao contrário do que se teria passado na região do Porto.

Por outro lado, dada a recorrência de fácies que parece ter existido no final do Quaternário (nomeadamente no Würm), é muito difícil sustentar as correlações agora esboçadas, sem as apoiar em datações por C14 (em curso) e em análises polínicas.

Por sua vez, dada a existência de extensos depósitos de origem aparentemente eólica na área a sul de Espinho (nomeadamente a sul de Esmoriz), parece-nos pertinente estabelecer as relações entre esses depósitos e aqueles que se podem observar na área de Salgueiros-Madalena ou, já a norte do Douro, em Moreiró (S. Paio, cf. M. A. ARAÚJO, 1991).

Todavia, a urgência destas futuras tarefas não parece invalidar os resultados já obtidos que poderão sintetizar-se do seguinte modo:

Na plataforma litoral da região do Porto, durante o Würm e talvez durante o início do Holocénico, existiram importantes variações climáticas que se traduziram por variações de fácies em que alternaram as formações correspondentes a climas frios e húmidos (formações aparentemente hidromórficas ou solifluxivas) e depósitos eólicos que teriam correspondido a climas frios e secos.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, M. A. (1991) - *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto*; policopiado, Fac. Letras do Porto, 534 p., c/ anexo (87 p.) e 3 mapas fora do texto
- FIRTION, F. & CARVALHO, G. S. (1952) - *Les formations détritiques quaternaires de S. Pedro de Moel Leiria (Portugal)*; "Memórias e Notícias" nº32, Coimbra, p. 1-14
- CARVALHO, G. S. (1966) - *Índices de forma dos grãos de areia e a morfoscopia das areias das praias do litoral de Angola*; "Garcia de Orta", Vol. 14, nº 2, Lisboa, p. 229-268
- LOPES, M. E. S. A. (1979) - *A bacia do Rio Umbelúzi (Moçambique). Estudo geomorfológico*; policopiado, Fac. Letras de Lisboa, 337 p. com 2 anexos
- NONN, H. (1966) - *Les régions cotières de Galice (Espagne) - Étude géomorphologique*; Pub. Fac. Letras Univ. Estrasburgo, 584 p.

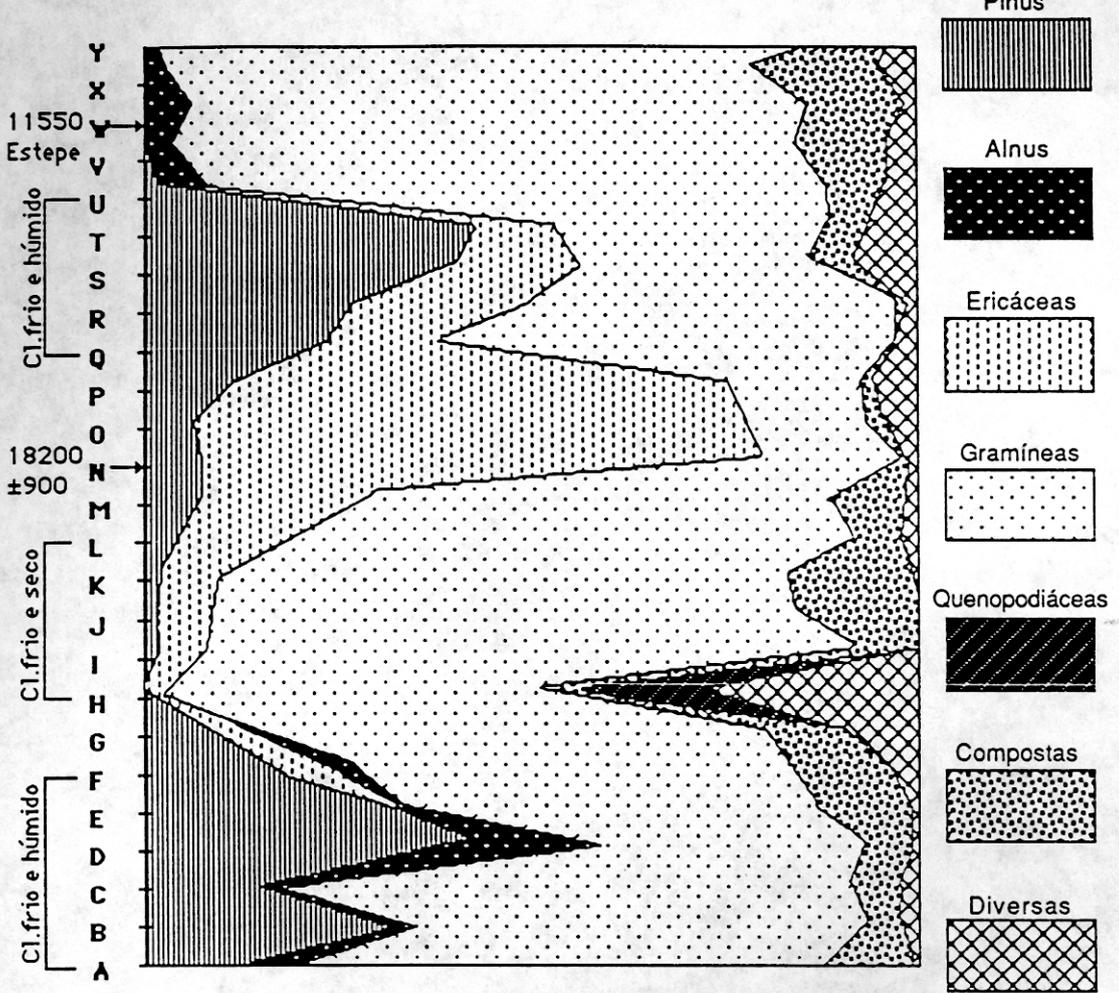


Fig. 6: Diagrama polínico de Mougas (km 67, C.550)
 Segundo H. Nonn (1966), modificado

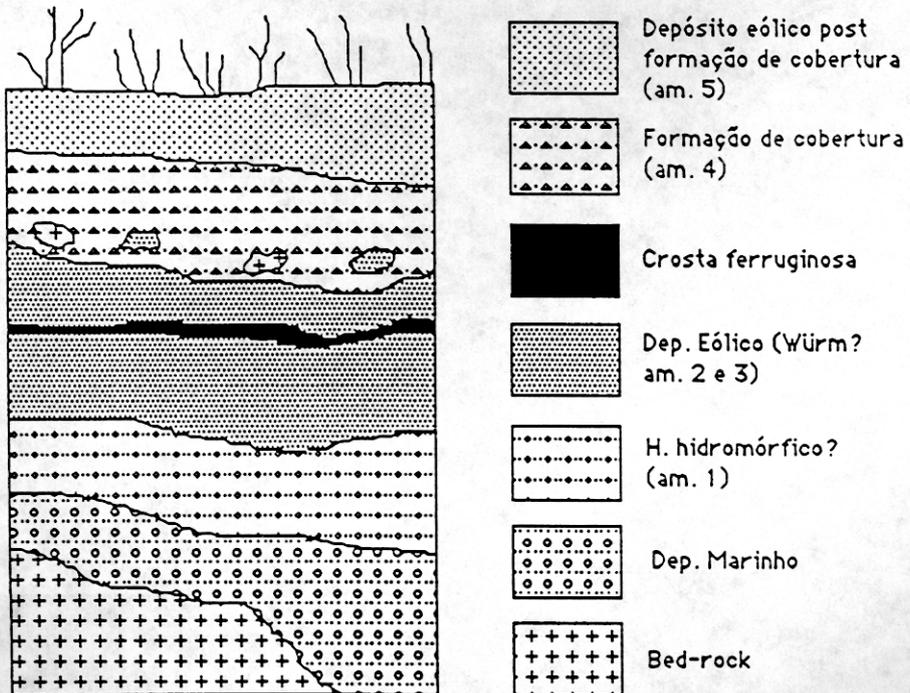


Fig. 7: relações estratigráficas no corte de Salgueiros