

MARIA ASSUNÇÃO ARAÚJO

*Universidade do Porto*

## A FORMAÇÃO «ARENO-PELÍTICA DE COBERTURA»

ALGUNS RESULTADOS DUM ESTUDO PRELIMINAR

*«— Mas o senhor é geógrafo!*

*— Pois sou, disse o geógrafo, mas não sou explorador.  
(...) — As geografias são os livros mais preciosos  
que há. Nunca passam de moda. É raro que uma  
montanha mude de sítio. É raro também que um  
oceano se esvazie. Nós escrevemos coisas eternas.»*

ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY

«O Príncipezinho»

À memória do Mestre que sempre lutou contra esta caricatura de geógrafo e nos ensinou:

- a dúvida metódica sobre todas as aparências;
- a dialética dos processos e do devir histórico sobre a esclerose das fórmulas feitas;
- o recurso à observação e investigação pacientes sobre as modas brilhantes mas vazias de sentido.

### I — INTRODUÇÃO

Na coluna estratigráfica de algumas das cartas geológicas do litoral compreendido entre Caminha e Aveiro vem referida uma formação designada de «areno-pelítica de cobertura». Isso acontece nas folhas do Porto (1957), Espinho (1962), Caminha (1962), Ovar (1963) e Póvoa de Varzim (1965). Não sucede, porém, nas fôlhas de Barcelos (1965), Viana do Castelo (1970) e Aveiro (1975).

A forma de representação deste depósito e a sua extensão espacial também variam, como veremos:

Folha do Porto (9-C) — Grandes áreas próximo do aeroporto de Pedras Rubras. A Norte deste, manchas mais limitadas. Em ambos os casos relacionadas exclusivamente

com «calhaus dispersos de praias ou terraços desmantelados». Uma mancha extensa a Ocidente da Rotunda da Boavista, cobrindo o nível de terraço dito Q1. Afloramentos mais pequenos a Sul do Douro, relacionados também com aquele nível de terraço.

Folha de Espinho (13-A) — Manchas muito dispersas apresentando um notável paralelismo com os contornos dos depósitos de praias antigas e sobrepondo-se a todos os níveis considerados, desde os P' até aos Q4a.

Folha de Caminha (I-C) — Apenas se encontra cartografado um afloramento (cerca de 100 × 50 m), cobrindo a cascalheira de terraço sobre o túnel de Gondarém.

Folha de Ovar (13-C) — Na notícia explicativa fala-se da existência de «uma cobertura mais ou menos espessa sobre os depósitos de praia ou sobre os terrenos antigos». E acrescenta-se que «a sua delimitação é difícil». Talvez por isso mesmo, aquele depósito de cobertura apenas é representado a Norte da povoação de Ovar.

Folha da Póvoa de Varzim (9-A) — Diz-se na notícia explicativa: — «estes depósitos assentam quer sobre o soco metamórfico-granítico, quer sobre areias e cascalheiras de praias antigas». E ainda, «estes depósitos estão, no geral, ligados a superfícies aplanadas, impressionantes pela regularidade e extensão».

Folha de Barcelos (5-C) — Não foi cartografada qualquer mancha da formação areno-pelítica. Também não há referências a este depósito na notícia explicativa correspondente.

Folha de Viana do Castelo (5-A) — Na notícia explicativa refere-se a recolha de amostras da formação areno-pelítica por L. Berthois na área desta folha (forte da Areosa e praia a Norte de Âncora), bem como os resultados das respectivas análises. Aparentemente, aquela formação estaria relacionada com o depósito de praia antiga de 5-10 m (Q4b). Todavia, não foi cartografada nenhuma mancha da cobertura areno-pelítica na área desta carta.

Folha de Aveiro (16-A) — A formação de cobertura apenas é referida na notícia explicativa do seguinte modo: — «sobre estes depósitos (de praias antigas) repousa, quase sempre, cobertura areno-pelítica fina, amarelada, às vezes espessa».

Da análise que acaba de ser feita concluímos que a representação da cobertura areno-pelítica variou consideravelmente ao longo do tempo. Poderemos, talvez, segmentar essa evolução em 3 momentos distintos:

- 1 — Manchas ligadas exclusivamente a um determinado nível de terraço (Q1) ou a «calhaus dispersos de praias e de terraços». Este momento poderá ser ilustrado com o caso da carta 9-C (Porto).
- 2 — Manchas sobreponíveis a todos os níveis de terraço, normalmente de contornos paralelos aos contornos daqueles.
- 3 — A cartografia da formação de cobertura reduz-se muito e acaba por ser eliminada (nas cartas mais recentes). Entretanto as notícias explicativas indicam que a formação areno-pelítica repousa quer sobre o soco, quer sobre areias ou cascalheiras de terraço.

Aparentemente há um momento de grande interesse na representação da cobertura areno-pelítica. Ele parece relacionar-se com a publicação dum artigo de L. Berthois<sup>1</sup>, em que este, estudando amostras recolhidas em Âncora, Areosa e Gondarém concluiu da existência de dois tipos de *limon*:

- «Tipo 1 — Com elementos grosseiros: formação continental, eminentemente autóctone, podendo apresentar fracos sinais de remeximento devidos à escorrência superficial.
- Tipo 2 — Sem elementos grosseiros: provavelmente produto da lexivização das formações precedentes com a possibilidade de aportes locais muito restritos».

Quanto ao progressivo apagamento da importância da formação de cobertura nas cartas geológicas mais recentes talvez possamos alvitrar algumas razões:

— A formação areno-pelítica aparece com espessuras muito variáveis, sobre depósitos ou sobre o *bed-rock*. Sendo um depósito de cobertura, ela é a primeira a ser perturbada ou a desaparecer por acção erosiva ou por intervenção antrópica. Deste modo, fazer uma cartografia exhaustiva e correcta seria uma tarefa demasiado longa e provavelmente sem um interesse excepcional.

<sup>1</sup> «Contribution à l'étude des limons de la région Nord du Portugal».

## II — MÉTODOS E PROCESSOS DE TRABALHO

Tratando-se de uma formação frequentemente associada com os depósitos de terraços marinhos, cujo estudo nos propomos realizar,

Referênc	LOCALIZAÇÃO	COTA	%Gross.	%Areias	%Silt	%Argila	Mediana φ mm	Moda mm φ	QD φ	So		
A 11*	Vilar do Paraíso: Sobre depósito não marcado na carta geológica	100m	17.78	57.8	9.59	14.81	0.3	0.81	1	0φ	1.45	2.75
A 17	Valadares: Depósito compacto. Recolha superficial	12m	0.46	52.49	15.52	31.51	1.6	0.33	0.25	2φ	0.85	1.85
A 18	Madalena: Depósito compacto. Recolha superficial	6m	2.32	22.29	26.39	50.97	3.1	0.11	0.062	4φ	0.95	1.97
A 19*	Praia de Valadares: sobre depósito do nível de 1-2 metros	2-3m	2.69	66.79	8.69	21.81	1.4	0.38	0.25	2φ	0.7	1.65
A 20*	Praia do Castelo do Queijo: base da cobertura. Sobre depósito de 1-2 metros	2-3m	15.27	68.32	6.00	10.32	0.25	0.84	0.5	1φ	0.75	1.7
A 21*	Praia do Castelo do Queijo: topo da cobertura. Sobre depósito de 1-2 metros	2-3m	11.11	59.46	10.75	18.66	0.35	0.78	0.5	1φ	0.7	1.65
A 22*	Sampaio (Coimbrões): topo da cobertura. Sobre depósito do nível dito Q2	73m	1.7	42.12	25.99	30.16	2.7	0.155	0.062	4φ	1.5	2.85
A 23*	Coimbrões: base da cobertura, no contacto com depósito do nível dito Q1	80m	49.95	31.03	7.60	11.40	2.8	7	8	-3φ	1.9	3.75
A 24*	Picão (Coimbrões): recolhido muito próximo dum depósito, a 50 m	50m	63.46	20.03	5.90	10.58	5.1	34	32	-5φ	1.7	3.25
A 25	Lavadores: recolhida próximo da base, no contacto com o granito porfiróide	35m	11.33	52.56	14.65	21.45	1.4	0.37	0.25	2φ	1.33	2.55
A 26*	Lavadores: base da cobertura, no contacto do depósito dito de Q2	16m	39.99	24.27	18.91	16.47	2.7	6.5	16	-4φ	2.55	5.9
A 27	Paniceiro: topo de cobertura compacta e espessa desenvolvendo-se sobre "bed-rock"	45m	0.9	49.28	29.25	20.55	2.2	0.22	0.25	2φ	1.1	2.15
A 28	Lavadores: corte em arriba que separa nível de praia a 20m e sup. a 10m; -base s/bolas gran.porf	10m	22.11	54.13	14.81	8.93	0.8	0.58	0.25	2φ	1.6	3.05
A 29	Lavadores: mesma localização; nível intermédio, amarelado	10.5m	2.53	45.09	39.58	12.77	1.65	0.32	0.25	2φ	1.18	2.25
A 30	Lavadores: mesma localização; nível superior, escuro	11m	8.11	54.02	29.00	8.85	1.5	0.35	0.25	2φ	1.5	2.85
A 31*	Praia de Salgueiros: sobre depósito do nível dito Q4 <sup>a</sup>	15m	5.38	55.18	29.97	9.46	1.5	0.35	0.062	4φ	1.5	2.85

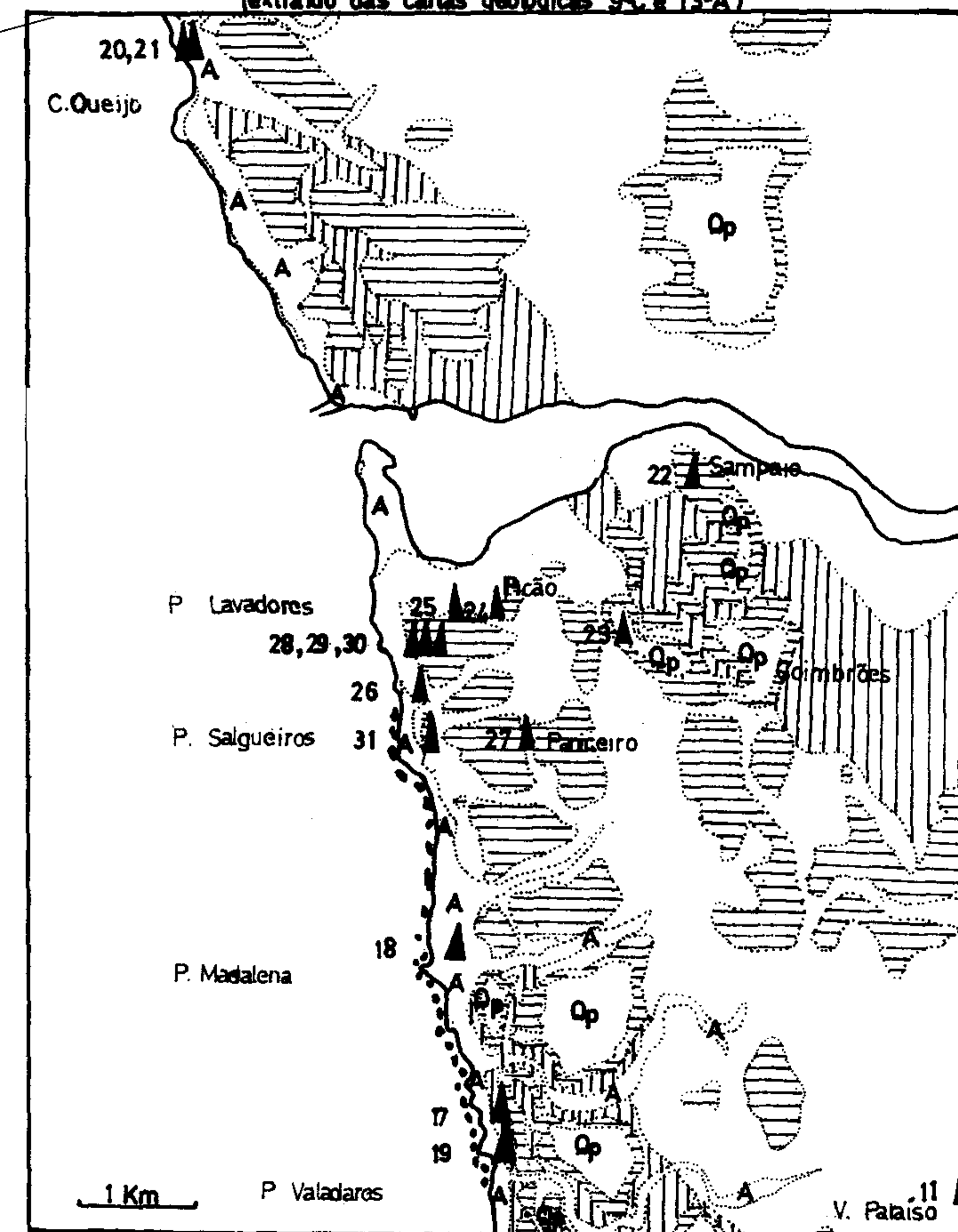
\*: formação de cobertura sobreposta a depósito de terraço

QDφ: desvio dos quartis =  $\frac{Q1 - Q3}{2}$ ; So: Coeficiente de calibragem (Trask) =  $\sqrt{\frac{Q1}{Q3}}$

fizemos um ensaio de aplicação de alguns métodos sedimentológicos ao estudo da formação areno-pelítica de cobertura.

Com esse objectivo recolhemos 16 amostras, das quais 9 ficavam sobrepostas a depósito de terraços marinhos (marcadas com \* no Quadro-resumo). Nas restantes 7 amostras não há uma relação de proximidade imediata com afloramentos de depósitos de praia ou de terraço. A sua localização é referenciada na fig. 1.

ESBOÇO GEOLÓGICO E MAPA DE LOCALIZAÇÃO (fig.1)  
(extraído das cartas geológicas 9-C e 13-A)



- Holocénico **A** Areias de praia e de duna; aluviões, aterros
- Plio-  
-Pleistocénico **Qp** Formação areno-pelítica de cobertura
- ▨** Praias antigas e terraços fluviais
- ▨▨▨** Gneisses, migmatitos, micaxistos, xistos luzentes
- Granitos (do Porto e porfiróide)

### A — Análise granulométrica

A fracção argilosa das amostras foi separada por decantação, e posteriormente filtrada e seca. O restante material foi submetido, depois de seco na estufa, a 10-12 minutos de peneiramento. Os elementos retidos no peneiro de 4 mm foram classificados através duma craveira graduada sucessivamente nas aberturas de 32 mm, 16 mm e 8 mm.

Foram calculadas as percentagens correspondentes às seguintes fracções:

Fracção grosseira — diâmetros entre 2 e 16 mm (cascalho) e acima de 16 mm (calhaus);

Fracção arenosa — diâmetros inferiores a 2 mm e superiores a  $62 \mu$ ;

Fracção fina — diâmetros inferiores a  $62 \mu$ . Engloba silte e argila.

Com esses dados construiu-se um diagrama triangular (fig. 2).

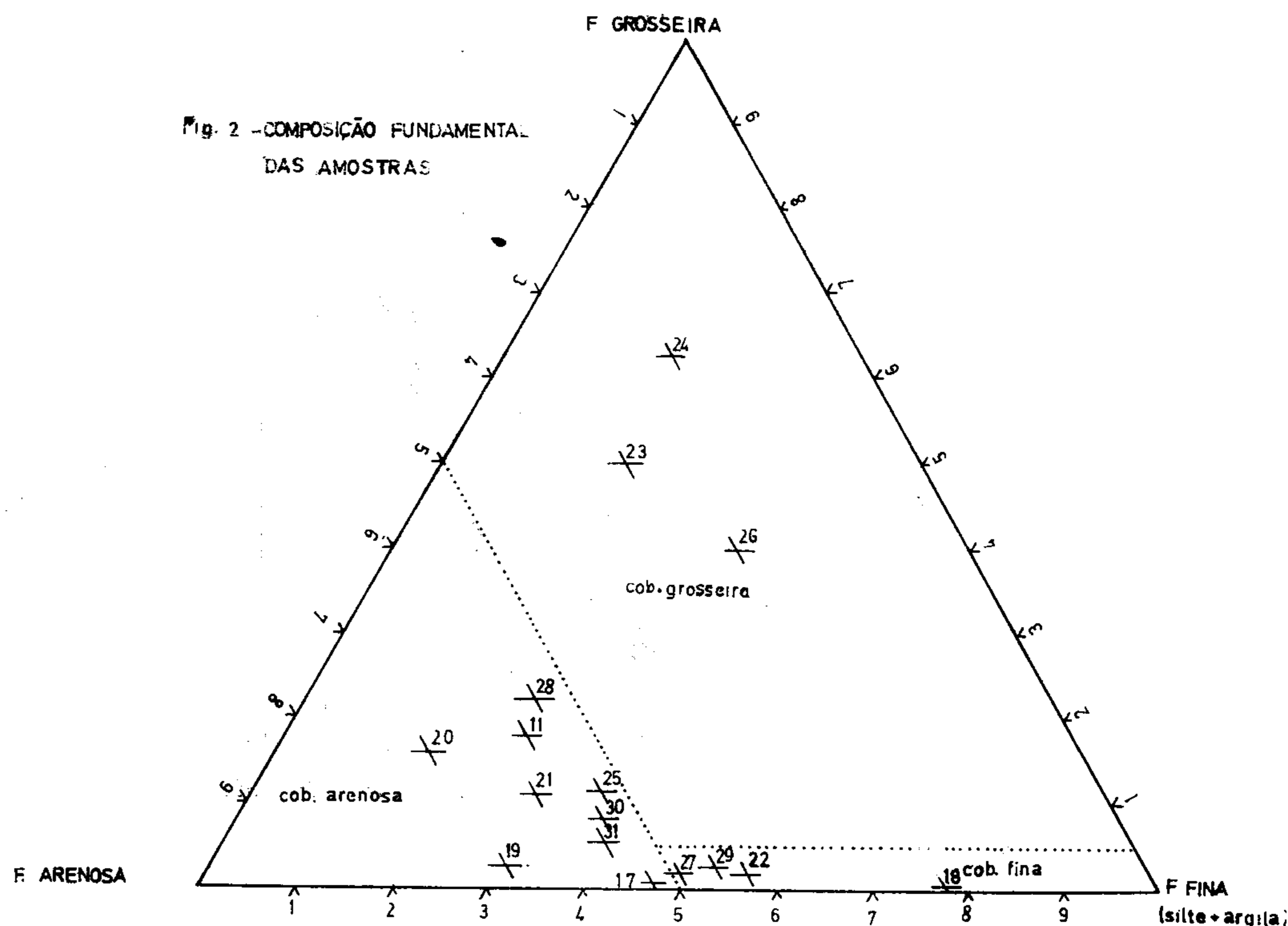
Numa primeira análise pode notar-se que:

- 1 — 3 amostras se destacam do conjunto, aproximando-se do vértice dos elementos grosseiros (23, 24 e 26); todas elas se sobrepunham a depósitos de terraço<sup>2</sup>.
- 2 — há uma área entre 70 e 50% de percentagem de fracção arenosa onde se localizam 9 amostras (28, 20, 11, 21, 25, 30, 31, 19 e 17). A maioria foi recolhida sobre depósitos de terraço; a 28 e a 25 na base da formação de cobertura, no contacto com o *bed-rock*; a amostra n.º 30 na parte superior dum corte de cerca de 1,5 m, apanhando 3 níveis diferentes da formação de cobertura (28 e 29 correspondem respectivamente aos níveis inferior e médio desse corte); e a n.º 17 numa posição superficial onde não era possível ver o substrato.
- 3 — as amostras n.º 27, 29, 22 e 18 formam um grupo com mais de 50% de silte e argila e com um aspecto compacto em observação de campo, situando-se, todas elas, a uma certa distância (na horizontal ou na vertical) de depósitos de terraço.

Atendendo à razoável definição com que nos aparecem as diferentes áreas, há motivos para distinguir 3 tipos de depósito de cobertura.

<sup>2</sup> Ao longo deste trabalho considera-se que o termo «terraço» pode aplicar-se a formas e a depósitos de origem fluvial, marinha e, ainda, fluvio-marinha. Sendo assim, a expressão «terraço marinho» é equivalente à de «praia antiga».

As respectivas áreas estão delimitadas na fig. 2, a ponteados. Os limites aqui definidos são, evidentemente, provisórios, tendo em conta o número ainda reduzido de amostras analisadas.



Tipo grosseiro — predomínio dos elementos de diâmetro superior a 2 mm; menos de 50% de areias;

Tipo arenoso — mais de 50% de areias;

Tipo fino — mais de 50% de silte e de argila.

Com os resultados da análise granulométrica da fracção de diâmetro superior a  $62 \mu$  construíram-se curvas cumulativas (fig. 3).

Os depósitos correspondentes ao tipo grosseiro destacam-se nitidamente dos restantes — curvas 23, 24 e 26<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> A representação conjunta de elementos bastante grosseiros e da fracção arenosa perturba o aspecto das curvas. Porém, essa coexistência de materiais de calibres tão variados, corresponde a uma das características essenciais dos depósitos de tipo grosseiro e, por isso, se optou pela inclusão das 2 fracções nas curvas.

O mesmo sucede com as curvas das amostras n.º 18, 22, 27. A n.º 29, embora possuindo uma percentagem de fracção fina escassa-mente superior a 50% (o que nos leva a incluí-la nos depósitos de tipo fino), apresenta um máximo importante nas areias compreendidas

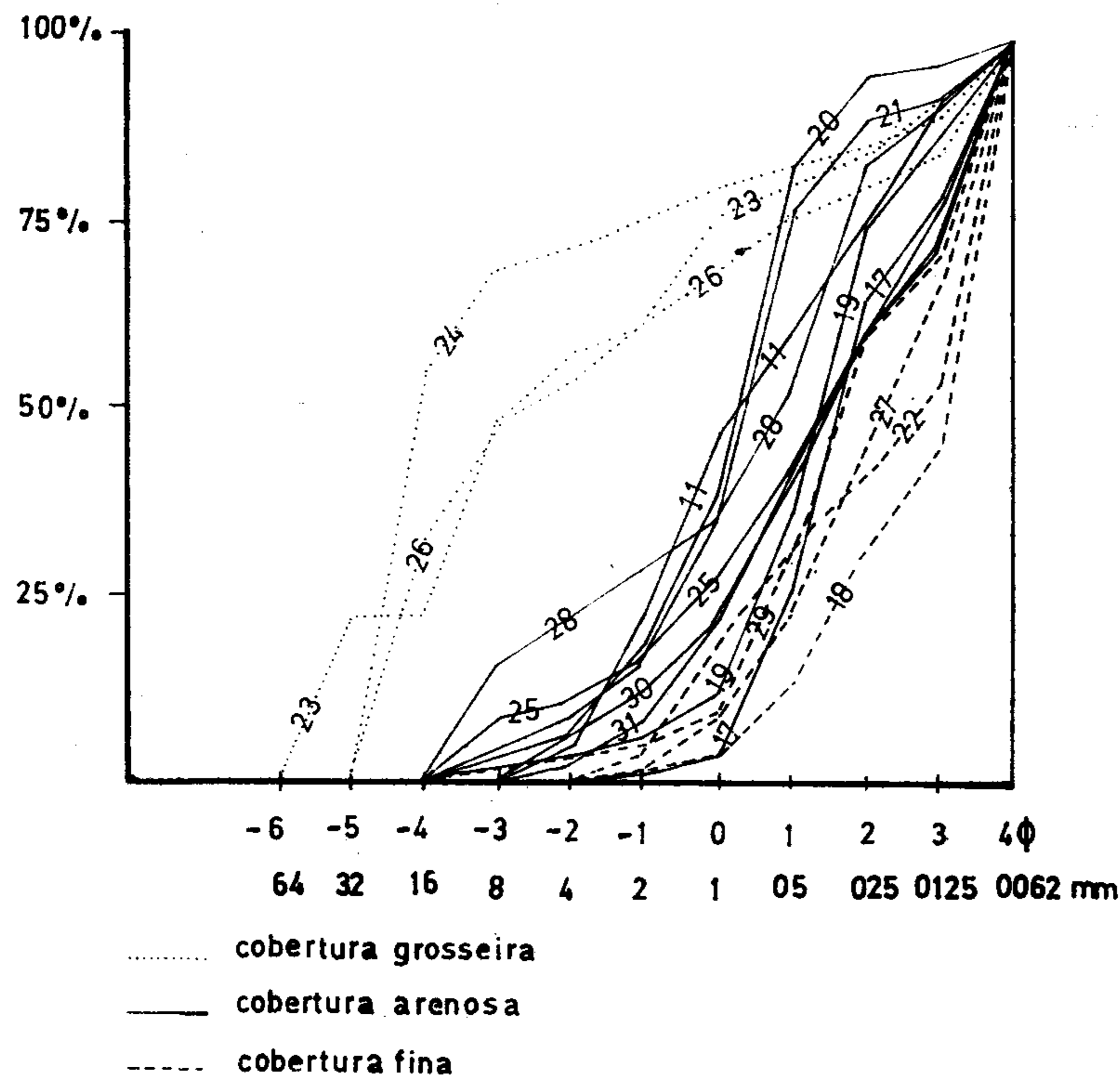


FIG 3 : CURVAS CUMULATIVAS DA FRACÇÃO  $\geq 0,062$  mm

entre 1 mm e 0,5 mm. Esse facto dá à sua curva cumulativa um aspecto que a aproxima das que representam depósitos de tipo arenoso.

As curvas dos depósitos de tipo arenoso mostram bastantes semelhanças entre si. Quase todas têm máximos entre 1 mm e 0,25 mm. Na amostra 11 predominam, porém, areias mais grosseiras. As curvas n.º 17, 25, 24 e 31 são tão análogas no seu sector terminal que os seus ramos só dificilmente se individualizam.

Por falta do adequado equipamento laboratorial não foi possível analisar a fracção inferior a  $62 \mu$ , o que impede que estas curvas traduzam a composição global das amostras. Esta questão é relevante sobretudo no caso de amostras com predomínio de elementos finos,

em que a fracção quantitativamente mais importante não pôde ser representada.

No sentido de traduzir numa forma mais perceptível a composição granulométrica dos vários tipos de depósitos estudados, elaboraram-se os histogramas da fig. 4.

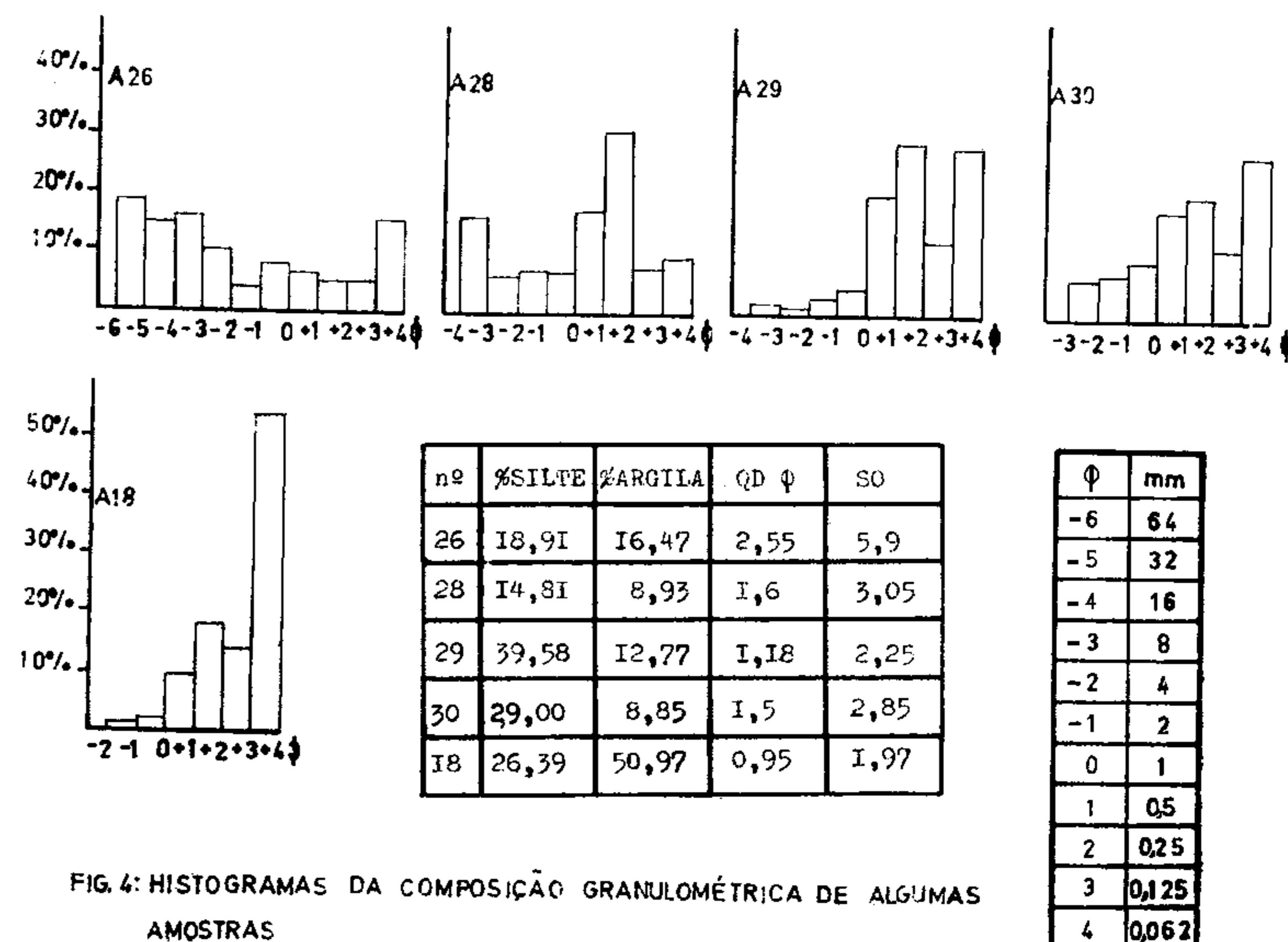


FIG. 4: HISTOGRAMAS DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE ALGUMAS AMOSTRAS

A amostra n.º 26 está incluída (figs. 2 e 3) nas formações de tipo grosseiro, tendo sido recolhida próximo do contacto entre o depósito de cobertura e um terraço marinho a que aquele se sobrepõe. O histograma mostra a existência de uma grande percentagem (57,67% do material de calibre superior a  $62 \mu$ ), correspondendo à fracção de mais de 4 mm de diâmetro ( $-2\phi$ ). Encontra-se ainda um pequeno máximo secundário nas areias de 2 mm a 1 mm ( $-1\phi$  a  $0\phi$ ). Finalmente esboça-se um novo máximo nas areias muito finas ( $125 \mu$  a  $62 \mu$ ). Quanto aos materiais grosseiros, eles compreendem, essencialmente, elementos bem rolados, decerto provenientes do remeximento numa parte do depósito subjacente.

As amostras n.º 28, 29 e 30 correspondem a uma sequência (numerada da base para o topo), dentro do mesmo corte. Como se pode ver no diagrama da fig. 2, a amostra n.º 28 (base do corte) é a mais grosseira das amostras do tipo arenoso; a n.º 29 inclui-se nos depósitos de tipo fino e, no topo do corte, encontramos de novo uma formação

essencialmente arenosa. Apesar de se incluírem em áreas diferentes do diagrama, há apenas uma diferença de 9% entre as mais ricas (n.º 28 e n.º 30) e a mais pobre em elementos arenosos (n.º 29).

Voltando à observação dos histogramas da fig. 4, verificamos que a amostra mais grosseira é a da base do corte (n.º 28), seguindo-se-lhe a do topo (n.º 30). A mais fina do conjunto é a do nível intermédio. Além disso, a n.º 30 apresenta analogias quer com a base do corte (um máximo nas areias de 500 a 250  $\mu$ ), quer com o nível a que se sobrepõe (n.º 29), já que ambas possuem um máximo nas areias de 125 a 62  $\mu$ .

A amostra n.º 18 é a mais fina do grupo representado nos histogramas<sup>1</sup>. A fracção superior a 2 mm é muito pouco importante. Existe um máximo secundário nas areias de 500  $\mu$  a 250  $\mu$  e predominam as areias muito finas (54% da fracção superior a 62  $\mu$ ).

Em síntese, a acreditar na representatividade das amostras estudadas, a formação areno-pelítica de cobertura:

- 1 — apresenta sempre um máximo nas areias muito finas (125 a 62  $\mu$ ),
- 2 — possui normalmente um outro máximo que se situa com frequência entre 500 e 250  $\mu$ , mas que também pode corresponder a areias muito grosseiras (2 a 1 mm),
- 3 — muitas vezes tem uma percentagem apreciável de elementos grosseiros (cascalho e mesmo calhaus).

Se compararmos os valores do desvio dos quartis (QD $\emptyset$ ) das amostras em questão, verificamos que há uma relação entre a calibragem e o predomínio de certos tipos de elementos. Assim, a amostra mais fina é também a mais bem calibrada (n.º 18). A mais grosseira (n.º 26) é a mais mal calibrada. As restantes seguem a mesma regra: quanto mais grosseiras maiores desvios apresentam.

A existência de muitos elementos grosseiros parece relacionar-se com a proximidade dum depósito rico nesse tipo de materiais ou com a sobreposição ao *bed-rock*, como poderá concluir-se da análise do Quadro-resumo, se compararmos os valores da mediana com a localização das amostras. Sendo assim, os elementos grosseiros terão provavelmente uma origem local.

<sup>1</sup> As amostras representadas nos histogramas foram seleccionadas no sentido de dar uma visão o mais completa possível da variedade de depósitos estudados.

Quer as curvas cumulativas, quer os histogramas de frequência, demonstram que a formação areno-pelítica de cobertura é essencialmente polimodal, tendo sempre 2 ou mais máximos de frequência, o que indica a mistura de materiais com origens diversas.

A fraca calibragem destes depósitos indica a impossibilidade de um transporte por via aquosa ou eólica, indiciando fenómenos do tipo da solifluxão<sup>1</sup>, ou até, atendendo ao predomínio, na base de muitos cortes, de calhaus com o eixo maior próximo da vertical, a formações eventualmente ligadas a um ambiente periglacial<sup>2</sup>.

#### B — *Composição mineralógica da fracção compreendida entre 4 mm e 250 $\mu$*

No sentido de tentar definir a origem dos materiais da formação areno-pelítica de cobertura, fez-se um ensaio de identificação dos minerais presentes na fracção acima referida. As amostras a analisar foram escolhidas depois de um estudo morfoscópico prévio (referido em 11-C) e a sua selecção foi feita de molde a representar uma amostragem que traduzisse a variedade dos depósitos estudados.

Com esse objectivo, os materiais retidos nos peneiros correspondentes àqueles calibres foram observados através duma lupa binocular com a ampliação de 20 $\times$ . Abaixo de 250  $\mu$  a identificação das partículas minerais tornava-se muito difícil, visto não se dispôr de ampliação suplementar.

Os resultados percentuais desta análise foram representados nos gráficos da fig. 5. O caso mais simples diz respeito à amostra n.º 27 cuja composição é exclusivamente de grãos de quartzo e de agregados<sup>3</sup> e cuja representação, por esse motivo, se traduz por um traçado simétrico. Verifica-se que se atinge o máximo de percentagem de agre-

<sup>1</sup> Já Berthois concluía «que estava em presença de formações autóctones constituídas por materiais de alteração do substrato, que foram afectadas por deslocamentos de relativamente fraca amplitude, provavelmente sob uma forma de escoamento mais ou menos fluído em que os elementos finos, impregnados de água, formavam uma espécie de lubrificante permitindo um deslocamento quase sem choques, logo quase sem desgaste, dos elementos mais grosseiros». (L. Berthois, *ob. cit.*).

<sup>2</sup> J. TRICART e A. CAILLEUX: *Le modelé des régions périglaciaires*, p. 145, fig. 43.

<sup>3</sup> Estes agregados são constituídos por partículas siliciosas ligadas por um cimento em regra argilo-siltoso e, mais raramente, ferruginoso.

gados nos materiais retidos no peneiro de 1 mm. Esse valor diminui rapidamente fazendo aumentar a percentagem de grãos de quartzo.

Curiosamente, verifica-se o mesmo no caso da amostra n.º 19. Tudo se passa como se, nestas amostras, a dimensão óptima para a conservação destes agregados (muitos deles extremamente frágeis) correspondesse àqueles calibres. Porém, na amostra n.º 19 encontramos alguns grãos de xisto e de feldspato, o que se relaciona com a

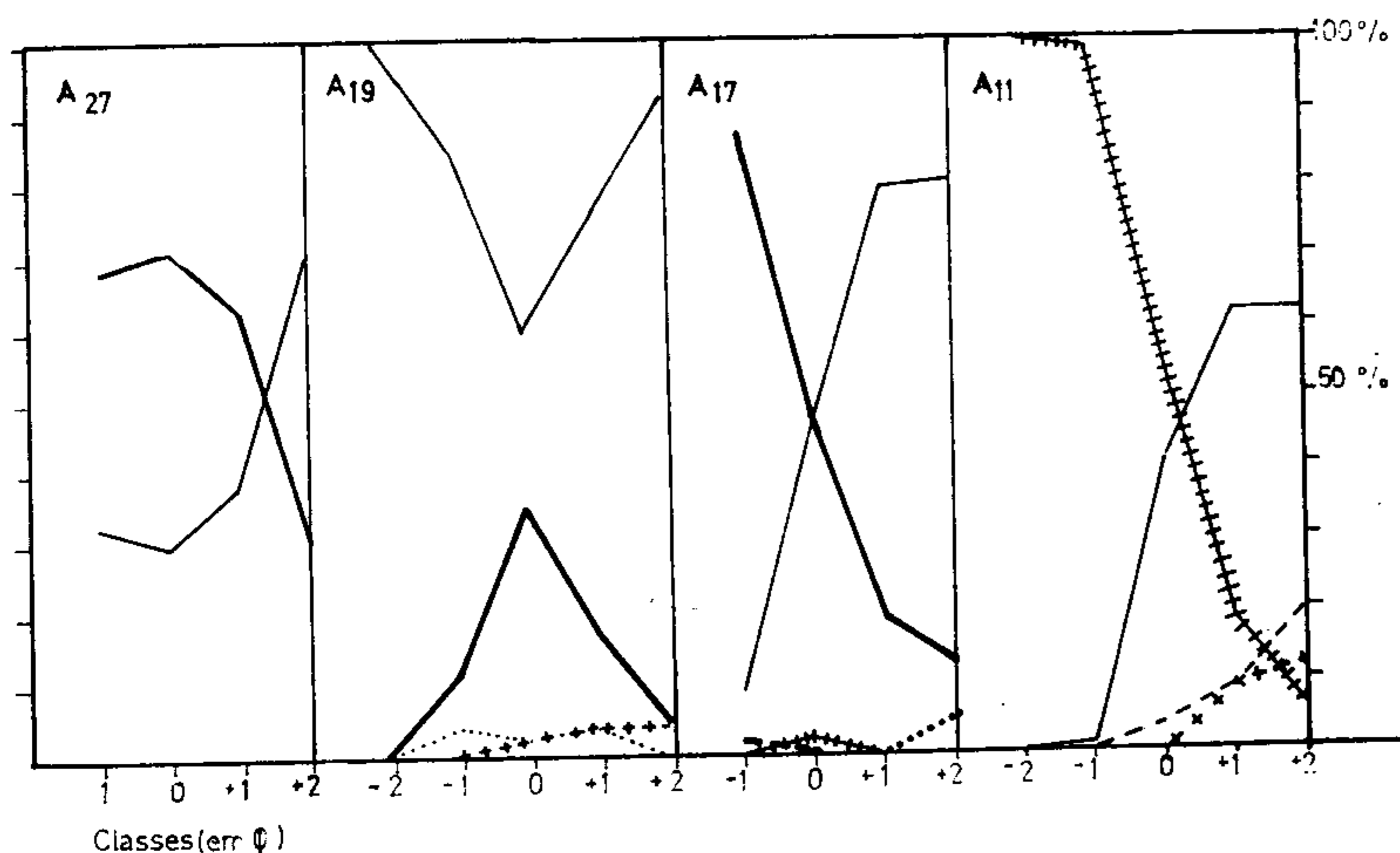


Fig 5 - Composição mineralógica de algumas amostras

— quartzo  
 - - - agregados  
 + + + + + grãos poliminerais  
 + + + + + feldspato  
 - - - - - mica  
 ..... xisto  
 ..... mineral negro  
 - - - - - quartzo

proximidade do soco xisto-migmatítico e parece demonstrar a inexistência dum quimismo muito intenso que teria destruído os feldspatos. O grande predomínio dos grãos de quartzo poderia, talvez, explicar-se atendendo a que este depósito se sobrepõe a um arenito de praia<sup>1</sup>, previamente enriquecido em elementos siliciosos que este poderia ter fornecido ao depósito de cobertura.

Na amostra n.º 17 verifica-se um grande predomínio dos agregados nas maiores dimensões, decrescendo muito rapidamente a sua per-

<sup>1</sup> Esse arenito, situado pouco acima do nível médio do mar e coberto pela formação areno-pelítica, corresponde ao depósito descrito na notícia explicativa da carta de Espinho como pertencente a um nível de praia de 1-2 m e que tenho encontrado em vários pontos do litoral a Norte de Espinho.

centagem, o que corresponde a um aumento da percentagem de grãos de quartzo. Ainda neste caso, aparece um mineral negro em grãos bem rolados, cuja frequência aumenta nas menores dimensões (seria de 8,5% na fracção <125 μ, não representada na figura).

A amostra n.º 11 apresenta o espectro mineralógico mais original. Com efeito, os elementos de maiores dimensões são exclusivamente grãos poliminerais, resultantes da fragmentação de um granito biotítico (decerto aquele que constitui o *bed-rock* local). Na fracção superior a 1 mm já 40% dos elementos são siliciosos, mas aparece também mica negra (cuja percentagem atinge 20% na fracção de mais de 250 μ). Os feldspatos fazem a sua aparição nas dimensões de 500 μ e a sua frequência atinge 12% nos grãos ≥250 μ. Tudo indica, portanto, tratar-se dum depósito resultante, sobretudo, de um processo de desagregação mecânica de um granito. O clima existente aquando da formação do depósito não seria muito propício à alteração química, pois doutro modo os grãos de feldspato ter-se-iam alterado.

### C — Análise morfoscópica

Atendendo à grande frequência dos grãos de quartzo na composição mineralógica da generalidade das amostras estudadas, e ainda ao interesse que o estudo da forma e do estado de superfície dos grãos de quartzo apresenta, no sentido de se determinarem as condições de formação e de evolução dum depósito, tentou-se fazer uma análise morfoscópica de parte da fracção arenosa da cobertura areno-pelítica.

De acordo com as indicações contidas em A. Cailleux e J. Tricart<sup>1</sup>, estudaram-se os grãos de quartzo retidos nos peneiros de 250 e de 500 μ. Como todas as amostras se apresentavam muito sujas por materiais de cor ocre ou acastanhada, as fracções escolhidas foram previamente tratadas com ácido clorídrico, a quente, e posteriormente lavadas e secas. Depois disso foram observadas à lupa binocular com uma ampliação de 20×, sobre um fundo negro despolido. Utilizaram-se para a sua caracterização os critérios e uma ficha contidos num trabalho do Professor G. Soares de Carvalho, publicado em 1966<sup>2</sup>.

Classificaram-se entre 67 e 88 grãos das 2 classes granulométricas escolhidas, nas 16 amostras estudadas. Na ficha acima referida cada

<sup>1</sup> *Initiation à l'étude des sables et des galets.*

<sup>2</sup> «Índices de forma de grãos de areia e a morfoscopia das areias das praias do litoral de Angola».

grão é representado por um traço situado no cruzamento dum linha (que o caracteriza sob o ponto de vista do aspecto de superfície), com uma coluna (referente ao seu grau de arredondamento).

Quanto ao grau de arredondamento, os grãos foram classificados dentro dos seguintes tipos: muito angulosos(MA), angulosos(A),

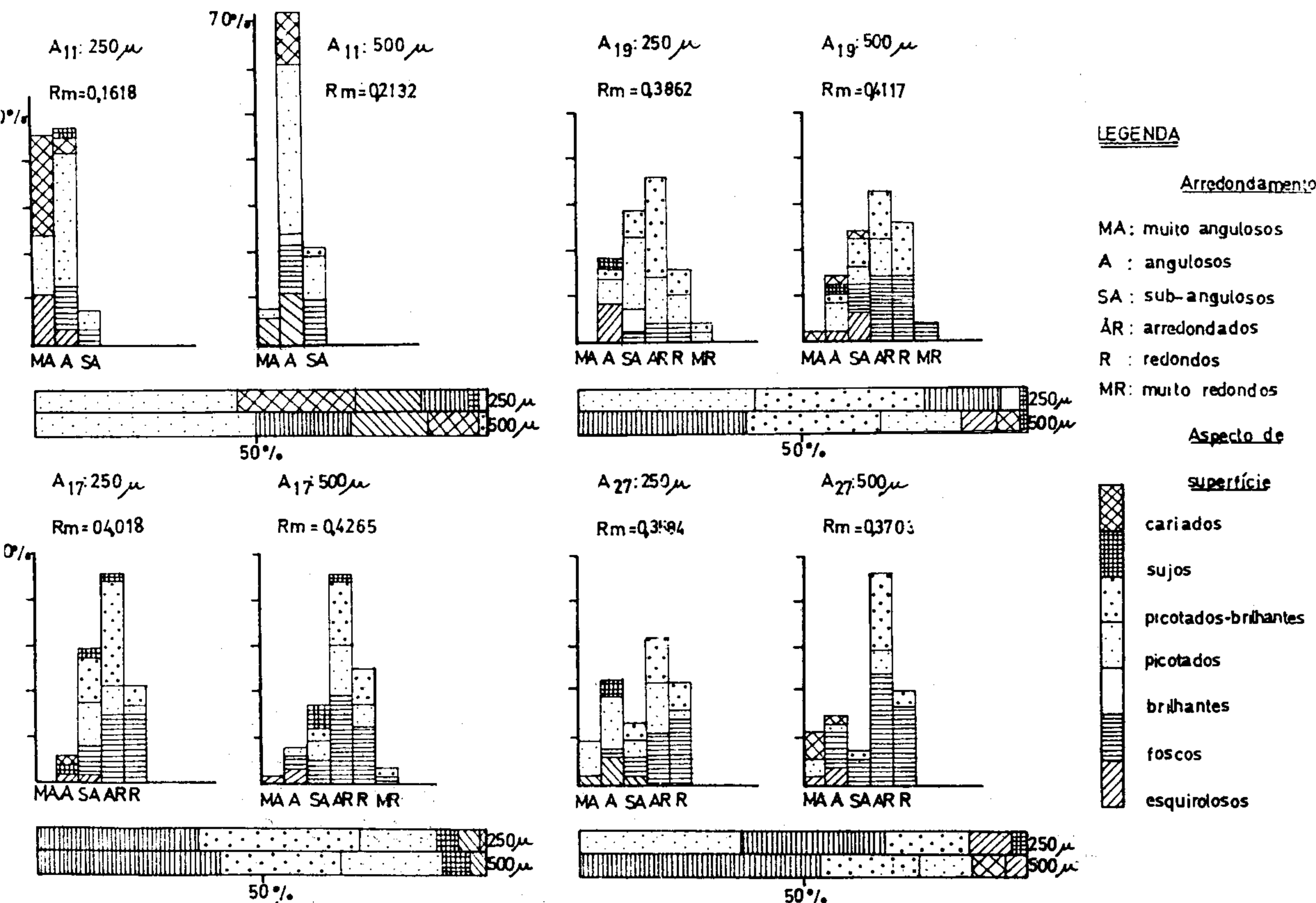


FIG.6: ESPECTRO MORFOSCÓPICO DE ALGUMAS AMOSTRAS

sub-angulosos(SA), arredondados(AR), redondos(R) e muito redondos (MR). No que diz respeito ao aspecto de superfície, eles foram considerados com esquirolas(E), foscos(F), brilhantes(B), picotados(P), picotados-brilhantes(PB), sujos(S) e ainda cariados(C) <sup>1</sup>.

Elaboraram-se histogramas do tipo dos da fig. 6. Deter-

minou-se o grau de arredondamento médio (Rm) aplicando a fórmula:

$$Rm = \frac{\sum(r \cdot x \cdot n)}{N}$$

em que «r é o ponto médio da classe, N é o número total de grãos de areia e n é a frequência absoluta das partículas ou grãos de areia atribuídos a cada classe» <sup>1</sup>.

Este trabalho permitiu verificar:

— a complexidade do espectro morfoscópio dos grãos de quartzo da formação areno-pelítica de cobertura;

— a existência de muitos grãos intermédios. Encontram-se, por exemplo, muitos grãos esquirolados-picotados ou com um aspecto fosco, em que, todavia, o relevo da superfície conserva as esquirolas originais. Porém, a multiplicação das categorias respeitantes ao aspecto de superfície complicaria, quiçá exageradamente, a tipologia dos grãos, pelo que, nesses casos intermédios se escolheu a característica que pareceu ser mais relevante, exceptuando no caso dos grãos PB cuja frequência justifica plenamente a constituição dum categoria à parte.

De tudo o que foi dito é fácil concluir da possibilidade de um certo subjectivismo na apreciação do aspecto de superfície dos grãos. Procurou-se ultrapassar esse problema através da repetição desta análise num número mais reduzido de amostras que foram seleccionadas partindo dos histogramas acima referidos, na tentativa de representar as variedades existentes sob o ponto de vista da morfoscopia. Fez-se um novo ensaio de identificação do grau de arredondamento e do aspecto de superfície dos grãos, em moldes idênticos aos já referidos. Estudaram-se entre 51 e 64 grãos. Dir-se-á que o número é insuficiente. Todavia, a experiência demonstrou que pode haver uma modificação inconsciente de critérios quando o exame morfoscópio se dilata por vários dias, o que é inconveniente sobretudo se se pretende fazer um estudo comparativo. Por outro lado parece ser pertinente a observação de J. Tricart e A. Cailleux no sentido de que, a partir de um certo número de grãos identificados, a fadiga leva a cometer erros que podem ser mais importantes do que o ganho obtido em pre-

<sup>1</sup> Embora não considerados na classificação usada por G. Soares de Carvalho, este tipo de grãos vem referido no texto de J. TRICART e A. CAILLEUX, *Initiation à l'étude des sables et des galets* na p. 72.

<sup>1</sup> G. SOARES DE CARVALHO, *ob. cit.*

O arredondamento médio das diferentes classes de grãos seria de: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,85 respectivamente para os grãos MA, A, SA, AR, R, MR.



cisão estatística<sup>1</sup>. Além disso, as amostras tinham sido previamente estudadas, o que possibilitou a confirmação ou infirmação dos resultados obtidos no 2.º ensaio de análise morfoscópica, além de que o treino adquirido permitiu ultrapassar parte das dificuldades acima referidas.

Com os resultados desta nova contagem construíram-se os histogramas representados na fig. 6.

A amostra n.º 11 é aquela em os índices de arredondamento médio são mais baixos. Os grãos  $\geq 250 \mu$  são fundamentalmente picotados ou cariadados. Os grãos  $\geq 500 \mu$  são sobretudo picotados e foscos. A percentagem de grãos esquirolosos vem apenas em 3.º lugar, em ambos os casos. Aparentemente, trata-se dum depósito em que o desgaste mecânico dos grãos de quartzo terá sido pouco intenso, sobretudo nos de menores dimensões. Porém, há indícios de ataque químico que são dados pela elevada percentagem de grãos picotados e foscos. De facto, há que distinguir entre «um fosco eólico» incidindo em grãos bem rolados e «um fosco pedológico», que pode atingir elementos angulosos, como os da amostra em questão<sup>2</sup>. A composição mineralógica e os resultados da análise morfoscópica parecem indicar uma origem a partir dum granito biotítico, sobretudo por desagregação granular, tendo os materiais resultantes sofrido um transporte, talvez sob a forma lamacenta, sobrepondo-se então a um depósito de terraço.

A amostra n.º 19 apresenta, nos grãos  $\geq 250 \mu$  uma grande percentagem de elementos picotados, muitos deles sub-angulosos, o que poderia indicar um ataque químico incipiente sobre materiais com pouco desgaste mecânico. A elevada percentagem de picotados-brilhantes, sobretudo dentro dos grãos arredondados, indicaria, por sua vez, que o mesmo ataque químico se teria exercido sobre elementos que poderiam ter sido inicialmente arredondados-brilhantes, convertendo-os em arredondados-picotados-brilhantes. A elevada percentagem de grãos foscos, sobretudo dentro dos arredondados e redondos, na fracção de diâmetro  $\geq 500 \mu$ , sugere uma possível origem eólica para esses elementos.

É de notar que é justamente nas dimensões de 0,7 mm (incluídas, portanto nesta classe) que A. Cailleux e J. Tricart<sup>3</sup> dizem encontrar-se, com maior probabilidade, grãos «ronds-mats» de origem eólica.

<sup>1</sup> *Initiation a l'étude des sables et des galets.*

<sup>2</sup> G. SOARES DE CARVALHO, *ob. cit.*

<sup>3</sup> *Initiation à l'étude des sables et des galets.*

Segundo os mesmos autores, os elementos «émoussés-luisants» seriam mais frequentes nas dimensões de 0,3 mm, o que permitiria entender a razão pela qual a percentagem de grãos arredondados-picotados-brilhantes é maior na classe de menores dimensões. Sendo assim, a amostra n.º 19 seria o resultado duma mistura de elementos herdados de depósitos de origem marinha (grande percentagem de PB) e de origem eólica R-F e MR-F) com materiais mais angulosos(SA-P), tendo sofrido, muitos deles, um ataque químico que lhes deu o aspecto picotado.

Quanto à amostra n.º 17, ela apresenta os índices de arredondamento mais elevados dentro desta amostragem. O predomínio de elementos foscos em ambas as classes, sobretudo nos grãos redondos, permitirá, talvez, pensar no predomínio de areias de origem eólica relativamente às de origem marinha e daí extrair uma hipótese de índole paleogeográfica. Também nesta amostra a percentagem de elementos AR-PB aumenta na classe de menor calibre.

A amostra n.º 27 parece ser constituída por grãos com arredondamentos contrastantes: muito angulosos e angulosos formam um máximo secundário, há poucos elementos sub-angulosos e os máximos de frequência correspondem aos grãos arredondados. O aspecto do histograma permite levantar a hipótese de uma mistura de elementos angulosos resultantes essencialmente de desagregação granular seguida de transporte pouco intenso, com grãos arredondados e redondos, foscos e picotados-brilhantes, provavelmente de origem eólica e marinha.

### III — ALGUMAS CONCLUSÕES

Muitas vezes, ao longo deste trabalho, os resultados a que chegávamos foram expressos como hipóteses. De facto, ainda são limitados, quer o número de análises realizadas, quer a área coberta pela amostragem. Para além disso, faltam certos tipos de processos de investigação (estudo dos minerais pesados, composição e granulometria da fracção fina) que poderiam dar resultados interessantes. Seria também conveniente uma comparação dos resultados da análise morfoscópica com estudos análogos feitos a propósito de sedimentos marinhos, fluviais e dunares actuais.

Contudo, a má calibragem da generalidade dos depósitos e a conservação de grãos minerais relativamente frágeis, permite desde já sugerir fenómenos do tipo da solifluxão actuando em meio pouco propício à alteração química (eventualmente periglacial, se atendermos à posição vertical dos calhaus na base dos cortes).

A importância das areias muito finas em todas as amostras e do silte (sobretudo nas que sofreram menos contaminação pelo *bed-rock* ou por depósitos de terraço subjacentes), poderia explicar-se por fenómenos de micro-gelifracção<sup>1</sup> que teriam, assim, fornecido a matriz fina que permitiria a movimentação de elementos bastante grosseiros.

A composição mineralógica da fracção  $\geq 250 \mu$  parece indicar a desagregação granular e a herança de formações precedentes, como origem dos materiais desses calibres.

A mesma conclusão parece ressaltar do exame morfooscópico.

Quanto à idade desta formação, as cartas geológicas posteriores a 1960 consideram-na pré-holocénica, o que poderia apontar para uma idade Wurmiana. Porém, atendendo a que climas de tipo periglaciário podem ter actuado várias vezes ao longo do Pleistoceno na costa portuguesa, alguns dos depósitos de cobertura poderão ser mais antigos.

Por agora, apenas podemos afirmar que a formação de cobertura se relaciona provavelmente com um (ou com diferentes) períodos frios e que é necessariamente posterior à formação dos terraços a que se sobrepõe.

Porto, Outono de 1983.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTHOIS, L. — «Contribution à l'étude des limons de la région Nord du Portugal», *Com. Serv. Geol. Portugal*, tomo 29. Lisboa, 1949.
- CAILLEUX, A.; TRICART, J. — *Initiation à l'étude des sables et des galets*, Paris, Centre de documentation universitaire. 1959.
- CARVALHO, G. SOARES DE — «Índices de forma de grão de areia e a morfoscopia das areias das praias do litoral de Angola», *Garcia de Orta*. Vol. 14 (n.º 2), 229-268. Lisboa, 1966.
- TRICART, J. — *Le modelé des régions périglaciaires*. Paris, S.E.D.E.S., 1967.
- COUDÉ-GAUSSEN, G. — *Las serras da Peneda et do Gerês*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos. Lisboa, 1981.

### SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL

Cartas geológicas e notícias explicativas.

### FOLHAS:

- Caminha (1-C) — 1962.  
 Viana do Castelo (5-A) — 1970.  
 Barcelos (5-C) — 1969.  
 Póvoa de Varzim (9-A) — 1965.  
 Porto (9-C) — 1957.  
 Espinho (13-A) — 1962.  
 Ovar (13-C) — 1963.  
 Aveiro (16-A) — 1975.

<sup>1</sup> J. TRICART e A. CAILLEUX: *Le modelé des régions périglaciaires*, p. 128 e ainda G. COUDÉ-GAUSSEN: *Les serras da Peneda et do Gerês*, p. 151.