

Alguns aspectos geomorfológicos do litoral da região do Porto¹

Maria da Assunção Araújo
Instituto de Geografia da FLUP

O presente texto pretende apresentar a área a percorrer, sob o ponto de vista geomorfológico e geológico e abordar, através de exemplos concretos, alguns dos resultados de uma tese recentemente apresentada à Faculdade de Letras do Porto.

1 - O quadro geomorfológico

O mapa hipsométrico mostra que, quando se caminha do litoral para o interior, começamos por encontrar uma área com baixos declives, desenvolvendo-se, normalmente, abaixo dos 125m, com uma largura média de 5km, que tem vindo a ser designada como “plataforma litoral” (S. Daveau, 1977; A. B. Ferreira, 1978).

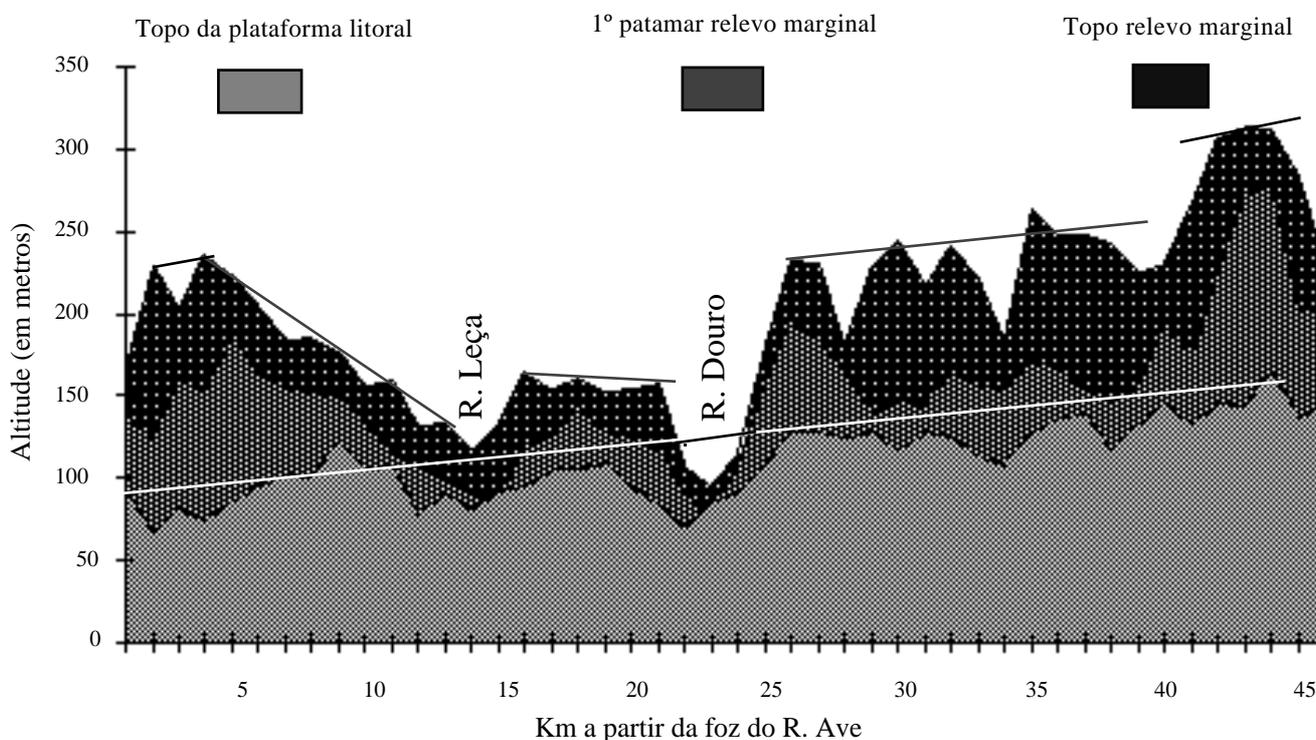


Fig. 1: Desenvolvimento geral da plataforma litoral e do relevo marginal na área estudada

¹ Para este efeito, considerou-se a “região do Porto” como a respectiva **área metropolitana** (Concelhos do Porto, Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Maia, Matosinhos, Gondomar, Valongo, V. N. Gaia e Espinho), acrescentando-lhe uma parte de um concelho que a prolonga para sul (Ovar) de molde a corresponder à área compreendida entre a foz do Rio Ave e a praia de S. Pedro de Maceda.

Esta área está limitada a leste por um alinhamento de relevos que, sobretudo na área a sul do Douro, se desenvolvem de forma bastante rectilínea. É esse relevo que designamos como “relevo marginal”. Desse alinhamento desce-se para o mar através de uma série de degraus quase imperceptíveis a norte do Leça, mas que se tornam mais nítidos para sul.

O relevo marginal culmina a cotas relativamente variáveis (fig. 1) e define-se, sobretudo, pelo contraste que representa relativamente à plataforma litoral. Corresponde, assim, a uma espécie de fronteira entre a área aplanada do litoral e o interior, com uma movimentação topográfica muito mais intensa.

O relevo marginal só é atravessado pelos cursos de água mais importantes (Ave, Este, Leça, Douro). Sobretudo no sector a sul do Douro, na sua base, nascem vários cursos que se limitam a percorrer a plataforma litoral.

A norte do Douro, os afluentes deste, bem como os do Ave (exceptuando o Este) e do Leça, insinuam-se entre os elementos do relevo marginal. Nesta área, o dito relevo não é contínuo, antes parece ser formado por diversos elementos geralmente alongados, normalmente segundo a direcção NNO/SSE.

Enquanto que os rios principais cortam transversalmente o relevo marginal, os seus afluentes e ribeiros de menor importância ou nascem na base dele (o que se verifica, sobretudo, na área a sul do Douro) ou correm paralelamente aos seus elementos (cf. mapa hipsométrico, a norte do Leça).

Apesar das suas pequenas dimensões, esses cursos de água foram responsáveis pela destruição da regularidade dos patamares da plataforma litoral. Ao entalhar as superfícies, simultaneamente, eles fragmentaram os afloramentos dos depósitos, ditos “plio-pleistocénicos” (cartas geológicas de escala 1:50.000), que se iniciam, justamente, na base do “relevo marginal”.

Quando nos interrogamos acerca da origem do conjunto plataforma litoral/relevo marginal, a primeira questão que se impõe à nossa reflexão é a coincidência entre uma área aplanada e a existência de depósitos.

Numa primeira abordagem poderíamos dizer que a plataforma litoral seria uma superfície de acumulação. Todavia, numa boa parte dessa área, os depósitos já desapareceram. Por outro lado, eles nunca ultrapassam os 10 m de espessura e raramente se aproximam desse valor. É, pois, de admitir que, mais do que uma superfície de acumulação, a plataforma litoral é, pelo menos parcialmente, uma superfície de erosão.

Quanto ao relevo marginal, apesar das suas irregularidades, parece evidente uma certa tendência para a homometria dos respectivos topos (fig. 1). Pode pensar-se, por isso, que se trata de uma superfície de erosão. Todavia, a sua estreiteza implica, imediatamente, tratar-se de um retalho de uma superfície deslocada, até pela tendência para a subida ou descida de determinados sectores (fig. 1).

Sendo assim, como se diferenciam, geneticamente, plataforma litoral e relevo marginal?

Será que se trata de superfícies com uma origem completamente diferente?

Ou será que, pelo contrário, correspondem à mesma superfície, tectonicamente deslocada e com uma história post-deposicional diversa?

A resposta a esta questão parece-nos que só poderá ser dada através do estudo dos depósitos da plataforma litoral de que referiremos alguns dos aspectos essenciais (cf. § 3)

2 - O quadro geológico

A observação do mapa geológico mostra, essencialmente, o contraste entre a área a norte e a sul da praia da Madalena. A norte desta praia predominam:

1 - os granitos, essencialmente do tipo alcalino (com destaque para o granito do Porto);

2 - o Complexo xisto grauváquico ante-ordovícico.

A sul da praia da Madalena aflora, essencialmente, o Precâmbrico polimetamórfico.

A faixa de transição está marcada, na área representada no mapa geológico, pelo afloramento de um granito calco-alcalino, porfiróide (granito de Lavadores), com a direcção NO/SE.

Ora, a existência do afloramento de Precâmbrico polimetamórfico demonstra, inequivocamente, a passagem da zona Centro-Ibérica para a zona de Ossa-Morena, que é sublinhada, nesta área pela chamada falha Porto-Tomar.

A existência, na área, de duas zonas diferentes do Maciço Hespérico, separadas por uma falha com a importância da falha Porto-Tomar, que representa, segundo A. Ribeiro (A. Ribeiro *et. al.*, 1979), a sutura da orogenia Cadomiana, pode induzir-nos a pensar que se trata de uma área com actividade neotectónica.

Efectivamente, a observação do mapa hipsométrico sugere claramente uma origem estrutural para o relevo marginal, pelo seu carácter rectilíneo, nomeadamente na faixa ao sul do Douro. Pensamos que o jogo recente da falha Porto-Tomar poderá ser responsável pela existência deste rebordo do continente face ao oceano, recordando teorias só aparentemente “*démodées*” (J. BOURCART, 1936; G. ZBYSZEWSKI, 1945; cf. A. RIBEIRO, 1984).

Se as relações entre relevo e tectónica parecem evidentes, a observação conjunta do mapa hipsométrico e do mapa geológico da área estudada parece demonstrar um fraco paralelismo entre o desenvolvimento topográfico e a litologia.

As únicas excepções correspondem a:

1 - afloramentos quartzíticos:

- a) a sul do rio Ave, Bougado, S. Gens de Cidai;
- b) limite NO do anticlinal de Valongo, a SE da depressão de Ermesinde;

2 - contacto entre as rochas xistosas (Complexo xisto grauváquico ante-ordovícico e xistos do Paleozóico) e os granitos (nomeadamente o do Porto):

- a) na área a leste da cidade do Porto este contacto apresenta uma direcção NNO/SSE e coincide com o vale do rio Tinto. Aparentemente, o referido contacto corresponde a uma fractura onde se instalou aquele curso de água;
- b) a leste do relevo marginal, no troço médio do vale do Ave, entre a depressão de Bougado e a latitude de Ermesinde, verifica-se um notável paralelismo entre o desenvolvimento topográfico e o contacto entre o granito do Porto e os xistos paleozóicos. Neste caso, parece-nos que a movimentação tectónica terá sublinhado o contacto litológico.

Em ambos os casos, embora o xisto coincida com as áreas deprimidas, não nos parece que se trate da mera exploração da desigualdade litológica, até porque, noutros locais (vale do rio Febros), passa-se o inverso: a mancha granítica corresponde ao vale do rio, profundamente encaixado no meio dos xistos do Complexo xisto grauváquico ante-ordovícico.

Assim, as influências geológicas² colocam-se, a nosso ver, sobretudo ao nível da estrutura, quer por exploração da rede de fracturação, quer pela movimentação tectónica recente (neotectónica).

3 - Caracterização geral e significado dos depósitos da plataforma litoral

Uma observação rápida do mapa geológico mostra que os depósitos da plataforma litoral se apresentam fragmentados em múltiplas manchas. Um trabalho de campo cuidadoso revela que algumas das manchas assinaladas na carta geológica não correspondem a depósitos “*in situ*”, mas antes à ocorrência de alguns elementos rolados, embalados numa formação solifluxiva (=formação areno-pelítica de cobertura).

² Referimo-nos à escala dos mapas (1: 200.000, para o mapa hipsométrico e geológico e cerca de 1:70.000 para o esboço geomorfológico). A uma escala mais pormenorizada é evidente o contraste entre o modelado nos granitos alcalinos e nos granitos calco-alcalinos.

Os depósitos mais altos e mais extensos da plataforma litoral foram considerados como "praias levantadas" nas cartas geológicas 1: 50.000 (folhas 9-A, 9-C e 13-A) e na literatura dos anos quarenta e cinquenta.

Todavia, as análises granulométricas e a morfoscopia das areias contidas nesses depósitos veio provar que apenas os depósitos mais baixos (cota inferior a 40m) têm uma origem inequivocamente marinha.

Na Aldeia Nova de Avintes e na Rasa de Baixo (ver mapa hipsométrico) encontram-se depósitos que apresentam algumas analogias, nomeadamente a existência, em ambos os locais, junto à respectiva base, de camadas esverdeadas, ricas em areias muito finas e silte. No caso do depósito da Rasa, trata-se, aparentemente, de um dos depósitos mais antigos da plataforma litoral.

Ora, a camada fina da Rasa, hoje situada na imediata proximidade da escarpa do Monte da Virgem, só é imaginável numa área com baixos declives, possivelmente uma planície litoral. Nesse caso, o relevo marginal ainda não existiria e a dita planície litoral prolongar-se-ia para leste dele e, provavelmente, englobava áreas hoje correspondentes aos respectivos topos, o que sugere que, nessa altura, a morfologia da área seria muito diferente da actual.

A sobreposição de formações cascalhentas relativamente grosseiras e, por vezes, encouraçadas, sobre os depósitos finos da Rasa poderá representar um período em que houve incremento dos fenómenos erosivos, eventualmente devido a uma fase de movimentação tectónica que poderia corresponder ao soerguimento do relevo marginal, relacionado com o rejogo da falha Porto-Tomar, que seria, assim, posterior aos depósitos mais antigos da plataforma litoral.

Esse soerguimento explicaria a conservação dos depósitos fluviais (cf. esboço geomorfológico) na base do relevo marginal, protegidos da erosão pela sua situação num compartimento tectonicamente abatido.

A partir do momento em que o mar começou a modelar o bordo desta plataforma o relevo deveria ter uma disposição idêntica à actual, uma vez que o mar se limita a retocar uma estreita faixa (1-2km de largura) com desenvolvimento paralelo à linha de costa actual.

Uma observação mais atenta do mapa geológico mostra que as manchas de depósitos fluviais são mais abundantes a sul do que a norte do Leça, onde se circunscrevem a dois pequenos afloramentos. Também os depósitos marinhos se apresentam com maior frequência a sul do que a norte do rio Leça.

Por tudo isso, o esboço geomorfológico elaborado cobre, apenas, a área situada entre o rio Leça e Espinho.

4 - O caso dos depósitos marinhos: caracterização sedimentológica

Um dos nossos objectivos, ao longo do tempo de elaboração do trabalho acima referido, foi o de tentar estudar a variação do nível do mar e compreender o motivo pelo qual, nesta, como em muitas outras áreas, as formações quaternárias mais altas são as mais antigas.

Naturalmente que isso não fazia sentido relativamente aos depósitos fluviais, cuja relação com o nível de base seu contemporâneo seria puramente conjectural.

Começámos, pois, a tentar identificar as superfícies de erosão marinha e os depósitos seus correlativos.

Cedo nos apercebemos, todavia, que só quando suportam depósitos inequivocamente marinhos as formas aplanadas servem como prova do estacionamento do mar.

Encontrámos diversos depósitos nessas condições, sendo os mais extensos, normalmente, aqueles que se situam na imediata proximidade dos depósitos fluviais, a cotas próximas dos 30m. Trata-se de depósitos normalmente espessos, que assentam sobre um substrato bastante alterado e razoavelmente rubefacto e que designaremos como "nível I".

Os 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.

Os depósitos do “nível III” aparecem a cotas geralmente inferiores a 10m, e em certos locais chegam a atingir o nível actual das marés baixas (praias de Francelos, da Aguda e da Granja). Apresentam uma cor castanha, que corresponde a uma ferruginização bastante intensa, que os transforma, por vezes, em verdadeiros conglomerados.

Análise mineralógica da fracção fina

A análise das argilas encontradas nas amostras de depósitos marinhos dos diferentes níveis confirmou as diferenças encontradas em observação de campo.

Elaborámos um diagrama (fig. 2) com os valores médios para a composição mineralógica da fracção fina para os três níveis de depósitos considerados.

Verifica-se que, quando se caminha para os depósitos do nível II e III, existe um notável incremento da ilite e do interestratificado clorite/montmorilonite. Também aumentam as percentagens de feldspato e, sobretudo, de quartzo.

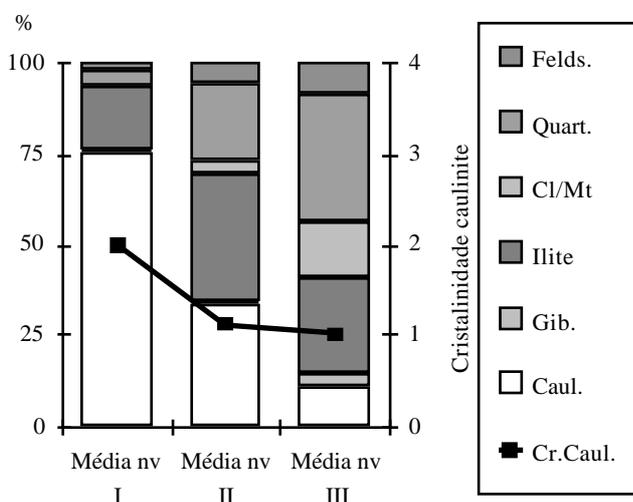


Fig. 2: Composição mineralógica da fracção fina para os depósitos marinhos (valores médios para cada um dos níveis considerados)

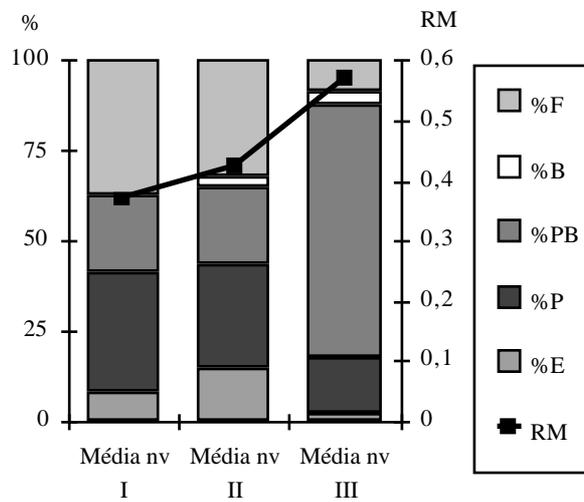


Fig. 3: aspectos de superfície e arredondamento médio para os depósitos marinhos (valores médios para cada um dos níveis considerados)

Este aumento verifica-se à custa da diminuição da percentagem de caulinite, que passa de mais de cerca de 75%, nos depósitos do nível I, para menos de 20%, nos depósitos mais modernos.

Numa apreciação global, pode dizer-se que, sob o ponto de vista da composição mineralógica da fracção fina, existe uma certa afinidade entre os depósitos dos níveis II e III e um certo contraste de ambos com o nível I, que mostra percentagens de caulinite muito elevadas, provavelmente herdadas dos depósitos fluviais fósseis, que se situam nas proximidades dos depósitos do nível I e que, segundo nos parece, lhes serão anteriores.

Além da frequência dos diversos minerais integrantes da fracção fina, foi feita uma apreciação qualitativa da respectiva cristalinidade³ segundo uma escala de muito boa, boa,

³ Sabe-se (C. F. GOMES, 1988) que o grau de cristalinidade destes minerais tem a ver com a integridade dos respectivos edifícios cristalinos, que diminui, geralmente, com o ataque químico e o remeximento que eles possam ter sofrido. Assim, uma cristalinidade boa ou muito boa representa, provavelmente, uma neoformação *in situ*. Cristalinidades medianas ou fracas significam, pelo contrário, que estes minerais foram herdados de formações pre-existentes.

mediana e fraca, à qual, com o objectivo de obter representação gráfica, foram atribuídos os valores, respectivamente, de 4-3-2-1.

Na fig. 2 verificamos que a cristalinidade da caulinite varia de mediana a fraca, o que parece sugerir que a grande percentagem deste mineral existente nos depósitos do nível I resulta, provavelmente, da herança de formações pre-existentes. Isto significaria que as condições reinantes durante a formação do depósito, ou nos processos diagenéticos que se lhe seguiram, não comportavam a neoformação da caulinite.

Análise morfoscópica

A fig. 3 representa os valores médios para o RM e os aspectos de superfície dos diferentes níveis de depósitos marinhos fósseis.

Verifica-se que os depósitos do nível III se diferenciam claramente dos níveis anteriores, cujo diagrama de conjunto é quase coincidente.

As principais diferenças entre os depósitos dos níveis I e II e os do nível III são, esquematicamente:

- 1 - Quase desaparecimento dos grãos esquirolosos;
- 2 - Diminuição dos grãos picotados e foscos;
- 3 - Aumento dos grãos picotados-brilhantes. Nos depósitos mais modernos, quase 70% dos grãos têm uma superfície picotada-brilhante;
- 4 - Aumento acentuado do arredondamento médio ⁴(RM), correlativo do aumento dos grãos picotados-brilhantes.

As várias características referidas mostram, aparentemente, um maior desgaste nos depósitos mais modernos, o que poderia relacionar-se com uma hipotética reutilização das mesmas, nos vários depósitos sucessivamente formados, e (ou) com diferentes condições morfoclimáticas que poderiam determinar uma maior capacidade de dissolução da sílica em meio marinho, o que contribuiria para o incremento do carácter picotado-brilhante nos grãos e para o aumento do respectivo arredondamento médio.

Assim, parece poder dizer-se que a classificação proposta é confirmada pelas análises realizadas, que mostram diferenças significativas entre os vários níveis identificados.

5 - Eustatismo ou neotectónica?

Quando falamos de “níveis” isso não representa, necessariamente, que optámos por uma pretensa estabilidade tectónica. No nosso caso, significa, apenas, que os depósitos marinhos podem ser “arrumados” em conjuntos, que, em cada sector, se apresentam escalonados.

Procurámos identificar as cotas de ocorrência de depósitos marinhos “*in situ*”. Desse trabalho resultou a fig. 4, que representa a cota máxima e mínima a que encontramos depósitos identificáveis com cada um dos níveis propostos. Na mesma figura representámos, ainda, as rectas de regressão correspondentes aos valores médios dessas cotas em cada local.

⁴ Segundo G. S. CARVALHO (1966), o arredondamento médio (RM) pode ser definido do seguinte modo: $RM = \frac{\sum(rxn)}{N}$, em que:

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

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

"N" = número total de grãos observados em cada amostra;

(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 MA) e 0.85 (amostra constituída exclusivamente por grãos MR).

Verifica-se que as rectas correspondentes aos vários níveis se inclinam claramente para sul. Curiosamente, os depósitos mais antigos acusam esse movimento com maior intensidade.

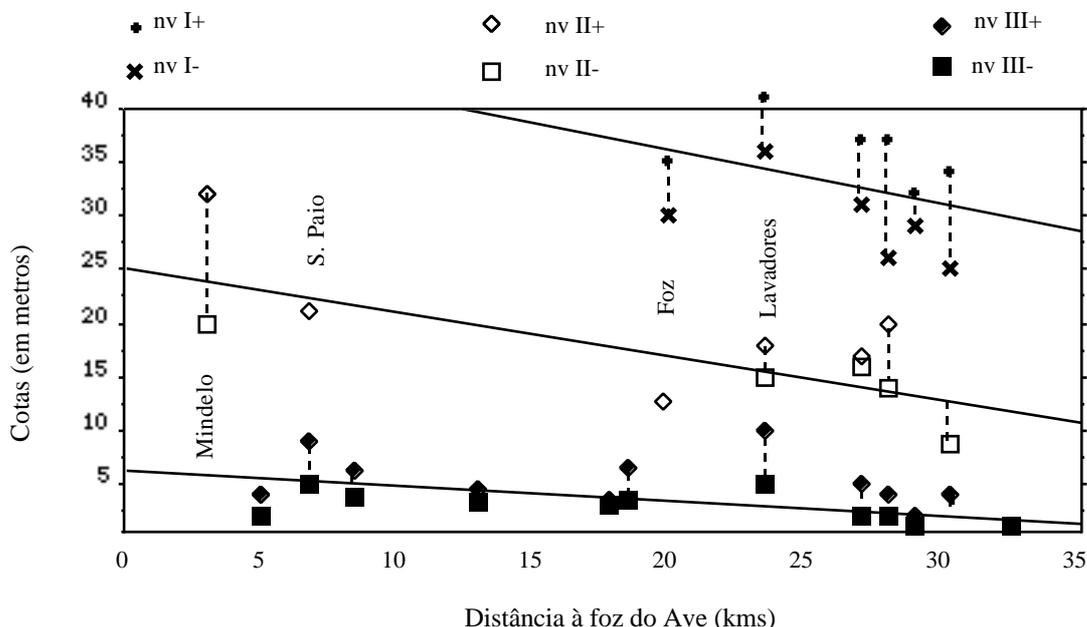


Fig. 4: Cotas de ocorrência dos diferentes níveis de depósitos marinhos e sua variação latitudinal

Uma vez que se trata de depósitos marinhos, cujo escalonamento tem, em princípio, uma origem eustática, parece-nos plausível a hipótese de um balanceamento para sul do conjunto dos depósitos marinhos.

Contudo, não se trata de uma descida uniforme. Verificam-se muitas irregularidades. Com explicá-las? Atendendo a que o nível em que elas são menos importantes é o mais recente, poderíamos pensar que estas se deveriam a dificuldades de identificação dos diversos depósitos, obviamente mais contingente no caso dos depósitos mais altos e mais antigos. Todavia, uma certa analogia existente entre as subidas dos diversos níveis em determinados locais (S. Paio, Lavadores) parece conduzir a uma outra hipótese, segundo a qual, além da tendência para a descida dos depósitos para sul, eventualmente ao longo da falha Porto-Tomar ou de acidentes paralelos a ela, haveria um padrão irregular de subidas e descidas locais que poderia explicar-se pela existência de uma rede de falhas oblíquas em relação à linha de costa. (cf. esboço geomorfológico).

6 - Alguns aspectos a observar na excursão

6.1: Picão-Lavadores

No local do Picão é possível observar um depósito com características não marinhas (carácter pouco rolado dos elementos grosseiros e ainda menos rolado das areias⁵), a uma cota de 50 m.

Muito perto daí, a uma cota de cerca de 30m, já encontrámos um depósito de origem marinha, assentando num substrato bastante alterado, que sofreu uma apreciável rubefacção (nível I).

A uma cota de 18m encontra-se um depósito também marinho (nível II), mas com características claramente diferentes: substrato menos alterado, uma certa ferruginação

⁵ RM médio de 3 amostras=0,25, que corresponderia, teoricamente, a uma população de areias compreendidas entre angulosas e sub-angulosas.

que lhe confere uma cor acastanhada (mas não avermelhada, como era o caso do depósito do nível anterior).

A uma cota de cerca de 10m, na base da arriba fóssil sobre cujo topo se situam os depósitos do nível II, sob a formação de cobertura, encontram-se restos de um depósito que parece corresponder ao topo do nível mais baixo (nível III).

Este aparece de novo, episodicamente (junto do edifício da Guarda Fiscal), a cotas bastante inferiores.

Ora, em ambos os casos, estes depósitos aparecem a fossilizar superfícies, não se limitando a preencher fendas das rochas. Por isso, eles poderão representar uma mesma fase de estacionamento do nível do mar e, sendo assim, o desnível hoje existente entre eles, poderá explicar-se através da neotectónica.

6.2: Praia de S. Paio (Moreiró).

Observaremos, em primeiro lugar, uma sucessão de depósitos que fossiliza um pequeno retalho de uma plataforma de erosão marinha que se situa a uma cota de 5m.

A sequência inicia-se por um depósito marinho, seguido de duas formações solifluxivas enquadrando um depósito eólico.

Muito próximo daí podemos observar um entalhe basal (= *notch*, *encoche*) fóssil, a uma cota de 8,9m, junto ao qual se encontra um resto de um depósito marinho que, devido ao carácter pouco alterado do *bed-rock*, pensamos poder atribuir ao nível III (o mais recente).

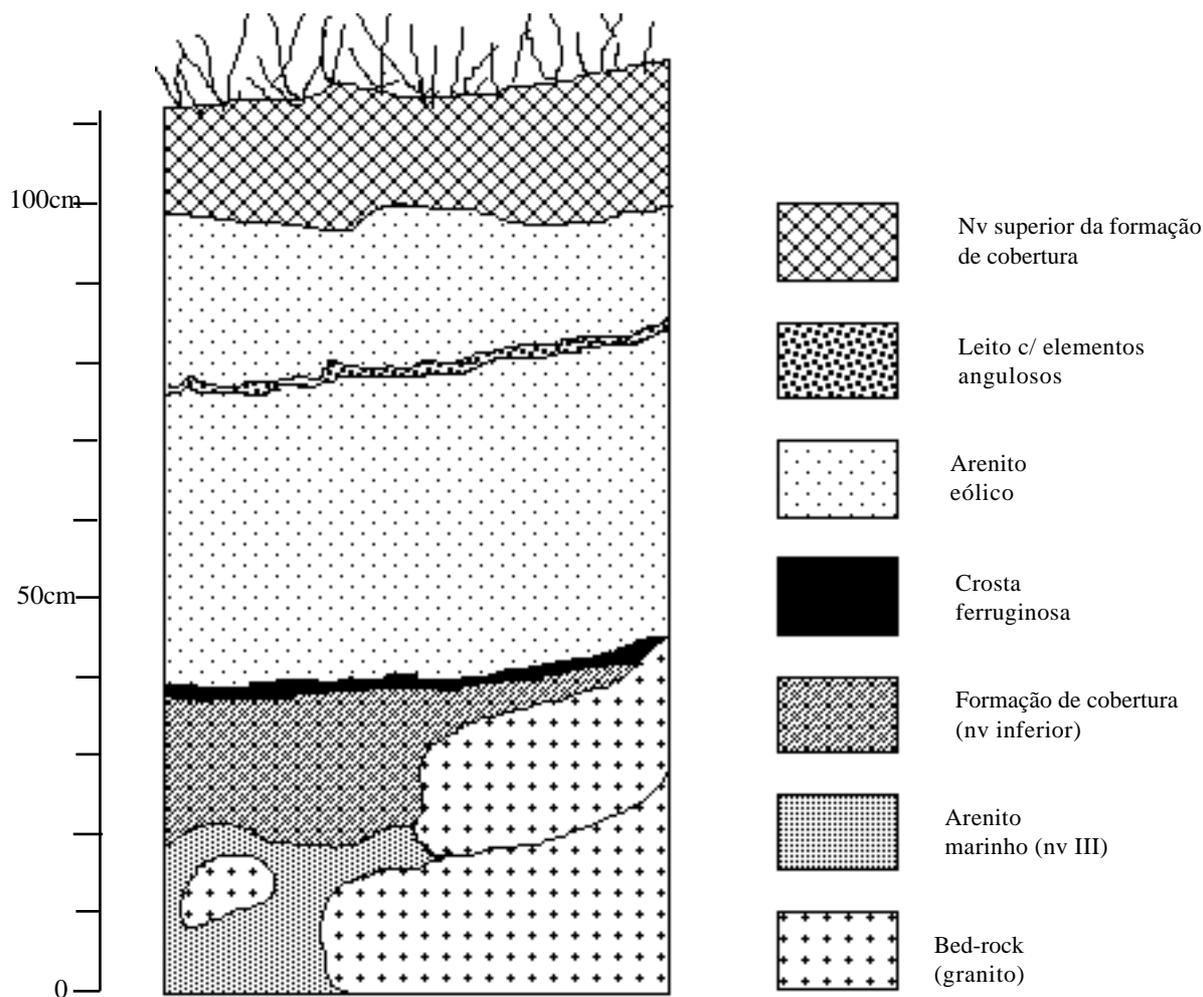


Fig. 5: Sequência estratigráfica do corte de S. Paio, Moreiró (cota da base=5m aproximadamente)

6.3: Percurso S.Paio-Praia da Circunvalação

Neste percurso encontram-se vários locais em que a linha de costa é bastante recortada, apresentando pontões rochosos intercalados por pequenas acumulações arenosas. No topo desses pontões encontram-se, geralmente, restos de aplanamentos presumivelmente de origem marinha.

Na fig. 6 representamos as cotas da primeira linha desses afloramentos rochosos. Verifica-se que, também aqui, parece existir uma tendência para um mergulho para sul, materializada pela respectiva recta de regressão (A-B). Daí resulta que, à medida que se caminha para sul, os afloramentos rochosos se apresentam a uma altitude menor, até serem substituídos por formações pliocénicas ou mesmo holocénicas, na área a sul de Espinho.

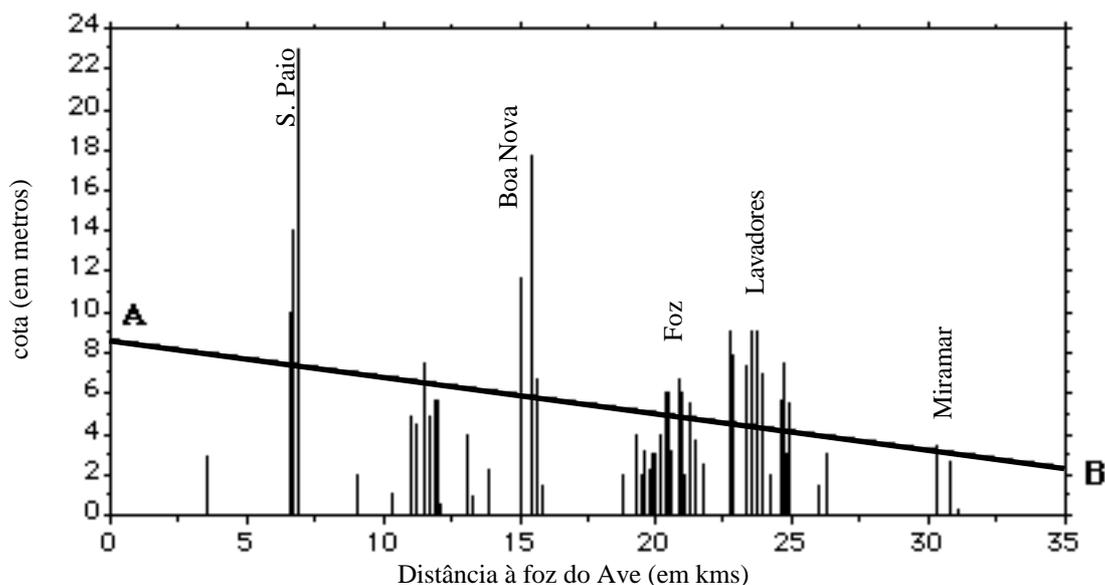


Fig. 6: As cotas dos afloramentos rochosos entre a foz do rio Ave e Espinho e a respectiva recta de regressão (A-B)

6.4: Praia da Circunvalação

Observa-se, geralmente, um arenito ferruginoso, de origem marinha, que fossiliza uma plataforma situada entre +2,9 e +3,4m. Trata-se, como se vê pelas cotas, ligeiramente superiores ao do nível das marés mais altas (cerca de +2m), de uma superfície que não pode ser considerada a plataforma de erosão marinha actual (até porque está fossilizada por um depósito fóssil). Todavia, ela apresenta-se a cotas bastante mais baixas do que as dos depósitos da Praia de S. Paio.

Em conclusão:

Os vários aspectos imputáveis à acção da neotectónica, nesta área, sugerem:

- 1 - Uma subida do relevo marginal e das superfícies altas da plataforma litoral para sul;
- 2 - A descida de conjunto dos depósitos marinhos para sul;
- 3 - Um padrão irregular, devido, provavelmente, à interferência entre aquelas duas tendências opostas e o jogo de acidentes transversais ou oblíquos relativamente à linha de costa, levantando ou deprimindo uns sectores relativamente aos outros (cf. figs. 1, 4 e 6).

Porto, 16 de Junho de 1992
 Maria da Assunção Araújo

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, M. ASSUNÇÃO (1991) - *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto*. - Porto, ed. da autora, FLUP, 534 p., c/ 1 anexo
- BOURCART, J. (1936) - *Résultats d'ensemble d'une étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal* - *Comptes rendus* do IV congresso dos Geógrafos e Etnógrafos eslavos, Sófia, p. 57-69

- CABRAL, J. & RIBEIRO, A. (1989) -*Carta neotectónica de Portugal de escala 1: 1.000.000. Nota explicativa* - Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 10 p.
- 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
- DAVEAU, S. (1977) - *L'évolution géomorphologique quaternaire au Portugal* - Supl. Bol. AFEQ, nº 50, INQUA
- FERREIRA, A. B. (1978) - *Planaltos e montanhas do norte da Beira* - "Mem. C. E. G.", nº 4, Lisboa, 374 p.
- GOMES, C. F. (1988) - *As argilas: o que são e para que servem* - Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 457 p.
- RIBEIRO, A. (1984) - *Néotectonique du Portugal* - Livro de homenagem a O. Ribeiro, Lisboa, C. E. G., p. 173-182
- RIBEIRO, A. et al. (1979) - *Introduction à la Géologie générale du Portugal* - Serviços Geol. Portugal, Lisboa, 114 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1945) - *La notion classique de "flexure" et celle des déformations marginales* - "Bol. Soc. Geol. de Portugal", Vol. IV, Fasc. 3, Porto, p.175-188.