

Depósitos continentais e marinhos na plataforma litoral da região do Porto

Importância da tectónica na sua organização espacial

Fluvial and marine deposits at the Littoral Platform of Oporto region
The importance of neotectonics in their differentiation

Maria da Assunção Araújo

Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da UP, Via Panorâmica, s/n, 4150-564 Porto, Portugal; tel./fax. (351) 22 6077194; ass.geo.porto@mail.telepac.pt

RESUMO

Palavras chave: Plataforma litoral; relevo marginal; leques aluviais; rañas; depósitos marinhos; Quaternário; neotectónica.

Um dos traços comuns a quase todo o litoral português é a existência de uma faixa aplanada, designada como “plataforma litoral”, situada a altitudes variadas e limitada, para o interior, por um rebordo rigidamente alinhado e contrastante com a referida área aplanada. A plataforma litoral suporta, frequentemente, numerosos afloramentos de depósitos genericamente classificados como plio-pleistocénicos.

Durante muito tempo a plataforma litoral foi interpretada como um testemunho passivo das variações eustáticas. Estas teriam originado uma escadaria de “níveis de praias antigas”, designadas por critérios altimétricos. O rebordo que a limita para o interior seria, logicamente, uma arribas fósil. Todavia, um estudo detalhado dos depósitos da plataforma litoral na região do Porto veio provar que muitos desses depósitos têm carácter continental. Os depósitos de carácter fluvial, ou do tipo “leque aluvial”, situam-se, sistematicamente, a altitudes superiores a 40m.

Os depósitos marinhos são relativamente raros e limitam-se à parte exterior da plataforma, desenvolvendo-se a altitudes inferiores a 40m. Encontram-se depósitos que permitem identificar o estacionamento do mar a 3 níveis diferentes.

Entre os depósitos marinhos e os de fácies continental existe um degrau rectilíneo, bem marcado, que faz supor que a separação entre eles pode ter uma origem tectónica.

A distribuição espacial dos depósitos marinhos conjugada com as respectivas características sedimentológicas sugere que, nos períodos interglaciários do Quaternário, o mar teria retocado o sector ocidental, tectonicamente abatido, numa plataforma elaborada essencialmente por agentes sub-aéreos durante o Neogénico.

Existem outras provas de movimentação tectónica recente: a) os depósitos mais altos da plataforma estão afectados por diversos acidentes, geralmente de tipo compressivo; b) os depósitos marinhos não se situam a altitudes homogéneas ao longo do sector estudado. Desenvolvem-se segundo um padrão irregular, em que parece haver uma descida das altitudes para sul, em direcção à Orla Ocidental meso-cenozóica.

ABSTRACT

Keywords: Littoral platform; marginal relief; alluvial fans; marine deposits; Quaternary; neotectonics.

One of the most common characteristics of Portuguese littoral is the existence of a planed surface (the so-called “littoral platform”), situated at different altitudes and bordered from the inland by a straight relief, strongly contrasting with that planed surface. This one is generally covered with several outcrops of the so-called Plio-Pleistocene deposits.

Till the eighties this platform has been interpreted as stable staircase of old marine levels, registering in a passive way the eustatic variations. The rigid step bordering it easterly should be a fossil cliff.

However, our study has proved that many of these deposits have a continental origin. These continental deposits have fluvial or alluvial fan facies and they are lying above 40 meters.

Marine deposits seem to be quite rare and they only occupy a small western area, beneath the altitude of 40 meters, and developing into three different marine levels.

There is a rigid step between the two kinds of deposits. We think that the clear geometric separation between these deposits together with this rigid step, indicates a tectonic origin.

It seems that the sea must have touched only the western part of this surface, when neotectonic movements lowered it down.

There are more evidences for neotectonic movements: a) there are faults (mainly inverse faults) affecting the higher deposits of this littoral platform; b) the same marine level seems to appear at different altitudes, developing an irregular pattern with a general trend dipping from the North to the South.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

Um dos traços comuns a quase todo o litoral português é a existência de uma faixa aplanada, designada como “plataforma litoral”, de largura e altitude variável, que bordeja todo o litoral, limitada, para o interior, por um rebordo, rigidamente alinhado e contrastante com a referida área aplanada. A plataforma litoral suporta, frequentemente, numerosos afloramentos de depósitos genericamente classificados como “plio-pleistocénicos” nas cartas geológicas de escala 1.50 000.

No mapa da fig. 1 é possível apreciar o desenvolvimento topográfico da faixa litoral situada nas proximidades da cidade do Porto. Os tons de cinza foram escolhidos de molde a representar 3 grandes conjuntos:

- 1 - área acima dos 130m (relevo marginal);
- 2 - área situada entre 130 e 50m (onde ocorrem os depósitos de fácies fluvial);
- 3 - área situada abaixo de 50m (onde ocorrem os depósitos de fácies marinho).

A fig. 2 foi construída a partir do registo, numa folha de cálculo (Microsoft Excel), das altitudes máximas da plataforma litoral e do relevo marginal em cada quadrado de 1km de lado definido nas cartas 1:25 000. Nesta figura é possível verificar que, dum modo geral, o topo da plataforma litoral e do relevo marginal estão mais altos a sul do Douro e parecem continuar a subir para sul. Porém, essa subida não se faz dum modo contínuo. A partir do ponto onde se atingem 35km de distância da foz do Rio Ave existe um ressalto que soergue o topo do relevo marginal. Também se verifica que este relevo não é contínuo, antes parece corresponder a segmentos separados por colos relativamente deprimidos.

A observação da carta geológica 1:500 000 (Direcção-Geral de Geologia e Minas, 1992) permite verificar que, não longe da posição do relevo marginal, existe um acidente muito importante, a falha Porto-Tomar (fPT na fig. 4), que separa as rochas da Zona Centro-Ibérica (fundamentalmente, nesta área, xistos e granitos paleozóicos) das rochas da Zona de Ossa-Morena (no caso, o Pré-Câmbrico polimetamórfico). Trata-se de um acidente muito antigo, que corresponderia à zona de sutura entre a Europa e a África aquando da orogenia Cadomiana (Pré-Câmbrico) e que funcionou como desligamento diversas vezes durante e após a orogenia hercínica.

OS DEPÓSITOS DE FÁCIES CONTINENTAL. INTRODUÇÃO

Os depósitos, genericamente considerados “plio-pleistocénicos”, ocupam a área aplanada situada a oeste do relevo marginal. A primeira abordagem que caracteriza a plataforma litoral como uma área aplanada é desmentida por uma observação de pormenor: geralmente é possível identificar, nessa plataforma, tramos aplanados, separados por faixas de maior declive, originando uma escadaria cujos degraus, apesar de suavizados, ainda são claramente perceptíveis no terreno. Os afloramentos de depósitos coincidem com as áreas aplanadas, enquanto que os taludes que as separam normalmente são talhados no substrato rochoso.

Uma das conclusões mais interessantes que pudemos extrair das análises sedimentológicas realizadas nas amostras de depósitos da plataforma litoral foi que muitos destes depósitos são de origem continental e não de origem marinha (=praias levantadas) como era geralmente aceite nos primeiros trabalhos publicados sobre o assunto (Ribeiro *et al.*, 1943, Teixeira & Zbyszewski, 1952, Teixeira, 1979). Assim, e numa primeira abordagem, os depósitos da área em apreço podem organizar-se em dois grandes conjuntos:

- 1 - depósitos de fácies continental, que ocorrem acima dos 50m;
- 2 - depósitos marinhos, que se encontram abaixo dos 40m.

Embora o grande número de afloramentos cartografados nas cartas geológicas possa levar-nos a pensar que se trata de uma área onde os depósitos estão bem conservados, o registo sedimentar na plataforma litoral da região do Porto está longe de ser contínuo e espesso. Além disso, os depósitos de fácies continental apresentam uma natural diversidade em termos sedimentológicos, a que se junta uma certa dispersão altimétrica (entre 130 e 50m de altitude, no sector considerado).

Por tudo isto, o estabelecimento de uma cronologia relativa para estes depósitos não foi uma tarefa fácil e tem, ainda, um carácter algo hipotético, embora pareça ser congruente com o que se conhece de outros locais.

Na nossa abordagem, o estabelecimento dessa cronologia relativa partiu de uma comparação das características essenciais dos vários afloramentos (altitude

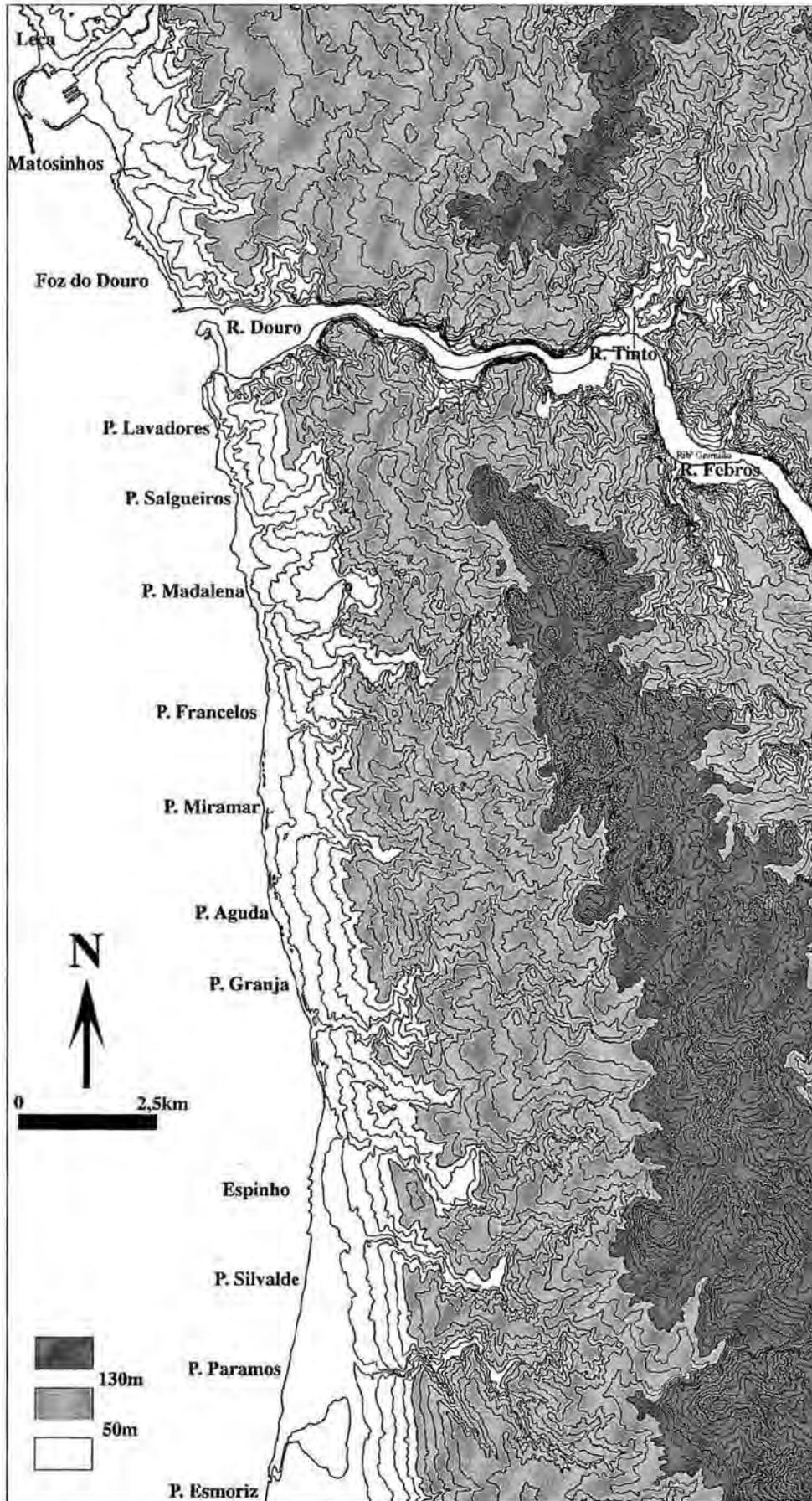


Fig. 1 - Mapa hipsométrico da área estudada Morfologia da plataforma litoral (entre a foz do rio Leça e a lagoa de Esmoriz). Com base nas curvas de nível da carta 1:25000 (folhas 122, 133 e 144). Equidistância = 10m.

e posição relativamente ao relevo marginal, cor, alteração do substrato rochoso, existência e importância das couraças ferruginosas, calibragem). Este processo permitiu-nos separar os depósitos de carácter continental em 2 grupos:

- 1 - as analogias existentes entre os depósitos mais altos da plataforma, que se situam na imediata proximidade do relevo marginal, fizeram-nos admitir que eles pertenciam a um conjunto formado numa primeira fase de deposição (Fase I), depositada num contexto de planície litoral, por cursos de água de baixa energia (dado o carácter fino ou até micáceo que se encontra em alguns dos cortes de depósitos desta fase, nomeadamente no desaparecido corte da Rasa). De um modo geral, dentro dos depósitos da fase I, foi possível identificar diversas unidades que aparecem associadas na maioria dos afloramentos. Porém, nem todos os afloramentos apresentam a sequência completa, o que poderá significar que nem todas as unidades se depositaram em todos os locais ou que algumas dessas unidades foram destruídas pela erosão;
- 2 - a essa fase ter-se-iam seguido condições geomorfológicas muito contrastantes com as anteriores, já que os depósitos denotam um carácter claramente torrencial (Fase II).

A prova de que se trata de episódios diferentes, possivelmente separados por uma crise tectónica e climática está no facto de que os depósitos da fase II contêm, em vários locais, blocos de arenito de cores claras atribuíveis à Fase I (corte do Centro Comercial Arrábida Shopping).

A fig. 3 representa todas as manchas identificadas nas cartas geológicas (9-C, 13-A e 13-B) de escala 1:50 000. Embora a cartografia em questão seja discutível, sobretudo no que diz respeito à atribuição "cronostratigráfica" dos depósitos, esta representação cartográfica foi utilizada devido ao facto de ser a única que cobre, a uma escala razoável, toda a área em apreço. A referida atribuição cronostratigráfica foi revista e fortemente simplificada, de molde a que os diferentes depósitos fossem classificados segundo os 3 grandes conjuntos que definimos na nossa hipóteses (isto é: depósitos fluviais da fase I e da fase II e depósitos quaternários, essencialmente marinhos; Araújo, 1991).

OS DEPÓSITOS DA FASE I (PLACENCIANO?)

Na área estudada (Araújo, 1991) os depósitos mais altos aparecem genericamente acima dos 100 metros de altitude, podendo atingir cerca de 130m. Estes depósitos foram geralmente considerados Pliocénicos e identificados nas cartas geológicas como P' e P''.

O melhor local para observar a sequência das unidades da fase I era a Rasa de Baixo (também designada como Telheira), uma antiga exploração de caulino, situada na base do relevo marginal. Actualmente, a exploração está

desactivada e, devido à utilização da imensa cratera resultante da exploração do caulino como vazadouro de entulhos, o corte deixou de ser observável.

Os cortes de Canelas e do Carregal foram também parcialmente destruídos, ficando como melhor representante deste tipo de depósitos, na área compreendida entre o rio Douro e a latitude de Espinho, o corte de Aldeia Nova, a leste do Relevo Marginal.

A sequência para os depósitos da fase I, definida no corte da Rasa de Baixo, apresentava, de baixo para cima:

- 1 - base com blocos que por vezes atingiam cerca de 1m de diâmetro (I-A); estes blocos podem ser de granito completamente apodrecido (Rasa de Cima) ou de quartzo filoniano (Aldeia Nova de Avintes);
- 2 - camada rica em elementos micáceos, de cor cinza-esverdeada, aparentemente resultante de uma situação de baixa energia (I-B);
- 3 - unidade superior, um pouco mais grosseira (areão e calhaus pequenos) com estratificação entrecruzada (I-C).

As áreas de topo do depósito apresentam, com alguma frequência, um forte encouraçamento. Nos casos em que o depósito é pouco espesso, esse encouraçamento pode atingir a respectiva base.

Parece-nos evidente que o processo de encouraçamento ocorreu depois da formação das unidades inferiores do depósito, que apresentam uma cor branca característica, contrastando com a cor avermelhada/acastanhada do topo.

Também na margem esquerda do Douro, agora a montante do relevo marginal, na área de Aldeia Nova de Avintes, existe um depósito que se desenvolve numa faixa paralela ao Douro.

Esta faixa, com cerca de 4km de comprimento, embora com algumas interrupções, estende-se desde Cabanões, em Avintes (106m), até Arnelas (134m) e reaparece em Lever, ainda na margem esquerda do Douro.

Os novos cortes entretanto abertos na área de Aldeia Nova confirmam a existência de bastantes semelhanças relativamente aos depósitos da plataforma litoral, nomeadamente a ocorrência de níveis micáceos esverdeados.

As principais diferenças dos depósitos de Aldeia Nova de Avintes relativamente aos da plataforma litoral (Rasa e Carregal) prendem-se com um maior calibre dos blocos da base, uma composição petrográfica diferente (quartzo e quartzitos *versus* granitos no depósito da Rasa), um encouraçamento mais intenso e a existência de níveis finos cinza-esverdeados menos espessos. Estas diferenças podem explicar-se por um carácter mais proximal do depósito de Aldeia Nova e pelo carácter xistento do respectivo *bed-rock*. Com efeito, o maior conteúdo em ferro dos xistos do complexo xisto-grauváquico, relativamente aos granitos alcalinos, bem como o carácter menos permeável dos alteritos, podem ter contribuído para uma maior intensidade da acumulação de ferro e para uma mais intensa formação de couraças.

Na margem direita do Douro encontra-se uma outra mancha, atribuível ao mesmo momento, em Gandra (Gondomar). Este depósito apresenta, além de elementos

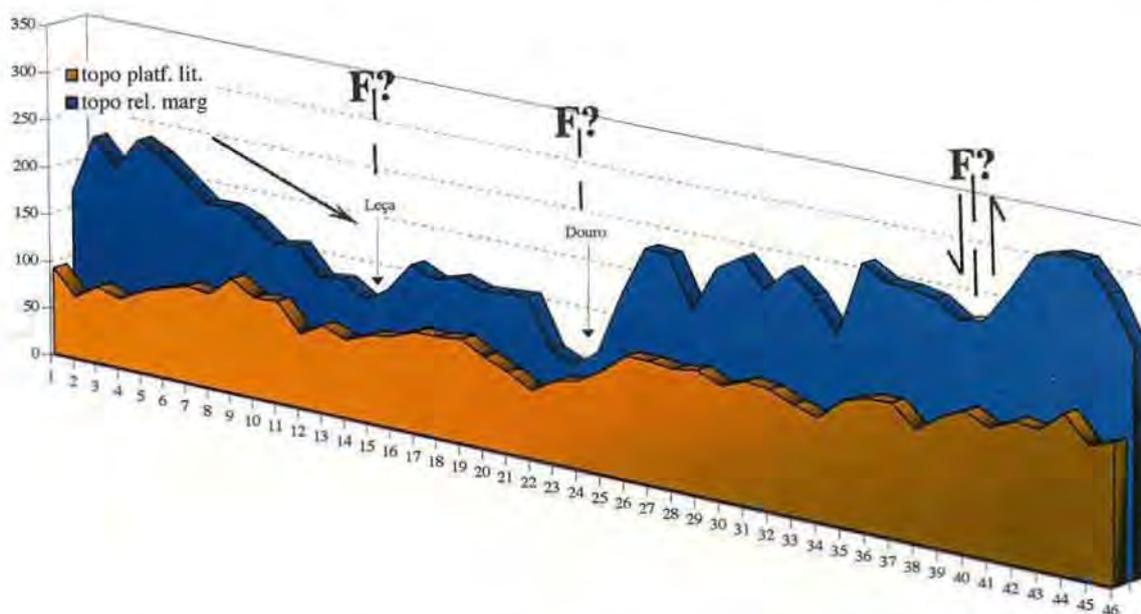


Fig. 2 - Desenvolvimento do relevo marginal e do topo da plataforma litoral ao longo do litoral estudado.

muito grosseiros, fenómenos de intenso encouraçamento, responsáveis pela existência de arenitos e conglomerados ferruginosos, muito resistentes, que atingem uma espessura superior a 1,5m.

A montante, na região de Medas, observam-se dois depósitos escalonados. O mais alto (culmina a 162m) pode observar-se nas barreiras do campo de futebol de Medas. F. Rebelo (1975) estabelece uma correlação entre o depósito do campo de futebol de Medas e o depósito de Aldeia Nova de Avintes. Essa opção justifica-se porque, apesar do carácter proximal dos depósitos de Medas relativamente aos de Aldeia Nova ou da Rasa, existem algumas semelhanças, nomeadamente no que respeita ao predomínio de cores claras. Além disso, em ambos os casos, trata-se dos afloramentos situados a maior altitude em cada um dos locais em questão. Ora, numa área que está a sofrer um processo de soerguimento mais ou menos contínuo, como é o caso desta região (Rebelo, 1975, Cabral, 1995), os depósitos mais altos deverão ser, em princípio, aqueles que estão a sofrer movimentação há mais tempo, isto é, os mais antigos. Naturalmente isso só se verifica dentro de áreas próximas que pertençam ao mesmo "bloco" e que, por isso, tenham sofrido uma taxa de movimentação idêntica. É evidente que a hipótese torna-se tanto mais plausível quando existem semelhanças de fácies que corroboram as indicações fornecidas pela posição relativa dos depósitos. É o caso dos depósitos de Aldeia Nova e da Rasa, que, sendo os culminantes nas respectivas áreas, apresentam semelhanças que sugerem que poderiam ter-se formado numa mesma fase de sedimentação.

A base do depósito da Rasa, como já tinha sido notado por O. Ribeiro *et al.* (1943), inclina nitidamente para leste. O basculamento da base deste depósito para leste, em

direcção ao relevo marginal, só pode explicar-se com recurso a uma movimentação tectónica pós-deposicional.

Por sua vez, o depósito de Aldeia Nova apresenta níveis micáceos inclinando claramente para oeste com pendores relativamente elevados que também sugerem uma movimentação pós-deposicional. Para explicar o basculamento dos depósitos da fase I de um lado e de outro do relevo marginal teremos que admitir a existência de falhas, situadas na sua base, o que acaba por nos levar a interpretar o relevo marginal como um horst, com uma orientação geral NNW-SSE, cuja surreição será, pelo menos em parte, posterior aos depósitos da fase I.

A riqueza em caulinite (mais de 90%) dos depósitos desta fase e a elevada cristalinidade deste mineral, sugerem uma formação num clima quente e húmido. A existência de uma unidade mais grosseira no topo da formação indicaria uma certa degradação climática no sentido de condições mais resistentes (Erhart, 1956).

O encouraçamento poderia relacionar-se com um processo de acumulação lateral de ferro em áreas pantanosas na proximidade dos cursos de água (Thomas, 1994). Um descida da toalha freática permitiria a precipitação do ferro e converteria o antigo leito fluvial na couraça conglomerática, como a que se podia observar num local significativamente designado de "Pedras Negras" (Sto. Ovídio, Vila Nova de Gaia).

OS DEPÓSITOS DA FASE II

Os depósitos da Fase II são muito mal calibrados e apresentam blocos muito grosseiros na base (Pedrinha, Valbom). Podem ocorrer finas crostas ferruginosas com espessuras que não ultrapassam um centímetro. Porém,

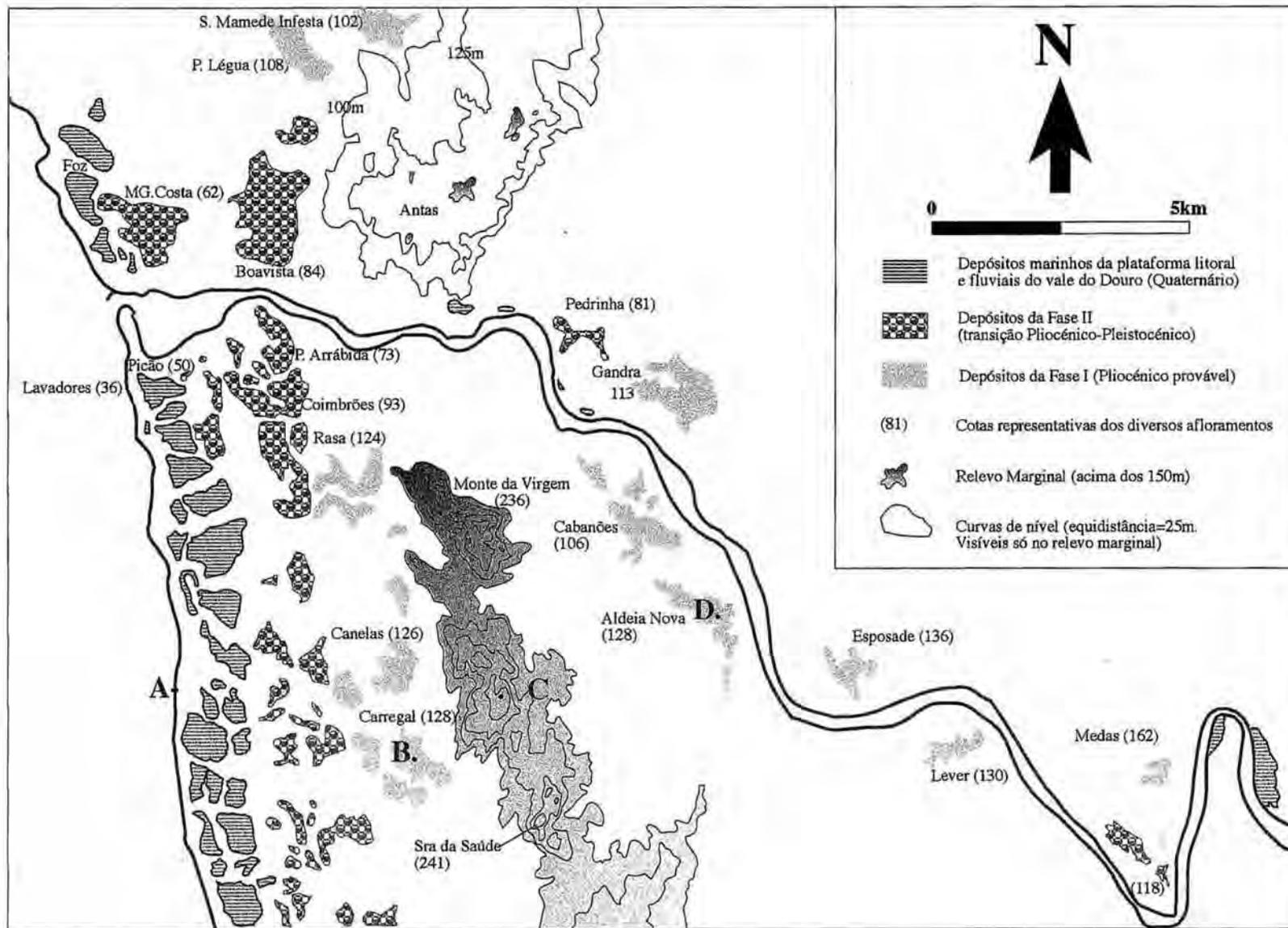


Fig. 3 - Localização das principais manchas de depósitos ante würmianos e respectivo enquadramento geomorfológico (segundo as cartas geológicas 9-C, 13-A e 13-B, na escala de 1:50 000). A-B-C-D: pontos da linha de corte correspondente ao perfil da Fig. 4.

nunca encontramos verdadeiras couraças, como as que existem nos depósitos da fase anterior.

Estes depósitos aparecem em 2 tipos de situações:

- 1 - na imediata proximidade do vale do Douro (Pedrinha, Valbom, Coimbrões), o que faz supor que nesse momento talvez o Rio Douro já estivesse canalizado, mas teria um comportamento muito torrencial;
- 2 - ao longo de uma faixa paralela ao relevo marginal e situada a oeste dele.

Não encontramos nenhum caso em que os depósitos da fase II se sobrepusessem aos anteriormente referidos. Situam-se, geralmente, um pouco mais para oeste, a altitudes mais baixas, compreendidas entre 100 e 50m.

Em diversos locais (nomeadamente na barreira situada próximo do Centro Comercial Arrábida Shopping) observámos casos em que blocos de arenito esbranquiado, típicos da Fase I, se achavam englobados nos depósitos da fase II, junto à respectiva base, o que prova a anterioridade daqueles depósitos e o facto de se encontrarem a constituir relevo no momento em que os depósitos da Fase II estariam a formar-se.

Porém, se há depósitos da fase II que podem corresponder a um período torrencial do curso do Douro, até porque aparecem conservados na proximidade do seu vale (caso descrito em 1), a organização espacial dos restantes depósitos da "fase II" (caso 2) mostra, claramente, que os seus afloramentos se distribuem paralelamente ao relevo marginal e não parece aceitável relacioná-los com o traçado do Douro. Trata-se, como já vimos, de depósitos com um carácter torrencial, apresentando, em corte, canais com elementos mais grosseiros na base e sectores mais finos e compactos para o topo. Estes aspectos sugerem que se trata de leques aluviais formados à saída de um relevo em surreição. Nestas circunstâncias parece plausível a hipótese de que teria sido o "relevo marginal" a área de origem dos depósitos da Fase II. Assim sendo, a respectiva movimentação poderá ser ligeiramente anterior, ou correlativa, da formação dos depósitos da fase II.

Além duma certa movimentação tectónica é de supor a existência de uma situação de crise climática, que originou a torrencialidade destes depósitos e possibilitou o transporte de elementos de grande calibre (na Pedrinha é possível observar blocos com cerca de 0,5m de diâmetro).

Estes teriam um carácter mais grosseiro na proximidade das cristas quartzíticas (Pedrinha fica a 6 km dos primeiros afloramentos quartzíticos da serra de Valongo), e menos grosseiro nas áreas distais (Coimbrões situa-se a 11 km dos referidos afloramentos).

A esta crise climática parecem seguir-se condições climáticas mais regulares, responsáveis por um regime hidrológico menos contrastante. Com efeito, em alguns locais (Av. Marechal Gomes da Costa, no Porto), no topo de formações de tipo *debris-flow*, verifica-se a deposição de materiais mais calibrados e compatíveis com uma drenagem organizada (Fase II-B). Estes depósitos encontram-se apenas na proximidade do vale do Douro e

poderão corresponder a um momento em que este perdeu o carácter fortemente torrencial que tinha no início da fase II.

Alguns destes depósitos estão claramente afectados pela tectónica. Esta manifesta-se, por vezes, através de movimentos compressivos, traduzidos na existência de falhas inversas, como no caso do Juncal (Fig. 5) e dos Pinhais da Foz (Araújo, 1995 e 1997). Curiosamente, em ambos os casos referidos, as falhas identificadas situam-se muito perto do limite entre os depósitos fluviais e os depósitos marinhos que se encontram, na plataforma litoral, a cotas inferiores a 40m.

TENTATIVAS DE CORRELAÇÃO E ENQUADRAMENTO ESTRATIGRÁFICO

O enquadramento estratigráfico destes depósitos é uma das tarefas mais difíceis com que nos deparámos. Com efeito, nenhum dos depósitos estudados apresenta fósseis. Por isso, as correlações têm que ser feitas através de semelhanças de fácies. Porém, "os afloramentos cenozóicos apresentam uma grande variabilidade de espessura, de fácies, de ordenação sequencial e de composição petrológica e mineralógica que resulta incompatível com um único e simultâneo contexto paleogeográfico e paleoclimático" (Martín-Serrano, 2000). Por isso, mesmo quando se admite que essas correlações são pertinentes, apesar da variabilidade acima referida, existem, geralmente, variações significativas nas idades atribuídas por diferentes investigadores (Pereira, 1997), o que coloca, à partida, algumas dúvidas relativamente à validade e utilidade desse processo.

Conscientes do problema, temos tentado adquirir experiência de campo das diversas formações de idade terciária existentes em diferentes contextos dentro do País, de molde a adquirir um conhecimento o mais global possível da respectiva tipologia e da sua variação temporal. Trata-se, naturalmente, de um trabalho em revisão permanente, mas do qual nos parece importante dar notícia para que os leitores possam conhecer as ideias subjacentes ao nosso discurso e colocar algumas peças no puzzle, ainda que de forma mais ou menos temporária.

Desde os anos cinquenta que os depósitos da plataforma litoral da região do Porto têm sido considerados "plio-pleistocénicos". A utilização das siglas P', P" e Q sugere, justamente, uma oposição entre os depósitos mais antigos, tidos como pliocénicos e os restantes, atribuídos a diversas fases dentro do Quaternário. Isto significa que sempre se admitiu que os episódios cenozóicos mais antigos (paleogénicos e miocénicos) referidos em diversos locais do País (nomeadamente Trás-os-Montes) não se encontram nesta área. Efectivamente, os depósitos estudados não parecem poder paralelizar-se com as formações paleogénicas e miocénicas conhecidas em Trás-os-Montes

Admitindo como boa a exclusão de depósitos paleogénicos e miocénicos, resta-nos a hipótese de que os depósitos da Fase I se situem no Pliocénico.

Com efeito, parece-nos que, a acreditar nas grandes fases de sedimentação cenozóica estabelecidas por Martín-

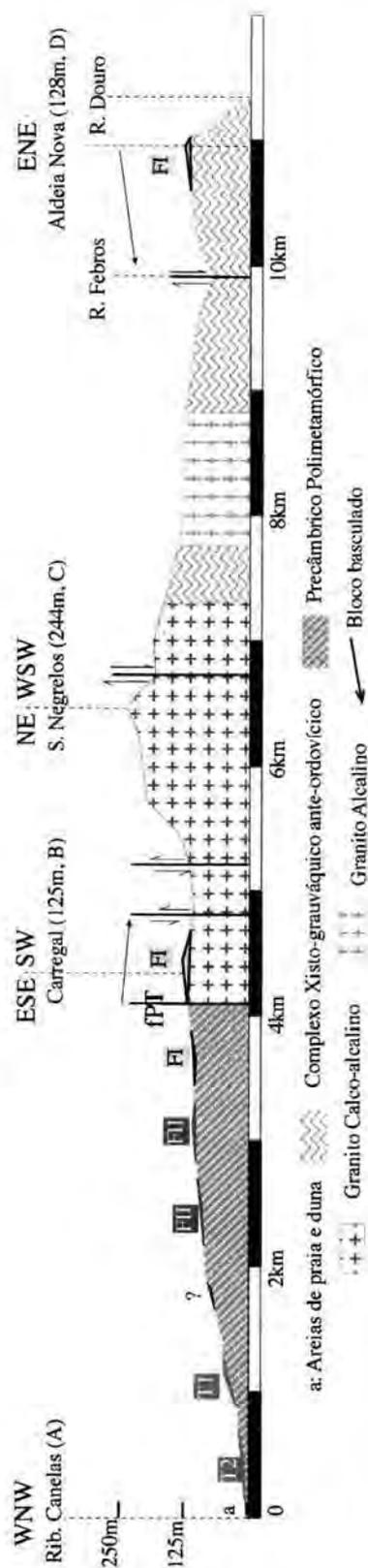


Fig. 4 - Corte geológico realizado entre a foz da Ribeira de Canelas e a margem esquerda do Douro. Para a localização, ver mapa da fig. 3. Para a caracterização dos depósitos (FI, FII, T1, T2 e T3) ver texto. As falhas propostas, com exceção daquela que separa o Precâmbrico Polimetamórfico do granito de Lavadores (f PT) foram marcadas a partir de critérios geomorfológicos.

Serrano (2000), os depósitos da Fase I podem ser correlativos das “fases ocre” referidas na interior da Península, correspondentes ao topo do enchimento terciário e atribuídas ao Pliocénico.

Se atentarmos na descrição da “Formação de Mirandela” (Pereira, 1997) segundo a qual “os depósitos que constituem esta unidade caracterizam-se especialmente pela cor esbranquiçada ou amarelada, pelo carácter conglomerático, com clastos quartzosos e quartzíticos numa matriz arenosa quartzofeldspática e com caulinite largamente dominante na fracção argilosa”, apercebemo-nos, facilmente, das semelhanças que existem entre os depósitos da Fase I e a referida “Formação de Mirandela”, o que poderia situá-los no Pliocénico (Placenciano?).

Os depósitos da Fase II apresentam, pelo contrário, características que fazem supor um clima bastante diferente. Com efeito, a má calibragem e os grandes calibres que alguns dos elementos existentes no depósito da Pedrinha apresentam sugerem um clima com uma certa tendência para a aridez.

Além disso, os depósitos da Fase II aparecem embutidos nas superfícies culminantes da plataforma litoral, superfícies essas onde ocorrem os depósitos da Fase I. O jogo da tectónica, com uma tendência persistente para o levantamento, bem como a proximidade do nível de base e a existência de uma possível regressão vilafranquiana, poderá explicar o embutimento das superfícies que suportam os depósitos da Fase II relativamente às superfícies culminantes. Essa ideia é congruente com o “modelo de rotura sedimentar” que Cabral (1995) retoma de Martín-Serrano, e que aponta para a existência de uma fase de erosão “que retoca e rebaixa a superfície estrutural fini-neogénica (nível de colmatação) e desenvolve pedimentos no flanco de relevos”.

Embora existam diferenças importantes, dado que no Noroeste da Península o clima teria sido sempre mais húmido do que na região dos Montes de Toledo ou mesmo do que na região envolvente da Cordilheira Central, as características dos depósitos da fase II sugerem que eles poderiam ser equivalentes às rañas.

Também a sua posição estratigráfica, situados que estão entre os depósitos aparentemente pliocénicos da Fase I e os depósitos claramente quaternários, aponta para um certo paralelismo com as rañas, o que permitiria apontar para uma cronologia próxima da transição Pliocénico-Quaternário (Ferreira, 1993).

Assim, face aos dados disponíveis no momento, parece-nos ser verosímil um modelo que aponta para uma história neogénica feita de 2 momentos contrastantes atribuíveis, por analogia com o que se sabe da evolução em Trás-os-Montes oriental (Pereira, 1997) ao Placenciano e Vilafranquiano.

A EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA E O ESCALONAMENTO DOS DEPÓSITOS MARINHOS

Desde o topo da plataforma litoral até altitudes de cerca de 50m todos os depósitos que encontramos apresentam fácies de tipo continental.

Os depósitos inequivocamente marinhos apresentam-se em manchas de dimensões geralmente inferiores às dos depósitos fluviais e a altitudes inferiores a 40m.

Uma análise comparativa veio confirmar a existência de três conjuntos de depósitos marinhos, que passamos a designar como níveis 1 (o mais antigo), 2 e 3. O uso da designação de “níveis” não representa uma adesão às teorias fixistas do eustatismo, mas apenas o facto de os depósitos marinhos poderem ser “arrumados” em conjuntos, que, em cada sector, se apresentam escalonados. Com efeito, estes “níveis” foram definidos, essencialmente, através de critérios sedimentológicos, já que, como veremos, a situação altimétrica dentro de cada um deles é variável.

Infelizmente, é raro encontrar os locais onde todos estes níveis estejam expostos. O único local onde conseguimos definir os três níveis propostos foi a área de Lavadores, em que eles constituem uma escadaria. Por isso, as altitudes indicadas para cada “nível”, salvo informação em contrário, correspondem à altitude com que ele se apresenta na área de Lavadores.

Os depósitos que se apresentam em manchas mais extensas são, normalmente, aqueles que se situam na proximidade dos depósitos fluviais, a altitudes compreendidas entre 30 e 37m. Trata-se de depósitos geralmente espessos, que assentam sobre um substrato rubefacto, bastante alterado, e que designaremos como “nível 1”.

Os depósitos do “nível 2” apresentam uma certa ferruginização (cor acastanhada), assentam sobre um substrato cuja alteração, menos intensa que a do nível precedente, lhe confere uma cor esbranquiçada, e situam-se a altitudes de 18-15m.

Os depósitos do “nível 3” 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. O seu *bed-rock* apresenta apenas uma alteração incipiente e uma *pátine* castanha ou alaranjada, obviamente relacionada com a migração de ferro que condicionou a cimentação do depósito suprajacente.

O estudo do escalonamento dos depósitos marinhos dos diversos sectores da área estudada, bem como das respectivas características sedimentológicas, permitiu concluir que os depósitos atribuíveis ao mesmo “nível” não se situam sempre à mesma altitude. Desenvolvem-se segundo um padrão irregular, em que se detecta uma tendência para uma descida das altitudes para sul, como se o bloco em que se situam estivesse basculado para sul, em direcção à orla ocidental meso-cenozóica (Araújo, 1997, Fig. 4).

Esse padrão irregular sugere a existência de interferências entre a movimentação tectónica que gera esse basculamento e movimentações oblíquas a ela (isto é: transversais ou oblíquas em relação à linha de costa).

Efectivamente, parecem existir deformações recentes, afectando depósitos do último período interglaciário. O caso mais notório verifica-se na praia do Sampaio (Labruge-Vila do Conde), onde se encontram dois

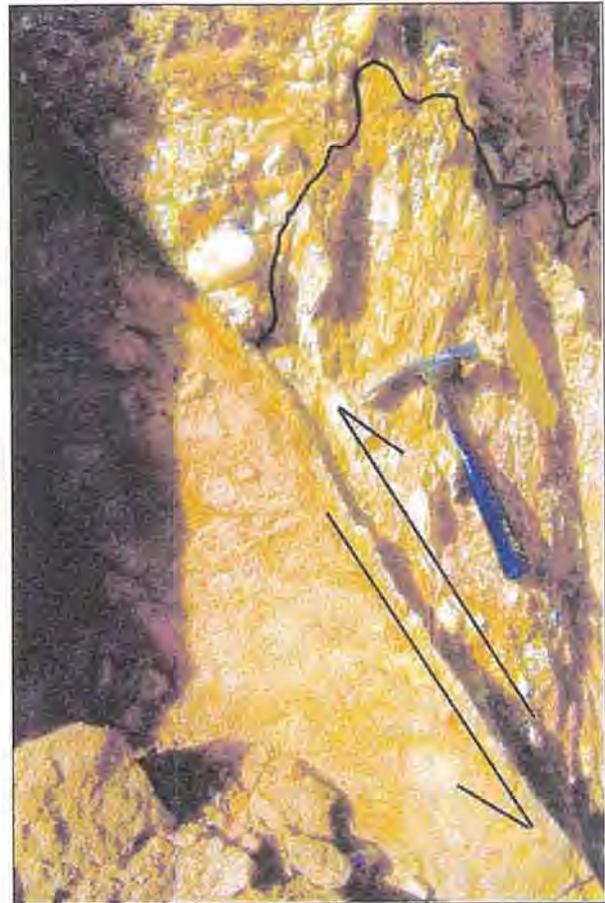


Fig. 5 - Falha do Juncal (Espinho). Direcção NNW-SSE; pendor 70°W. A base do depósito é visível à esquerda.

afloramentos de depósitos presumivelmente do último interglaciário, a altitudes bastante diversas (5 e 9 m, Araújo, 1994).

Essas deformações traduzir-se-iam, também, em desníveis rigidamente alinhados existentes nas plataformas de erosão marinha e no desenvolvimento de algumas “arribas” em que a acção marinha se limita a uma pequena sapa na base de uma escarpa de falha (é, de novo, o caso da praia de Sampaio, Araújo, 1991, 1994).

Num litoral onde as variações quaternárias do nível do mar se imprimiram sobre um continente com movimentações tectónicas aparentemente diferenciadas, a identificação da parte que cabe à tectónica e ao eustatismo terá que ser feita por aproximações sucessivas. Significa isso que se trata de um trabalho que comporta alguns riscos. Porém, pensamos que só essa abordagem permitirá uma correcta compreensão da morfologia dos sectores rochosos desta faixa litoral.

CONCLUSÕES. A TECTÓNICA E A ORGANIZAÇÃO DO RELEVO

O mapa da fig. 1 mostra bem em que medida o relevo marginal tem um desenvolvimento essencialmente rectilíneo, sofrendo apenas leves indentações provocadas pela incisão dos pequenos cursos de água que nascem na

sua base e têm percursos da ordem de 5-6km de comprimento, limitando-se a percorrer a plataforma litoral. Por outro lado, a velha ideia de que o relevo marginal poderia corresponder a uma "arriba fóssil" terá de ser abandonada, já que os depósitos situados no seu sopé têm origem fluvial.

Como dissemos acima, próximo do limite ocidental do relevo marginal encontramos a falha Porto-Tomar (fPT na fig. 4), que separa a Zona Centro-Ibérica da Ossa-Morena e que estabelece o contacto entre os xistos do Pré-Câmbrico polimetamórfico e a mancha de granitos calcoalcalinos (granito de Lavadores).

A carta Neotectónica de Portugal (Cabral & Ribeiro, 1989), na margem esquerda do Douro, além da grande falha Porto-Tomar, apresenta 2 falhas activas situadas em posição idêntica à do relevo marginal. Parece, assim que a margem sul do Douro é uma área particularmente movimentada sob o ponto de vista tectónico. Efectivamente, tratando-se de uma antiga zona de sutura ela rejogou diversas vezes e provavelmente, além da falha principal, existem vários acidentes secundários.

O perfil da fig. 4 foi construído de modo a que, partindo da linha de costa, atravessasse o relevo marginal e passasse pelos depósitos fluviais existentes na margem esquerda do Douro, na área de Aldeia Nova de Avintes. A respectiva localização encontra-se no mapa da fig. 3 e corresponde à linha A-B-C-D.

Com excepção da mancha indicada com "?", que nos parece situar-se numa área com tanto declive que deverá corresponder a um dos muitos afloramentos "fantasma" marcados nestas cartas, que não passam de calhaus de um depósito preexistente, arrastados para fora da área de deposição original e englobados numa formação solifluxiva (formação areno-pelítica de cobertura), os restantes depósitos marcados no corte foram reconhecidos e estudados no terreno e no laboratório. É particularmente curioso o facto de os depósitos da fase I, dum lado e doutro do relevo marginal, aparecerem basculados em direcção a este, o que coincide com a situação de facto observada no terreno e para a qual, em devido tempo, chamámos a atenção.

Dado que a litologia do substrato raramente facilita a identificação de deslocções tectónicas, estas poderão ser inferidas essencialmente por critérios geomorfológicos. É esse o caso dos abruptos visíveis no corte que foram marcados como acidentes tectónicos verticais. Porém, é possível que algumas destas falhas sejam inversas. Uma certa tendência para movimentos de tipo compressivo estaria de acordo com observações de campo feitas em diversos locais (Gião, Pinhais da Foz, Juncal, Araújo, 1991, 1995, 1997) que mostram que, efectivamente, a maior parte dos acidentes tectónicos que afectam os depósitos cenozóicos da área em estudo são falhas inversas.

Assim sendo, no seu conjunto, o relevo marginal corresponde a um *horst*. Tal como é sugerido por S. Daveau (1987, p. 264) relativamente ao litoral da Estremadura os acidentes tectónicos que o limitam terão jogado posteriormente à formação dos depósitos mais antigos da plataforma litoral.

Quer no caso do depósito do Carregal quer no caso do depósito de Aldeia Nova, a respectiva conservação parece estar na dependência de uma situação em ângulo de falha, bastante evidente no caso do depósito do Carregal (fig. 4).

O mapa da fig. 1 parece-nos particularmente representativo dos condicionamentos estruturais no desenvolvimento geomorfológico da área a sul da foz do Rio Leça. Foram sombreadas em diferentes tons de cinzento as áreas correspondentes às seguintes classes de altitudes:

- A - entre 50 e 130m (sector onde se encontram os diferentes depósitos de fácies fluvial);
- B - acima de 130 m (área que corresponde, *grosso modo*, ao relevo marginal).

É fácil encontrar uma série de alinhamentos estruturais com relevância sob o ponto de vista geomorfológico. Estes encontram-se nas seguintes situações:

- 1 - delimitando troços rectilíneos do relevo marginal;
- 2 - sublinhando tramos do traçado do rio Douro e dos seus afluentes, Febros na margem esquerda e Tinto na margem direita.

Curiosamente, a análise do mapa da fig. 3 mostra com alguma clareza que as cotas dos depósitos da fase I descem, de forma regular, desde os 162m de Medas, até Cabanões (106m). A passagem do relevo marginal parece traduzir-se numa clara subida (124 na Rasa, 128 no Carregal). Ora, essa circunstância só é compreensível se atendermos a uma tectónica pós-deposicional que tenha soerguido os depósitos da plataforma litoral em relação àqueles que se situam a leste do relevo marginal.

Um outro aspecto interessante tem a ver com um "degrau" que parece fazer a separação entre as áreas da plataforma litoral situadas abaixo e acima dos 50 metros. Trata-se de um alinhamento praticamente N/S entre as praias de Lavadores e de Miramar e que, a sul desta última, roda ligeiramente para NNW. É muito interessante verificar que este alinhamento coincide com a separação entre depósitos marinhos e fluviais. Trata-se de uma ideia que já tínhamos expresso anteriormente, mas que ganha maior visibilidade a partir desta forma de representação: posteriormente à formação dos depósitos da fase II, terá havido um abatimento da fachada ocidental, que pôs esta faixa deprimida ao alcance do mar aquando dos períodos interglaciários. A clara separação entre os depósitos fluviais e marinhos teria, assim, uma razão de ordem tectónica.

É curioso verificar que existe uma espécie de avanço, uma deslocação para oeste das áreas acima dos 50m (representadas a cinza claro) que rodeiam a foz do rio Douro. Este facto sugere que o sector situado na imediata proximidade do rio Douro é um pouco mais alto do que as áreas envolventes.

Isso pode acontecer por duas ordens de razões:

- 1 - este sector foi ligeiramente soerguido, o que vem provar a consistência da hipótese deste rio ser antecedente em relação à subida das suas margens na área em que ele atravessa o relevo marginal (*grosso modo* situada entre a ponte da Arrábida e a foz do rio Tinto);

- 2- trata-se de uma área coberta por depósitos fluviais da fase II. Estes depósitos são razoavelmente espessos e dado a sua permeabilidade ser superior à do substrato podem ter contribuído para proteger da erosão os locais onde existam depósitos relativamente àqueles onde afloram os xistos ou até mesmo os granitos.

A observação do mapa da fig. 1 mostra ainda um outro facto bastante curioso. A margem direita do rio Tinto tem um carácter claramente rectilíneo, com direcção NE-SW. O mesmo sucede com o sector mais a montante orientado por um alinhamento de direcção NNE-SSW.

Além disso, toda a área situada a leste do rio Tinto parece corresponder a um graben em forma de losango, delimitado pelo alinhamento da margem direita do Rio Tinto, pela ribeira do Gramido (de NE-SW a NNE-SSW) e pelo troço de direcção NNW-SSE do Rio Douro, prolongado pelo seu afluente, o Febros (ver fig. 4). Parece, assim, confirmar-se a importância dos alinhamentos estruturais na organização do relevo a leste do Relevo Marginal.

Os factos acima referidos conduzem-nos a pensar que a neotectónica poderá ter tido, na plataforma litoral da região do Porto, uma importância maior do que geralmente lhe é atribuída. Não devemos esquecer-nos que estamos numa área em que a probabilidade de movimentações tectónicas é particularmente grande, devido à passagem de uma falha ainda activa, a falha Porto-Tomar, muito próximo desta faixa costeira.

É provável que os novos impulsos tectónicos actantes durante o Quaternário (Ribeiro, 1984) tenham feito rejogar antigas fracturas tardi-hercínicas situadas perto desta importante zona de sutura, acabando por produzir um relevo com uma orientação geral próxima dessa sutura.

A hipótese (Cabral, 1995) segundo a qual a margem ocidental ibérica estaria a passar de um regime do tipo "margem inactiva" para um outro do tipo "margem activa" poderá ajudar a explicar a formação do rebordo tectónico que constitui o relevo marginal e algumas movimentações de tipo compressivo que têm sido identificadas na área.

BIBLIOGRAFIA

- Alves, M.I.S.R. C. (1995) – *Materiais Plio-Quaternários do Alto Minho. Produtos de meteorização e depósitos fluviais na bacia do rio Lima e região de Alvarães*, Dissertação de Doutoramento, Dep. Ciências da Terra da Universidade do Minho, Braga, 277 p.
- Araújo, M. Assunção (1991) - *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto*. Porto, ed. da autora, FLUP, 534 p., 1 anexo e 3 mapas fora do texto.
- Araújo, M. Assunção (1993) - Fácies fluvial versus marinho nos depósitos da plataforma litoral da região do Porto. *Actas da III Reunião do Quaternário Ibérico*, Coimbra: 225-335.
- Araújo, M. Assunção (1994) - Protection and Conservation of Sampaio Area (Labruge, Vila do Conde, North of Portugal). In "Littoral/94" *proceedings*, Associação Eurocoast-Portugal, IHRH (Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos da Univ. do Porto) e ICN (Instituto de Conservação da Natureza), II: 865-877.
- Araújo, M. Assunção (1995) - Paleoambientes fini-terciários e quaternários no litoral da região do Porto - Dinamica y Evolución de Medios Cuaternarios. *Actas do Simpósio Internacional sobre Paleoambiente Quaternario na Península Ibérica*, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela: 359-373.
- Araújo, M. Assunção (1997) - A plataforma litoral da região do Porto: Dados adquiridos e perplexidades. *Estudos do Quaternário*, APEQ, Lisboa, 1: 3-12
- Cabral, J. (1995) - Neotectónica de Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, XXXI, 251 p.
- Cabral, J. & Ribeiro, A. (1989) - Carta Neotectónica de Portugal (escala 1:1 000 000). *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- Erhart, H. (1956) - *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*, Col. Évolution des Sciences, Masson et Cie, Paris, 8, 90 p.
- Ferreira, A. B. (1991) - Neotectonics in Northern Portugal - a geomorphological approach. *Z. Geomorph. N. F.*, Berlim - Stuttgart, Supl.- Bd. 82: 73-85.
- Ferreira, A. B. (1993) - As Rañas em Portugal - significado geomorfológico e estratiográfico. In *O Quaternário em Portugal, balanço e perspectivas*. ed. Colibri, Lisboa, APEQ: 7-15.
- Martín-Serrano, A. (2000) - El paisaje del área fuente cenozoica, evolución e implicaciones, correlación con el registro sedimentario de las cuencas. *Actas do 1º Congresso sobre o Cenozóico de Portugal*, Fac. Ciências da Univ. Nova de Lisboa, Monte da Caparica: 21-32.

- Pereira, D. I., (1997) - *Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes Oriental (NE Portugal)*, Dissertação de Doutoramento, Dep. Ciências da Terra da Universidade do Minho, Braga, 341 p.
- Proença Cunha, P. M. R. R. (1992) - *Estratigrafia e Sedimentologia dos Depósitos do Cretácico Superior e do Terciário de Portugal Central, a Leste de Coimbra*, Tese, Fac. Ciências e Tecnologia da Univ. de Coimbra, Dep. de Ciências da Terra, 262 p.
- Rebello, F. (1975) - *Serras de Valongo - Estudo de Geomorfologia*, Suplemento de "Biblos", Univ. Coimbra, 9, 194 p.
- Ribeiro, A. *et al.* (1980) - Análise da deformação da zona de cisalhamento Porto-Tomar na transversal de Oliveira de Azeméis. *Com. Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, LXVI: 3-9.
- Ribeiro, A. (1984) - Néotectonique du Portugal. *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa: 173-182.
- Ribeiro, O. *et al.* (1943) - Depósitos e níveis pliocénicos e quaternários dos arredores do Porto. *Bol. Soc. Geol. Port.*, Porto, 3(1-2): 95-101.
- Teixeira, C. (1949) - Plages anciennes et terrasses fluviales du littoral du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências*, Lisboa, 5ª série, 17: 33-48.
- Teixeira, C. (1979) - Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 65: 35-46.
- Thomas, M. (1994) - *Geomorphology in the Tropics - a study of weathering and denudation in low latitudes*, John Wiley and Sons, Chichester, 460 p.