

CENOZÓICO DE PORTUGAL

1º CONGRESSO

Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)
Monte de Caparica, 1 - 4 de Março de 2000



Depósitos de fácies continental e marinho na plataforma litoral da região do Porto: importância da tectónica na sua organização espacial

The littoral platform of Oporto region: new ideas and hypothesis

Maria da Assunção Araújo

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

RESUMO

Palavras-chave: Plataforma litoral; Relevo Marginal; leques aluviais; *rañas*; depósitos marinhos quaternários; 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 arribá 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 em questão (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.

O desnível existente entre esses dois tipos de depósitos tem um carácter rectilíneo, sugerindo que a separação entre eles pode ter uma origem tectónica.

Deste modo, a distribuição espacial dos depósitos 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:

- os depósitos mais altos da plataforma estão afectados por diversos acidentes, geralmente de tipo compressivo;
- 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

Key-words: Littoral platform, alluvial fans, marine terraces, 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 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 much 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, indicating a probable tectonic origin.

So, 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:

- There are faults (mainly inverse faults) affecting the higher deposits of this littoral platform;
- 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 português, 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-plistocénicos” nas cartas geológicas de escala 1.50.000.

No mapa da figura 1 é possível apreciar o desenvolvimento topográfico da faixa litoral situada nas proximidades da cidade do Porto.

A figura 2 foi construída a partir do registo, numa folha de cálculo (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 subir para sul. Porém, essa subida não se faz dum modo contínuo. A partir de 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 permite verificar que, perto do local da passagem do relevo marginal existe um acidente muito importante, a falha Porto-Tomar, 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 Precâmbrico polimetamórfico). Trata-se de uma acidente muito antigo, que corresponderia à zona de sutura entre a Europa e a África aquando da orogenia Cadomiana (Precâmbrico) e que funcionou como desligamento diversas vezes durante e após a orogenia hercínica.

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 DEPÓSITOS DE FÁCIES FLUVIAL: INTRODUÇÃO

Os depósitos genericamente considerados “plio-plistocénicos” ocupam a área aplanada situada a oeste do relevo marginal, coincidindo com as áreas aplanadas acima referidas, enquanto que os taludes que as separam normalmente são talhados no bedrock.

Uma das primeiras conclusões que pudemos extrair das análises sedimentológicas realizadas nas amostras de depósitos da plataforma litoral foi de que a maioria destes depósitos era 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 & G. Zbyszewski, 1952, Teixeira, 1979).

O registo sedimentar na plataforma litoral da região do Porto está longe de ser contínuo e espesso. Por outro lado, devido à falta de elementos de datação, qualquer tentativa de atribuição crono-estratigráfica não pode deixar de ter um carácter hipotético. Porém, o esforço de correlação que tem sido feito com outros locais do Norte de Portugal conduz-nos a admitir que os episódios cenozóicos mais antigos (paleogénicos e miocénicos) referidos em Trás-os-Montes não têm paralelo nesta área.

De tudo isto resulta que o nosso modo de abordagem consistiu, num primeiro momento, na elaboração de uma sequência que nos pareceu responder aos factos observados no terreno. Assim, os depósitos de fácies continental da área em apreço foram “arrumados” em conjuntos que designámos por “fase I” e “fase II”. De um modo geral, dentro de cada uma dessas fases, foi possível identificar diversas unidades que aparecem geralmente associadas ao nível de cada afloramento. Porém, nem todos os afloramentos apresentam a sequência completa, o que poderá significar que as sequências podem ter variado de local para local. Além disso, algumas dessas unidades foram, decerto, destruídas pela erosão.

Apesar das diferenças que existem entre os diversos afloramentos, as referidas fases possuem um certo ar de família e parecem corresponder a momentos diferentes da evolução do relevo separadas entre si por um período de tempo relativamente longo, ou por um acontecimento relevante, de origem tectónica ou eustática.

Com efeito, nunca encontramos as unidades

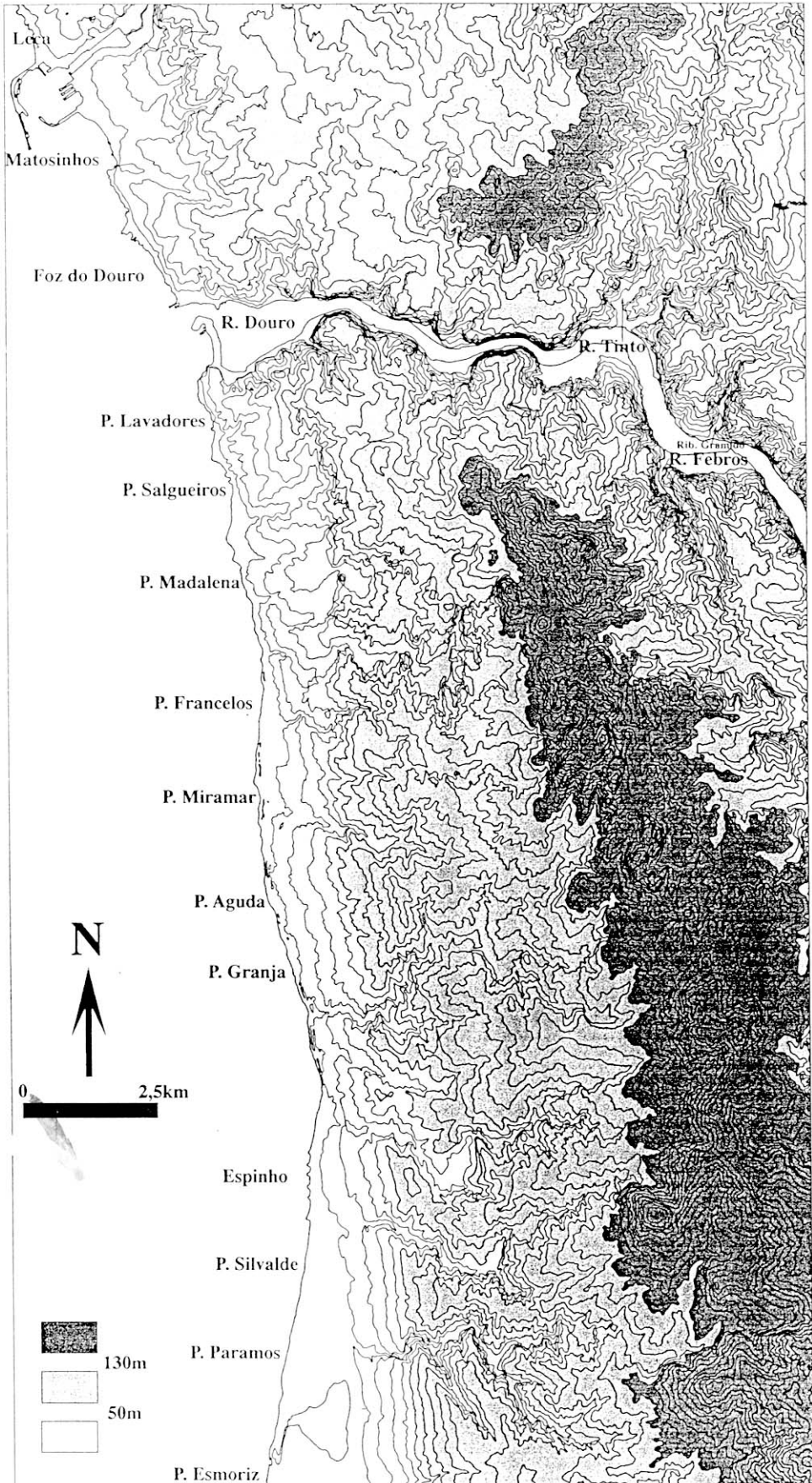


Fig. 1 - Morfologia da plataforma litoral (entre a foz do rio Leça e a lagoa de Esmoriz). Com base nas folhas 122, 133 3 143 da carta 1:25000. Equidistância = 10m.

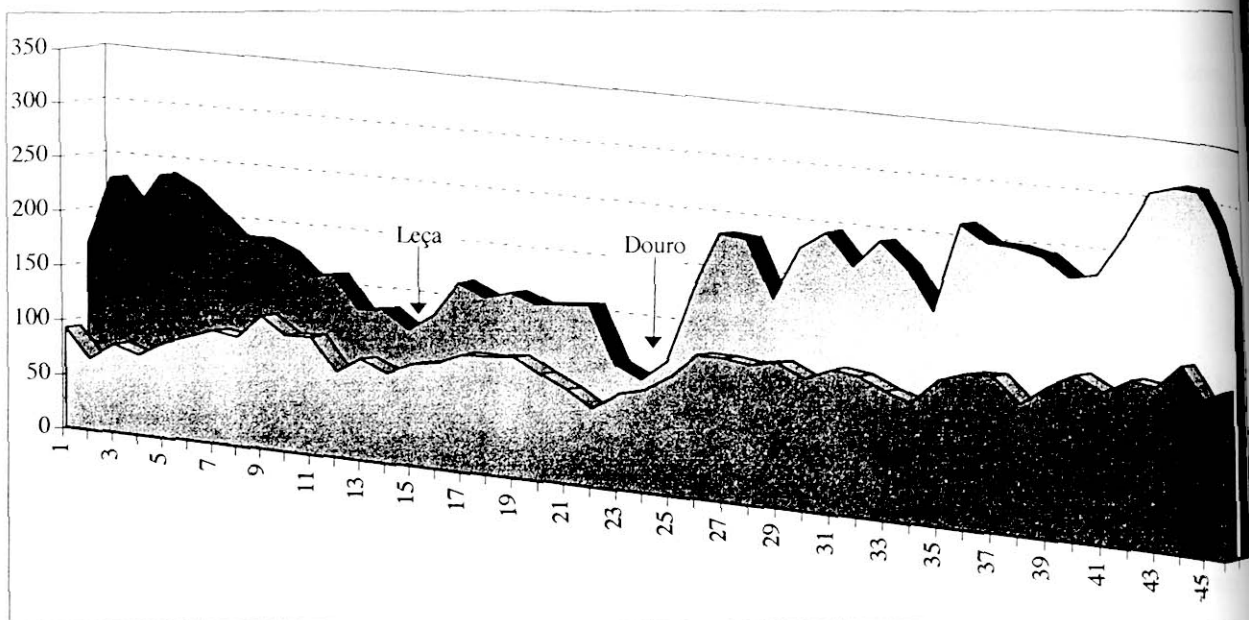


Fig. 2 - Desenvolvimento do topo da plataforma litoral e do relevo marginal ao longo do litoral estudado.

pertencentes à fase I associadas aos depósitos que agrupamos na fase II. Porém, provando a anterioridade da fase I em relação à fase II e a existência duma provável crise tectónica entre elas, encontramos blocos de depósitos da fase mais antiga englobados em cortes da fase mais moderna (corte do Centro Comercial Arrábida Shopping).

Só depois de estabelecida, no conjunto da área, a sequência Fase I-Fase II, bem como os afloramentos ligados a cada uma delas, a referida sequência foi comparada com as que ocorrem noutras áreas, nomeadamente no Minho e em Trás-os-Montes.

Por analogia com os depósitos de Prado, Alvarães e de Mirandela, é possível atribuir uma idade pliocénica (Placenciano) aos depósitos da fase I.

Os da fase II deverão situar-se na transição Pliocénico-Quaternário, coincidindo com uma crise climática e tectónica identificada noutros locais de Portugal.

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 (Araújo, 1991), sobretudo no que diz respeito à atribuição "crono-estratigráfica" dos depósitos, a representação cartográfica foi utilizada devido ao facto de ser a única que cobre, a uma escala razoável, toda a área em apreço. Porém, a respectiva atribuição crono-estratigráfica foi revista e fortemente simplificada. Assim sendo, os diferentes depósitos foram classificados segundo os 3 grandes conjuntos que definimos na nossa tese (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 vários, 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 filão (Aldeia Nova de Avintes);

2 - Camada rica em elementos pelíticos, 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.

Ainda 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 com cerca de 4km de comprimento, que, com algumas interrupções, vai desde Cabanões, em Avintes (106m), até Arnelas (134m) e que reaparece em Lever, ainda na margem esquerda do Douro.

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

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

Também na margem direita do Douro, em Esposade, existe uma mancha correspondente à de Avintes-Lever.

Mais 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, em ambos os casos, se trata dos afloramentos situados a maior altitude em cada um dos locais em questão.

Também os depósitos de Aldeia Nova e da Rasa, além de serem os depósitos mais altos existentes nas respectivas áreas, apresentam semelhanças que sugerem que, embora estes depósitos estejam hoje situados respectivamente, a leste e a oeste do Relevo Marginal poderiam ter-se formado numa mesma fase de sedimentação, quando o referido relevo ainda não existia.

A existência de camadas micáceas indicadoras de uma situação de baixa energia do tipo "planície aluvial na imediata proximidade do relevo marginal, sugere também que o dito relevo marginal não existiria nessa altura.

Além disso, a base do depósito da Rasa, como já tinha sido notado por Ribeiro *et al.* (1943), inclina nitidamente para leste. Por sua vez, o depósito de Aldeia Nova apresenta

níveis pelíticos inclinando para oeste. Assim, o nítido basculamento da base destes depósitos em direcção ao Relevo Marginal sugere uma movimentação tectónica post-deposicional que deverá ter sido aquela que conduziu à surreição do referido relevo (fig.4).

A riqueza em caulinite (mais de 90%!) dos depósitos desta fase e a elevada cristalinidade deste mineral, sugerem uma formação em meio de tipo tropical húmido. A existência de uma unidade mais grosseira e de um intenso encouraçamento no topo da formação indicaria uma certa degradação climática no sentido de condições mais resistáticas (Erhart, 1956).

FASE II: A EVOLUÇÃO NO LIMITE NEOGÉNICO-QUATERNÁRIO

A modificação climática que se adivinhava no topo dos depósitos da fase I acentua-se brutalmente. As formações que se seguem apresentam blocos muito grosseiros na base, por vezes com carácter fanglomerático (Pedrinha, Valbom). Há uma certa tendência para a formação de finas crostas ferruginosas com espessuras que não ultrapassam um centímetro. Porém, nunca aparecem verdadeiras couraças, como as que existem na fase anterior.

Os depósitos da Fase II aparecem em 2 tipos de situações:

1 - Na imediata proximidade do vale do Douro (Pedrinha, Valbom) 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. Pela sua situação geográfica e pelas suas características sedimentares, parecem ser depósitos do tipo leque aluvial, formados numa fase de crise tectónica e/ou climática.

Não encontramos nenhum caso em que os depósitos desta fase II se sobrepusessem aos anteriormente referidos. Situam-se, geralmente, um pouco mais para oeste, a altitudes mais baixas, compreendidas entre 100 e 50m na plataforma litoral e entre 100-120m na região de Medas onde se encontra um outro depósito bastante diferente do do campo de futebol que apresenta uma calibragem e uma estratificação já compatíveis com uma drenagem relativamente regularizada, que poderia corresponder àquilo que designámos como fase II-B.

Em diversos locais (nomeadamente na barreira situada próximo do Centro Comercial Arrábida Shopping) observámos casos em que blocos de arenito esbranquiçado, 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 o Relevo Marginal estaria a soerguer-se.

Porém, se há depósitos desta fase II que poderão corresponder a um período muito torrencial do curso do Douro, até porque aparecem conservados na proximidade do seu vale, a organização espacial dos depósitos da "fase

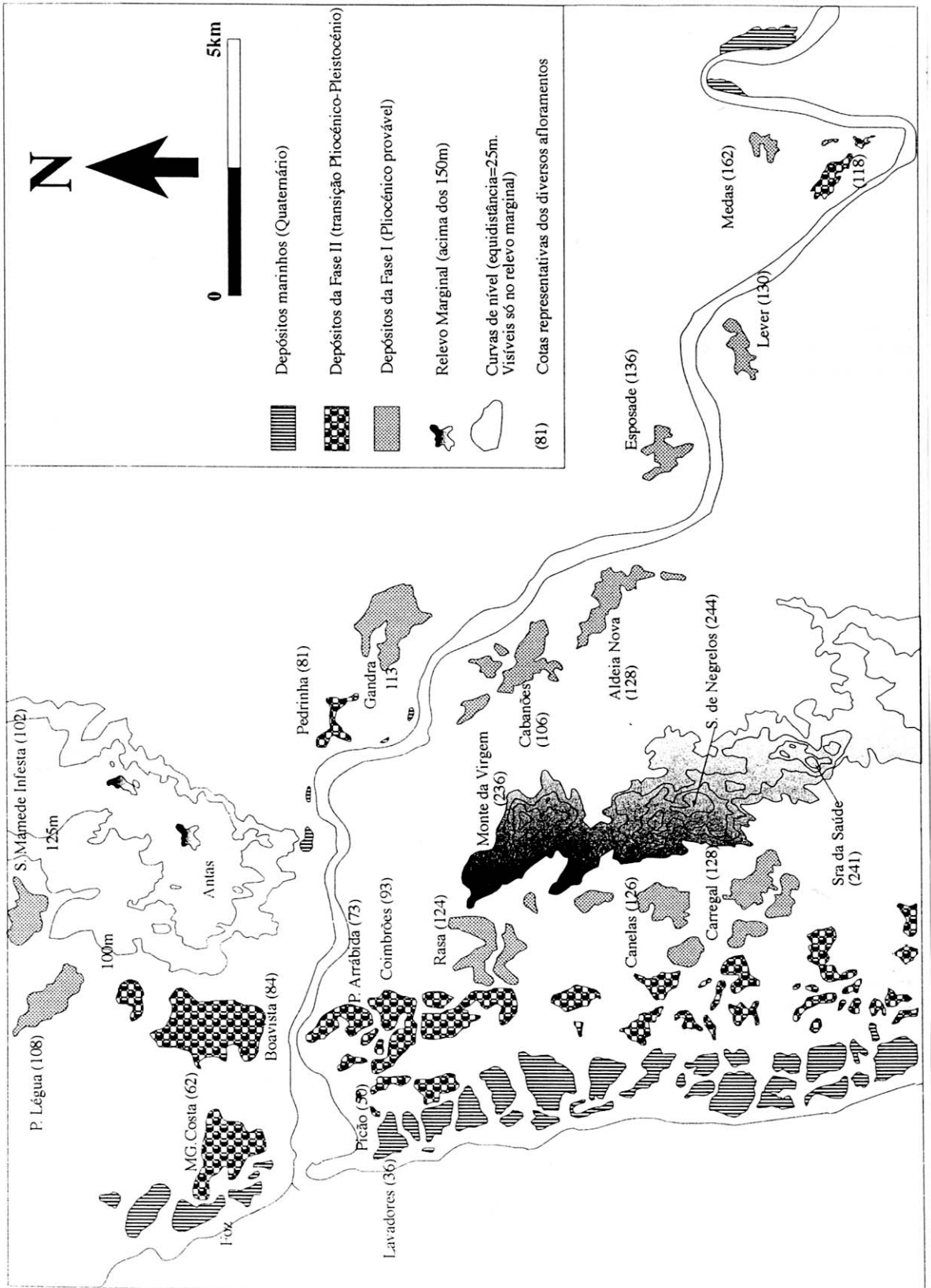


Fig. 3 - Localização das principais manchas de depósitos ante würmianos e respectivo enquadramento geomorfológico (segundo as cartas geológicas 9-C, 13-A e 13-B, na escala 1:50000).

II” que se situam na plataforma litoral mostra claramente que os seus afloramentos se distribuem com um certo paralelismo relativamente ao relevo marginal. É difícil fugir à imagem de uma série de leques aluviais formados à saída de um relevo em surreição, em situação de crise climática provável, que permitiu transportes de grande competência (na Pedrinha é possível observar blocos de cerca de 0,5m de diâmetro).

Estes teriam um carácter muito grosseiro na proximidade das cristas quartzíticas (a 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 uma regularização do regime hidrológico. 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 mais regularizada (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 neotectónica. Esta manifesta-se, por vezes, através de movimentos compressivos, traduzidos na existência de falhas inversas, como no caso do Juncal e dos Pinhais da Foz (Araújo, 1995 e 1997).

A EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA E O ESCALONAMENTO DOS DEPÓSITOS MARINHOS

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 dos depósitos encontrados veio confirmar a existência de três conjuntos de depósitos marinhos, que passamos a designar como níveis I (o mais antigo), II e III. Estes “níveis” foram definidos através de critérios sedimentológicos, já que, como veremos, a situação altimétrica dentro de cada um deles é bastante variável. Infelizmente, é raro encontrar um local 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.

A aceitação 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.

Os depósitos que se apresentam em manchas mais extensas são, normalmente, aqueles que se situam na imediata 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 I”.

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

O estudo detalhado do escalonamento dos depósitos marinhos existente nos diversos sectores da área estudada, bem como das respectivas características sedimentológicas, permitiu concluir que os depósitos marinhos 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, em direcção à Orla Ocidental meso-cenozóica (fig. 5).

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 afloramentos de depósitos presumivelmente do último interglaciário, a altitudes bastante diversas (5 e 9 m, cf. 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, cf. M. A. ARAÚJO, 1991, 1994).

Num litoral onde as variações quaternárias do nível do mar se imprimiram sobre um continente com movimentações tectónicas 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.

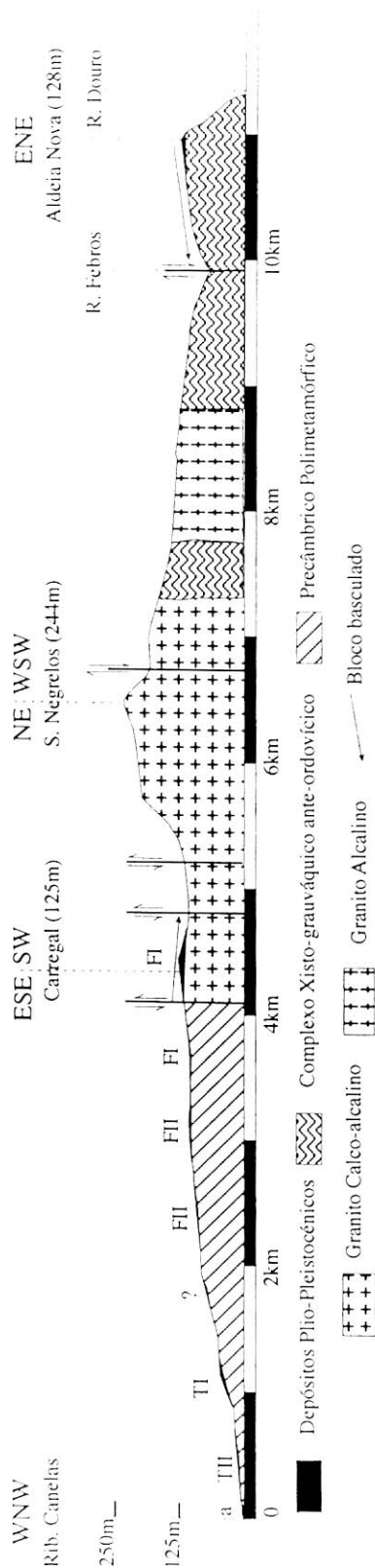


Fig. 4 - Corte geológico realizado entre a foz da Ribeira de Canelas (entre as praias de Miramar e Francelos) e a margem esquerda do Douro. Para a caracterização dos depósitos ver texto. As falhas propostas foram marcadas a partir de critérios essencialmente geomorfológicos.

CONCLUSÕES: A TECTÓNICA E A ORGANIZAÇÃO DO RELEVO

A simples descrição dos depósitos que acabámos de fazer não nos esclarece suficientemente sobre as causas desta distribuição.

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 existente nas margem esquerda do Douro, na área de Aldeia Nova de Avintes.

Com excepção da mancha indicada com "?", que nos parece situar-se numa área com tanto declive que deverá corresponder a um dos muitos afloramentos "fantasmas" 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.

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 pos-deposicional que tenha soerguido os depósitos da plataforma litoral em relação àqueles que se situam a leste do relevo marginal.

Os acentuados abruptos encontrados no corte só se podem explicar convenientemente através de falhas. Estas foram marcadas como sendo verticais, já que foram deduzidas através da topografia, o que torna difícil saber se, efectivamente, são ou não verticais. É possível que, muitas delas sejam de tipo compressivo, o que ajudaria a explicar o basculamento dos depósitos da fase I em direcção ao relevo marginal.

No seu conjunto, o relevo marginal corresponde a um *horst* rodeado, de ambos os lados, por escadarias tectónicas. É curioso verificar que, 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.

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:

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

É fácil encontrar uma série de alinhamentos estruturais

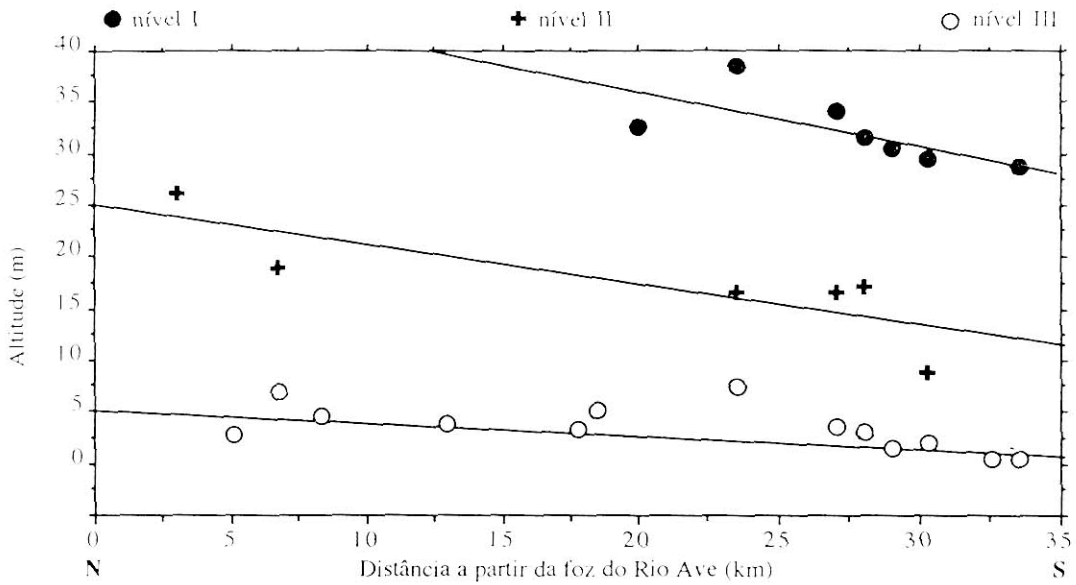


Fig. 5 - Altitudes (médias das altitudes observadas em cada afloramento) de cada um dos níveis marinhos entre a Foz do rio Ave e Espinho.

com relevância sob o ponto de vista geomorfológico. Estes encontram-se nas seguintes situações:

- delimitando troços rectilíneos do relevo marginal;
- sublinhando tramos do traçado do rio Douro e dos seus afluentes, Febros na margem esquerda e Tinto na margem direita;
- Um outro aspecto 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 um avanço para oeste das áreas acima dos 50m ladeando a foz do rio Douro. Este facto vem dar mais razão à 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). Pelo contrário, a área situada a leste do rio Tinto inscreve-se num graben em forma de losango, delimitado por este último e pela ribeira do Gramido.

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 esquecermos 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 actuantes durante o Quaternário tenham feito rejogar antigas direcções hercínicas situadas perto desta importante zona de sutura, acabando por produzir um relevo com uma orientação geral próxima dessa sutura.

A hipótese de Ribeiro e Cabral (1989), segundo a qual, ao longo da faixa litoral portuguesa se estaria a desenvolver uma zona de subducção, avançando de sul para norte, parece particularmente adequada para explicar a formação do rebordo tectónico que constitui o relevo marginal e algumas movimentações de tipo compressivo que têm sido identificadas na área.

BIBLIOGRAFIA

- 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, p. 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 Paleolmbiente Quaternario na Península Ibérica*, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, p. 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
- Barbosa, B. (1985) - Origem e idade dos caulinos portugueses em granitos. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XXIV: 101-105
- 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 g n se des sols en tant que ph nom ne géologique*, Col.  volution des Sciences, 8, Paris, Masson et Cie, 90 p.
- Rebello, F. (1975) - Serras de Valongo - Estudo de Geomorfologia. Suplemento de *Biblos*, 9, Univ. Coimbra, 194 p.
- Ribeiro, A. *et al.* (1980) - Análise da deforma o da zona de cisalhamento Porto-Tomar na transversal de Oliveira de Azeméis. *Com. Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, LXVI: 3-9.
- Ribeiro, O. *et al.* (1943) - Depósitos e níveis plioc nicos 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, 5  série, 17: 33-48.
- Teixeira, C. (1979) - Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 65: 35-46.
- Teixeira, C. & Zbyszewski, G. (1952) - Contribution   l'étude du littoral plioc ne au Portugal. *Cong. Intern. G ol., Comptes Rendus XIX sessão*, Alger, p. 275-284.