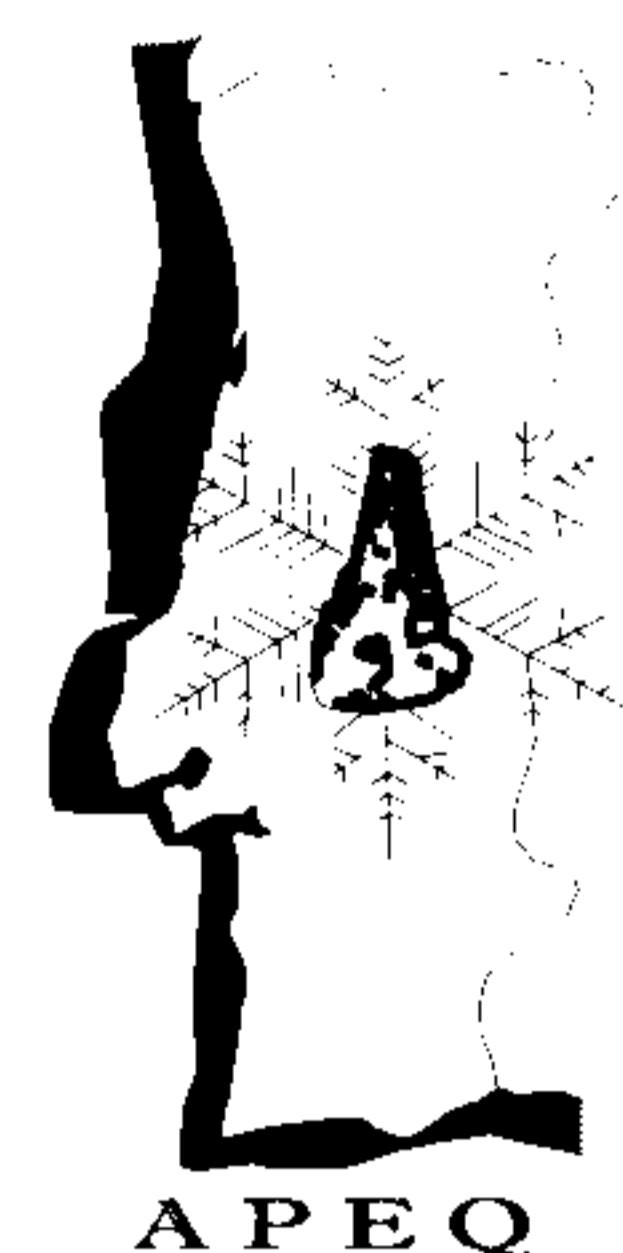


Estudos do Quaternário

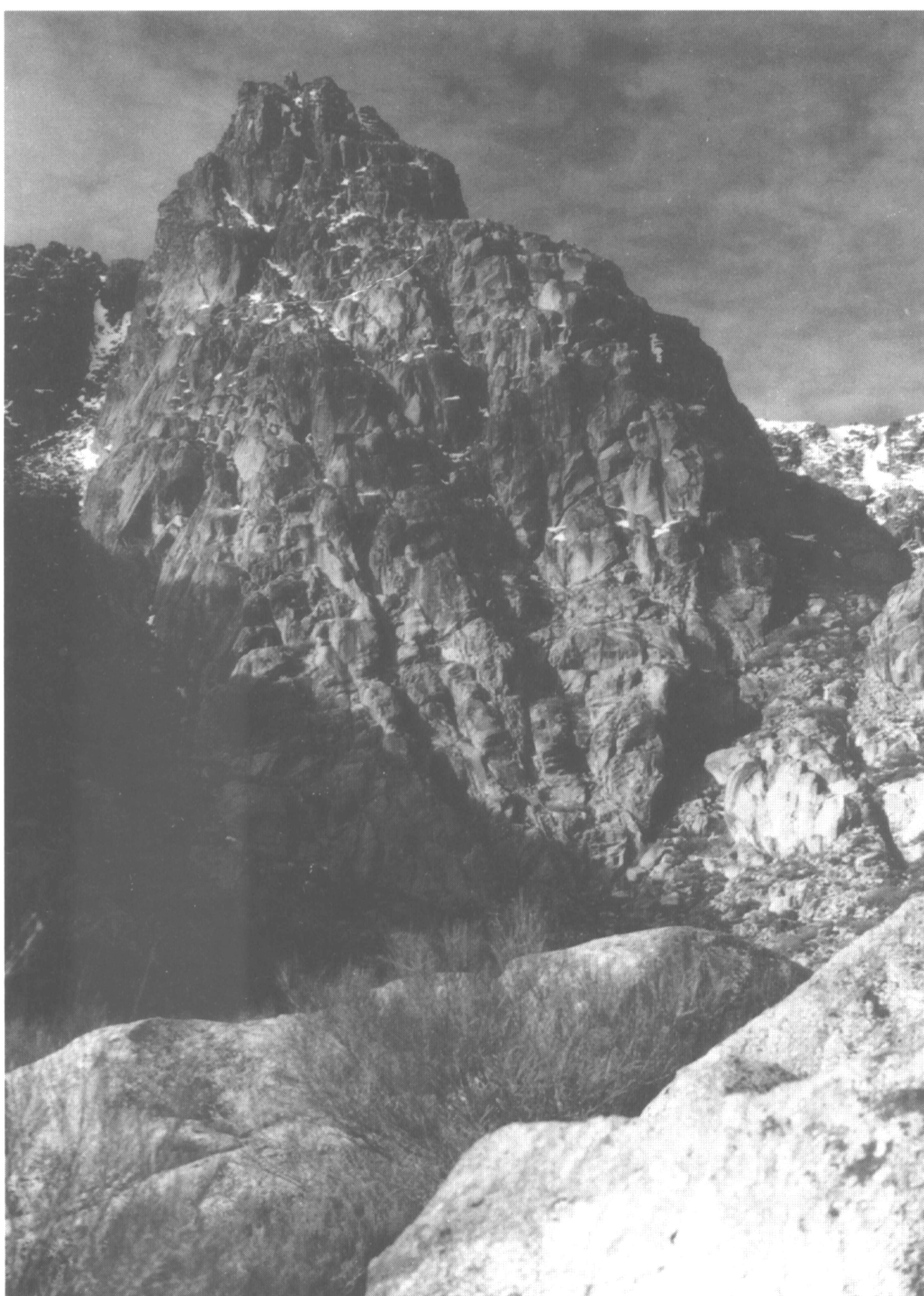


Revista da
Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário

Quaternary Studies

Journal of the Portuguese Association for Quaternary Research

Nº 1, 1997



Edições Colibri

A PLATAFORMA LITORAL DA REGIÃO DO PORTO: DADOS ADQUIRIDOS E PERPLEXIDADES

MARIA DA ASSUNÇÃO ARAÚJO*

Resumo

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", designados por critérios altimétricos. O rebordo que a limita para o interior seria, logicamente, uma arribo fóssil.

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, durante os diversos períodos interglaciários, o mar teria retocado o sector ocidental, tectonicamente abatido, desta plataforma.

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.

Além dos depósitos fluviais e marinhos, datáveis presumivelmente do Neogénico ao Pleistocénico inferior a médio, a evolução durante o Würm e o Holocénico está documentada pelos depósitos solifluxivos, intercalados com depósitos eólicos ou lagunares.

Palavras-chave: Plataforma litoral, Relevo Marginal, leques aluviais, *rañas*, depósitos marinhos quaternários, neotectónica.

Abstract

The Littoral Platform of Oporto region: new ideas and hypothesis. 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 this deposits has 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, under 40 meters high, 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 neotectonics 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.

Beyond fluvial and marine deposits there are some evidences of climatic/eustatic variations from the Würm and Holocene times, producing solifluxive, aeolian and lagoon deposits.

Keywords: Littoral platform, alluvial fans, marine terraces, neotectonics.

1. INTRODUÇÃO

A primeira perplexidade diz respeito à origem da plataforma, de largura e altitude variável, que bordeja todo o litoral português. Essa plataforma está geralmente organizada em patamares e suporta depósitos

com características muito variadas, que definiremos mais adiante.

A explicação tradicional que identificava estes patamares como níveis de praias antigas, atestando as variações eustáticas do Quaternário, limitados, para o interior, por uma arribo fóssil foi aceite, na comu-

nidade científica, até meados dos anos oitenta.

Os anos oitenta e noventa assistiram a uma modificação sensível na visão que se tinha da plataforma litoral portuguesa. Das ideias de um eustatismo estrito, combinado com uma pretendida estabilidade do continente, passou-se para uma visão mais complexa e mais dinâmica. É essa visão de que pretendemos fazer-nos eco, apontando, também, algumas das muitas dúvidas e pistas a explorar no futuro.

No mapa da figura 1 é possível apreciar o desenvolvimento topográfico da faixa litoral situada nas proximidades da cidade do Porto. A área estudada corresponde apenas ao sector compreendido entre a foz do Rio Ave e a latitude de Espinho. Todavia, dado o interesse de alguns depósitos eólicos e lagunares, encontrados a sul de Espinho, a parte mais baixa (abaixo da curva dos 25m) da plataforma litoral situada a sul desta cidade também foi considerada, no sentido de estabelecer algumas balizas da evolução geomorfológica no final do Würm e no Holocénico.

A análise da figura permite concluir pela existência de uma faixa aplanada, desenvolvendo-se a partir de altitudes próximas dos 75m, a norte do rio Leça. A sul deste rio, a altitude máxima aproxima-se dos 125m, mas parece subir um pouco para sul, atingindo 150m no limite sul da área representada.

Também é possível verificar que o relevo que limita a plataforma para o interior ("Relevo Marginal") tem um desenvolvimento muito diverso consoante estamos a norte ou a sul do Douro. A sul do Douro ele tem um desenvolvimento rectilíneo e corresponde a uma parede quase contínua, com a orientação NNW-SSE. A norte do Douro parece ser formado por troços relativamente curtos e a orientação de conjunto é menos rígida, havendo tramos que se orientam segundo a direcção NNE-SSW, ou N-S.

O carácter rectilíneo que o Relevo Marginal apresenta a sul do Douro sugere, fortemente, a influência da tectónica na sua definição. Com efeito, a observação da carta geológica permite verificar que, com uma orientação próxima, 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 precâmblicas da Zona de Ossa-Morena. Trata-se de uma acidente muito antigo, que corresponderia à zona de sutura entre a Europa e a África aquando da orogenia Cadomiana (Precâmbrico). Funcionou como desligamento diversas vezes durante e após a orogenia hercínica.

Os depósitos genericamente considerados plio-pleistocénicos ocupam a área aplanada situada a oeste da falha Porto-Tomar. Se admitirmos que o Relevo Marginal tem origem tectónica, cabe-nos perguntar qual a relação cronológica entre os depósitos da plataforma litoral e a movimentação tectónica que originou

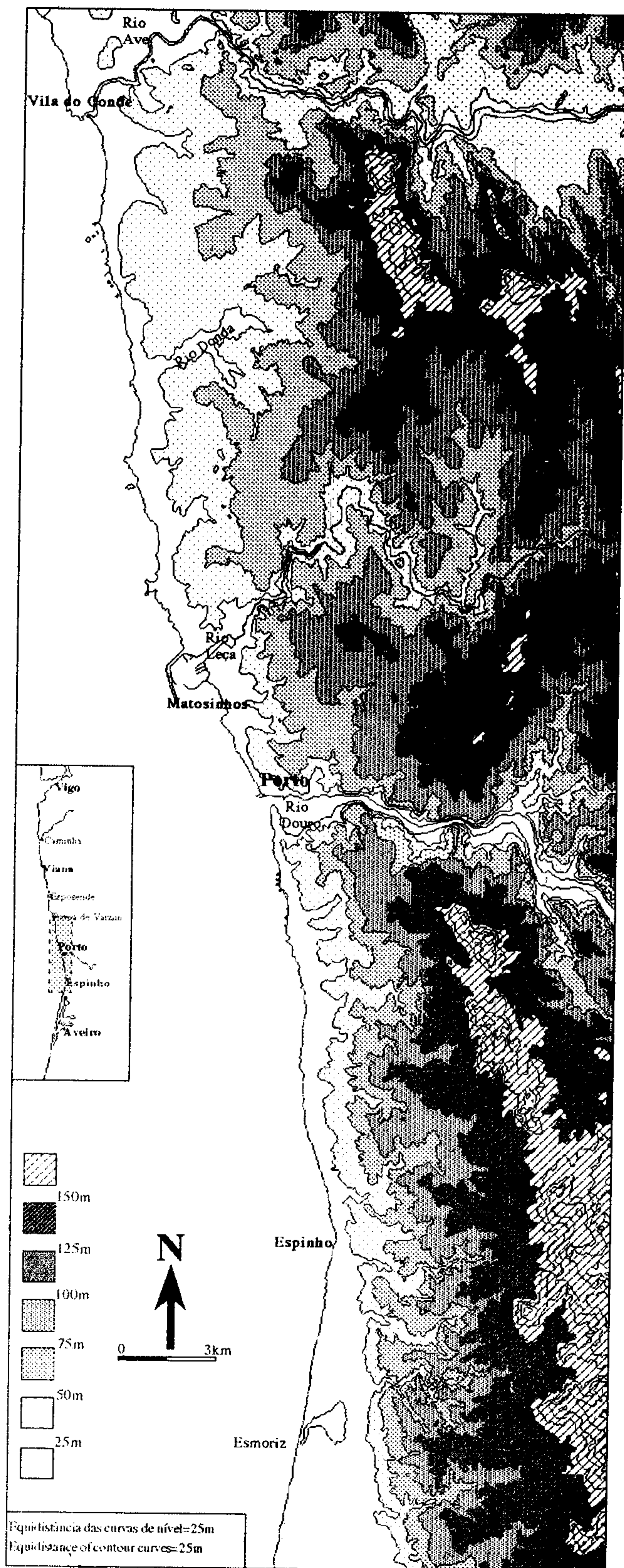


Fig. 1 – Mapa hipsométrico da área estudada (segundo a Carta Corográfica de Portugal, 1:50.000).

Fig. 1 – Hypsometric map of the studied area (from Carta Corográfica de Portugal, 1:50,000).

o Relevo Marginal. Existem, fundamentalmente, duas possibilidades:

1 - Trata-se de um acidente que jogou antes da deposição das formações da plataforma litoral.

Nesse caso, o rejogo da falha Porto-Tomar teria colocado o compartimento abatido ao alcance da invasão marinha durante os períodos transgressivos do Quaternário.

2 - A falha rejogou depois da formação dos depósitos. Neste caso, a última fase de movimentação da falha terá que ser bastante recente (provavelmente pós vilafranquiana, como se demonstrará a seguir).

Alguns dos depósitos seriam anteriores a essa fase de movimentação tectónica. Quando se constituiu o Relevo Marginal, esses depósitos conservaram-se nos compartimentos abatidos e foram destruídos no compartimento soerguido (topo do Relevo Marginal).

A existência de leitos pelíticos nos depósitos mais antigos da plataforma litoral, na imediata proximidade do Relevo Marginal, e o facto de haver, na região de Avintes-Aldeia Nova, para leste do Relevo Marginal, depósitos que parecem equivalentes a esses, favorecem a hipótese de se tratar de formações anteriores à surreição do dito relevo.

Sabemos, efectivamente, que o jogo da falha Porto-Tomar continuou ao longo do Quaternário, como demonstram os epicentros de sismos alinhados ao longo do acidente (RIBEIRO, A. *et al.*, 1980). Também a Carta Neotectónica de Portugal (1989) considera a falha Porto-Tomar como uma falha activa.

Por outro lado, temos encontrado diversas evidências de deformações afectando os depósitos da plataforma litoral. Trata-se, muitas vezes, de falhas inversas, o que prova a existência de fenómenos compressivos relativamente intensos que teriam ocorrido depois da formação desses depósitos. Estes são de datação difícil, mas talvez possam correlacionar-se, como veremos de seguida, com as *rañas*. Assim sendo, a movimentação tectónica ter-se-ia prolongado ao longo do Quaternário.

Uma das ideias que vigorou durante muito tempo dizia respeito à origem dos depósitos: situando-se na plataforma litoral assumia-se como óbvia uma origem marinha. Todavia, o estudo sedimentológico (granulometria e morfoscopia das areias) veio provar que muitos dos depósitos situados a altitudes superiores a 40m têm carácter continental. Os depósitos marinhos são relativamente raros e limitam-se à parte exterior da plataforma.

O degrau existente entre os depósitos de origem continental (de carácter fluvial ou do tipo “leque aluvial”) e os depósitos marinhos tem um carácter rectilíneo, sugerindo que a separação entre eles pode ter uma origem tectónica. Advoga no mesmo sentido o facto de haver uma separação nítida entre os dois tipos de depósitos (cf. figura 2).

Deste modo, admitimos que, durante os períodos interglaciários, o mar teria retocado o sector ocidental, tectonicamente abatido, desta plataforma. A observação de campo e o estudo sedimentológico conduziram à identificação de 3 níveis diferentes de depósitos.

2. OS DEPÓSITOS FLUVIAIS E A EVOLUÇÃO DO RELEVO DURANTE O FIM DO TERCIÁRIO: FASE I

A cartografia geológica elaborada sob a responsabilidade de Carlos Teixeira, ao longo dos anos cinquenta, dividia os depósitos em diversos grupos: P', P'', Q1, Q2, Q3, Q4. A definição de cada um desses grupos era feita segundo critérios exclusivamente altimétricos - nem sempre bem empregues, aliás. Por exemplo: os depósitos situados na área do Picão (Coimbrões, Vila Nova de Gaia) são considerados Q3 (entre 40 e 30 m). Todavia, a curva de nível que os envolve, é a de 50 metros!

A análise que fizemos dos depósitos levou-nos a uma arrumação bastante diferente.

Os depósitos mais altos, acima de 100 metros, são, em princípio, mais antigos. Apresentam diversas unidades características. Essas unidades aparecem associadas dentro de cada afloramento. Porém, nunca encontramos as unidades pertencentes à fase I associadas aos depósitos que agrupamos na fase II. Por isso nos pareceu que eles correspondem a fases diferentes da evolução do relevo, separadas entre si por um longo período de tempo, ou por um acontecimento relevante, de origem tectónica ou eustática.

A sequência para os depósitos da fase I é a seguinte (de baixo para cima):

- 1 - Base bastante grosseira, por vezes com blocos de cerca de 1m de diâmetro (I-A);
- 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);
- 4 - Forte encouraçamento localizado, sobretudo, nas áreas de topo do depósito. Nos casos em que o depósito é pouco espesso pode atingir a respectiva base. Parece-nos evidente que esse encouraçamento ocorreu depois da formação das unidades inferiores do depósito, que apresentam uma cor branca característica, contrastando com a cor avermelhada/acastanhada do topo.

O substrato apresenta-se intensamente caulizado. De tal modo que as explorações de caulino (LAPA, 1969) das proximidades da cidade do Porto mais não são do que a exploração do *bed-rock* granítico, profundamente alterado, subjacente ou próximo de depósitos deste tipo (Rasa de Baixo, Senhora da

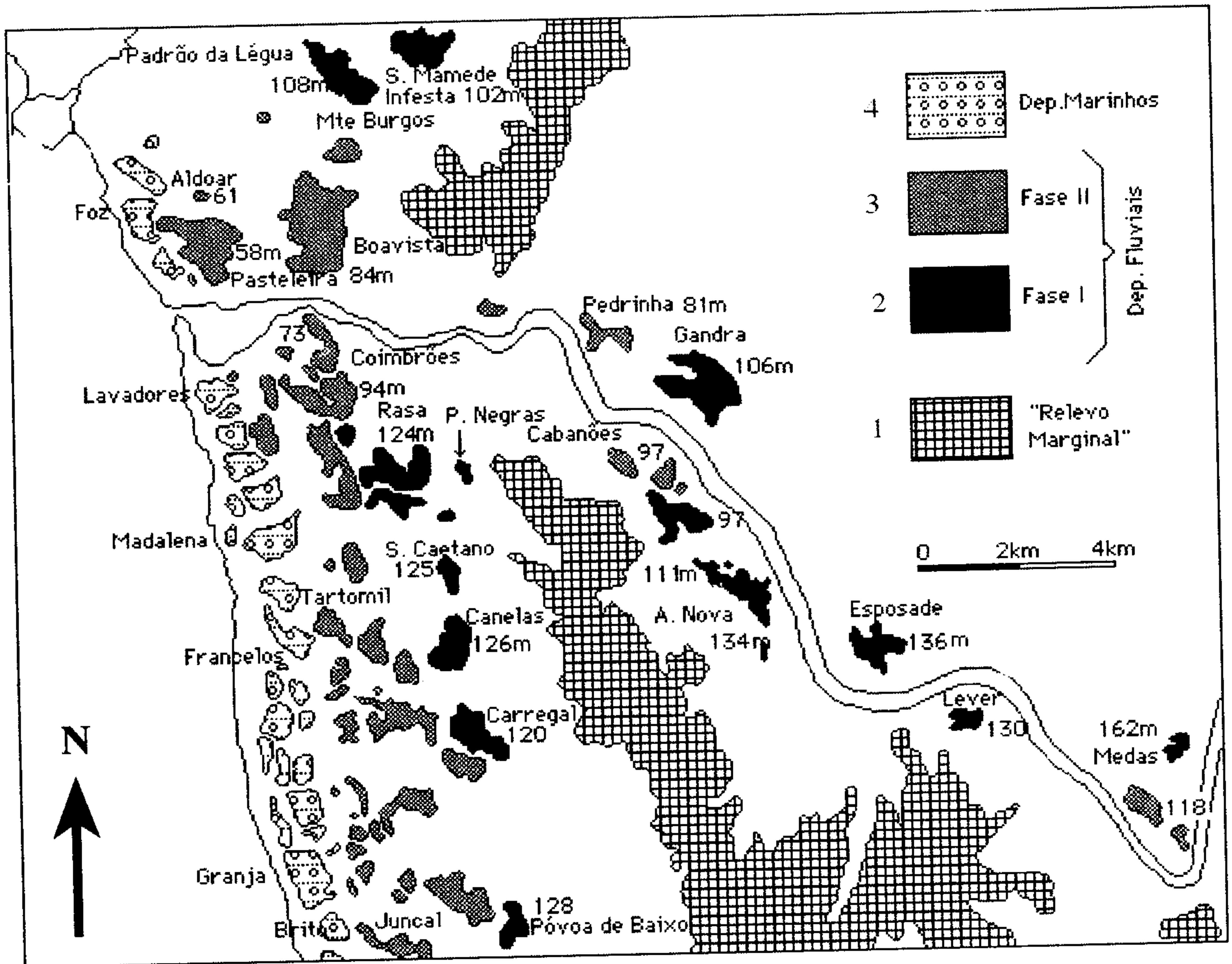


Fig. 2 – Esboço de localização das manchas de depósitos “plio-pleistocénicos”, segundo as Cartas Geológicas 1:50.000 (9-C, 13-A e 13-B).

Fig. 2 – Localization of “plio-pleistocene” deposits – from Geological Charts (9-C, 13-A and 13-B). 1 - “Marginal Relief”, 2 - older fluvial deposits, 3 - newer fluvial deposits, 4 - marine deposits.

Hora).

Um dos melhores locais para observar essa sequência 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, por isso, e pela utilização da imensa cratera resultante da exploração do caulino como vazadouro de entulhos vários, o corte deixou de ser observável.

Do outro lado do Relevo Marginal, na área de Aldeia Nova de Avintes, REBELO (1975) descreveu um depósito onde também encontramos níveis pelíticos esverdeados. Os novos cortes entretanto abertos nessa área confirmam a existência das seguintes unidades:

- 1 - Blocos quartzíticos da base,
- 2 - Unidade pelítica esverdeada, com pendor acentuado para oeste,
- 3 - Unidade superior, com estratificação entrecruzada,
- 4 - Encouraçamento localmente intenso; encontram-se, por vezes, restos de couraça de cor vermelho vivo, outras vezes, elementos do tipo pisólito, negros e bastante densos, espalhados à su-

perfície do solo.

O depósito de Aldeia Nova de Avintes apresenta as seguintes diferenças relativamente aos depósitos da plataforma litoral (Rasa e do Carregal): maior calibre dos blocos da base e composição petrográfica diferente (quartzitos *versus* granitos no depósito da Rasa), níveis pelíticos menos espessos, características do encouraçamento.

Estas diferenças podem explicar-se pela maior proximidade dos quartzitos, pela situação mais a montante, e pelo carácter xistento do *bed-rock* na área de Aldeia Nova. Com efeito, o maior conteúdo em ferro dos xistos do complexo xisto-grauváquico, relativamente aos granitos alcalinos, bem como o carácter menos permeável das alterites, podem ter contribuído para uma maior intensidade na acumulação de ferro e para uma mais fácil formação de couraças...

Seja como for, a existência desses níveis pelíticos não parece compatível com a proximidade do Relevo Marginal, antes parece mais coerente com uma deposição em ambiente de fraca energia, possivelmente do tipo “planície aluvial”. Por outro lado, como já sa-

lientámos, a semelhança existente entre os depósitos a leste e a oeste do Relevo Marginal parece sugerir uma anterioridade dos mesmos em relação à surreição do referido relevo.

O mesmo poderíamos dizer do nítido basculamento da base destes depósitos em direcção ao Relevo Marginal. Efectivamente, 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 inclinados para oeste.

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).

3. A EVOLUÇÃO DO RELEVO DURANTE O FIM DO TERCIÁRIO E O QUATERNÁRIO ANTIGO: FASE II

A modificação climática que se adivinhava no topo dos depósitos da fase I acentua-se brutalmente. As formações que se seguem apresentam níveis muito grosseiros na base, por vezes com carácter fanglomerático (Pedrinha). Há uma certa tendência para a formação de crostas ferruginosas. Porém, nunca aparecem verdadeiras couraças.

Não encontramos nenhum caso em que os depósitos desta fase II se sobrepussem aos anteriormente referidos. Situam-se um pouco mais para oeste, a altitudes mais baixas, geralmente compreendidas entre 100 e 50m. Aparentemente depositaram-se a uma cota mais baixa que os anteriores, devido a uma provável subida do Relevo Marginal e das áreas adjacentes, ainda cobertas pelos depósitos da Fase I. Estes, ficando relativamente soerguidos, seriam em boa parte destruídos, apenas se conservando na proximidade imediata do Relevo Marginal, numa situação de ângulo de falha, particularmente favorável para a sua conservação. Com efeito, quer na Rasa de Baixo, quer em Aldeia Nova, parece haver um basculamento da superfície plana da base dos depósitos da Fase I em direcção ao Relevo Marginal.

Observámos em diversos locais (Tartomil, barreira existente aquando da construção do hipermercado Carrefour) casos em que blocos de arenito esbranquiçado, típicos da Fase I, se achavam incluídos nos depósitos da fase II junto à respectiva base.

O Relevo Marginal estaria a soerguer-se por essa altura. Com efeito, os depósitos da Fase II aparecem 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. O Rio Douro ainda não estaria canalizado.

No topo das formações de tipo leque aluvial, verifica-se a deposição de materiais mais calibrados e compatíveis com uma drenagem mais regularizada (Fase II-B). Estes depósitos encontram-se na imediata proximidade do vale do Douro e poderão corresponder a um momento em que a drenagem começava a organizar-se.

4. OS DEPÓSITOS DE FÁCIES CONTINENTAL (FASES I E II): SUGESTÕES PARA UMA CRONOLOGIA RELATIVA

A existência da unidade pelítica I-B, muito rica em partículas de mica, aponta para um curso de água de baixa energia, correndo numa planície, possivelmente próximo do nível do mar. Seria, assim, uma planície litoral.

A elevada frequência (mais de 90% de caulinite), a sua cristalinidade e a existência de alguma gibsite (LAPA, 1969) apontam para um meio de tipo tropical húmido onde seria possível a neoformação da caulinite.

Porém, a existência de muitos grãos de feldspato em algumas das amostras pertencentes a esta fase parece contraditório... a não ser que se considere que as fases mais antigas (I-A e I-B) da evolução desta área tiveram lugar num clima que permitia a conservação dos feldspatos e só depois este adquiriu características mais hidrolizantes. É isso, exactamente, que é sugerido por BARBOSA (1985) quando afirma que a elaboração da superfície de erosão em que assentam os depósitos é anterior à caulinizacão do *bedrock* e dos grés arcósicos que nele assentam.

A unidade I-C evidencia condições claramente diferentes, sobretudo em termos de calibre dos materiais. Pensamos que uma certa movimentação tectónica poderá ter estado na origem dessa variação, atendendo à discordância angular que é visível entre as duas unidades.

A unidade I-C mostra, por vezes, encouraçamento, localmente intenso. Isso poderá indicar a tendência para uma variação climática no sentido duma maior secura (clima de tipo tropical com uma estação seca bem marcada?).

Essa tendência acentua-se, de seguida, originando-se os depósitos da fase II-A de carácter claramente torrencial.

A esta crise climática parecem seguir-se condições climáticas mais regulares, responsáveis pela organização da rede de drenagem que poderá ter acompanhado a deposição da unidade II-B.

Quais as balizas cronológicas desta evolução?

A comparação do depósito da Pedrinha com as *rañas* do sopé da Cordilheira Central não nos parece

descabida. Nesse caso as formações da fase II poderiam ser vilafranquianas.

Se, efectivamente, o depósito da Pedrinha for equivalente às *rañas* e se elas forem vilafranquianas, então, toda a fase I terá decorrido durante o Neogénico. No Miocénico? No Pliocénico? Ambas as hipóteses são plausíveis. O clima do Miocénico (PROENÇA CUNHA, 1987) poderia explicar algumas das características dos depósitos finos da fase I-B... Nesse caso, só a unidade I-C seria pliocénica e correlativa de uma fase de maior secura, necessária para permitir a formação de verdadeiras couraças.

Novos impulsos tectónicos e uma nova modificação climática permitiriam a formação de depósitos semelhantes às *rañas*. 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), mas bastante mais fino nas áreas distais (Coimbrões situa-se a 11 km dos referidos afloramentos). Alguns destes depósitos estão claramente afectados pela neotectónica. Esta manifesta-se, por vezes, através de movimentos compressivos, traduzidos na existência de falhas inversas (figura 3).

Quanto aos depósitos da fase II-B seriam já do Quaternário antigo, correspondendo, possivelmente, a um período interglaciário.

Mais importante do que dissertar mais longamente sobre estes dados locais, será a comparação com outras áreas geográficas e o trocar de ideias e infor-

mações com os investigadores que nelas trabalham. Esse processo possibilitará a resolução de muitos dos problemas em suspenso e, sobretudo, permitirá o alinhavar de uma imagem, mesmo que rudimentar, da evolução da faixa ocidental ibérica durante o Cenozóico.

5. A EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA E O ESCALONAMENTO DOS DEPÓSITOS MARINHOS

Os depósitos de fácies marinho apresentam uma menor variabilidade uma vez que se formaram em ambientes de praia, em condições relativamente homogéneas. Sendo assim, as diferenças que evidenciam poderão ser imputadas, com uma certa probabilidade, à duração da respectiva evolução post-deposicional, isto é, à sua idade.

Faremos, por isso, uma rápida abordagem das principais conclusões a que chegámos nesse domínio. Os depósitos marinhos apresentam-se em manchas de dimensões geralmente inferiores às dos depósitos fluviais e a altitudes inferiores a 40m. Dentro desse limite altimétrico, as cartas geológicas (folhas 9-A, 9-C e 13-A) referem a existência dos “níveis” de 30 a 40m, 12 (ou 15) a 20m e 5 a 8m.

O trabalho de campo 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

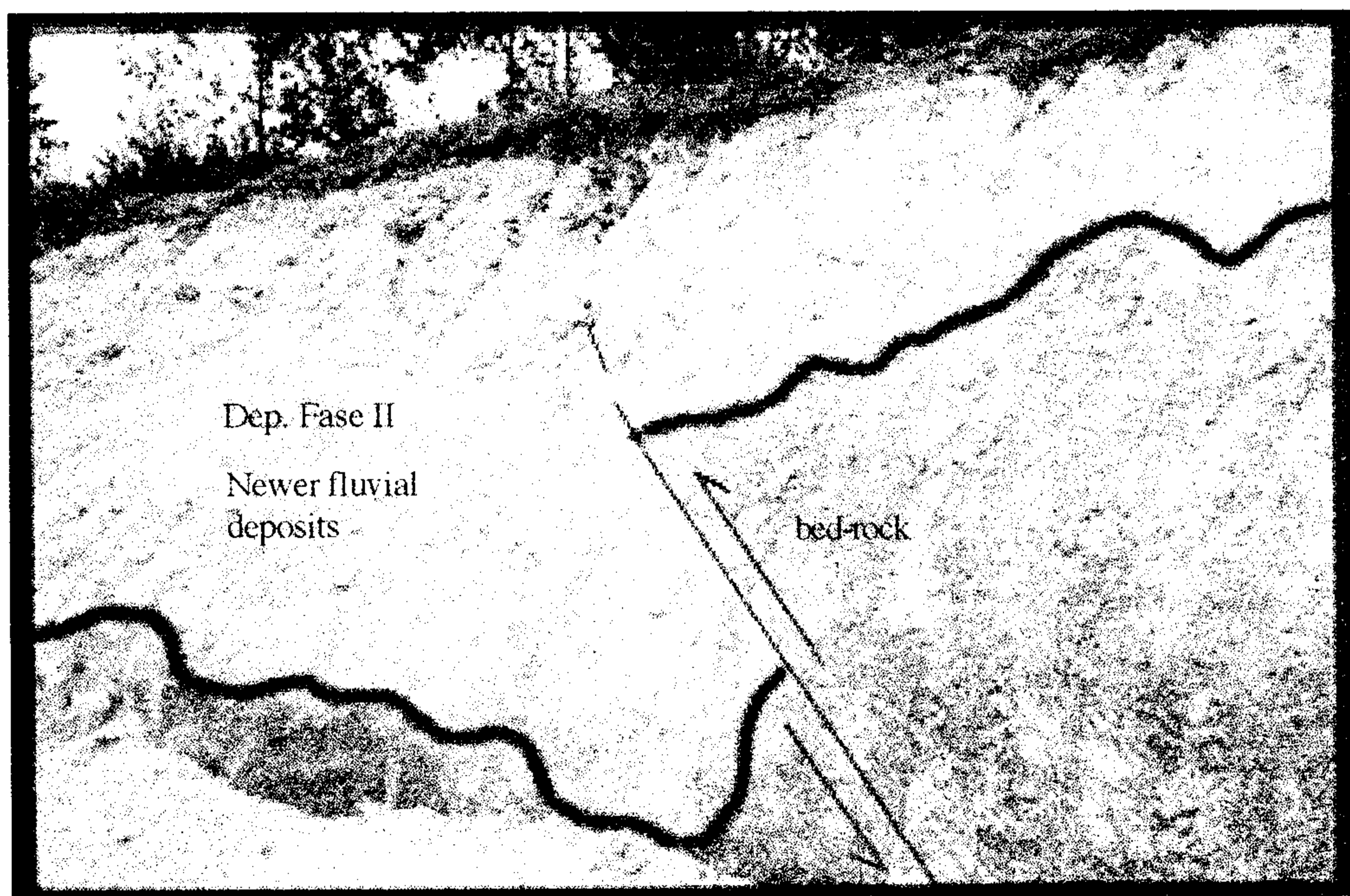


Fig. 3 – Falha inversa (N75°E, pendor 60°S) junto da urbanização dos Pinhais da Foz.

Fig. 3 – Inverse fault (N75°E, 60°S) near Pinhais da Foz.

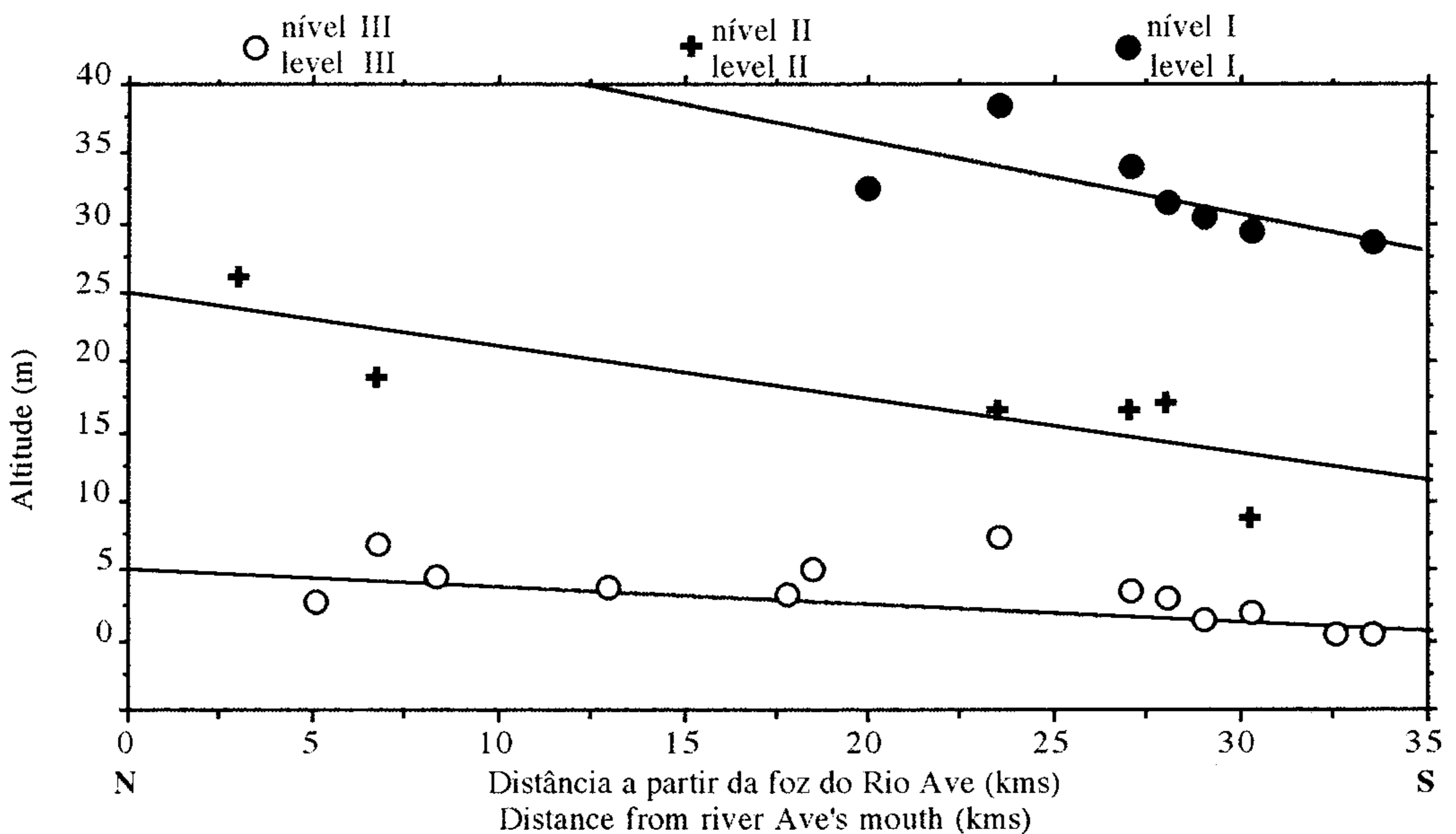


Fig. 4 – Altitudes médias dos níveis marinhos entre a Foz do rio Ave e Espinho.
Fig. 4 – Mean altitudes of ancient marine levels between river Ave's mouth and Espinho.

sedimentológicos, já que, como veremos, a situação altimétrica dentro de cada um deles é bastante variável. 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. 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 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 *patine* castanha ou alaranjada, obviamente relacionada com a migração de ferro que condicionou a cimentação do depósito suprajacente.

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. O escalonamento dos níveis marinhos baseado na altimetria poderá parecer contraditório com as evidências de neotectónica nos depósitos fluviais. Porém, a utilização de dados altimétricos, conquanto esteja desactualizada se considerarmos as altitudes absolutas, tem alguma pertinência se considerarmos as altitudes relativas. Ao estudar depósitos situados em áreas contíguas e em processo de soerguimento parece-nos aceitável admitir que os depósitos mais antigos são os mais altos. Se a velocidade de movimentação for uniforme, estes últimos tiveram mais tempo para subir... por isso se situam a uma maior altitude.

Foram as características sedimentológicas dos depósitos que nos conduziram à identificação dos três níveis acima propostos. Pensamos que este deverá ser o critério principal para a correlação dos depósitos marinhos, sempre que haja suspeitas de movimentação neotectónica.

Da observação da figura 4 podemos concluir que os depósitos marinhos não se situam à mesma altitude ao longo do sector estudado. 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.

A mesma conclusão parece ressaltar da análise da figura 5, em que se mostra o desenvolvimento, em altitude, dos afloramentos rochosos existentes na faixa costeira situada entre a foz do Rio Ave e a latitude de

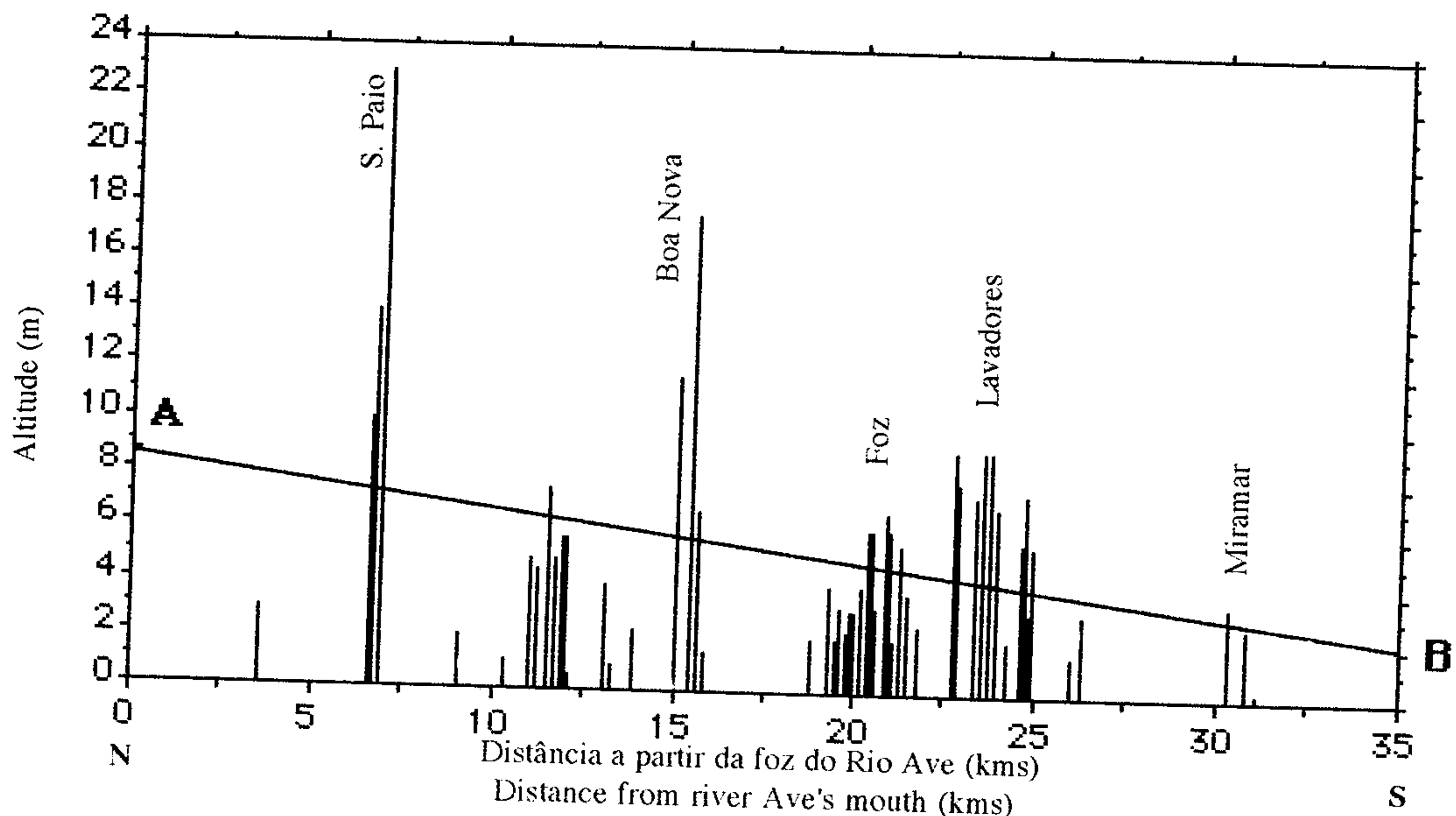


Fig. 5 – A altitude dos afloramentos de bed-rock compreendidos nas praias situadas entre a foz do rio Ave e Espinho e a respectiva recta de regression (A-B).

Fig. 5 – The altitudes of bed-rock outcrops within the beaches from river Ave's mouth till Espinho and their regression straight (A-B).

Espinho. Esses afloramentos podem constituir pontões rochosos mais ou menos contínuos entre os quais se desenvolvem praias de bolso. Noutros casos emergem, sob a forma de afloramentos descontínuos, acima das areias da praia actual. Muitos desses afloramentos conservam restos de superfícies aplanadas e, por vezes suportam depósitos marinhos do nível III.

O paralelismo existente entre as duas figuras parece corroborar algumas ideias:

- A existência de depósitos marinhos a cotas relativamente elevadas relaciona-se com as áreas de costa alta (i.e: onde existem afloramentos rochosos);
- Parece haver uma tendência generalizada para a descida desses afloramentos para sul, análoga à descida verificada para os diferentes níveis de depósitos marinhos.
- Não se trata de uma descida contínua, mas antes de uma tendência geral, visível através de um padrão local irregular, entrecortado de subidas e descidas.

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 (Labruga-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. ARAÚJO, 1991, 1994).

Para confirmar existência de movimentos de neotectónica afectando as superfícies marinhas do último interglaciário seria necessário, antes do mais, obter a datação dos diversos depósitos considerados. Com efeito, a decisão de que, dados dois afloramentos, ambos correspondem ao mesmo nível do mar, ou a níveis diferentes, nem sempre é fácil de fazer, mesmo invocando critérios sedimentológicos.

Além disso, devido à absoluta falta de datações, ignoramos se os 3 níveis considerados correspondem a 3 interglaciários, ou se um deles (talvez o intermédio, geralmente menos desenvolvido) poderá corresponder a um interestádio.

A recente urbanização que tem decorrido em extensas áreas do nosso litoral faz com que muitos desses testemunhos da evolução geomorfológica estejam em vias de desaparecimento: trata-se de um *puzzle* em que não só desconhecemos qual a imagem que tentamos reconstituir, como também, muitas peças desapareceram ou estão em vias disso.

Ora, a identificação das diversas altitudes a que estacionou o nível do mar durante o Quaternário constitui uma das maneiras, talvez a melhor, para definir a tendência tectónica dos diversos compartimentos

costeiros durante este período. Essa identificação pressupõe estudos comparativos, inter-regionais, bem como da utilização de processos de datação que permitam avaliar as correlações propostas.

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.

Todavia, apesar da complexidade de que este estudo se reveste, pensamos que só essa abordagem permitirá a compreensão integral da morfologia dos litorais rochosos.

É evidente que não esquecemos que alguns dos aspectos mais surpreendentes que encontramos neste litoral podem não se encontrar noutros litorais: 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.

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, pode levar-nos a concluir que os sinais de neotectónica, longe de serem exclusivos dum dado sector, se devem encontrar, também, noutras áreas do litoral do país (PEREIRA, 1990).

6. A EVOLUÇÃO DURANTE O WÜRM E O HOLOCÉNICO: DEPÓSITOS EÓLICOS, SOLIFLUXIVOS E LAGUNARES

Desde a publicação do trabalho de BERTHOIS (1949) que as cartas geológicas referem a existência da chamada "formação areno-pelítica de cobertura". Trata-se de uma formação complexa, no geral solifluxiva. É mais grosseira na base, arrastando ora elementos do *bed-rock* ora elementos retirados de depósitos pre-existent (fluviais, marinhos eólicos) e torna-se mais fina e amarelada nos horizontes intermédios, onde parece haver um forte contributo de areias de origem eólica. Para o topo, ganha de novo um carácter mais grosseiro: o processo de transporte terá adquirido uma maior competência, de tal modo que arrastou blocos de calibre apreciável (mais de 20 cm). Simultaneamente, adquire uma cor mais escura.

O horizonte da base, em Lavadores, foi datado de 44.370 BP (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3000 Hannover 51, Alfred Benz-Haus).

Provavelmente a idade correcta será algo superior a esse valor, que se situa muito perto do limite para as datações por ^{14}C .

Noutros locais (Sampaio, Labruge) é possível identificar uma unidade eólica que se sobrepõe a um

depósito escuro, rico em carvões (infelizmente ainda não datado), provavelmente equivalente à base do depósito de Lavadores. Esse depósito eólico está coberto por outra formação solifluxiva. Esta última poderia marcar a fase de frio húmido que NONN (1966) datou de 18.000 BP, em Mougas. As dunas que assentam sobre ela deverão ser já holocénicas.

A sul de Espinho, a sequência altera-se radicalmente. Predominam os depósitos eólicos, intercalados com formações lagunares. Provavelmente, a abundância de sedimentos arenosos decorrente do carácter subsidente desta bacia, bem como a profundidade a que se encontra o *bed-rock* poderá explicar a falta de formações solifluxivas. Com efeito, estas implicam a existência de um substrato impermeável a pequena profundidade, sem o qual a água disponível se infiltrará, fazendo abortar o processo solifluxivo.

Em sua substituição vamos encontrar depósitos lagunares, de idades e características diversas:

- 1 - Por subida da toalha freática (numa fase climática mais húmida) podem ter-se formado lagoas ou charcos interdunares (caso provável das formações datáveis do Würm);
- 2 - Devido à subida do nível do mar no Flandriano formaram-se lagoas litorais que foram sendo colmatadas e colonizadas por vegetação arbórea. Os restos dessas lagoas constituem camadas de vasas e de turfas, por vezes com troncos ainda na sua posição de crescimento, que afloram na praia de Silvalde.

7. CONCLUSÕES

Pretendemos elaborar um texto despretencioso e sintético apresentando, da forma mais depurada possível, as ideias-força que nos parecem explicar evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto. Estas ideias baseiam-se em diversos estudos, nossos e de outros investigadores, para onde remetemos o leitor. Quisemos que o texto fosse o mais "leve" possível. Por isso, evitamos sobrecarregá-lo com citações, esperando que seja mais agradável e proveitoso para o leitor este discorrer sobre as ideias de fundo que nos ficaram depois de concluída a nossa tese e que resistiram ao passar do tempo e da investigação sobre a área, que nunca abandonámos...

A necessidade de utilizar novas técnicas de análise e de datação, caras e sofisticadas, dificulta o trabalho de investigação e pode conduzir a um certo impasse. Numa altura em que o financiamento público dificilmente é empregue na investigação fundamental, é necessário sair desses impasses através da cooperação, do trabalho "em rede", que permita estabelecer correlações entre áreas diferentes e avançar na solução de algumas das dúvidas que nos afligem actualmente.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, M. A. (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. A. (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. A. (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), Vol. II, p. 865-877.
- ARAÚJO, M. A. (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, p. 359-373.
- BARBOSA, B. (1985) - *Origem e idade dos caulinos portugueses em granitos*, "Bol. Soc. Geol. Portugal", I Congresso Nacional de Geologia, Vol. XXIV, Lisboa, p. 101-105
- BARBOSA, B. A. P. S. (1995) - *Alostratigrafia e Litostratigrafia das Unidades Continentais da Bacia Terciária do Baixo Tejo. Relações com o Eustatismo e a Tectónica*, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 253 p., 1 anexo.
- BERTHOIS, L. (1949) - *Contribution à l'étude des limons de la région Nord du Portugal* - "Com. Serv. Geol. de Portugal", T. XXIX, Lisboa, p. 121-176.
- CABRAL, J. (1995) - *Neotectónica de Portugal Continental*, Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, XXXI, Lisboa, 251 p.
- CABRAL, J.; RIBEIRO, A. (1989) - *Carta Neotectónica de Portugal* (escala 1:1 000 000), Serv. Geol. Portugal, Lisboa.
- CARVALHO, G. S. (1981) - *Uma metodologia para o estudo dos depósitos do Quaternário*, "Arqueologia", 4, Grupo de Estudos Arqueológicos do Porto (GEAP), Porto, p. 50-63.
- ERHART, H. (1956) - *La gènesse des sols en tant que phénomène géologique*, Col. Évolution des Sciences, 8, Paris, Masson et Cie, 90 p.
- GRANJA, H. M., CARVALHO, G. S., GROOT, T., MONGE SOARES, A. (1996) - *Geochronology and the recent geomorphological evolution of the northwest coastal zone of Portugal* - Coastal zone management, J. Taussik and J. Mitchell (ed.). Samara pub., p. 297-308.
- LAPA, A. J. R. (1969) - *O caulino de Telheira (Vila Nova de Gaia)*, "Estudos, Notas e Trabalhos do Serv. de Fomento Min.", Vol. XIX, Fasc. 1-2, Porto, p. 171-197.
- NONN, H. (1966) - *Les régions côtières de Galice (Espagne) - Étude géomorphologique*; Pub. Fac. Letras Univ. Estrasburgo, 584 p.
- PAZZAGLIA, F. J., GARDNER, T. W. (1994) - *Late Cenozoic flexural deformation of the middle U. S. Atlantic passive margin*, in Journal of Geophysical Research, Vol. 99, nº. B7, p. 14.031-14.050.
- PEREIRA, A. R. (1990) - *A Plataforma Litoral do Alentejo e Algarve Ocidental* - Lisboa, Fac. Letras, ed. autora, 450 p.
- PROENÇA CUNHA, P. M. R. R. (1987) - *Evolução tectono-sedimentar Terciária da região de Sarzedas (Portugal)*, "Com. Serv. Geol. de Port.", T. 73, Fasc. 1/2, Lisboa, p. 67-84.
- PROENÇA CUNHA, P. M. R. R. - *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, 1992, 262 p.
- REBELO, F. - *Serras de Valongo - Estudo de Geomorfologia*, Suplemento de "Biblos", nº 9, Univ. Coimbra, 1975, 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", T. LXVI, Lisboa, p. 3-9.
- ROCHA, F. T. (1996) - *A Importância das Argilas na Análise das Bacias Sedimentares, Seminario sobre Lagunas Costeiras e ilhas Barreira da Zona Costeira de Portugal*, Universidade de Aveiro, 7 p.
- RIBEIRO, O. et al. (1943) - *Depósitos e níveis pliocénicos e quaternários dos arredores do Porto*, "Bol. Soc. Geol. Port.", Vol. 3, Fasc. 1-2, Porto, p. 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, nº 17, p. 33-48.
- TEIXEIRA, C. (1979) - *Plio-Plistocénico de Portugal*, "Com. Serv. Geol. Portugal", T. 65, Lisboa, p. 35-46.
- TEIXEIRA, C.; ZBYSZEWSKI, G. (1952) - *Contribution à l'étude du littoral pliocène au Portugal*, Cong. Intern. Géol., Comptes Rendus XIX sessão, Alger, p. 275-284.