

O LITORAL NORTE DE PORTUGAL E OS DEPÓSITOS CENOZÓICOS DA REGIÃO DO PORTO: A TECTÓNICA E O EUSTATISMO

Maria da Assunção Araújo

Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto

ass.geo.porto@mail.telepac.pt

Resumo

O contraste geomorfológico entre o litoral da Galiza e o litoral do Norte de Portugal é um problema tratado desde há décadas e ainda sem solução consensual.

A área do Porto apresenta uma sequência diversificada de depósitos cenozóicos dispostos segundo uma escadaria. Devido à importância do seu registo sedimentar, ela poderá eventualmente ser considerada uma área chave para a compreensão desses contrastes.

Viajando de sul para norte, entre Espinho e Caminha verifica-se que existe um desfasamento cada vez maior entre a plataforma litoral do Norte de Portugal e o relevo que a limita para leste (relevo marginal), sugerindo a existência de uma flexura, mais activa para norte. Essa flexura representaria a movimentação de direcção meridiana que teria jogado no Quaternário e que se sobrepõe a movimentações mais antigas segundo as direcções ENE-WSW a NE-SW (a orientação das rias galegas e dos rios do Norte de Portugal).

Uma interferência do mesmo tipo parece jogar, a uma maior escala, na organização dos depósitos marinhos da área do Porto.

Datações por termoluminescência recentemente efectuadas demonstram a existência de um nível marinho Eemiense e de um outro depósito correspondente ao máximo da transgressão flandriana, situados a altitudes próximas e nem sempre fáceis de distinguir.

Abstract

The geomorphologic contrast between Galician and Northern Portuguese coast is a challenge that intrigued many investigators during last century.

Oporto area presents diverse cenozoic outcrops, arranged in a staircase pattern. Because of the variety of the deposits this area may represent a key for the understanding of Northwestern Iberia geomorphologic development.

From Espinho, a little south of Oporto, till Caminha, near the spanish border, the difference of altitude between the littoral platform and the relief that limits it from the east gets greater. This suggests the existence of a flexure that may be more active to the north.

This flexure may represent a meridian direction active during the Quaternary overprinted on older directions (Galician “rias” and Northern Portuguese rivers).

An interference also seems to exist at a bigger scale, deforming marine Eemien deposits at Oporto area. Recent TL datations showed that an Eemien deposits coexist with a marine level, lying over a flandrian lagoon deposit.

1 – Introdução

O litoral entre Vila do Conde e Espinho, grosseiramente centrado na foz do Douro, talvez possa ser considerado uma área chave no estudo do litoral português. Pelo menos assim pensava H. Lautensach quando se referia à “superfície de erosão portuense” (S. Daveau et al., 1987, fig. 1) e considerava que uma superfície análoga poderia existir noutros locais, nomeadamente no litoral do Alentejo.

Dado que, nesta área, conseguimos estabelecer, com base numa cobertura sedimentar cenozóica variada e razoavelmente conservada, um modelo de evolução que nos parece credível, a divulgação desses dados poderá permitir correlações com outros locais, de molde a delinear-se uma imagem progressivamente mais nítida e mais rica de um *puzzle* nunca completamente desvendado.

Pretendemos tentar uma visão globalizante que enquadre os fenómenos que se verificam a escalas de pormenor, hierarquizando-os e integrando-os num quadro mais amplo onde eles possam ganhar um novo sentido. Por isso partimos de uma discussão à escala do Noroeste peninsular que poderá ter um interesse acrescido uma vez que o texto se destina à divulgação no seio dos geomorfólogos espanhóis.

Trata-se de uma abordagem que tem muitos riscos, nomeadamente de excesso de generalização. Porém, não resistimos a partilhar as nossas reflexões, esperando que essa partilha funcione como um desafio que permita dinamizar a troca de ideias com os colegas do outro lado da fronteira.

Daí a necessidade de fazer uma abordagem a diversas escalas, em que as hipóteses de trabalho apresentam diferentes graus de confiança.

2 - O litoral do Noroeste Peninsular: Galiza versus Norte de Portugal

Um dos aspectos mais interessantes da geomorfologia do Noroeste Peninsular e, provavelmente aquele que é mais óbvio até para quem observe um mapa de pequena escala, é o profundo contraste entre o litoral Norte de Portugal e o litoral da Galiza. Este aspecto é particularmente pertinente se considerarmos o sector que se situa a norte de

Baiona. Com efeito, a norte de Baiona, a linha de costa é tipicamente recortada, de forma a constituir as “rias galegas”.

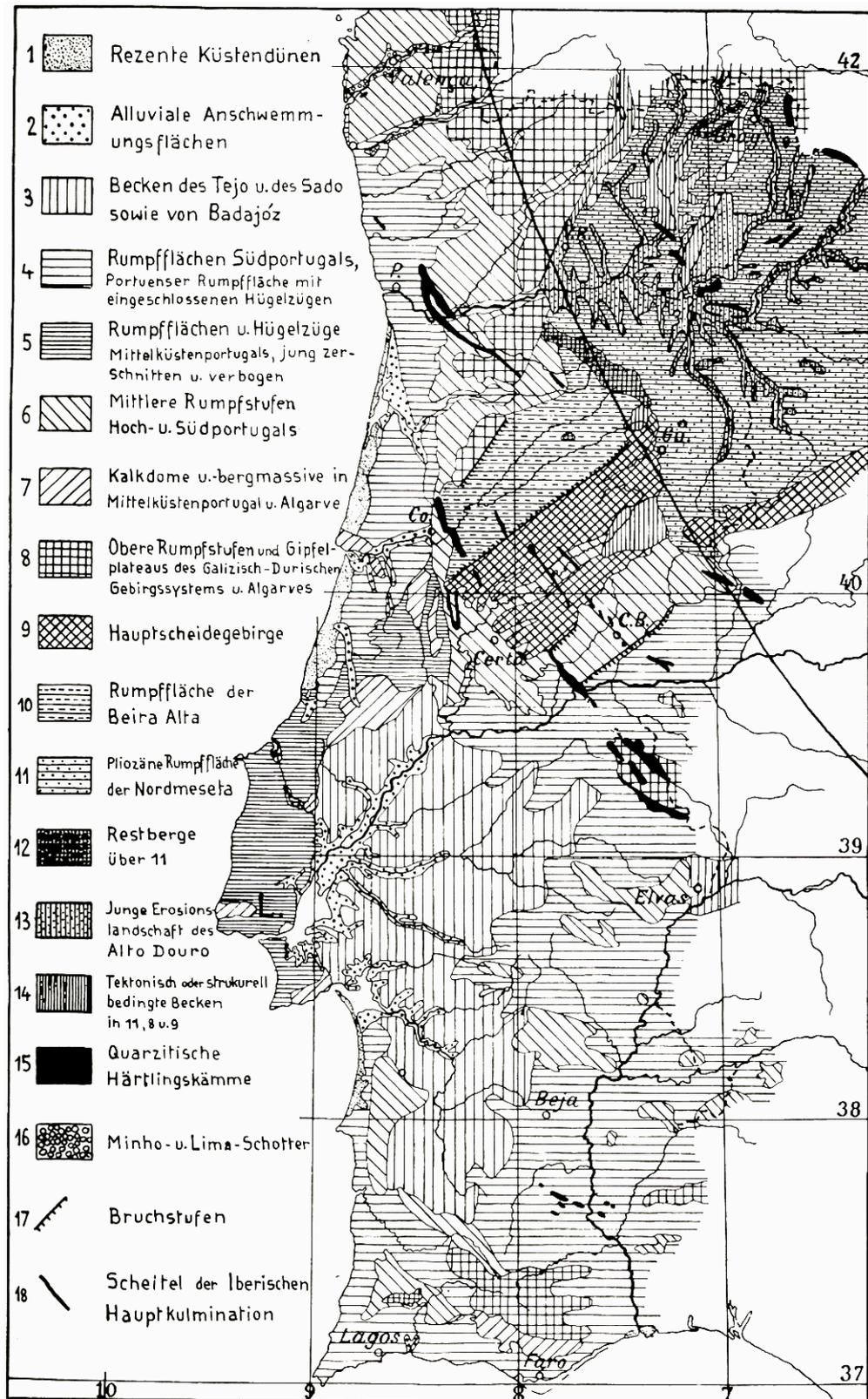


Figura 1: A “superfície de erosão portuense” (4) e a “culminação ibérica principal” segundo H. Lautensach (extraído de S. Daveau et al, 1987).

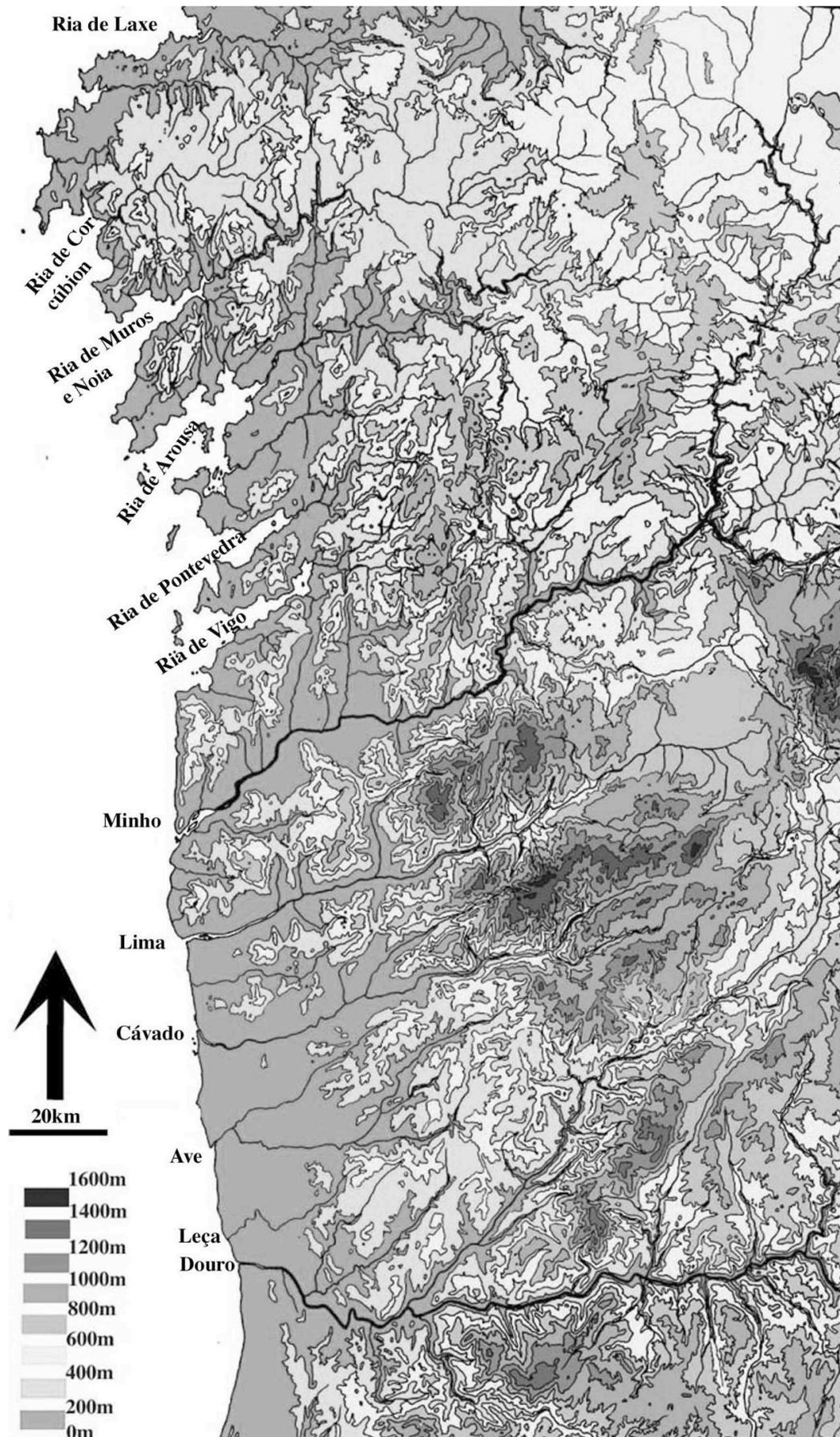


Figura 2: O Norte de Portugal e a Galiza: A importância da fracturação meridiana e de direcção NNE-SW a ENE-WSW.

A sul de Baiona a costa é muito mais rectilínea, pelo menos a uma pequena escala (fig. 2). O carácter rigidamente alinhado deste tramo de costa levou a que, já em 1966, H. Nonn falasse da “costa falhada do Sul”. Porém, se num mapa de pequena escala, observando apenas os contornos da linha de costa, o contraste é assinalável, ele esbate-se um pouco quando se conhece o desenvolvimento topográfico da costa que vai de Baiona até Viana do Castelo.

Efectivamente, pensando na “quase ria” que é a foz do Rio Minho, no amplo anfiteatro que é a foz do Lima ou mesmo do Cávado, C. Teixeira (1944) concluía que também existem no Norte de Portugal vales amplos que, se sofressem uma subida do nível do mar de, por exemplo 50m, poderiam adquirir uma configuração semelhante à da Galiza (fig. 3).



Figura 3: Os blocos que podem considerar-se no Noroeste da península e a sua disposição em escadaria . Adaptado de C. Teixeira, 1944.

Para testar a hipótese de C. Teixeira elaborámos o mapa da fig. 4, onde as áreas situadas abaixo dos 50 m estão sombreadas.

Verificámos, assim, que a sugestão de C. Teixeira não passa de uma aproximação muito grosseira da eventual inundação que poderia ocorrer se o nível do mar efectivamente subisse 50 m de uma forma instantânea.

Além disso, a figura 4 mostra de forma muito clara os contrastes existentes no Noroeste de Portugal, não só relativamente à embocadura dos principais cursos de água, mas também relativamente à forma como se faz a penetração dos respectivos vales para o interior.

Com efeito, se o Minho, o Lima e o Cávado apresentam amplos anfiteatros nas suas embocaduras, a sul do Cávado os rios têm um carácter muito mais encaixado junto à foz.

Esse fenómeno tem o seu apogeu no violento encaixe do rio Douro. Na área da ponte da Arrábida, a ponte mais a jusante sobre o Douro, o encaixe do rio é de mais de 70 metros. As vertentes atingem declives de 43% a menos de 3km da Foz.

A primeira pergunta que ocorre será, obviamente: "qual a razão de ser destas diferenças?"



Figura 4: O desenvolvimento do relevo no litoral Norte de Portugal. A cinza estão representadas as áreas abaixo dos 50m. Elaborado a partir da junção de diversas folhas do mapa oro-hidrográfico de Portugal, de escala 1:200.000 e com equidistância de 25m.

H. Lautensach, num texto revisto em 1944 e comentado por S. Daveau em 1987, insiste no carácter elevado do norte da Península, referindo, a esse respeito, o conceito de "culminação ibérica principal" (fig. 1). O eixo da "culminação ibérica principal" corresponderia a um alinhamento de direcção NNW-SSE, passando próximo da fronteira com a Galiza no interflúvio Minho-Lima e seguindo para SSE, com passagem pela Régua, pela Guarda e pela crista quartzítica de Penha Garcia, na Beira Baixa. Esse

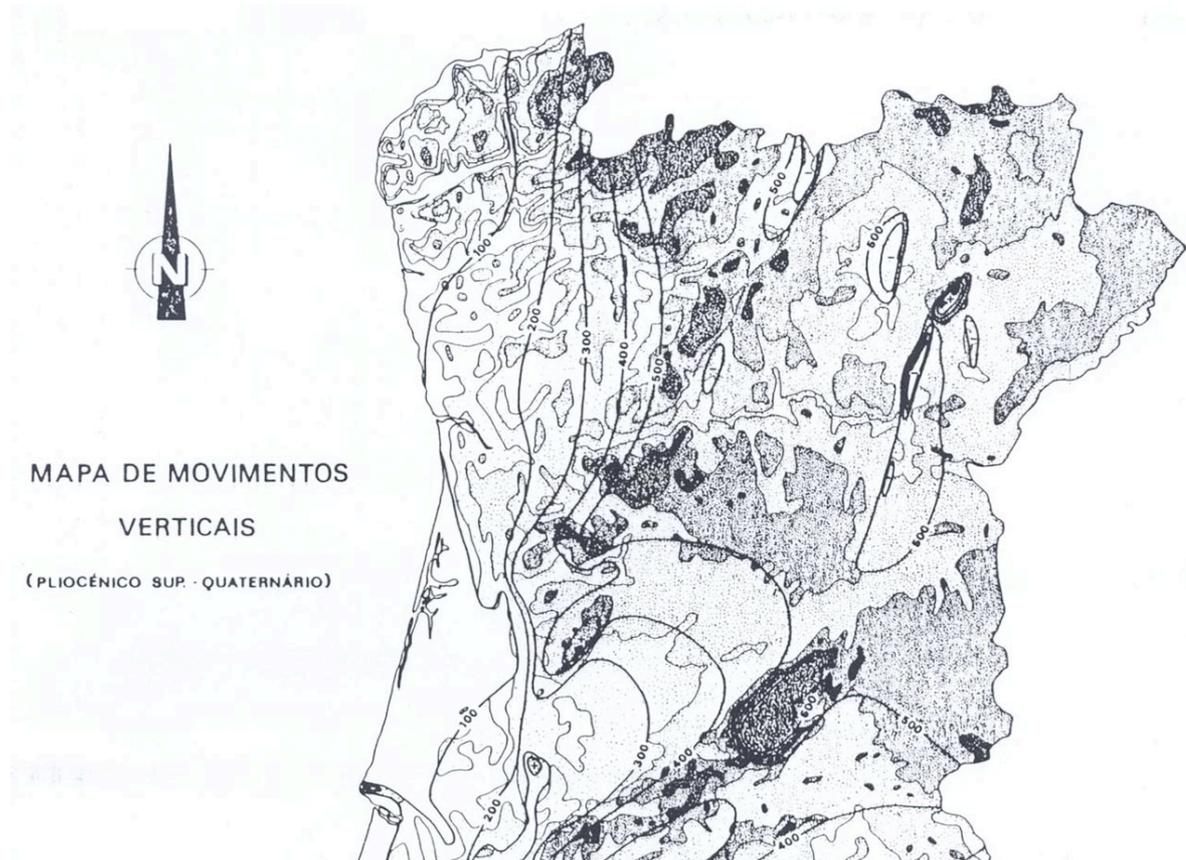


Figura 5: Mapa de movimentos verticais (Pliocénico superior-Quaternário). Notar a subida de cerca de 100m da região do Porto e o carácter relativamente deprimido dos interflúvios a norte do Cávado. Extraído de Cabral, 1995.

alinhamento definiria áreas tectonicamente soergidas de forma persistente ao longo do tempo geológico, de tal forma que os jazigos minerais aflorantes nesses sectores correspondem a fácies de maior profundidade do que os das áreas envolventes.

Esta ideia, embora sugestiva, não pode, evidentemente, ser aceite hoje, 70 anos depois da sua primeira formulação. É curioso verificar que o afloramento de níveis estruturais profundos no Noroeste peninsular pode ser explicado, actualmente, através do zonamento do Maciço Hespérico e que a área correspondente aos jazigos de maior profundidade coincide, aproximadamente, com a zona Centro-Ibérica.

Também Martín-Serrano (1994) identifica uma “abóbada orográfica de eixo completamente transversal em relação às direcções hercínicas, compartimentada por fracturas associadas” que corresponde “às montanhas galaico-leonesas de direcção geral E-W, às suas depressões internas e aos altos cumes da cordilheira Asturo-Cantábrica”. Junto à fachada ocidental, existe um importante relevo de direcção meridiana, a “dorsal Galega” limitada, a oeste por uma importante depressão meridiana que se pode seguir desde Carballo (perto de Laxe) e se prolonga por toda a Galiza ocidental, passando por Padrón, Pontevedra, Tuy e seguindo para sul até atingir o vale do Cávado (fig. 2), atingindo uma extensão de mais de 200km (Martín-Serrano, 1994). Ainda segundo este autor, a importância dos acidentes meridianos, associada à evolução da margem galega em regime extensivo, está **camuflada**, na costa, pelas depressões de direcção NNE-SSW ou NE-SW que correspondem às rias.

O contraste entre o litoral de Portugal e da Galiza foi interpretado, em Portugal (C. Teixeira, 1944) como o testemunho de um fenómeno de submersão da costa galega, responsável pela sua configuração muito particular e pela existência das rias. Partindo da existência, em Montedor, dum terraço de 60m de altitude e da sua inexistência em A Guarda, onde o nível mais elevado seria de 45m, C. Teixeira admitia uma submersão do "bloco galego" anterior à formação do nível de 60m. Numa apreciação crítica a esse trabalho, M. Feio (1951) lembrou, muito justamente, que a hipótese de C. Teixeira, embora clara e atraente, se baseia em factos “de ordem negativa (ausência de praias e terraços acima de certos níveis)”, o que se pode explicar de diversas maneiras”. Segundo Ferreira (1983), C. Teixeira “debate-se com uma evidente contradição que consiste em tentar provar a existência de movimentos tectónicos recentes com base na presença ou ausência de praias e terraços datados pela sua altitude”.

Contudo, as ideias de C. Teixeira, talvez devido à sua simplicidade, tiveram uma grande aceitação, influenciando ainda investigadores insuspeitos de uma crença excessiva na estabilidade continental (cf. Cabral 1995, fig. 5).

Uma grande perplexidade face à aparente contradição entre uma movimentação tectónica relativamente antiga e o carácter mais vigoroso do relevo na parte Norte da Península, pode ser encontrada em S. Daveau (1987), quando refere:

- “Parece lógico pensar – mas ainda não está demonstrado – que os movimentos da primeira parte do Terciário, ligados ao jogo do acidente norte-Ibérico, tiveram mais importância no Norte, e os da segunda parte, resultantes do afrontamento entre a península e a África, no sul. Mas, neste caso, como entender que a parte setentrional da fachada

ocidental da Península seja, em conjunto, mais levantada que a meridional e só de maneira muito periférica mordida por furiosa erosão regressiva?”

Efectivamente, a uma área afectada por uma fase orogénica relativamente antiga (fase pirenaica, ocorrida no Eocénico), correspondem altitudes muito maiores do que aos terrenos do sul, cuja afectação pela fase bética deveria ser em teoria, mais intensa.

Muito recentemente, A. Ribeiro (2002) apresenta uma nova explicação para o carácter elevado da margem norte da península. Segundo este autor (fig. 6) “o sector Norte da Península mostra os maiores índices de levantamento durante o Quaternário; [...]. A convergência ao longo da margem produz um levantamento, por compressão da litosfera continental, com um grande comprimento de onda (mais de 500km), através de toda a Meseta Setentrional.”

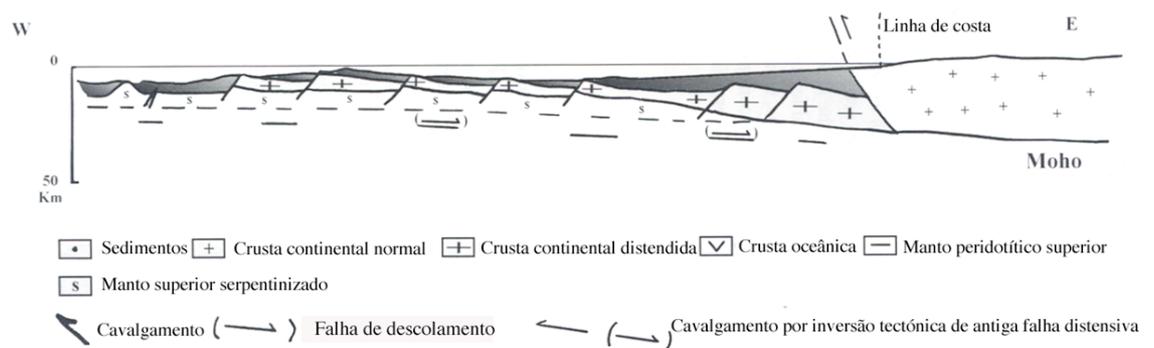


Figura 6: Corte na margem ocidental ibérica à latitude da Galiza. Adaptado de A. Ribeiro, 2002.

Admitindo a bondade desta hipótese resta compatibilizar o carácter elevado do *hinterland* com a existência de superfícies periféricas no Norte de Portugal e na Galiza que se situam a uma cota baixa, relativamente às superfícies de erosão das áreas envolventes (região do Porto, rasa asturiana). Convém recordar que dessa aparente contradição nasceu a hipótese sobre a “submersão” da Galiza de C. Teixeira (1944).

Parece-nos evidente que a chave da questão está no significado que se atribui às superfícies de erosão e aos depósitos no estabelecimento de correlações. É necessário assegurar **que as superfícies que se estão a confrontar têm origem análoga e são contemporâneas**. Só assim elas poderão ter algum significado para a despistagem de movimentos relativos e para a atribuição de uma idade e de uma taxa a essa movimentação. Por isso nos parece necessário discutir o conceito de plataforma litoral e o seu desenvolvimento no Noroeste de Portugal.

3 - O conceito de plataforma litoral e o respectivo desenvolvimento no Noroeste de Portugal

Relacionado com o carácter rectilíneo da costa portuguesa e o seu contraste com o carácter muito recortado da costa galega está a existência da plataforma litoral, que é um dos traços comuns a quase todo o litoral português. Trata-se de uma faixa aplanada, situada a altitudes variadas e limitada, para o interior, por um rebordo muitas vezes rigidamente alinhado e contrastante com a referida área aplanada. A plataforma litoral suporta, frequentemente, numerosos afloramentos de depósitos genericamente classificados como plio-pleistocénicos.

A fig. 7 pretende ilustrar qual o desenvolvimento da plataforma litoral e do relevo que a limita, a leste, no Norte de Portugal. Esta figura representa a altitude máxima atingida pelo relevo marginal e pela plataforma litoral, dentro de cada km definido pela quadrícula UTM, a partir da latitude de Sta Tecla, na Galiza, até à praia de S. Pedro de Maceda, a sul de Espinho. Foram utilizadas as diversas folhas da carta 1:25.000 que cobrem o litoral Norte de Portugal.

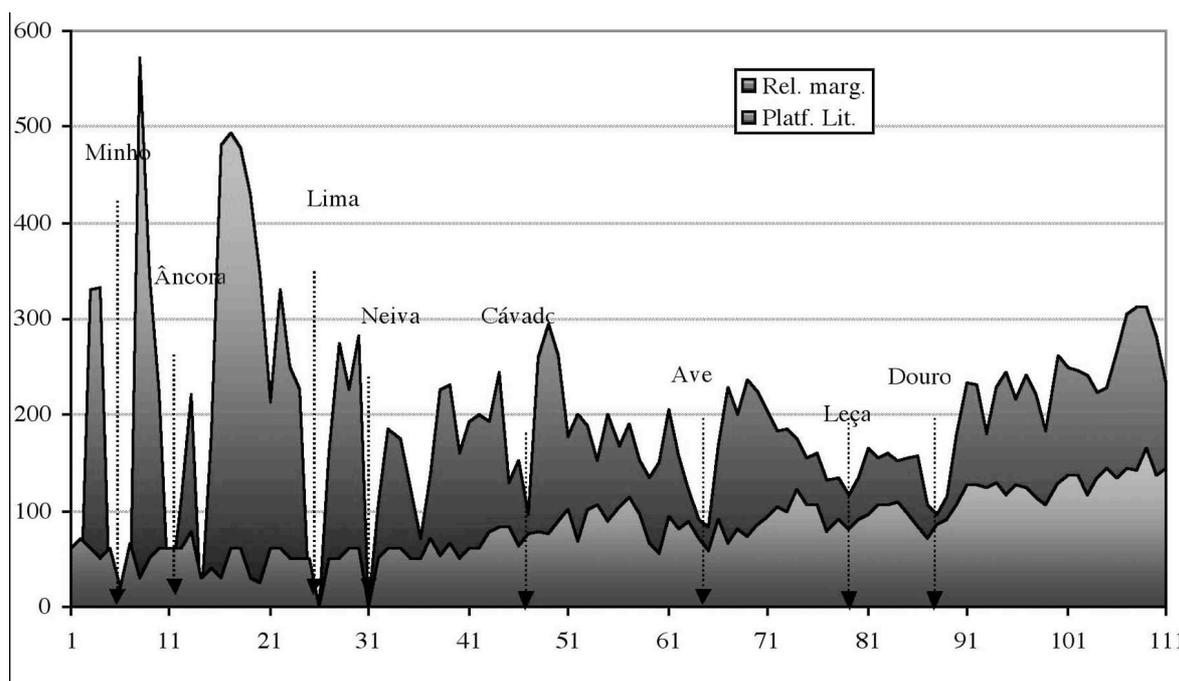


Figura 7: Desenvolvimento da plataforma litoral e do relevo marginal entre a latitude de Sta Tecla e S. Pedro de Maceda (Ovar).

A observação mais imediata é a de que a plataforma litoral não se inicia à mesma altitude em todos os locais.

Admitindo que, em cada sector, os níveis mais altos da plataforma são os mais antigos e que são contemporâneos uns dos outros, esse facto sugere que, seja qual for o processo de elaboração da plataforma litoral, posteriormente ao afeiçoamento dos níveis mais altos

dessa plataforma, teria havido uma movimentação tectónica que se traduziu pelo seu basculamento, para norte.

Numa primeira análise, essa hipótese seria congruente com a ideia de um abaixamento para Norte, em direcção à Galiza como sugeria C. Teixeira (1944).

Porém, quanto às relações entre o desenvolvimento da plataforma litoral e do relevo marginal, as situações que se verificam ao longo da área representada (cerca de 110 km de extensão) são bastante diversas. Embora apresente muitas irregularidades, que são compreensíveis na medida em que se trata de superfícies relativamente altas, e portanto dissecadas pela erosão, a análise da figura sugere a existência de vários compartimentos, aproximadamente coincidentes com os interflúvios dos principais rios.

Este facto demonstra uma complexidade que não se compadece com a ideia um tanto simplista de um mero abaixamento para norte, em direcção à Galiza (C. Teixeira, 1944).

Na área a sul do Rio Leça parece haver um certo paralelismo entre o desenvolvimento da plataforma litoral e do relevo marginal (ambos parecem subir para sul).

Porém, a norte do Leça, a plataforma litoral e relevo marginal apresentam tendências divergentes: a uma plataforma litoral relativamente baixa associa-se um relevo marginal bastante elevado. Este facto culmina na área de Santa Luzia (Viana do Castelo), onde se encontram cotas de 550m a uma pequena distância da linha de costa.

Parece que, a norte do Leça há um afastamento cada vez maior das respectivas cotas à medida que se caminha em direcção à Galiza.

É tentador associar este fenómeno à hipótese de uma deformação do tipo flexura que faria descer os relevos relativamente elevados das áreas interiores do Noroeste peninsular para o litoral.

Essa flexura seria mais activa no extremo Norte de Portugal e na Galiza e por isso teríamos, nessas áreas, um relevo bastante elevado, descendo abruptamente para o mar. O declive elevado desse rebordo não seria consentâneo com a formação e preservação de uma plataforma litoral relativamente extensa, como encontramos ao longo do litoral português, nomeadamente a sul do rio Lima.

A hipótese da "flexura continental" foi apontada por Bourcart (1936 e 1950). Em 1945, G. Zbyszewski retoma as ideias de Bourcart, propondo o emprego da expressão "**zona de deformação marginal**". A hipótese continua a ser referida em 1983 por A. B. Ferreira.

Recentemente, a ideia de uma flexura litoral, devida ao contraste entre as áreas interiores, a sofrer erosão, e o litoral onde têm lugar fenómenos de sedimentação foi recuperada, por exemplo, por Pazzaglia (2000) a propósito da margem passiva da costa leste dos Estados Unidos.

Pelo contrário, a hipótese segundo a qual a margem Norte Ibérica está a adquirir o carácter de uma margem activa (A. Ribeiro, 2002), explica a intensa subida da fachada Norte de Península durante o Quaternário (fig. 6) apelando ao desenvolvimento de uma nova zona de subdução e a transformação da margem ibérica numa margem activa. Trata-se por isso, de pressupostos diferentes, quiçá inconciliáveis. Porém, têm em comum a constatação de um facto: a notável elevação da margem Norte da Península e a forma como ela desce rapidamente para o mar.

Seja qual for a explicação (do tipo isostático ou puramente tectónico) para o processo de subida da margem norte ibérica, a reactivação de antigos acidentes tectónicos terá, aparentemente, originado um rebordo complexo, em que não existe apenas uma escadaria tectónica descendo progressivamente para o mar, mas poderá haver sectores intermédios relativamente deprimidos interrompendo a regularidade dessa descida tendencial (A. T. Gomes, comunicação oral).

É o caso, por exemplo da área a sul do Douro, em que um rebordo de cerca de 100m de comando (relevo marginal, Araújo, 1991) se desenvolve numa direcção NNW-SSE (paralela à orientação da falha Porto-Tomar, que separa os terrenos da Zona Centro-Ibérica dos da zona Ossa Morena). A leste deste relevo encontram-se áreas relativamente deprimidas comportando depósitos de fácies fluvial (Aldeia Nova, 128m).

Depósitos idênticos, contendo leitos micáceos típicos de uma situação de baixa energia aparecem também na imediata proximidade do relevo marginal, a ocidente deste relevo, a cotas de 124m (Rasa), ou 128m (Carregal, Araújo *et al.*, 2003).

Deste modo, parece aceitável concluir que o relevo marginal corresponde a um horst (fig. 8) que interrompe a referida planície aluvial e foi soerguido posteriormente à deposição desses materiais, de idade pliocénica provável.

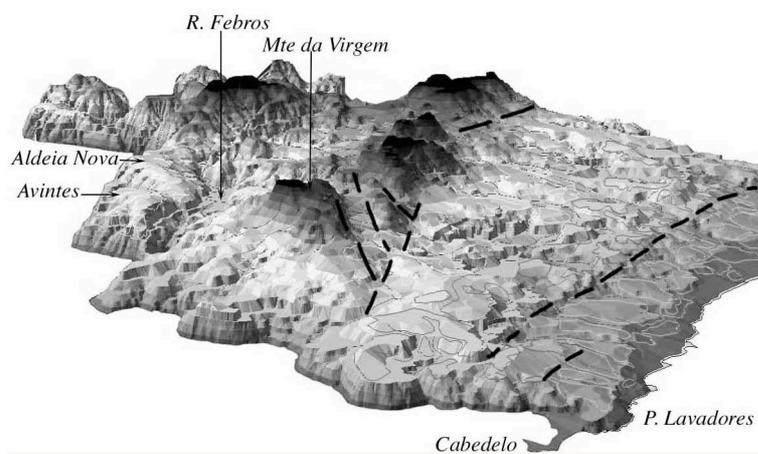


Figura 8: Modelo digital de terreno do concelho de V. Nova de Gaia, visto de norte para sul. Resulta da vectorização de cartas topográficas de escala 1:25.000, com equidistância de 10m. Estão indicados alguns dos acidentes que propomos.

Assim sendo, o topo do relevo marginal poderá corresponder a um retalho soerguido da superfície que o rodeia quer a leste, quer a oeste. Evidentemente que a sua provável cobertura sedimentar neogénica foi destruída dada a sua ocorrência no topo de um relevo com mais de 100m de comando sobre as áreas adjacentes.

Deste modo, os depósitos fluviais, de idade pliocénica, contemporâneos do depósito da Rasa, poderiam ter desaparecido dos topos de relevos como a Serra de Santa Luzia (que culmina a 550m, imediatamente a norte da cidade de Viana do Castelo) e conservar-se-iam, apenas, em áreas protegidas pelo seu carácter relativamente deprimido (seria o caso dos depósitos de Alvarães e do Prado, no interflúvio Lima-Cávado, fig. 4).

Muitas das hipóteses de C. Teixeira baseiam-se no estudo dos depósitos do Prado e de Alvarães (Teixeira, 1946).

Os depósitos de Alvarães (fig. 4) situam-se a altitudes de cerca de 70m, no interflúvio Neiva-Lima, numa área separada do mar por relevos relativamente vigorosos (M. I. C. Alves, 1995). Os depósitos do Prado encontram-se a altitudes bastante mais baixas, à volta de 30m, no vale do Cávado a NW de Braga. Admitindo, com C. Teixeira (1946), que ambos os depósitos têm idade Pliocénica, será, no mínimo estranho que, sendo eles correlativos de um mesmo nível do mar se situem hoje a altitudes separadas por uma diferença de cerca de 40m. Além disso, o depósito mais alto é o de Alvarães, que é aquele que se situa mais próximo da linha de costa, desafiando as leis da erosão fluvial.

Para nós é evidente que esta diferença de altitude indicia que houve movimentações tectónicas pós-deposicionais e que, assim sendo, não se pode considerar que ambos os depósitos se situem num mesmo bloco que teria tido um comportamento uniforme.

Este facto parece contrariar a afirmação de Cabral (1995) segundo a qual, o relevo do Minho resultaria

“de um soerguimento essencialmente por epirogénese durante o Miocénico. Dessa subida teria resultado o encaixe da rede hidrográfica, segundo as fracturas de direcção bética. Um período de certa acalmia tectónica no Pliocénico, conjuntamente com uma subida do nível do mar, poderia explicar a colmatação desses vales com depósitos do tipo daqueles que se encontram em Alvarães e no Prado. Uma epirogénese moderada durante o Quaternário teria permitido um novo encaixe da rede hidrográfica, embora pouco significativo”.

Efectivamente, J. Cabral começa por dizer que os depósitos de Alvarães e do Prado parecem ter-se formado a favor de uma paleorelevo acentuadamente deprimido.

Todavia, no fim da análise que consagra ao relevo minhoto, J. Cabral interroga-se sobre a legitimidade das deduções estabelecidas a partir da falta de depósitos e de escarpas frescas e bem definidas:

"Note-se, contudo, que, atendendo à má exposição dos afloramentos característica do Minho Ocidental, à elevada alterabilidade das litologias predominantes presentes e ao clima húmido favorecendo a meteorização, se torna difícil identificar os acidentes tectónicos no terreno, além de, a existir actividade neotectónica, as suas evidências morfológicas serem rapidamente degradadas pela erosão, dificultando também a utilização de critérios geomorfológicos para a localização de estruturas activas. Assim, admitimos a possibilidade de os movimentos neotectónicos terem maior influência na génese da morfologia minhota, a qual resultaria em (grande?) parte de deslocamentos verticais diferenciais entre blocos delimitados por falhas (na generalidade ainda não identificadas) interceptando-se segundo um reticulado disposto em direcções estruturais NE-SW a E-W e N-S a NW-SE, explicando deste modo, mais facilmente, a sismicidade difusa típica da região, caracterizada por sismos de magnitude baixa a moderada" (J. Cabral, 1995).

Efectivamente, a tectónica recente poderá ter tido uma importância maior do que tem sido sugerido na formação ou, pelo menos, na conservação dos depósitos do Prado e de Alvarães. Embora na topografia da área onde depósitos se encontram (fig. 4) o controle estrutural não pareça muito vincado, não deixam de existir marcas de uma rede de fracturação, com tradução na topografia das áreas envolventes (figs. 2 e 4).

Deve dizer-se, também, que a movimentação tectónica que poderá ter ocorrido numa fase posterior à formação dos depósitos do Prado e de Alvarães poderá ter gerado, por sua vez, novos depósitos de fácies mais grosseiro e do tipo leque aluvial. Este processo poderá ter provocado a degradação de muitas das escarpas então formadas, tornando-as pouco perceptíveis. Por outro lado, a formação de depósitos de tipo leque aluvial poderá ter mascarado certas escarpas, contribuindo para a criação de algumas das dificuldades a que se refere J. Cabral (1995).

Outro facto curioso é o abaixamento que se pode verificar na fig. 7, quer da plataforma litoral quer do relevo marginal, em direcção ao vale do Douro. Esse abaixamento parece prefigurar a existência de “canais” relativamente deprimidos que teriam condicionado a instalação dos mais importantes cursos de água, nomeadamente do Douro.

Essa “canalização”, no caso dos rios do Minho, deverá ter ocorrido segundo a direcção ENE-WSW, que corresponde, como é sabido, à orientação bética, cuja movimentação ocorreu no final do Miocénico (Cunha, 1992).

Parece-nos, assim, que a figura 7 poderá ilustrar a ideia contida em Daveau (1987) segundo a qual, “a desadaptação da rede hidrográfica à existência de um relevo de direcção NNE-SSW, é a demonstração de que a fixação do traçado dos rios foi determinada, nos seus aspectos gerais, por movimentos tectónicos anteriores aos que determinaram o levantamento principal desse eixo montanhoso”.

No Plio-quadernário, as tensões tectónicas devido à colisão entretanto acontecida entre a mini-placa ibérica e a placa africana, mudaram de ENE-WSW (direcção bética) para uma direcção essencialmente meridiana ou para NNE-SSW. Este facto seria sensível sobretudo no litoral (A. Ribeiro, 1984). Efectivamente, existem muitos alinhamentos com direcções meridianas ou submeridianas predominantes (NNW-SSE a NNE-WSW), que não correspondem às falhas marcadas na carta geológica de escala 1:500.000. Tratar-se-á, a nosso ver, de antigas fracturas tardi-hercínicas, com jogo recente e com relevância na topografia, que resultariam do processo de descida dos relevos do interior até à faixa costeira, processo esse em que uma descida de conjunto se faz de forma irregular e com áreas deprimidas interpostas.

A exiguidade da plataforma litoral no interflúvio Minho-Lima, bem como a falta de testemunhos sedimentares do estacionamento do mar na faixa litoral correspondente (A. C. Alves, 1996), poderia explicar-se por uma tendência persistente para a subida do bloco litoral que acabaria por destruir os depósitos marinhos, em regra frágeis e pouco espessos.

O facto de o vale do Leça corresponder a uma mudança significativa nas condições de sedimentação já nos tinha chamado a atenção (M. A. Araújo, 1991). A verdade é que as abundantes coberturas sedimentares terciárias e plio-quadernárias que encontramos a sul do Leça e, sobretudo, a sul do Douro, se tornam residuais a norte do Leça, onde o relevo marginal se torna muito menos acentuado e o limite interior da plataforma litoral se situa a cotas de cerca de 75m, em contraste com o que se passa a sul do Douro, onde a plataforma litoral tem início a partir dos 124m e os depósitos fini-terciários e quadernários são particularmente abundantes. A norte do Leça, apenas os depósitos mais recentes, claramente quadernários e de fácies marinho, têm algum desenvolvimento. As coberturas mais antigas apenas reaparecem no vale do Rio Ave, a montante do relevo marginal, possivelmente numa área tectonicamente deprimida. Assim, as características do relevo marginal a Norte do Leça parecem coincidir com condições particularmente desfavoráveis de formação ou conservação dos depósitos nesse sector. A acreditar nessa aparente correlação, isso significa que poderá existir uma relação entre o comando do relevo marginal e a formação/conservação dos depósitos da plataforma litoral.

Também parece evidente que a organização dos depósitos e do relevo marginal se faz de modo diferente nos diversos interflúvios, acentuando a ideia de que poderá ter havido uma organização em diferentes compartimentos eventualmente herdada de uma fase antiga da evolução do relevo. Com efeito, no fim do Burdigaliano e do Tortonian teria havido paroxismos tectónicos que originariam a fracturação da dorsal da Galiza, contribuindo para a compartimentação das rias e das bacias interiores da Galiza (Vaney e Mougenot, 1981).

Segundo os mesmos autores, “as truncaturas post-burdigalianas teriam constituído uma superfície que, retocada ou fossilizada poderia considerar-se a forma primitiva das futuras superfícies periféricas”.

C. Zazo (1994) sugere que as rias podem ter-se esboçado ao mesmo tempo que as fossas galegas, durante o Eocénico. Posteriormente, uma reactivação tectónica acontecida durante o Miocénico inferior, com afundamento de blocos em direcção à costa, prepararia a formação das superfícies planas que se observam ao longo da costa cantábrica. É de salientar a convergência que se verifica com a opinião de Vaney e Mougnot (1981), acima expressa.

Ainda segundo C. Zazo (1994), a partir da formação da rasa de 100m, a costa cantábrica e galega levanta-se de um modo geral e as incursões marinhas durante o Quaternário apenas estão representadas por restos isolados de plataformas estreitas. Apenas o nível de 5-6m aparece, regularmente, ao longo de todo o litoral. Deste modo, também C. Zazo contraria a ideia de que o litoral da Galiza seria tectonicamente deprimido.

De qualquer modo, é plausível que a plataforma litoral tenha tido origem em processos erosivos posteriores a fases tectonicamente activas ocorridas, provavelmente durante o Miocénico. Essa hipótese poderia explicar o carácter muito grosseiro da base dos depósitos mais altos (provavelmente pliocénicos) da referida plataforma na região do Porto (corte da Rasa de Baixo, Araújo, 1991).

4 - Algumas conclusões preliminares sobre as relações entre as rias galegas e a “costa falhada” a sul de Baiona:

1. Aparentemente, as rias galegas foram originadas por condições tectónicas muito particulares, herdadas dos períodos de distensão que o Noroeste peninsular sofreu aquando da abertura do oceano Atlântico. O rejogo das fracturas tardi-hercínicas, transversais em relação à orientação geral da linha de costa condicionou a existência de fracturas que, quer exploradas pela alteração durante o Terciário, ou pelos cursos de água (sobretudo durante o Quaternário) quer, ainda, formando *graben*, vão ter um papel decisivo na configuração da linha de costa, inserindo nela profundas indentações, transversais ou oblíquas relativamente à linha de costa.
2. Pelo contrário, ao longo do norte de Portugal encontramos essencialmente, face a uma costa de tipo longitudinal que acompanha a falha Porto-Tomar e os seus prolongamentos para norte.
3. Porém, não existe uma oposição entre o Norte de Portugal e a Galiza. Os acidentes meridianos também têm uma grande importância na Galiza (cf. depressão meridiana

já referida). Por sua vez, os rios minhotos acabam por ter um desenvolvimento geral paralelo ao das rias galegas, seguindo a direcção bética. Tanto quanto nos parece, tratar-se-á de uma questão de grau: em ambos os casos haverá interferência entre os dois tipos de desenvolvimento (longitudinal e transversal), sendo que nuns casos poderá ser mais aparente o carácter longitudinal (costa entre Espinho e Baiona), enquanto que noutros predominam as direcções transversais e oblíquas em relação à linha de costa (rias galegas).

4. Possivelmente, as orientações transversais, de direcção bética, correspondem a movimentações mais antigas, definindo a organização geral do relevo, os grandes blocos em que se divide a fachada NW da península, enquanto que as direcções meridianas poderão ter rejogado em tempos mais recentes (Ribeiro, 2002), essencialmente durante o Quaternário, compartimentando os blocos definidos pelas fracturas transversais.
5. É possível que, em muitos locais, a subida continental, durante o Quaternário tivesse actuado segundo uma “taxa de fluência normal”, estimada em 10m por cada 100.000 anos (Barbosa e Barra, 2000). Dessa taxa “normal” decorre a utilidade que os critérios altimétricos ainda mantêm, desde que cruzados com informações litoestratigráficas, paleontológicas, arqueológicas e com as datações absolutas. Porém, a acreditar na compartimentação de que acima falávamos, o relevo do Noroeste peninsular deverá corresponder a um mosaico de blocos de dimensões relativamente pequenas que poderão ter tido movimentação diferencial. Isso implica que uma mesma superfície pode aparecer a altitudes diversas. E que o inverso também pode ser verdadeiro.
6. Por isso os critérios sedimentares são fundamentais para fazer a destriça das superfícies. Mas, mesmo esses, levantam muitas dúvidas, devido aos diferentes contextos de sedimentação, às recorrências de fácies e ao carácter descontínuo dos afloramentos. Deste modo, só um conjunto suficientemente denso de datações poderá tornar menos aleatórias as tentativas de correlação e, deste modo, certificar as prováveis movimentações tectónicas.

5 – A plataforma litoral da região do Porto e os depósitos correlativos

Os depósitos existentes na plataforma litoral da região do Porto foram geralmente considerados como praias levantadas na literatura até aos anos oitenta.

Porém, o seu estudo detalhado sob o ponto de vista sedimentológico permitiu enquadrar esses depósitos em dois grandes grupos (Araújo, 1991):

1. Depósitos de carácter fluvial que se situam sempre acima dos 50m.

a. Estes depósitos podem ainda ser subdivididos em 2 conjuntos: Um conjunto mais antigo de depósitos fluviais relativamente bem calibrados, formados num ambiente de planície aluvial (fase I).

b. Um outro conjunto, mais recente, englobando blocos de sedimentos do tipo anterior e com um carácter nitidamente torrencial (fase II).

2. Depósitos marinhos (que poderiam também designar-se como terraços marinhos ou praias levantadas, de acordo com a designação clássica que lhes foi, muitas vezes, atribuída) que se encontram a cotas que nunca ultrapassam os 40m.

A separação existente entre os depósitos de fácies marinho e fluvial é acentuada pela existência de um degrau bastante nítido em toda a área a sul do Leça (fig. 8), que se situa, aproximadamente, entre 40m e os 60m e acima do qual se encontra a maioria dos depósitos de fácies fluvial.

A separação clara entre estes dois tipos de depósitos e a existência de diversos acidentes de tectónica recente afectando os depósitos de fácies fluvial (Araújo, 2000, 2003) sugerem que este degrau corresponda a uma falha de direcção submeridiana (fig. 8), ao longo da qual o sector ocidental terá abatido num período posterior à formação dos depósitos fluviais de fácies torrencial (fase II).

Quanto aos depósitos marinhos, as suas características sedimentares e situação topográfica permitiram definir um escalonamento em 3 níveis. 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.

1. 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”.

2. 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.
3. 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 *pâtine* 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 (fig. 9).

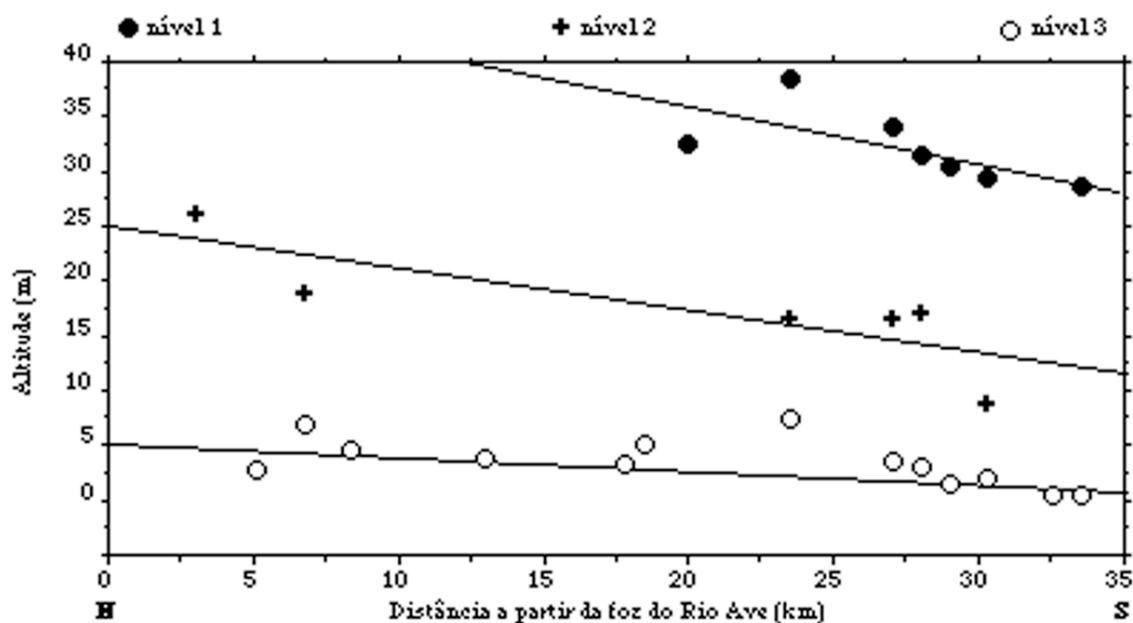


Figura 9: A variação de altitude dos depósitos marinhos ao longo do litoral estudado (entre a foz do Rio Ave e a latitude de Espinho).

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) e a uma pequena distância, na horizontal (fig. 10).

O depósito marinho que se encontra a 5 m (fig. 11) está sobreposto por um depósito de tipo solifluxivo, por sua vez coberto por uma formação eólica. Esta formação foi recentemente datada por termoluminescência (Quaternary TL Surveys) e foi obtida uma idade de $84 \pm 18/-12$ ka BP. Isto significa uma idade compreendida entre 102 Ka BP e 72 Ka BP.

Comparando esses valores com a curva da variação do nível do mar de Shackleton (fig. 12) resulta claro que, embora a precisão da datação não seja suficiente para garantir o momento exacto em que se deu a formação do depósito eólico, ela é suficiente para se garantir que o depósito marinho subjacente deverá ter corresponder ao último interglaciar. Com efeito, a curva da Nova Guiné mostra que o único momento em que o mar atinge – e ultrapassa o nível actual é o período próximo de 125 ka, isto é, durante estágio 5e, ou Eemiense. Aos 100 ka já o nível do mar seria cerca de 10 m inferior ao nível médio actual. Só uma subida continental muito intensa poderia transportar um depósito marinho de 100 ka BP, formado inicialmente a uma cota de cerca de -10m, até à cota de +5m.

Também através de termoluminescência (Quaternary TL Surveys) foi obtida uma idade de 8.67 ± 0.78 ka BP para um depósito lagunar situado sob uma formação marinha (cerca de 3m acima do nível médio das águas do mar) na praia da Granja, um pouco a norte de Espinho.

Esta datação significa que existem indícios de um outro estacionamento do nível do mar ligeiramente superior ao actual, representados por um outro depósito marinho, geralmente sobreposto a formações de tipo lagunar. Estas formações deverão corresponder a lagunas litorais correlativas da transgressão flandriana. A essas lagunas vai-se sobrepor um depósito marinho que deverá corresponder ao máximo da transgressão flandriana, correlativa do óptimo climático do Holocénico.

Isto significa que existem, na área estudada, pelo menos 2 tipos diferentes de depósitos marinhos. Dado que ambos se encontram ferruginizados, embora o depósito holocénico tenha um grau de consolidação inferior, torna-se evidente que é necessário realizar um número maior de datações que permitam destrinçar com clareza os dois depósitos.

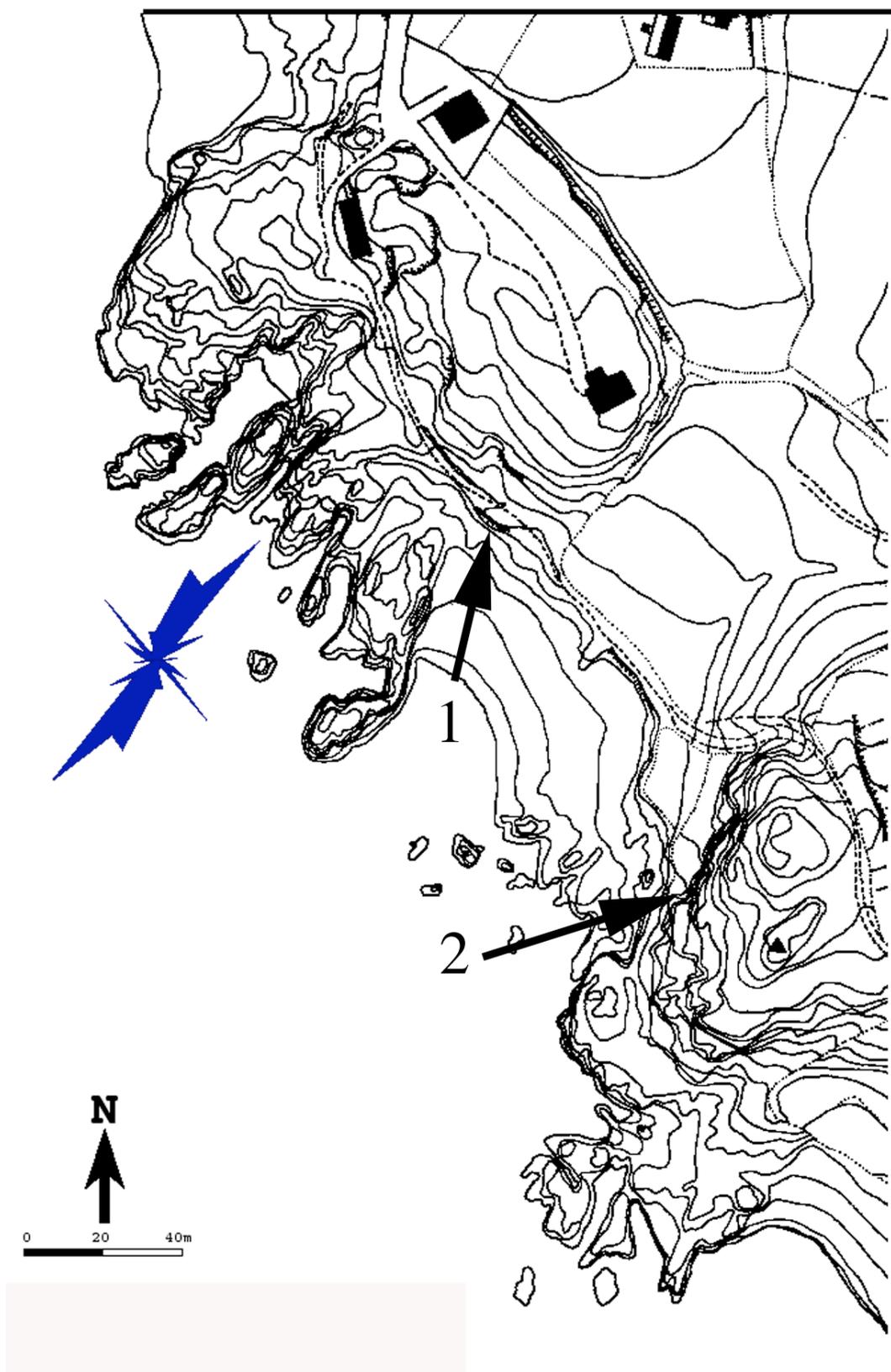


Figura 10: Mapa da praia de Sampaio (Labruge, Vila do Conde). Notar o claro controlo estrutural do relevo e da linha de costa. Equidistância=1m. O ponto 1 representa o local onde foi recolhido o depósito eólico referido no texto (altitude=5m, fig. 11). O ponto 2 representa o local onde foi encontrado um depósito também de origem marinha e presumivelmente do mesmo interglaciar, a uma altitude de 9m.



Figura 11: Corte da praia de Sampaio (Labruge, Vila do Conde)
 1 – Depósito marinho eemiense (5m acima do nível médio das águas do mar)
 2 – Depósito de tipo solifluxivo
 3 – Depósito eólico (datação TL: 84 +18 /-12 ka BP)

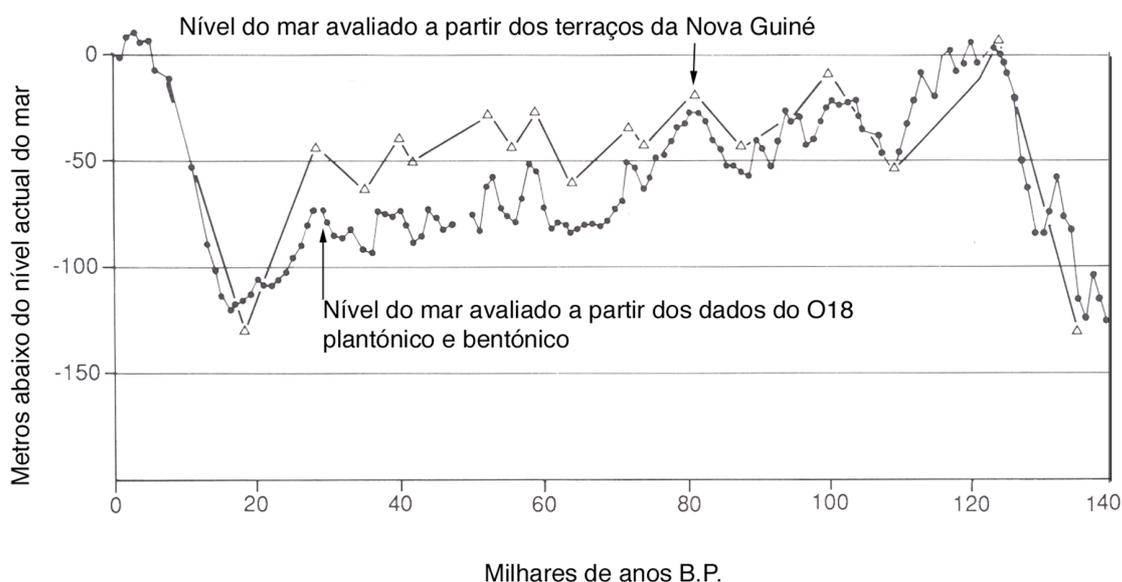


Figura 12: Curva da variação do nível do mar construída a partir de dados dos isótopos de oxigénio, comparada com a variação do nível do mar na Nova Guiné (segundo Shackleton, 1987, adaptado de Dawson, 1992).

6 – Conclusões finais:

- Muitos dos depósitos encontrados na plataforma litoral da região do Porto são de fácies fluvial. Isto significa que, o estudo dos depósitos situados na proximidade do litoral não fica completo se o desligarmos dos fenómenos que se situam no interior (posição e regime dos eixos de drenagem, materiais transportados e respectiva origem).

- É referida para a área estudada uma subida de 0,1-0,2mm/ano (Cabral, 1995). Este tipo de situação a existência de diversos níveis de terraço, sendo os mais altos mais antigos.
- A área estudada situa-se numa faixa de contacto entre a Zona Centro-Ibérica e a Zona Ossa-Morena. A sul de Espinho faz-se a passagem para a Orla Ocidental meso-cenozóica. Alguns dos acidentes de neotectónica que identificámos podem estar relacionados com esta situação estrutural.
- Num litoral onde as variações cenozóicas 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 e basear-se em todas as datações que for possível obter.
- Parece-nos do maior interesse comparar os dados que obtivemos com os dos investigadores que trabalham na costa galega (A. Pérez-Alberti *et al.*, 2000), onde os movimentos pós-eemienses não foram reconhecidos.

Agradecimentos

A investigação necessária para a elaboração deste trabalho foi levada a cabo com o apoio do GEDES (Gabinete de Estudos de Desenvolvimento e Ordenamento do Território) e do projecto TBA (FCT-POCTI/CTA/38659/2001).

Bibliografia

- ALVES, A. M. C., (1996) - *Causas e processos da dinâmica sedimentar na evolução actual do litoral do Alto Minho*, Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 438 p.
- ALVES, M. I. C. (1995) - *Materiais Plio-Quaternários do Alto Minho. Produtos de meteorização e depósitos fluviais na bacia do rio Lima e região de Alvarães*. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 277 p.
- ARAÚJO, M. A. (2001) - Marine platforms from Oporto area (NW Portugal): Tectonics versus eustasy - *Actas da V Reunião do Quaternário Ibérico*, GTPEQ e AEQUA, Lisboa, p. 178-181.
- ARAÚJO, M. A., (1991) - *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto* - Edição da autora, Porto, 534 p., c/ anexos (87 p.) e 3 mapas fora do texto.
- ARAÚJO, M. A., (1994) - Protection and Conservation of Sampaio Area (Labruge, Vila do Conde, North of Portugal), *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., (2000) - Depósitos de fácies continental e marinho na plataforma litoral da região do Porto: importância da tectónica na sua organização espacial, *Ciências da Terra* (UNL), nº 14, Lisboa, p. 111-122.
- BARBOSA, B. A. P. S. e BARRA, A. (2000) – Problemática da cartografia dos depósitos quaternários, *Estudos do Quaternário*, nº 3, APEQ, Lisboa, p. 15-20.
- BOURCART, J. (1936) - Résultats d'ensemble d'une étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal, *Comptes rendus do IV congresso dos Geógrafos e Etnógrafos eslavos*, Sófia, p. 57-69
- BOURCART, J. (1950) - La théorie de la flexure continentale, *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie*, T. II, Lisboa, U. G.I., p. 168-190
- CABRAL, J. & RIBEIRO A. (1988) - Carta Neotectónica de Portugal (escala 1:1 000 000), Instituto Geológico e Mineiro de Portugal, Lisboa.
- CABRAL, J. (1995) - *A Neotectónica Em Portugal Continental*, Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, 31, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.
- CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS (CEG) (1965) – Mapa Oro-Hidrográfico de Portugal, escala 1:200.000, Lisboa, 37 folhas.
- CUNHA, P. M. R. P. (1992) - *Estratigrafia e Sedimentologia dos Depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a Leste de Coimbra*. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra, 262 p.
- DAVEAU, S. (1993) - A Evolução Quaternária da Plataforma Litoral, *O Quaternário em Portugal. Balanço e Perspectivas*. Lisboa, APEQ, Colibri, p. 35-41.
- DAWSON, ALASTAIR G. (1992) - *Ice Age Earth - Late quaternary Geology and Climate* - Routledge physical environmental series, ed. por Keith Richards, Routledge ed., Londres, 293 p.
- FERREIRA, A. B. (1983) - Problemas de evolução geomorfológica quaternária do noroeste de Portugal, *Cuadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, nº 5, VI Reunion do Grupo Español de Traballo de Quaternario, A Coruña, p. 311-330.
- FERREIRA, A. B. (2001) - Teorias Sobre a Génese e a Evolução das Superfícies de Aplanamento. Aplicação ao Caso de Portugal, *Livro de Homenagem ao Professor Doutor Gaspar Soares de Carvalho*, Ed. M. E. Albergaria Moreira, A. Casal Moura, H. M. Granja, F. Noronha, Braga, p. 81-102.

- MARTÍN-SERRANO, A. (1994) - Macizo Hespérico septentrional. En *Geomorfología de España*. Gutiérrez Elorza ed. Editorial Rueda, 25-62.
- NONN, H. (1966) - *Les régions cotières de Galice (Espagne) - Etude géomorphologique*, Pub. Fac. Letras Univ. Estrasburgo, 584 p.
- PAZZAGLIA, F, GARDNER, T. (2000) - Late cenozoic lanscape evolution of the US Atlantic passive margin: insigths into a North American great escarpment, *in Geomorphology and Global Tectonics*, ed. M. Summerfield, J Wiley and sons, p. 283-302
- PÉREZ-ALBERTI, A, BLANCO, R, COSTA, M., VÁSQUEZ, M. VALCÁRCEL (2000) - Dinâmica y e evolución de las costas rocosas. El ejemplo de Galicia. *Geomorfología Litoral. Procesos Activos*. Ed. : J. R de Andrés e F. J. Gracia, Soc. Española de Geomorfología, p. 175-185.
- RIBEIRO, A. (1984) - Néotectonique du Portugal, *Livro de homenagem a O. Ribeiro*, Lisboa, C. E. G., p. 173-182
- RIBEIRO, A. *et al.* (1979) - *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*, Serviços Geol. Portugal, Lisboa, 114 p.
- RIBEIRO, A. (2002) - *Soft Plate and impact tectonics*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 324 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.
- SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL (1992) - Carta geológica de escala 1:500.000 (2 folhas).
- TEIXEIRA, C. (1944) - Tectónica plio-pleistocénica do Noroeste peninsular, *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, Vol. IV, Fasc. I e II, Porto, p. 1-25
- TEIXEIRA, C. (1946) - Essai sur la paléogéographie du littoral portugais au nord du Vouga *Petrus Nonius*, Vol. 6, Fasc. 3-4, Lisboa, p. 141-164
- VANNEY, J. R. & MOUGENOT, D. (1981) - *La plate-forme continentale du Portugal et les provinces adjacentes*, "Mem. Serv. Geol. Port.", n° 28, Lisboa, 86 p.
- WILLIAMS, M. A. J., DUNKERLEY, DE DECKKER, D. L. P., KERSHAW, A. P., STOKES T. J. (1998) - *Quaternary Environments*, 2ª ed. Edward Arnold, London, 329 p.
- ZAZO, C., GOY, J. L . (1994) Litoral Español, *Geomorfología de España*, ed. coord, por Mateo Gutiérrez Elorza, ed. Rueda, Madrid, p. 437-469
- ZBYSZEWSKI, G. (1945) - La notion classique de "flexure" et celle des deformations marginales, *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, Vol. IV, Fasc. III, Porto, p. 175-188