

A. de Brum Ferreira
Centro de Estudos Geográficos
Lisboa, Portugal



Resumo: O relevo do baixo Minho apresenta uma acentuada originalidade, que resulta da existência de uma superfície poligénica, de idade provavelmente Plio-quaternária, desenvolvida ao longo dos rios principais. Os cursos de água correm nela ao rés do solo, contrastando fortemente com o brutal encaixe que apresentam no sopé ocidental das montanhas interiores. Um contraste acentuado desenha-se também em relação ao litoral ao sul do rio Ave, onde os rios entalham profundas gargantas numa plataforma calabriana. São discutidas as causas de ordem petrográfica, climática e tectónica destes contrastes, dando-se particular atenção ao significado dos terraços e dos glaciais que ocorrem ao longo do Minho, do Lima e do Cávado.

Resumen: El relieve del Minho occidental se caracteriza por la presencia de valles muy amplios, que forman una superficie poligénica de edad probablemente Plioceno-cuaternaria. Esta superficie es constituida por una plataforma marina, al oeste, y por alveolos de erosión diferencial hacia el interior, en los que se produjo una importante acumulación de terrazas y glaciais durante el Cuaternario. Estos valles se apertan bruscamente en el pie de las altas plataformas interiores. También, al sur del río Ave, los valles de los cursos fluviales son estrechos y siguen encajados en la plataforma litoral calabriana. Se discute las causas petrográficas, climáticas y tectónicas de estos contrastes y se estudia especialmente las terrazas y glaciais existentes en los valles de los ríos Miño, Lima y Cávado.

Na presente comunicação, não se procura fazer uma síntese, mesmo provisória, da evolução geomorfológica quaternária do Noroeste de Portugal, o que, aliás, seria muito difícil e, talvez, pouco útil, no estado actual, ainda preliminar, das investigações. Pretende-se, apenas, discutir alguns problemas suscitados pela análise morfológica do baixo Minho (fig. 1), que apresenta uma acentuada originalidade, no conjunto do relevo de Portugal.

O LITORAL DO NOROESTE DE PORTUGAL NO QUATERNÁRIO ANTIGO

1. A sul do Douro. O elemento porventura mais importante da morfologia litoral portuguesa é uma ampla plataforma de abrasão marinha, que se es

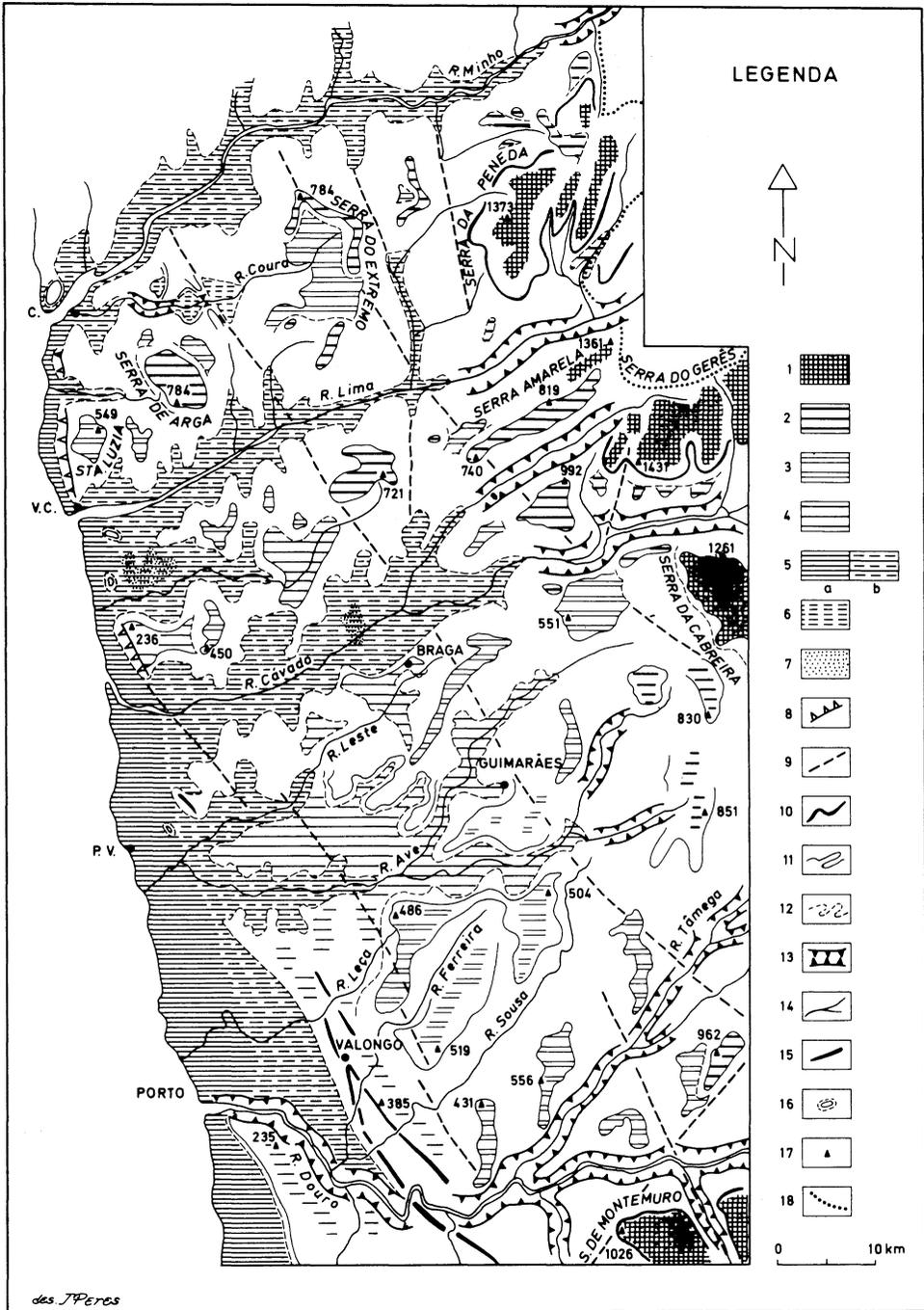


Fig. 1

tende desde um pouco a norte do Douro até ao Algarve, e atinge, no seu limite interior, altitudes geralmente compreendidas entre 150 e 200 m. Este limite interior nem sempre é fácil de determinar mas, por vezes, é bastante nítido, constituído por uma arribas fósil, que parece coincidir, na maior parte dos casos, com uma escarpa de falha ou de flexura, retoçada depois pela abração marinha. É o que acontece, por exemplo, entre o Douro e o Mondego, nomeadamente entre os paralelos de Albergaria-a-Velha e Anadia (A. de Brum Ferreira, 1978).

O perfil da plataforma litoral não apresenta sempre o mesmo aspecto: ora desce regularmente até ao mar, ora se decompõe numa série de patamares mais ou menos bem individualizados. Um problema de difícil solução, por falta de depósitos bem datados, é o de saber em que medida esses diversos patamares correspondem a deslocamentos tectónicos ou a diferentes fases erosivas. As deslocamentos tectónicos são por vezes bastante claras, quer se trate de uma ampla flexura, como acontece a norte de Albergaria-a-Velha, quer de graben estreitos, de direcção N-S, como sucede a sul desta localidade (fig. 2).

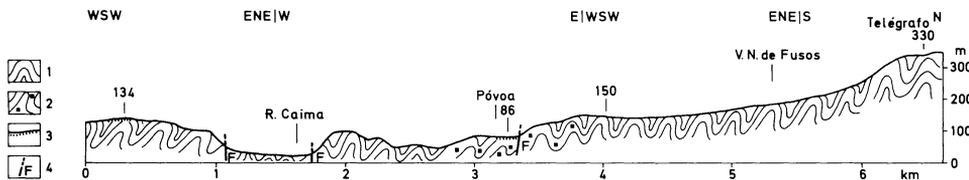


Fig. 2

Além da perfeição do aplanamento e do seu desenvolvimento numa faixa adjacente ao mar, a origem marinha da plataforma litoral é deduzida a partir das características dos depósitos que nela assentam. Os materiais são variados mas, em geral, encontram-se areias, dispostas em leitos, com intercalações de seixos de quartzo ou de quartzito, geralmente de pequenas dimensões, bem rolados e achatados. São estes seixinhos, em forma de amêndoa, que permitem atribuir, em observação de campo, origem marinha ou, pelo menos, flúvio-marinha, aos depósitos, origem que é por vezes confirmada em laboratório, pelo elevado grau de desgaste das areias. Acontece, por vezes, que estes materiais não chegam até ao rebordo interior da plataforma, outras vezes aparecem misturados com depósitos de origem continental, de modo que, nestes casos, a

natureza do aplanamento se torna de difícil interpretação. Mas o problema maior, consiste na atribuição de uma idade a esta plataforma, pois os materiais que a cobrem são desprovidos de fósseis. Há, todavia, um certo número de indícios que permitem atribuir-lhe, sem grande margem de erro, uma idade calabriana.

Os depósitos de idade indiscutivelmente pliocénica são bastante raros em Portugal. Estudos recentes (ver A. Ribeiro *et al.*, 1979) têm mostrado que, importantes extensões de materiais mal datados, tradicionalmente incluídos nas rubricas "MP" (Mio-pliocénico) e "PQ" (Plio-quaternário) da cartografia geológica portuguesa, são, na realidade, miocénicos (sobretudo na bacia terciária do Tejo e na orla algarvia), enquanto outros devem ser considerados quaternários, como adiante se verá. O Pliocénico inferior, nunca foi individualizado, com clareza, em Portugal (C. Teixeira, 1979). O Pliocénico superior, representado por depósitos variados, com fauna placenciana-astiana, encontra-se em áreas geralmente deprimidas tectonicamente, nomeadamente na parte vestibular da bacia sedimentar do Tejo (península de Setúbal), e na orla ocidental, entre Caldas da Rainha e um pouco a sul de Coimbra. Por cima destes materiais de origem marinha, encontram-se depósitos variados de origem continental, que revelam uma fase regressiva: trata-se, geralmente, de materiais arenosos, com intercalações argilosas, lignitos e diatomitos. Apesar da sua riqueza florística, não é possível datar com rigor estes depósitos, que tanto podem pertencer ainda ao Pliocénico superior como, pelo menos em parte, ao Quaternário antigo. É por cima destes materiais com intercalações de lignitos e diatomitos que se encontram os depósitos marinhos e flúvio-marinhos, correlativos da plataforma litoral, denunciando, assim, uma importante transgressão marinha, que se deu provavelmente no Calabriano.

Um estudo paciente e cuidadoso permite, por vezes, individualizar diferentes níveis de erosão no seio da plataforma litoral, denunciadores de estacionamentos sucessivos do nível do mar durante o Quaternário. Outras vezes, como se disse, a descida da plataforma litoral é quase regular, terminando, do lado ocidental, a altitudes geralmente compreendidas entre 70 e 100m, por um rebordo às vezes nítido, no qual é possível ainda discernir vários níveis de praias antigas. Devido à quase ausência de elementos de datação, a cronologia dos níveis tem sido geralmente estabelecida com base na altitude. Assim, admite-se que, depois da transgressão calabriana, seguiu-se uma descida geral do nível do mar, com pausas, representadas pelas praias e terraços vestibulares. A cartografia geológica portuguesa tem adoptado, em regra, co-

mo início do Quaternário, o nível de 80-90 m, altitude clássica do Siciliano, incluindo-se, por isso, as praias calabrianas no Pliocénico, o que tem dado origem a alguma confusão. Mas o pior, é a fragilidade do critério seguido, com limites de altitudes por vezes arbitrários, que não se adaptam ao verdadeiro escalonamento das formas, e não se cuidando de averiguar a possível influência das deslocções tectónicas.

2. A norte do Douro. A parte vestibular do Douro constitui uma das áreas mais representativas da geomorfologia portuguesa, justamente porque nela foi possível individualizar, há quarenta anos (O. Ribeiro *et al.*, 1943-b), uma sucessão de praias e terraços vestibulares, em tudo conforme com a disposição clássica, definida por Lamothe e Depéret. Uma observação de grande interesse, referida nesse trabalho, é a de que o nível mais alto, que se vê em Medas, no sopé das cristas quartzíticas de Valongo, é constituído por um depósito que se não pode atribuir a uma acção fluvial organizada. "Não é possível confundir-lo com qualquer terraço fluvial ou praia levantada. Já algures tratámos das condições de formação desta argila com blocos, que pode referir-se ao Vilafranquiano, visto cobrir os planaltos onde os rios se encaixaram progressivamente durante o Quaternário, deixando vários níveis de terraços, constituídos em parte à custa da destruição do depósito anterior. Esta superfície continental foi, provavelmente, retocada pelo mar, que nela deixou uma praia que pensamos atribuir à mesma idade, isto é, ao final do Pliocénico" (*ob. cit.*, p. 101). Embora um dos autores se tenha demarcado, posteriormente, desta interpretação (C. Teixeira, 1979), a verdade é que um estudo recente (F. Rebelo, 1975) veio confirmar essa maneira de ver, isto é, o depósito de Medas não pode ser atribuído à acção de uma drenagem organizada, como, aliás, acontece com a base do corte de Aldeia Nova, onde um "material grosseiro, heterométrico, caulinitico" se distingue claramente do verdadeiro terraço fluvial, que se situa a 120-130 m (*ob. cit.*, p. 123). Em qualquer caso, gostaríamos de sublinhar que a ideia de uma superfície de aplanamento, de origem subaérea e de idade provavelmente vilafranquiana, retocada posteriormente pela abrasão marinha, se coaduna perfeitamente com os resultados do nosso estudo ao sul do Douro (A. Brum Ferreira, 1978). Isso significa que a massa de relevo erodida pela mar calabriano não deve ter sido grande, uma vez que o mar se limitou a retocar uma superfície de aplanamento subaérea, por vezes deprimida tectonicamente.

Os terraços do Douro apenas se desenvolvem a jusante das cristas quartzíticas, que constituem também o limite interior da plataforma litoral.

Esta, ainda bastante ampla nos arredores da cidade do Porto, vai-se reduzindo progressivamente para norte, de tal maneira que, ao norte do Cávado e, sobretudo, ao norte do Lima, não é mais do que uma estreita orla costeira (fig. 1). A feição do litoral também se vai modificando: em vez de uma plataforma regular, com limites interiores mais ou menos nítidos, onde os rios correm profundamente encaixados, o aspecto mais saliente do litoral a norte do Douro é a existência de amplas reentrâncias, em forma de golfos de contornos sinuosos, que penetram algumas dezenas de quilómetros para o interior, ao longo dos rios, onde estes correm praticamente ao rês do solo. Dir-se-ia que estas largas reentrâncias prenunciam as rias galegas.

As diferenças entre o litoral galego e o litoral minhoto foram postas em evidência, na década de trinta, por diversos geólogos, entre os quais E. Hernandez Pacheco e J. Bourcart. Segundo estes autores, a existência das rias espanholas só poderia compreender-se pela actuação de movimentos tectónicos recentes, que teriam provocado um abaixamento das costas galega e cantábrica, relativamente à costa minhota. Alguns anos mais tarde, C. Teixeira (1944) retomou o assunto num artigo que viria a pesar bastante nas interpretações paleogeográficas do Noroeste da Península. Resumidamente, a ideia expressa pelo autor é a seguinte. A sul do Cávado, nomeadamente nos arredores do Porto, há uma série completa de praias antigas, às quais se ligam os terraços vestibulares do Douro, que correspondem ao escalonamento clássico dos níveis pliocénicos e quaternários. Este escalonamento de praias e terraços revelaria uma certa imobilidade tectónica do chamado bloco duriense. Entre o Cávado e o Minho, área a que corresponderia o bloco minhoto, a praia mais alta observada encontrar-se-ia a 50-60 m (designada por praia milaziana), seguindo-se outra a 30 m (tirreniana) e outra, a 5-6 m (grimaldiana); de notar, ainda, que, no rio Minho, os terraços não ultrapassariam a altura de 60 m, a cima do talvegue. Finalmente, a norte do Minho, no chamado bloco galego, a praia mais elevada encontrar-se-ia a 45 m, enquanto no litoral cantábrico estes depósitos faltariam por completo. Haveria, assim, um abatimento do bloco galego em relação ao bloco minhoto, abaixamento esse que se assemelharia a uma ampla flexura, mergulhando para noroeste, responsável, ao mesmo tempo, pela formação das rias e pela ausência das praias antigas. As deslocamentos principais teriam ocorrido no final do Pliocénico, antes da formação da praia milaziana (60 m de altitude).

Nesse artigo, o autor 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. Numa apreciação crítica a esse trabalho, M. Feio (1951-b) 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. Além disso, essa hipótese se baseou-se num reconhecimento insuficiente do terreno, que o próprio autor viria, em parte, completar, mas sempre numa limitada perspectiva altimétrica.

UMA SUPERFÍCIE POLIGÊNICA, PROVAVELMENTE PLIO-QUATERNÁRIA

1. Características gerais do relevo do baixo Minho. A originalidade do relevo do baixo Minho, entre o litoral propriamente dito e as altas serras interiores, resulta sobretudo da fisionomia dos seus vales principais: sensivelmente paralelos, de direcção NE-SW a ENE-WSW, são muito largos a jusante, com fundo plano e vertentes abruptas, características que se atenuam para leste, mas que só desaparecem no sopé ocidental das mais altas montanhas do interior, desde a Peneda até ao Marão, onde os rios correm apertados entre vertentes muito profundas (fig. 1). Analisado a uma escala média, esse relevo é um tanto confuso, constituído por uma série de alvéolos, de dimensões variadas, de contornos muitas vezes irregulares, atravessados pelos rios principais ou apresentando uma drenagem incipiente, sem hierarquia bem definida. Os cursos de água, grandes e pequenos, correm nesses fundos planos quase ao rês do solo, isto é, sem encaixe sensível.

A origem e o desenvolvimento destas depressões não podem ser atribuídos exclusivamente, nem principalmente, à erosão fluvial. Para além de uma certa independência relativamente aos eixos de drenagem, um aspecto fundamental a sublinhar é que os alvéolos encontram-se quase sempre associados a rochas cristalinas, quer se trate de granitos quer de xistos metamórficos. Este facto é particularmente evidente a sul do Douro, entre Sanguedo e Monsores, onde numerosos alvéolos se desenvolvem nos granitos e num complexo xisto-migmatítico, mas não existem nos xistos e grauvaques pouco metamorfizados, onde domina um típico modelado de dissecação (A. Brum Ferreira, 1978). Também ao longo do Coura, no interflúvio Minho-Lima, se pode observar o mesmo (fig. 1): a depressão de Coura termina bruscamente por um abrupto de direcção NW-SE, que coincide com a passagem das rochas cristalinas para os xistos andaluzíticos; por sua vez, os pequenos alvéolos de Covas e de Sopo coincidem quase rigorosamente com os afloramentos graníticos, não penetrando em terreno xistento. Esta coincidência mais ou menos estreita entre os alvéolos e as ro

chas cristalinas sugere que a alteração diferencial terá sido determinante na origem dessas formas. Um problema importante, de difícil solução, mas cujo estudo está em curso, é o de saber qual o papel desempenhado pelos diversos factores da alteração diferencial das rochas cristalinas, isto é, em que medida a composição mineralógica e química, a rede de diaclases e a textura, terão influenciado o desenvolvimento dos alvéolos. Um outro problema fundamental consiste no estabelecimento das principais etapas dessa evolução. Nesse sentido está-se a proceder a um estudo dos mantos de alteração in situ e também dos depósitos, melhorando a cartografia existente e, sobretudo, fazendo a distinção entre praias, terraços e glacis, aspectos por vezes mal tratados ou simplesmente ignorados na cartografia geológica portuguesa. As análises de laboratório estão ainda numa fase preliminar; o que a seguir se diz baseia-se fundamentalmente em observações de campo e na análise crítica da bibliografia

2. Natureza e significado dos depósitos e dos mantos de alteração

a) As praias. Como se disse, segundo C. Teixeira (1944), as mais altas praias de entre o Cávado e o Minho encontrar-se-iam a 50-60 m (praia milaziana), seguindo-se outra a 30 m (tirreniana) e outra a 5-6 m (grimaldiana). Nas diferentes folhas do mapa geológico, na escala de 1:50.000, levantadas sob a direcção do mesmo autor, há uma certa flutuação dos limites de altitude, e a praia mais elevada encontrar-se-ia, com certo desenvolvimento, em Moledo, a sul da foz do rio Minho, a 45-50 m. Na síntese de G. Zbyszewski (1971) sobre o Quaternário de Portugal, essa praia é referida a 30-45 m.

Entre o Cávado e o Neiva e, sobretudo, entre o Lima e o Minho, existe, a 1-2 km da linha de costa, uma escarpa muito nítida, que limita pelo interior os depósitos de origem marinha. Esta escarpa, com um comando de 200 m, atinge um grande vigor entre o Lima e o Minho, apresentando um traçado rectilíneo (fig. 1). É, provavelmente, uma escarpa de falha que, de resto, se prolonga para norte do Minho, tendo sido retocada, por mais de uma vez, pela abrasão marinha. Embora não haja dúvida que o mar tenha chegado até esse abrupto, não se pode distinguir no terreno as diversas praias citadas por C. Teixeira e, por vezes, faltam os próprios depósitos. O critério altimétrico torna-se aqui de interesse particularmente duvidoso, não só porque não é possível individualizar claramente os patamares, mas também porque há fortes suspeitas de terem ocorrido deslocações tectónicas. Em Areosa pode observar-se uma praia que contém uma cascalheira de belos calhaus rolados e achatados, de quartzito, os quais apresentam uma auréola superficial ferruginosa, com 5 mm

de espessura. Apesar de se encontrar a uma altitude de apenas 10 m, poderá considerar-se que esta praia pertence ao Quaternário recente?

b) Os terraços do rio Minho. É ao longo do Minho que se encontra o mais desenvolvido conjunto de terraços e também o melhor estudado. Deles se ocupou H. Lautensach (1945), num estudo interessante, que viria a gerar uma certa polémica, pois defendia a ocorrência de movimentos tectónicos que teriam deformado os terraços superior e médio, atribuídos aos interglaciários Mindel-Riss e Riss-Wlrm. Essa ideia foi contestada por M. Feio (1951-b) e, logo a seguir, por C. Teixeira (1952), num estudo minucioso de localização, mas sem o alcance do trabalho de H. Lautensach, onde se fazia uma tentativa da interpretação da gênese dos terraços, tendo em conta as variações climáticas, as oscilações do nível do mar e as deformações tectónicas, ao mesmo tempo que se forneciam dados interessantes de carácter sedimentológico. Da cartografia dos depósitos, na parte portuguesa, seguida de um reconhecimento do lado espanhol, deduziu C. Teixeira um escalonamento de sete níveis de terraços, desde 5-8 m até aos 90-100 m, acima do leito de estiagem. O mais baixo foi atribuído ao Riss-Wlrm (Grimaldiano II), enquanto o mais alto e mais antigo pertenceria ao Siciliano.

Deve-se a H. Nonn (1967) um importante trabalho dedicado aos terraços do rio Minho, em território espanhol, a jusante de Orense. Este autor distingue seis níveis, mas agrupa-os em três conjuntos: os terraços altos, entre 50 e 65 m acima do talvegue actual do rio; os terraços médios, entre 30 e 45 m; finalmente, os terraços baixos, entre 15 e 25 m. Apenas o baixo terraço é possível seguir desde a foz até Orense. Quanto à idade, o nível de 15-20 m seria do Riss-Wlrm; os mais altos, do Glnz ou do Vilafranquiano; os terraços médios, do Mindel-Riss e, talvez, também do Glnz-Mindel. Os terraços mais antigos são constituídos por seixos, geralmente bem rolados, onde predominam largamente os quartzitos, os quais se tornam quase exclusivos nas maiores dimensões. De notar a ausência total de materiais pouco resistentes à alteração, como sejam os granitos, os xistos e os micaxistos. No que se refere à matriz, há uma abundante fracção fina (sempre superior a 30%); as areias são mal calibradas, sem sinais de desgaste e quase exclusivamente constituídas de quartzo. Quanto às argilas, a caulinite domina largamente sobre a ilite, estando presentes também a gibsite e a goethite. Segundo H. Nonn, todas estas características permitem afirmar que os terraços mais altos do rio Minho se constituíram em grande parte à custa de resíduos de alteração fini-terciária. A existência de calhaus de quartzito fragilizados, que se desfazem fa

oilmente, assim como a presença de goethite e de uma ferruginização importante, permite concluir que estes materiais, depois da sedimentação, sofreram ainda uma lixiviação importante, num ambiente climático relativamente húmido. Nos baixos terraços, há uma mistura de calhaus bem rolados, que parecem provir dos terraços mais altos, e de outros menos desgastados, que devem ser os de alimentação mais recente. A fracção fina é muito menos abundante; a areia é bem calibrada, com sinais de desgaste, apresentando, além de grãos de quartzo, elementos de feldspato e de micaxisto, os quais não existem nos terraços mais antigos. Quanto às argilas, a caulinite ocorre numa proporção muito reduzida, predominando claramente a illite; a clorite também é importante. Os seixos de quartzito ferruginizado são raros e a goethite não existe. A presença de gibsite é interpretada como uma contaminação dos terraços mais antigos. Todos estes factos mostram, por um lado, uma fraca contribuição dos produtos da alteração fini-terciária e, por outro, uma evolução climática caracterizada sobretudo por um abaixamento da temperatura. Os terraços médios apresentam características de transição entre os mais antigos e os mais modernos. Todavia, há um aumento da proporção de calhaus de quartzito fragilizado, relativamente aos terraços superiores: esse facto poderá ser explicado, segundo H. Nonn, pela permanência, durante o Quaternário médio, de condições favoráveis à alteração.

É pena que o autor não tenha podido alargar o seu estudo aos terraços da margem portuguesa, o que permitiria, certamente, tirar conclusões mais seguras, nomeadamente no que respeita ao escalonamento dos níveis. Por outro lado, não parece que a atribuição de cotas aos terraços, pela altura relativa, acima do talvegue, seja um procedimento correcto, uma vez que o perfil actual do rio pode ser muito diferente dos perfis correlativos dos terraços. Julgamos mais acertado tentar reconstituir os antigos leitos do rio a partir das altitudes absolutas atingidas pelos depósitos, tendo em conta, também, o seu escalonamento, em cada sector do vale. Daquele procedimento resultaram, cremos, alguns problemas de correlação entre os diferentes níveis. Por outro lado, a descrição de C. Teixeira e as observações por nós já feitas no campo, permitem concluir que, pelo menos na margem portuguesa, vários retalhos de depósito não podem ser considerados como verdadeiros terraços fluviais. Este facto é particularmente nítido nos vales do Lima e do Cávado, como veremos a seguir.

c) Terraços e glacis dos vales do Lima e do Cávado. Os depósitos atingem um relativo desenvolvimento ao longo do Lima e do Cávado, desde o oceano

no, até duas ou três dezenas de quilômetros para o interior. Em relação aos terraços do Minho, há a notar, em primeiro lugar, a ausência dos belos seixos de quartzito bem rolados e achatados, os quais são muito abundantes ao longo deste rio, devido à alimentação oriunda da bacia-vertente do Sil. Por outro lado, na maior parte dos casos, os depósitos não resultaram de um transporte ao longo dos rios principais, nem sequer podem ser considerados como terraços fluviais propriamente ditos.

Os calhaus são fundamentalmente de quartzo, geralmente de pequenas dimensões, raras vezes ultrapassando os 20 cm, mas podendo alcançar, nalguns lugares (por exemplo em Fontão e no Barreiro, no vale do Lima) mais de 50 cm. Em menor quantidade existem quartzitos, xistos grafitosos, xistos metamórficos variados e granitos. Os calhaus de quartzo e de quartzito apresentam uma grande flutuação de índices de desgaste, desde angulosos a rolados, mas em certos cortes dominam largamente os calhaus angulosos e subangulosos. Isto denuncia a importância do transporte lateral. Os calhaus grafitosos, os quais estão na estreita dependência da fonte de alimentação, são geralmente subangulosos. Os de xisto metamórfico e os de granito, embora o estado muito avançado da alteração não permita, na maior parte dos casos, uma observação rigorosa, parecem quase sempre rolados. Uma vez, como no caso de Fontão, a disposição geral é um tanto caótica; outras vezes, como acontece no belo corte de Pragosa, também no vale do Lima, o depósito apresenta uma disposição em tre cruzada. Pelo índice de desgaste, pela importância da alimentação local, pela disposição geral dos materiais, de que o corte de Pragosa poderia constituir um paradigma, a maior parte dos depósitos que se encontram ao longo do Lima e do Cávado têm mais o carácter de glacis coberto do que de terraço fluvial. Os materiais sofreram, além da solifluxão, uma acção de transporte pelo escoamento concentrado, mas ao longo de pequenos cursos de água, afluentes dos rios principais. Poderíamos, talvez, falar de terraços coluviais, para os distinguir dos terraços fluviais ou aluviais propriamente ditos.

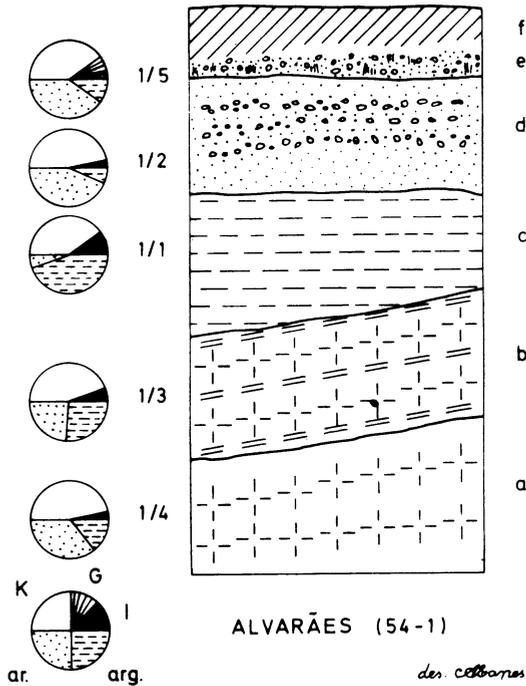
O estado de alteração desses materiais é, geralmente, bastante avançado. Os calhaus de quartzo são os que resistem melhor, mas encontram-se muito fragilizados, apresentando frequentes vezes um aspecto granular, como se o mineral tivesse sido tectonizado. Estes calhaus mostram, com frequência, uma película superficial de ferruginização, a qual penetra ao longo das fracturas. Mais raramente, vêem-se calhaus com um núcleo ferruginizado e uma aureola superficial de desmineralização (caso do depósito de Barreiro, a oeste de Lanheses). Este aspecto é, contudo, mais comum nos calhaus de quartzito; é

o caso num corte a sul de Romão (Lanheses), próximo da planície aluvial do Lima, a cerca de 15 m de altitude. Os xistos negros, grafitosos, compostos fundamentalmente por feldspato alcalino e plagioclase de tipo andesina (C. Teixeira *et al.*, 1972), encontram-se geralmente num estado muito avançado de alteração, em muitos casos desfazendo-se facilmente, por simples pressão dos dedos. Quanto aos calhaus de xisto metamórfico e sobretudo os de granito, quando existem, apenas se vêem os contornos, não sendo possível retirá-los, inteiros, do corte. Isto mostra uma alteração importante, depois da sedimentação. De notar que o próprio perfil sofreu, por vezes, uma ferruginização que pode dar origem a verdadeiras couraças, como se observa em Lanheses e em Torre, no vale do Lima, onde o ferro chegou a ser explorado.

A matriz destes depósitos apresenta uma abundância muito variável. A percentagem da fracção siltosa e argilosa também varia bastante, relativamente à fracção arenosa, mas mantém-se, geralmente, abaixo dos 20%. As areias são fundamentalmente de quartzo, enquanto o feldspato, por vezes ausente, é, em regra, pouco abundante ou encontra-se de tal maneira alterado que desaparece das fracções grosseiras, por lavagem, em laboratório. Quanto às argilas, domina largamente a caulinite, a qual atinge percentagens geralmente superiores a 80%, na parte superior dos cortes. A argila que, normalmente, lhe anda associada é a illite, por vezes também a gibsite, a qual, nalguns cortes pode tornar-se o mineral argiloso dominante. De sublinhar a ausência da montmorilonite, em qualquer tipo de depósito ou alteração *in situ*, pelo menos nas amostras até hoje analisadas.

Por baixo deste material cascalhento, existe, nalguns lugares, um depósito areno-argiloso relativamente espesso, podendo atingir uma ou duas dezenas de metros. É o que acontece em Alvarães, entre o Lima e o Neiva, a uma dezena de quilómetros do mar, e em Prado, no vale do Cávado, a cerca de 30 km da foz (fig. 1). O depósito de Alvarães, que ocupa uma área bastante extensa, é particularmente interessante, pois dá-nos, nos diversos cortes que é possível observar, uma síntese, por assim dizer, das características dos mantos de alteração de origem granítica e da natureza sedimentológica dos depósitos. A sucessão vertical e as características essenciais estão esquematizadas na fig. 3.

A base do corte é constituída por granito alterado (amostra 54-1/4). A análise revela uma importante fracção fina (28%), onde a argila é quase exclusivamente caulínica. Esta argila deriva fundamentalmente da alteração dos feldspatos, os quais, por isso, ocorrem na fracção arenosa em quantida-



des muito inferiores às do quartzo. Nalguns sectores observa-se uma areia grnítica ligeiramente transportada (54-1/3), cuja diferença em relação ao granito alterado consiste sobretudo num aumento da fracção fina e no desaparecimento dos grãos de feldspato. A seguir, vem uma argila, com vários metros de espessura, explorada para a indústria da cerâmica (54-1/1), por vezes bastante micácea, onde a proporção da illite aumenta sensivelmente. Por cima, observa-se uma areia esbranquiçada, constituída quase exclusivamente por grãos de quartzo. A percentagem da caulinite, volta a aumentar. Nesta areia, que atinge 2-3 m de espessura, há intercalações de calhaus, geralmente de quartzo, pequenos, por via de regra subangulosos a sub-rolados, mas onde pode encontrar-se também areão perfeitamente rolado, como se houvesse mistura de dois depôsitos, de origem diferente. Finalmente, por cima da areia, há um solo cinzento, com espessura de cerca de 1 m, na base do qual existe uma concentração de ferro, dando ao corte uma coloração amarelo-torrado. Nalguns cortes, o depôsito amarelo-torrado pode atingir 1-2 m de espessura. A fracção arenosa é constituída quase exclusivamente por quartzo e moscovite; na fracção argilosa, além do predomínio da caulinite, há a assinalar a presença de gibsite (54-1/5).

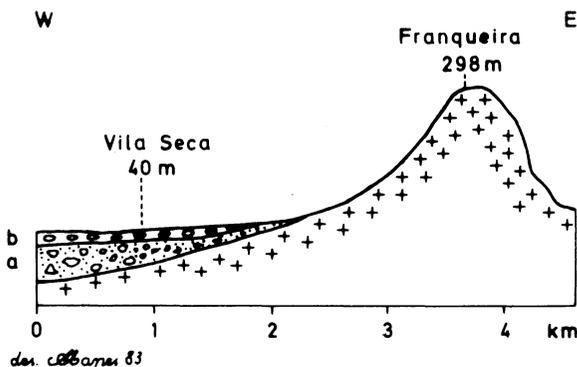
Os depósitos de Prado ocupam uma área ligeiramente deprimida, rela

tivamente ao nível geral do vale do Cávado, correspondendo a um substrato constituído por corneanas pelíticas de contacto entre os xistos do silúrico e os granitos hercínicos, calco-alcalinos. Nos diversos cortes existentes no depósito, relacionados também com a exploração da argila para a indústria da cerâmica, verifica-se a sobreposição de dois tipos de materiais: na parte superior, numa espessura de alguns metros, há um depósito arenoso, com veios argilosos e intercalações de calhaus de quartzo, geralmente pequenos, com desgaste variável, entre anguloso e sub-rolado; abaixo, há um depósito mais fino, constituído essencialmente por argila e areia. O contacto entre estes dois conjuntos é bastante franco. O depósito superior tem uma disposição entrecruzada, enquanto o inferior não apresenta uma estrutura clara. Nos cortes observados, a profundidade atingida não ultrapassa 15 m; abaixo da camada argilosa, aparece frequentemente uma areia amarelada, que constitui o limite inferior das explorações actuais. Do ponto de vista sedimentológico, note-se, de novo, a pouca abundância do feldspato, embora seja aqui menos escasso do que em Alvarães. Os grãos de quartzo são geralmente angulosos, mas nota-se, nas fracções mais grosseiras da areia, um desgaste sensível, havendo vários grãos subangulosos e até alguns com tendência para sub-rolado. Este facto e a ausência total de montmorilonite não são favoráveis à ideia de uma sedimentação em bacia fechada, como foi sugerido. Note-se, em todo o caso, que a proporção da caulinite aumenta bastante da base para o cimo do depósito.

Nas camadas de argila deste depósito foram encontrados fragmentos de lignito e vegetais fósseis, sendo de salientar a presença de *Lygodium gaudini*, planta termófila, considerada francamente terciária (O. Ribeiro *et al.*, 1943). Segundo C. Teixeira (1979), tanto esta planta como a espécie *Ju-niperoxylon pachyderma*, árvore fóssil encontrada nas argilas de Alvarães, têm afinidades com a flora dos níveis pliocénicos de Barracão, Alencarce e outros lugares, devendo, por isso, as referidas argilas ser consideradas também pliocénicas, mais precisamente do termo P3, formação de origem continental, anterior à transgressão marinha responsável pela plataforma litoral, à altitude de cerca de 200 m (P4).

Um último aspecto a que nos queríamos referir, é o do possível limite interior das influências marinhas. No vale do Lima, caminhando de montante para jusante, os primeiros depósitos que poderiam, eventualmente, ser atribuídos a uma acção flúvio-marinha, encontram-se em Bouças de Cima, a sul de Ponte de Lima, a 50 m de altitude e a cerca de 25 km da foz. Aí, misturados com a habitual cascalheira de quartzos angulosos e sub-rolados, há pequenos

calhaus e areão com um rolamento quase perfeito. Não nos é possível, de momento, saber ao certo a origem destes pequenos calhaus, que tanto podem ser de origem fluvial ou flúvio-marinha mais ou menos recente, como serem retomados de conglomerados do complexo xisto-grauwáquico, onde há elementos bem rolados (C. Teixeira *et. al.*, 1972). O mesmo acontece em Areias, no vale do Cávado, a igual distância da foz e a uma altitude de 65 m. Os primeiros indícios, relativamente seguros, da erosão marinha, encontram-se a uma dezena de quilómetros da actual linha de costa, nomeadamente entre Gilmonde e Milhazes, a sul do Cávado. Aqui, observa-se um depósito com seixinhos bem rolados, em forma de amêndoa, o qual se sobrepõe a outro, de origem continental, constituído por areias graníticas transportadas ou por uma cascalheira de quartzo, com as características habituais, já descritas. O depósito inferior poderá ter sido bastante grosseiro, pois individualizam-se os contornos de calhaus e blocos de granito, hoje completamente alterados. Neste depósito, os grãos de feldspato estão transformados em argila, a qual é quase exclusivamente caulínica (90-95%); no depósito com seixinhos, provavelmente de origem marinha ou flúvio-marinha, a caulinite atinge 100%. Estes materiais foram interpretados como sendo o testemunho de um antigo estuário do Cávado, ligando-se à praia tirrentiana de 30 m; o Cávado ter-se-ia, depois, encaixado a norte (O. Ribeiro *et. al.*, 1943). De notar que este depósito se encontra já na plataforma litoral, limitada a leste por uma escarpa importante; teríamos, assim, uma vez mais, uma superfície de aplanamento subaérea, retocada depois pelo mar (fig. 4).



CONCLUSÃO

A originalidade do baixo Minho reside, sobretudo, na existência de uma superfície de aplanamento pouco desenvolvida e imperfeita, de idade provavelmente Plio-quaternária, que penetra ao longo dos rios principais, constituindo um belo exemplo de embutimento. Os rios correm, nessa superfície, quase ao rés do solo, contrastando fortemente com o encaixe brutal que apresentam no sopé ocidental das altas montanhas interiores. Um contraste acentuado desenha-se também relativamente ao litoral ao sul do rio Ave, onde os cursos de água entalham profundas gargantas na plataforma calabriana.

Essa originalidade resulta, certamente, da conjugação de diversos factores, de ordem petrográfica, climática e tectónica, em que o papel de cada um deles é ainda difícil de estabelecer. No que se refere à originalidade petrográfica, saliente-se que o Minho constitui a única província portuguesa onde as rochas cristalinas chegam até ao mar; assim, foi possível desenvolver-se nelas, perto do litoral, formas de erosão diferencial, prefiguradas pela alteração, as quais, por coalescência, formam hoje o essencial da superfície Plio-quaternária. Quanto à influência do clima, há fortes razões para pensar que o contraste entre o Noroeste, muito húmido, e as terras meridionais e interiores, de cariz acentuadamente mediterrâneo, não é apenas um fenómeno dos nossos dias, mas deve ter sido, antes, um dos traços mais permanentes da paleogeografia portuguesa, durante o Quaternário e, pelo menos em parte, do Terciário. Embora se trate de um facto de interpretação delicada e de um estudo ainda em fase preliminar, registe-se a ausência da montmorilonite nas terras baixas do Minho, contrastando com o claro predomínio da caulinite, associada, por vezes, à gibsite. No que diz respeito à tectónica, para além de uma fraturação intensa que facilitou a alteração dos granitos, não é de afastar a hipótese, enunciada por diversos autores, da existência de uma ampla flexura, cortada por falhas de fraca amplitude, mergulhando para NW, e atingindo ao mesmo tempo o Minho e a Galiza. Flexura provavelmente bastante antiga, que deve ter continuado a funcionar durante o Quaternário, influenciando a configuração do litoral do noroeste da Península e sendo responsável, em parte, pelo brutal contraste entre o litoral e o interior. É surpreendente que, depois de um estudo minucioso do relevo da Galiza, H. Nonn (1966) não tenha podido aduzir provas convincentes de uma tectónica quaternária, capaz de influenciar o desenvolvimento das rias. Mas, se concluirmos, como faz o autor, que as rias galegas começaram a individualizar-se no Miocénico, como entender, sem o concurso de uma tectónica tardia, as relações entre elas e o pata

mar dito tortoniano? A quase ausência deste nível, para oeste do acidente Carballo-Redondela, será uma circunstância fortuita?

Sublinhe-se, todavia, que a própria natureza da evolução das vertentes graníticas poderá explicar a falta de encaixe dos principais rios do baixo Minho. A origem das depressões quase fechadas, dos largos fundos de vale mais ou menos planos e de contorno sinuoso, está, certamente, numa alteração diferencial das rochas cristalinas. O "esvaziamento" destas depressões prefiguradas pela alteração fez-se provavelmente por etapas e processou-se sobretudo ao longo dos principais eixos de drenagem, que forneciam um nível de base local para a evolução das vertentes e, ao mesmo tempo, asseguravam a evacuação dos detritos. Se se confirmar a idade dos depósitos de Prado e de Alvarães, isto implicará uma evolução bastante longa, iniciada no final do Terciário. O estudo sedimentológico, em curso, dos terraços e glaciais, que constituem marcos importantes desta evolução, revela-se promissor no que respeita ao significado morfoclimático; o problema maior consiste na atribuição de uma idade a essas formas que, naturalmente, o critério altimétrico não pode resolver.

BIBLIOGRAFIA

- BIROT, P.; SOLÉ SABARÍS, L. (1954): *Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique: Mémoires et Documents, C.N.R.S., Paris, IV, p. 7-61.*
- BRUM FERREIRA, A. de (1978): *Planaltos e montanhas do Norte da Beira: Memórias do Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 4, 374 p.*
- (1979): *Os mantos de alteração e o modelado das regiões graníticas, ideias recentes e orientações de pesquisa: Finisterra, Lisboa, XIV, 28, p. 218-244.*
- (1980): *Surfaces d'aplanissement et tectonique récente dans le Nord de la Beira (Portugal): Rev. Géol. Dyn. Géog. Phys., Paris, vol. 22, p.51-62.*
- COUDÉ-GAUSSSEN, G. (1981): *Les Serras da Peneda et do Gerês, étude géomorphologique: Memórias do Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 5, 254 p.*
- DAVEAU, S. (1977): *L'évolution géomorphologique quaternaire au Portugal, principaux aspects et problèmes posés par son étude: Supplément au Bulletin A. F. E. Q., Paris, 50, p. 11-21.*
- FEIO, M. (1951-a): *Reflexões sobre o relevo do Minho: Notas Geomorfológicas, Lisboa, I, p. 5-15.*
- (1951-b): *Em torno da interpretação dos terraços do rio Minho: Notas Geomorfológicas, Lisboa, II, p. 17-27.*
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (1972): *Caracterização sedimentológica dos depósitos Plio-plistocénicos da região de Leiria: Rev. Fac. Ciên. Lisboa, 2^a-C, XVII, p. 197-216.*
- LAUTENSACH, H. (1945): *Formação dos terraços interglaciários de Portugal e suas relações com os problemas da época glaciária: Pub. Soc. Geol. Port., Porto, I, 39 p. (trad. do original alemão, de 1941).*
- NONN, H. (1966): *Les régions côtières de la Galice (Espagne), étude géomorphologique: Paris, 591 p.*
- (1967): *Les terrasses du rio Miño inférieur, localisation et étude sédimentologique: Rev. Géom. Dyn., Paris, XVII, p. 97-108.*
- (1969): *Évolution géomorphologique et types de relief en Galice occidentale et septentrionale: Rev. Géog. Phys. Géol. Dyn., Paris, vol. XI, p. 31-50.*
- REBELO, F. (1975): *Serras de Valongo, estudo de geomorfologia: Coimbra, 194 p.*
- RIBEIRO, A. et al. (1979): *Introduction à la géologie générale du Portugal: Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 114 p.*
- RIBEIRO, O. (1955): *Geografía de España y Portugal, tomo V, Portugal, Barcelona, 290 p.*

- RIBEIRO, O.; NEIVA, J. M. C.; TEIXEIRA, C. (1943-a): Depósitos detríticos da bacia do Cávado (Nota preliminar): *Bol. Soc. Geol. Portugal, Porto, vol. III, p. 87-94.*
- (1943-b): Depósitos e níveis pliocénicos e quaternários dos arredores do Porto (Nota preliminar): *Bol. Soc. Geol. Portugal, Porto, vol. III, p. 95-101.*
- SOARES DE CARVALHO, G. (1953): Les sédiments pliocènes et la morphologie de la région d'entre Vouga et Mondego (Portugal): *Memórias e Notícias, Coimbra, 38, p. 16-45.*
- SOARES DE CARVALHO, G.; LEMOS, F. S.; MEIRELES, J. (1980): Contribuição para o melhor conhecimento da estratigrafia do Quaternário do litoral minhoto e das indústrias associadas: *Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 66, p. 135-142.*
- TEIXEIRA, C. (1944): Tectónica plio-pleistocénica do noroeste peninsular: *Bol. Soc. Geol. Portugal, Porto, vol. IV, p. 19-40.*
- (1952): Os terraços da parte portuguesa do rio Minho: *Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, XXXIII, p. 221-245.*
- (1979): Plio-pleistocénico de Portugal: *Com. Serv. Geol. Portugal, 65, p. 35-46.*
- TEIXEIRA, C. et al. (1972): Carta Geológica de Portugal. Notícia explicativa da folha 5-A (Viana do Castelo), *Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 43 p.*
- ZBYSZEWSKI, G. (1971): Carta Geológica do Quaternário de Portugal, Notícia explicativa, *Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 39 p.*

A. de Brum Ferreira

Fig. 1 - Esboço morfológico do Minho ocidental. 1 - Níveis de aplanamento culminantes das montanhas interiores; 2 - Níveis de aplanamento culminantes das montanhas do Minho ocidental; 3 - Níveis de aplanamento geralmente embutidos em 2; 4 - Níveis de transição, entre 3 e 5; 5 - Níveis Plio-quadernários: a, abrasão marinha; b, erosão subaérea e flúvio-marinha; 6 - Alvéolos do rio Coura (Coura, Covas e Sopo); 7 - Depósitos de Alvarães e de Prado; 8 - Arriba fósil, provavelmente de origem tectónica; 9 - Alinhamentos de fracturas hercínicas e tardi-hercínicas (certas e prováveis); 10 - Rebordo montanhoso; 11 - Alto de vertente; 12 - Base de vertente; 13 - Garganta; 14 - Curso de água; 15 - Crista de quartzito; 16 - Relevo residual circunscrito; 17 - Altitude, em metros; 18 - Fronteira; C - Caminha; P.V. - Póvoa de Vargim; V. C. - Viana do Castelo.

Fig. 2 - Deslocações tectónicas quadernárias, afectando a plataforma calabrianá, a sul do Douro. 1 - Complexo xisto-grauváquico; 2 - Complexo xisto-migmatítico; 3 - Depósitos superficiais, de origem marinha; 4 - Falha provável.

Fig. 3 - Depósitos de Alvarães. a - Granito alterado; b - produtos de alteração, ligeiramente transportados; c - Depósito argiloso; d - Depósito areno-argiloso, com intercalação de calhaus; e - idem, com precipitação de ferro; f - Solo espesso, acinzentado; ar. - areia; arg. - argila; K - caulinite; G - Gipsite; I - Ilite (proporções relativas); 1/1 - Número de referência de amostra analisada.

Fig. 4 - Depósitos na base de uma arriba fósil. a - Depósito grosseiro, de origem continental; b - Depósito marinho ou flúvio-marinho.