

Definição formal da Formação de Alvarães (Placenciano da região do Minho - NW Portugal)

Formal definition of the Alvarães Formation (Plaisancian of the Minho region - NW Portugal)

M. I. CAETANO ALVES*

Palavras-chave: Litostratigrafia; Pliocénico; Placenciano; NW Portugal; Minho; Alvarães; depósitos siliciclásticos; fluvial.

Resumo: Propõe-se a definição formal da Formação de Alvarães e dos seus membros (designadamente o membro inferior como Membro de Chasqueira e o membro superior como Membro de Teodoro) como unidades litostratigráficas, baseada na caracterização e descrição de acordo com o Código Estratigráfico Internacional. O Membro de Chasqueira corresponde ao enchimento de zonas deprimidas, sujeitas a acreção vertical na dependência dum sistema fluvio-lacustre; o Membro de Teodoro resulta dum sistema fluvial organizado, do tipo entrançado arenoso e cíclico. A atribuição da Formação de Alvarães à unidade alostratigráfica SLD 13, já identificada noutras bacias portuguesas, é suportada pela sua posição geomorfológica, pela composição predominantemente siliciosa e caulínica, associada à caulinação presente no substrato, características desta unidade alostratigráfica, bem como pelo conteúdo paleontológico.

Key-words: Lithostratigraphy; Pliocene; Plaisancian; NW Portugal; Minho; Alvarães; siliciclastic deposits; fluvial.

Abstract: This is a proposal of formal lithostratigraphic unit definition, based on the International Stratigraphic Guide. The Alvarães Formation is subdivided in two members (the Chasqueira Member and the Teodoro Member). The sedimentary characteristics of the Chasqueira Member show an environment dominated by fluvio-lacustrine processes and those of the Teodoro Member a fluvial environment. The Alvarães Formation is correlated to the SLD 13 allostratigraphic unit, identified in other portuguese basins, due to the following elements: its geomorphologic position, its composition - mainly sílica and kaolinite, associated to the kaolinization present in the substrate; these are characteristics of this allostratigraphic unit; the paleontologic content also corroborates this classification.

INTRODUÇÃO

A região de Alvarães é, desde há muito, conhecida pelas suas explorações de argilas. O barro vermelho e o caulino aqui explorados têm alimentado várias indústrias de telha, tijolo, louças de barro vermelho e barro branco, quer locais quer na região do Minho. Nas últimas décadas, a utilização de argilas tem vindo a diversificar-se, sendo parte do caulino desta jazida também explorado para as indústrias de papel e para outras mais exigentes que utilizam caulinos especiais.

O estudo destes depósitos, como prováveis testemunhos do Plio-Plistocénico, surge na sequência do interesse despoletado na década de quarenta. RIBEIRO *et al.* (1943) referem o seguinte: "A carta geológica de 1899 indica como pliocénicos uma série de retalhos dispostos ao longo dos rios minhotos e em parte do litoral adjacente... Os estudos de H. Lautensach e G. Zbyszewski permitem generalizar a existência de Quaternário a toda a região, tanto nas praias como nas margens dos rios". Eis que se levanta a problemática sobre a existência ou não de depósitos quaternários em Portugal e, em parti-

cular, no Minho. Seguiram-se vários estudos, de âmbito geológico e geomorfológico, envolvendo os depósitos de praias antigas e os terraços fluviais desta região, dos quais se salientam os históricos trabalhos de LAUTENSACH (1945) e FEIO (1949). É neste contexto que a "bacia de Alvarães" é sumariamente descrita pela primeira vez por TEIXEIRA (1949). Mais tarde ZBYSZEWSKI (1958), na sua publicação sobre o Quaternário de Portugal, refere-se ao nível lignitoso pliocénico existente na parte inferior da bacia de Alvarães. Posteriormente, na cartografia geológica à escala 1:50 000, folha 5-C (TEIXEIRA *et al.*, 1969) e folha 5-A (TEIXEIRA *et al.*, 1972), os "Depósitos da bacia de Alvarães" são representados como do Plistocénico, com designações Q^{3/2} em função da sua posição altimétrica. Foram publicados vários trabalhos sobre o jazigo de caulino e a potencialidade dos materiais não-metálicos desta bacia; mas, a descrição litostratigráfica e o estudo sedimentológico pormenorizados destes depósitos são apresentados já nesta década (ALVES, 1991a, 1991 b, 1993, 1995a, 1995b, 1996, 1997; ALVES & REIS, 1991). A expressão cartográfica dos sedimentos da "bacia de Alvarães", a sua importância à

escala das ocorrências do fim do Cenozóico da região do Minho e o volume de informações no momento já conhecidas justificam a proposta de definição formal da Formação de Alvarães como uma unidade litostratigráfica do Minho, provavelmente do Placenciano.

FORMAÇÃO DE ALVARÃES

A descrição e caracterização da Formação de Alvarães resumirão um conjunto de informações que tem sido obtido por trabalhos efectuados na última década. Para além do trabalho-base de cartografia, o estudo sedi-mentológico envolveu:

- medição de paleocorrentes e descrição das litofácies (MIALL, 1978, 1985, 1990);
- distribuições granulométricas, com interpretação dos parâmetros estatísticos e diagramas;
- na fracção grosseira, estudo dimensional separado, identificação litológica e morfometria;
- observação à lupa dos sedimentos lavados;

- conhecimento das associações minerais na fracção de densidade $> 2,89$ (no intervalo 500-62 μm) e na fracção $< 2 \mu\text{m}$;
- em amostras seleccionadas, o seu estudo por espectrometria de infravermelhos, por microscopia electrónica de varrimento e de transmissão.

Nome da unidade e caracterização do estratotipo

Origem do nome: Alvarães é sede de freguesia; pertence ao concelho e distrito de Viana do Castelo. A povoação de Alvarães tem sido utilizada como referência geográfica em inúmeras publicações, por isso se mantém este nome.

Anteriores denominações: "depósitos da bacia de Alvarães", "depósitos de Alvarães" (TEIXEIRA *et al.*, 1969, 1972; BARBOSA, 1983; ALVES, 1991a, 1991b, 1993, 1995a, 1995b, 1996, 1997; ALVES & REIS, 1991).

Localidade-tipo: Esta formação estende-se numa mancha quase contínua desde Capareiros até à proximidade da Vila de Anha. Elege-se para localidade-tipo a área assinalada a este da povoação de Alvarães (Fig. 1),

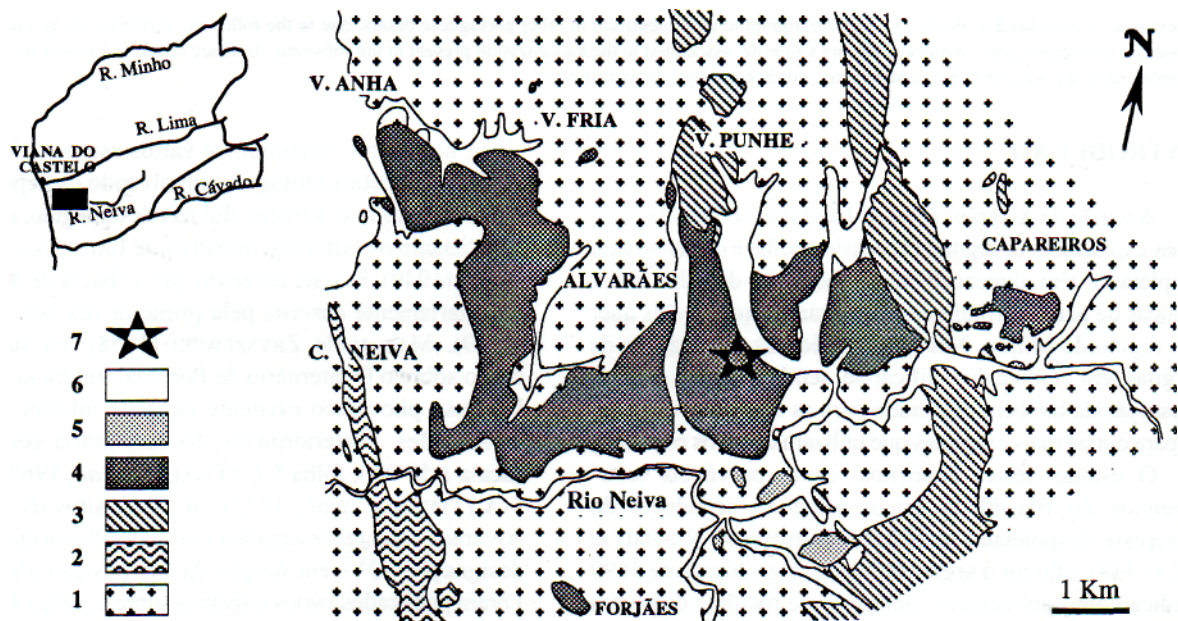


Fig. 1 - Esboço geológico da Formação de Alvarães e seu enquadramento regional (modificado de ALVES, 1995a; baseado na Carta geológica de Portugal 1/200 000 de PEREIRA *et al.*, 1989). *Legenda:* 1 - Granitóides hercínicos; 2 - Complexo xisto-grauváquico (Precâmbrio e Câmbrio); 3 - Metassedimentos (Silúrico); 4 - Formação de Alvarães (Placenciano); 5 - Depósitos de terraços fluviais (Pleistocénico); 6 - Aluviões e areias de duna (Holocénico e Actual); 7 - Localidade-tipo.

— Geologic sketch of the Alvarães Formation and its regional setting (modified from ALVES, 1995a; based on the Carta geológica de Portugal 1/200 000 from PEREIRA *et al.*, 1989). *Legend:* 1 - Hercynian granites; 2 - Graywacke-schist Complex (Precambrian and Cambrian); 3 - Metasediments (Silurian); 4 - Alvarães Formation (Plaisancian); 5 - Deposits of fluvial terraces (Pleistocene); 6 - Alluvial and dune deposits (Holocene and Recent); 7 - Type locality.

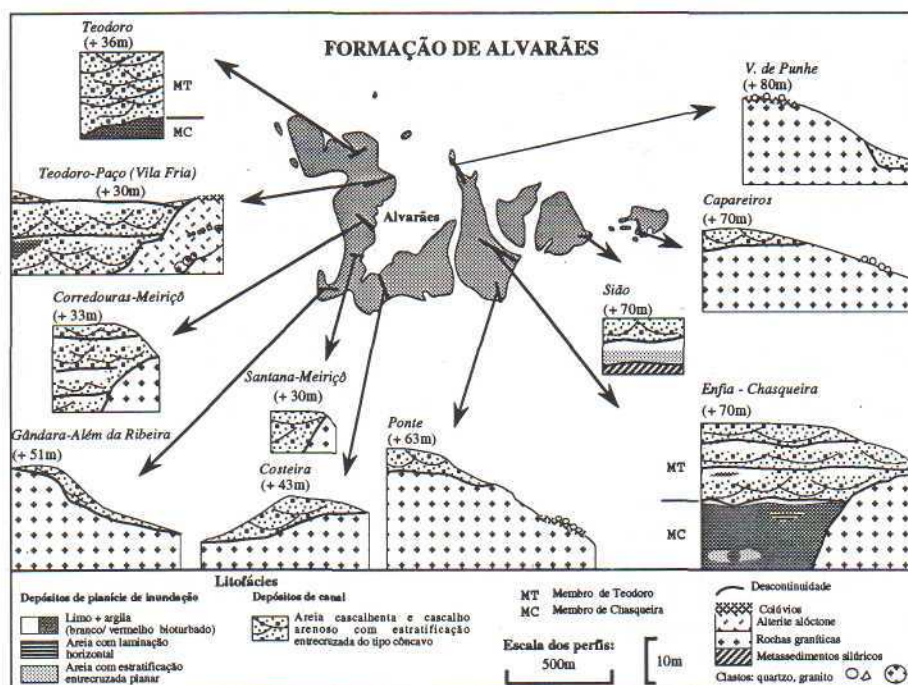


Fig. 2 – Resumo da distribuição e espessura das litofácies na Formação de Alvarães.

– Synthesis of the lithofacies distribution and thickness of the Alvarães Formation.

junto ao lugar de Chasqueira. A escolha justifica-se pela espessura dos afloramentos e sua exposição nas frentes de exploração aqui existentes. O acesso é possível utilizando a EN 305, que liga Geraz do Lima a Esposende e atravessa Alvarães, ou o caminho-de-ferro, tomando a linha do Minho e descendo no apeadeiro de Neves. Na EN 305, próximo do Km 38, encontram-se as instalações da Fábrica de Cerâmica Jerónimo Pereira Campos; um dos acessos sugeridos é o caminho que segue para este, a partir da EN e paralelamente ao limite norte das instalações da referida Cerâmica. Outra possibilidade de acesso: na mesma estrada, junto do Km 35, seguir para o apeadeiro de Neves e, continuando 1 km para sul, são avistados os afloramentos.

Descrição da unidade na localidade-tipo: A distribuição e frequência das litofácies estão resumidas na Fig. 2. A Formação de Alvarães é constituída por sedimentos caulíníticos (Fig. 3), onde predominam clastos de quartzo; neste local atinge o máximo de espessura (40 m), dos quais os 10 a 18 m inferiores pertencem ao Membro de Chasqueira e o restante suprajacente ao Membro de Teodoro. O Membro de Chasqueira é lutítico (caulínítico-goetítico) e bioturbado, o que lhe confere coloração vermelha manchada (Estampa I); são depósitos resultantes

de acreção vertical, gerados na dependência dum sistema fluvioacustre. O Membro de Teodoro ravina o Membro de Chasqueira, é igualmente caulínítico com teor em goetite muito variável, mas com características claramente fluviais (Estampas I e II); é predominantemente arenoso, associado a litofácies lutíticas e alguns conglomerados.

Aspectos regionais da unidade

Limite inferior: A Formação de Alvarães assenta, por inconformidade, sobre as rochas graníticas e metassedimentos silíceos; o substrato está caulínizado por efeito supergênico relacionado com a instalação dos sedimentos desta formação (SERRANO, 1973; BARBOSA, 1983; ALVES, 1989, 1995a).

Limite superior: Por uma superfície erosiva relativamente aos colúvios quaternários.

Organização sequencial: O Membro de Chasqueira é caracterizado pelo predomínio de litofácies lutíticas bioturbadas (Fr), pontualmente Fl e Fsc; raramente ocorrem arenitos com estratificação entrecruzada planar (Sp) e

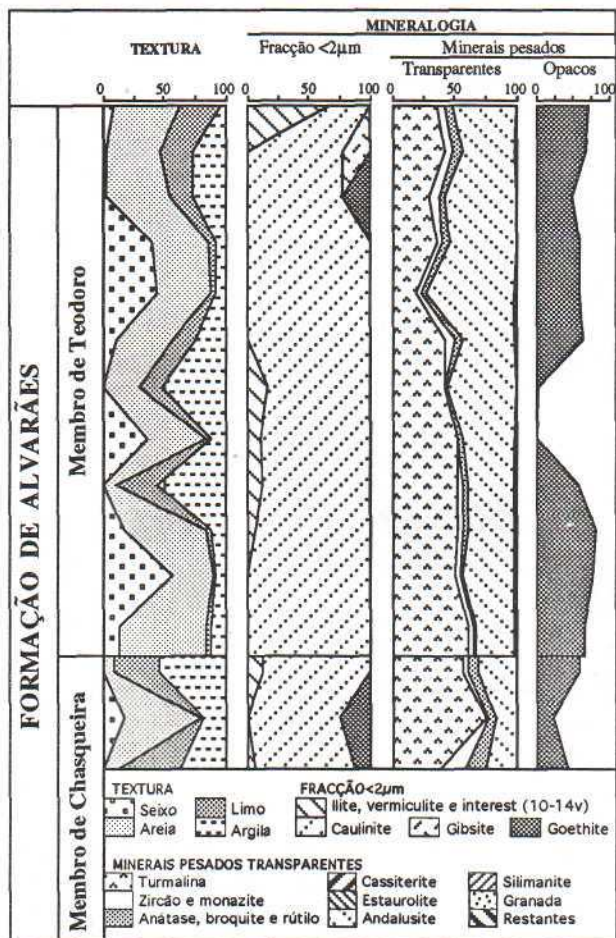


Fig. 3 - Composição mineralógica e dimensional, simplificadas, da Formação de Alvarães em Chasqueira (localidade-tipo). As proporções não correspondem às espessuras reais.

- Simplified mineralogical composition and grain size analysis of the Alvarães Formation on the type profile (Chasqueira). Representation without real thickness accuracy.

arenitos com laminação horizontal (Sh). No Membro de Teodoro observam-se (Fig. 4), por ordem decrescente em frequência, arenitos com estratificação entrecruzada do tipo côncavo (St), associados a conglomerados com estratificação entrecruzada do tipo côncavo (Gt), lutitos maciços (Fm) e conglomerados maciços (Gm), acompanhados de alguns conglomerados e arenitos com estratificação entrecruzada planar (Gp e Sp), lutitos bioturbados e/ou laminados (Fr e/ou Fl e Fsc), muito raramente restos de vegetais incarbonizados (C). Estas litofácies passam gradativamente de umas para as outras. Identificaram-se três seqüências positivas, separadas por superfícies erosivas de 2.^a ordem (ALLEN, 1983).

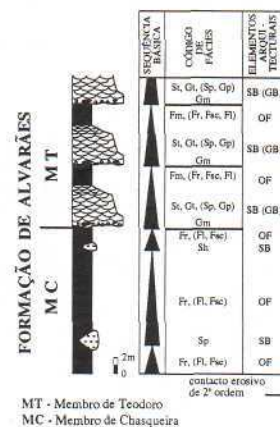


Fig. 4 - Litofácies e elementos arquiteturais da Formação de Alvarães, no perfil de Chasqueira; entre parêntesis figuram as litofácies menos frequentes.

- Lithofacies and architectural elements of the Alvarães Formation, at Chasqueira profile; between parenthesis are the less frequent lithofacies.

Variações laterais de fácies: Não se observaram significativas variações laterais de fácies. A espessura da Formação de Alvarães é variável (Fig. 2); a espessura máxima foi observada na localidade-tipo e na área de Teodoro-Paço (Vila Fria). Aflora sempre o Membro de Teodoro. O Membro de Chasqueira tem menor expressão; ocorre na região assinalada como localidade-tipo e de forma vestigial na área entre Teodoro e Paço (Vila Fria).

Outras características: A cristalinidade apresentada pela caulinite, apreciada através do índice de assimetria Sk (001), é muito elevada; 0,97 foi o valor médio encontrado para este índice, com desvio padrão de 0,07, relativo a um estudo efectuado em 83 amostras (ALVES, 1995a). Por vezes ocorrem na base desta formação, junto das rochas do substrato caulinizadas supergenicamente, clastos muito pouco desgastados de quartzo e fragmentos das rochas locais. O conteúdo paleontológico desta formação foi encontrado no Membro de Chasqueira, nas explorações actualmente ocupadas pela lixeira de Viana do Castelo. Junto de Paço (Vila Fria), nas explorações de caulino, observaram-se vestígios da paleoalteração granítica, sendo esta ravinada pela Formação de Alvarães. O manto granítico paleoalterado (com 20 m de espessura máxima), conservado somente neste local, representa um testemunho da paleoalteração inicial, da qual provêm os sedimentos desta formação. Neste manto paleoalterado observaram-se vários episódios de deslizamento. Estas

paleoalterites alóctones devem o seu aspecto de escoadas a deslizamentos em massa do manto de alteração na vertente, acompanhados de alguns deslizamentos elementares do material mais móvel; possuem textura semelhante às areias graníticas, mas sem qualquer vestígio de feldspatos, alguns seixos angulosos de quartzo e bolas de granito local dispostos em níveis alinhados segundo o paleodeclive topográfico.

Interpretação do ambiente deposicional: As características composicionais indicam condições climáticas que favoreceram a meteorização química das rochas nas áreas-fontes e manutenção dessas condições durante e após deposição dos sedimentos. Os sedimentos da formação resultam do desmantelamento de mantos de alteração cauliniticos, cuja sedimentação se efectuou em condições climáticas marcadamente oxidantes. O conteúdo paleontológico desta formação também indica clima relativamente quente e bastante húmido (TEIXEIRA *et al.*, 1969; TEIXEIRA, 1979; TEIXEIRA & GONÇALVES, 1980; ALVES, 1995a). O Membro de Chasqueira corresponde ao enchimento de zonas deprimidas, sujeitas a acreção vertical na dependência dum sistema fluvial; o Membro de Teodoro resulta dum sistema fluvial organizado, do tipo entrançado arenoso e cíclico (ALVES, 1995a, 1995b, 1996).

Correlação com outras unidades: A composição predominantemente siliciosa e caulinitica, a caulinitização presente no substrato e o seu conteúdo paleontológico sugerem a sua atribuição à unidade alostratigráfica SLD 13 (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 1993). Assim, a Formação de Alvarães é equivalente à Formação de Mirandela em Trás-os-Montes (PEREIRA, 1997), Conglomerados de Santa Quitéria na bacia do Mondego (CUNHA, 1992), Formação de Falagueira na Beira Baixa (CUNHA, 1992, 1996) e Conglomerados de Serra de Almeirim (BARBOSA & REIS, 1989; BARBOSA, 1995). O conteúdo paleontológico é coerente com esta interpretação; a idade pliocénica foi proposta por vários autores (ZBYSZEWSKI, 1958; TEIXEIRA *et al.*, 1969; TEIXEIRA, 1979; TEIXEIRA & GONÇALVES, 1980), tendo estes correlacionado este enchimento com os depósitos placencianos de Pombal, Leiria e Rio Maior. Os fósseis colhidos por ALVES e estudados por H. J. GREGOR (ALVES, 1995a) foram interpretados por este investigador como pertencendo provavelmente ao Pliocénico final a Plistocénico inferior.

Proposta de idade: Placenciano, pelas razões apresentadas acima e por os depósitos serem anteriores ao encaixe da rede hidrográfica actual.

Membro de Chasqueira

Origem do nome: Local onde, pela primeira vez, este membro foi observado – lugar de Chasqueira, Alvarães.

Localidade-tipo: Elege-se para localidade-tipo a área assinalada a este da povoação de Alvarães (Fig. 1), junto ao lugar de Chasqueira. Os acessos são os indicados para a Formação de Alvarães.

Descrição da unidade na localidade-tipo: O Membro de Chasqueira é lutítico (Fig. 4) e muito procurado para a cerâmica de barro vermelho; nesta localidade pode atingir 18 m de espessura. Maioritariamente é um lutito com proporções quase iguais de limo e argila (Fig. 3), onde raramente se encontram areão e seixos de quartzo desgastados. O aspecto que apresenta, vermelho manchado não geometricamente, é motivado pela existência de goetite (Fig. 3), ausente nas zonas cinzentas, aumentando esta nas porções laranja e vermelhas; algumas porções acinzentadas situam-se em redor de canaliculos milimétricos, alguns ocos, e em torno destes, observa-se por vezes a disposição concêntrica das partículas ligeiramente mais argilosas. Em pequenos domínios, é possível observar a laminação inicial nestes sedimentos cauliniticos, evidenciada pelos contrastes de coloração; no topo, é descolorido e não está bioturbado, numa faixa ondulada de espessura variável (desde alguns centímetros a 1 m). Embora bastante uniforme (Estampa I), quer em aspecto quer em granulometria, a deposição destes sedimentos incluiu episódios mais grosseiros, marcados pela presença de litofácies arenosas, arenitos com estratificação entrecruzada planar e arenitos com laminação horizontal (Figs. 2 e 3); estas litofácies variam desde areia fina a média, alternando com areia média a grosseira e areão.

Aspectos regionais da unidade

Limite inferior: Este membro contacta directamente, por inconformidade, as rochas do substrato, nomeadamente granitóides e metassedimentos silúricos.

Limite superior: Uma disconformidade com o Membro de Teodoro.

Organização sequencial: O Membro de Chasqueira é lutítico com raros corpos arenosos (Fig. 4). Observaram-se as seguintes litofácies: dominam lutitos fortemente bioturbados (Fr) com esporádicos seixos de quartzo, eviden-

ciando desgaste; vestígios de lutitos com o aspecto inicial laminado (Fsc, Fl); litofácies arenosas (Sp) pouco frequentes.

Variações laterais de fácies: Nas explorações situadas na área de Teodoro-Paço (Vila Fria), ocupadas com a lixeira de Viana do Castelo, o Membro de Chasqueira continha localmente abundante material orgânico disseminado e alguns macrorrestos vegetais (C). Este membro ocorre na localidade-tipo (Fig. 2), onde tem maior expressão, e também foi observado próximo de Teodoro.

Outras características: Todo o conteúdo paleontológico da Formação de Alvarães, conhecido até ao momento, foi encontrado no Membro de Chasqueira, nas explorações anteriormente referidas. Foram identificados os seguintes fósseis, interpretados como indicadores de clima relativamente quente e bastante húmido:

- lenhite de *Juniperoxylon pachyderma* (TEIXEIRA *et al.*, 1969; TEIXEIRA, 1979; TEIXEIRA & GONÇALVES, 1980), atribuível ao Pliocénico;
- sementes de *Ceratophyllum*, *Eurya*, *Sparganium* e *Mneme* (?), identificadas por H. J. GREGOR, do Palaeo-Bavarian Geological Survey, Grobenzel, Alemanha (ALVES, 1995a) provavelmente do Pliocénico superior a Plistocénico inferior.

Interpretação do ambiente deposicional: As características arquitecturais e litológicas sugerem deposição em condições subaéreas, na presença de soluções ricas em ferro e ocupação vegetal contemporânea; a acção radicular provocou o remeximento das partículas e redução do ferro, anteriormente retido nos sedimentos como goetite. A ocorrência de litofácies lutíticas, maioritariamente mais abundantes que as litofácies arenosas Sp, resulta de acreção vertical, esporadicamente interrompida. A presença dos arenitos com estratificação entrecruzada planar (Sp) e de seixos subangulosos a sub-redondos são indicadores da proximidade dum fluxo organizado, que episodicamente circulava por esta área; admite-se que este enchimento tenha sido formado na dependência dum sistema fluviolacustre.

Proposta de idade: Placenciano.

Membro de Teodoro

Origem do nome: Local onde este Membro ocorre com grande espessura e, pela primeira vez, foi observado.

Localidade-tipo: Elege-se para localidade-tipo a área assinalada a este da povoação de Alvarães (Fig. 1), junto ao lugar de Chasqueira. Os acessos são os indicados para a Formação de Alvarães.

Descrição da unidade na localidade-tipo: O Membro de Teodoro (Fig. 3) é francamente arenoso com abundante matriz lutítica de coloração variada, desde branca a avermelhada devido à goetite; são frequentes os corpos lutíticos com espessuras variáveis, alguns atingem 3 m, e ocorrem também alguns níveis conglomeráticos (Estampas I e II). As areias são predominantemente de quartzo associado a micas (moscovite e biotite); na fracção densa predomina a associação turmalina + andaluzite ($\geq 80\%$), sendo também muito frequentes zircão, óxidos de titânio (anátese e algum rútilo), cassiterite, estauroilite, alguma silimanite e granada. Na fracção $< 2\ \mu\text{m}$ predomina a caulinite, associada a quantidades variadas de ilite e goetite. Nos extraclastos, o MPS varia entre 6 cm e 3 cm; observaram-se intraclastos lutíticos com dimensões até 80 cm. Os conglomerados são finos, com matriz areno-lutítica abundante e com clastos de dimensão dominante, entre 16 mm e 32 mm. Nas litofácies conglomeráticas, os clastos são predominantemente de quartzo ($> 80\%$), subangulosos a sub-redondos e pouco achatados (ALVES, 1995a).

Aspectos regionais da unidade

Limite inferior: Por disconformidade com o Membro de Chasqueira ou por inconformidade com as rochas do substrato (granitóides e metassedimentos silúricos).

Limite superior: Por uma superfície erosiva relativamente aos coluviões quaternários.

Organização sequencial: No Membro de Teodoro (Fig. 4) observa-se, por ordem decrescente em frequência, litofácies St associadas a Gt, Fm e Gm, acompanhadas de algumas litofácies Gp, Sp, Fr e/ou Fl e Fsc, muito raramente C. Identificaram-se três sequências positivas, separadas por superfícies erosivas de 2.^a ordem, sendo cada sequência constituída por:

- um pavimento com estratificação incipiente (Gm), formado por seixos de quartzo e alguns intraclastos de lutitos (Fm);
- seguem-se sobre ele os conjuntos de feixes de cascalho arenoso (Gt) e areia média a muito grosseira (St), com seixos e alguns intraclastos de finos (Fm), dispostos em leitos, avivando a estratificação entrecruzada do tipo côncavo, de 1 a 3 m de amplitude,

envoltos em abundante matriz limo-argilosa; observam-se pontualmente alguns corpos de cascalho arenoso e areia com estratificação entrecruzada planar (Gp e Sp);

- terminam em espessas (localmente até 2,5 a 3 m) bancadas lutíticas com alguma areia fina; apresentam vulgarmente aspecto maciço (Fm), embora ocorram porções vestigiais com o aspecto inicial finamente laminado e outras bioturbadas.

Variações laterais de fácies: Não se observaram variações laterais de fácies. A espessura do Membro de Teodoro é variável (Fig. 2); a espessura máxima foi observada na localidade-tipo e na área de Teodoro (Vila Fria).

Outras características: A coloração varia em função do conteúdo em goetite, predominando as cores claras, muitas vezes branca. Ocorrem, de quando em quando, ferruginizações goetíticas geralmente pouco desenvolvidas; as cimentações mais importantes foram observadas em camadas areno-conglomeráticas com pouca matriz, situadas na área actualmente ocupada pelo aterro sanitário de Viana do Castelo. No interior de alguns corpos lutíticos Fm, espessos e de cor branca, observaram-se porções goetíticas com a laminação conservada e/ou com aspecto bioturbado. É de realçar que a composição mineral na fracção argila se encontra por vezes degradada nas camadas menos lutíticas, por modificações pós-deposicionais na sequência dos processos de meteorização que posteriormente afectaram os afloramentos. Estas alterações ao cortejo mineralógico inicial da fracção < 2 µm observam-se na proximidade da superfície e nos afloramentos de camadas com pouca matriz lutítica há muito tempo expostos. A degradação da caulinite é acompanhada pela degradação dos filossilicatos 2:1 presentes, em vermiculite e interestratificados do tipo (10-14_v), e pelo aparecimento de gbsite. No estudo das marcas exoscópicas de grãos de quartzo, verificou-se que os efeitos de dissolução química são dominantes, relativamente aos de precipitação; geraram-se na dependência de marcas mecânicas, resultantes do transporte aquático, adquirindo morfologia e profundidade variáveis. Sugerem imobilização longa em ambientes de elevada energia química, quentes e húmidos, com evacuação moderada de sílica (PEREIRA & ALVES, 1993; ALVES, 1995a).

Interpretação do ambiente deposicional: As características granulométricas do Membro de Teodoro são típicas do meio fluvial; a distribuição representa uma gradação contínua entre material transportado por rolamento e por suspensão, com carácter de suspensão graduada,

bem evidenciado. As paleocorrentes, determinadas por medição do eixo dos ventres da estratificação, indicam tendência para um fluxo com orientação próxima da do paleovale, com alguma alimentação lateral por pequenos afluentes. As litofácies e a sua distribuição sugerem a acção dum sistema fluvial entrançado, arenoso e cíclico, com preenchimento dos seus canais activos por agradação vertical, migração e abandono progressivo dos mesmos; os canais estavam confinados num vale e ocupavam-no totalmente durante as inundações. Os canais foram pavimentados por cascalho, incorporando alguns intraclastos lutíticos, sendo o enchimento fundamentalmente de areia e algum cascalho arenoso, com estratificação entrecruzada do tipo côncavo, terminando com deposição de finos de alagamento (OF). As barras e leitos cascalhentos têm expressão reduzida. As litofácies de conglomerados Gm representam níveis difusos de cascalho que se deslocaram somente em período de fluxo máximo; os conglomerados com estratificação do tipo côncavo (Gt) representam o enchimento de canais menores, e os conglomerados com estratificação planar (Gp) sugerem barras linguóides. O desgaste dos clastos foi produzido principalmente pela acção de atrito da restante carga em saltação e rolamento. Predominam as litofácies arenosas, resultantes de períodos em que a carga de fundo foi predominantemente areia; as areias com estratificação entrecruzada do tipo côncavo referem-se a campos de dunas que ocuparam as zonas mais profundas dos canais activos, enquanto nas partes menos profundas se formaram barras transversas de areias com estratificação planar (litofácies Sp). Durante os estádios de fluxo baixo, o rio ocupava um ou dois canais da planície de inundação, sendo esta atingida durante os períodos de cheias maiores, aumentando ali os depósitos de acreção vertical (OF). Os aspectos observados nos corpos lutíticos mostram que a sedimentação se processou na presença de soluções ricas em ferro, e que este, depositado sob a forma de goetite, foi posteriormente lixiviado, conferindo a estes corpos a cor branca e o aspecto maciço. O carácter quartzoso dos clastos bem como a mineralogia da fracção argilosa sugerem condições climáticas favoráveis à desagregação física e química, semelhante ao que se observa em regiões quentes e húmidas.

Proposta de idade: Placenciano.

CONCLUSÃO

Na região do Minho são reduzidos os vestígios da sedimentação continental cenozóica; a Formação de Alvarães representa parte deste enchimento, conservado pelo facto

do curso fluvial, que lhe deu origem, se ter desviado do seu trajecto inicial. No panorama desta região, estes sedimentos expressam os acontecimentos que antecederam a fase de gliptogénese quaternária. A atribuição da Formação de Alvarães à unidade alostratigráfica SLD 13 é suportada pela sua posição geomorfológica, pela composição predominantemente siliciosa e caulinitica, associada à caulinição presente no substrato, características desta unidade alostratigráfica, bem como pelo conteúdo paleontológico que indica clima relativamente quente e bastante húmido. Além da sua importância como unidade litostratigráfica da região do Minho, a sua espessura e extensão fazem desta formação uma jazida importante em materiais não-metálicos: argilas e areias especiais. As argilas comuns são exploráveis nos dois membros; no Membro de Teodoro é possível também explorar caulino e areias especiais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho desenvolveu-se no âmbito dum projecto de investigação do Centro de Ciências do Ambiente, o qual beneficia de financiamento plurianual FCT. O texto agora apresentado é o resultado de vários trabalhos executados na região, os quais tiveram a colaboração do Prof. G. Soares de Carvalho e do Prof. R. Pena dos Reis. O autor agradece a leitura crítica do manuscrito aos colegas Diamantino Pereira e P. Proença Cunha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J. R. L. (1983) – Studies in fluvial sedimentation: bars, bar-complexes and sandstone sheets (low-sinuosity braided streams) in the brownstones (L. Devonian), Welsh borders. *Sedimentary Geology*, **33**, pp. 237-293.
- ALVES, M. I. C. (1989) – Aspectos mineralógicos da meteorização de xistos silúricos da região minhota (NW de Portugal). *Geociências*, Rev. Univ. Aveiro, **4** (2), pp. 107-122.
- (1991a) – Infrared spectroscopy of Plio-Quaternary sediments, from Lima river basin and Alvarães basin (Portugal). PROC. 7th EUROCLAY Conf. DRESDEN'91, Greifswald, pp. 189-192.
- (1991b) – Distribuição das associações minerais na fracção < 2 µm dos depósitos de Alvarães e bacia do rio Lima. III Congresso Nacional de Geologia, Coimbra, 93 p.
- (1993) – Aplicação do estudo de minerais pesados à caracterização dos depósitos da Bacia de Alvarães e bacia do rio Lima (NW de Portugal). Actas da 2.ª Reunião do Quaternário Ibérico, Madrid, 1989, pp. 40-55.
- (1995a) – *Materiais Plio-Quaternários do Alto Minho. Produtos de meteorização e depósitos fluviais na bacia do rio Lima e região de Alvarães*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho, 277 p.
- (1995b) – Terraços fluviais do Alto Minho: bacia do rio Lima e depósitos de Alvarães. *Memórias Mus. Lab. Min. Geol.*, Univ. Porto, **4**, pp. 395-399.
- (1996) – O Plio-quaternário das bacias do rio Lima e rio Neiva, Minho, NW de Portugal. In: *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*, A. Pérez Alberti, P. Martini, W. Chesworth, A. Martínez Cortizas (eds.), Santiago de Compostela, pp. 261-272.
- (1997) – “Visita” aos depósitos de Alvarães (Viana do Castelo, Portugal). I Jornadas do Quaternário de Portugal, Braga, pp. 1-7.
- ALVES, M. I. C. & REIS, R. Pena dos (1991) – Os depósitos cauliniticos de Alvarães (Viana do Castelo, Portugal). Actas do III Congresso Nacional de Geologia, Coimbra, 91 p.
- BARBOSA, B. P. (1983) – Origem e idade dos caulinos portugueses em granitos. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, **24**, pp. 101-105.
- (1989) – Litostratigrafia e modelo deposicional dos sedimentos aluviais do Neogénico Superior da bacia do Tejo (Tomar-Lavre), Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, **75**, pp. 89-97.
- (1995) – *Alostratigrafia e Litostratigrafia das unidades continentais da Bacia terciária do Baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 253 p.
- CUNHA, P. Proença (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.
- (1996) – Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, **82**, pp. 87-130.
- CUNHA, P. Proença; BARBOSA, B. P. & REIS, R. Pena dos (1993) – Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin). *Ciências da Terra*, U. N. L., **12**, pp. 35-43.
- FEIO, M. (1949) – Notas geomorfológicas. I, II, III. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, **III**, pp. 1-34.
- LAUTENSACH, H. (1945) – Formação dos terraços interglaciários do Norte de Portugal e suas relações com os problemas da época glaciária. *Pub. Soc. Geol. Portugal*, **I**, 39 p.
- MIAL, A. D. (1978) – Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: A. D. Miall (Editor): *Fluvial sedimentology*, *Can. Soc. Petrol. Geol.*, Mémoiir **5**, pp. 597-604.
- (1985) – Architectural-element analysis: a new method of facies applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, **22**, pp. 261-308.
- (1990) – *Principles of sedimentary basin analysis*. Springer-Verlag, New York, 668 p.
- PEREIRA, D. I. (1997) – *Sedimentologia e estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal)*. Tese de doutoramento, Universidade do Minho, 341 p.
- PEREIRA, D. I. & ALVES, M. I. C. (1993) – Estudo exoscópico de grãos de quartzo de depósitos de origem fluvial do Minho (Portugal). Actas da 2.ª Reunião do Quaternário Ibérico, 1989, Madrid, pp. 111-118.

- PEREIRA, E.; RIBEIRO, A.; CARVALHO, G. & MONTEIRO, H. (1989) - *Carta geológica de Portugal, folha 1, escala 1/200 000*. Serviços Geológicos de Portugal.
- RIBEIRO, O.; NEIVA, J. M. C. & TEIXEIRA, C. (1943) - Depósitos detríticos da bacia do Cávado. (Nota preliminar). *Boi. Soe. Geol. Portugal*, **III**, pp. 87-94.
- SERRANO, L. (1973) - Contribuição para o conhecimento do jazigo de caulino de Alvarães (Viana do Castelo). *Sep. Estudos, Notas e Trabalhos*, **XX** (3-4), Serviço de Fomento Mineiro, Porto, 235-296.
- TEIXEIRA, C. (1949) - Plages anciennes et terrasses fluviales du litoral du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique. *Boi. Mus. Lab. Geol. Univ. Lisboa*, 17, 5.^a série, pp. 33-48.
- (1979) - Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 65, 35-46.
- TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - *Introdução à geologia de Portugal*. Instituto Nacional de Investigação Científica, 475 p.
- TEIXEIRA, C.; MEDEIROS, A. C.; ALVES, C. A. M. & MOREIRA, M. M. (1969) — *Carta Geológica de Portugal, na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da folha 5-C, Barcelos*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 49 p.
- TEIXEIRA, C.; MEDEIROS, A. C. & COELHO, A. P. (1972) - *Carta Geológica de Portugal, na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da folha 5-A, Viana do Castelo*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 43 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1958) - *Le Quaternaire du Portugal*. Pub. Instituto de Alta Cultura, Extracto do *Boi. Soe. Geol. de Portugal*, **XIII** (I-II), 227 p.

Artigo recebido em Abril de 1999

ESTAMPAS

ESTAMPA I

Foto 1 - Frente de exploração em Chasqueira. Observam-se os dois membros que constituem a Formação de Alvarães: o Membro de Chasqueira, na parte inferior, e o Membro de Teodoro, na parte superior.

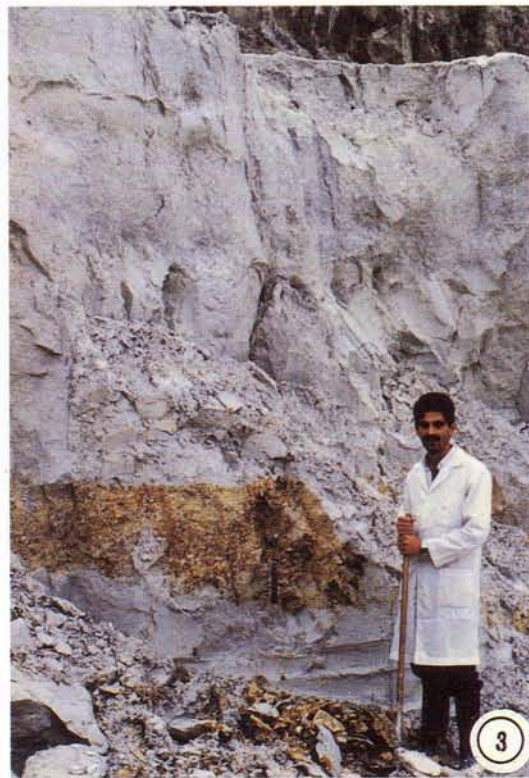
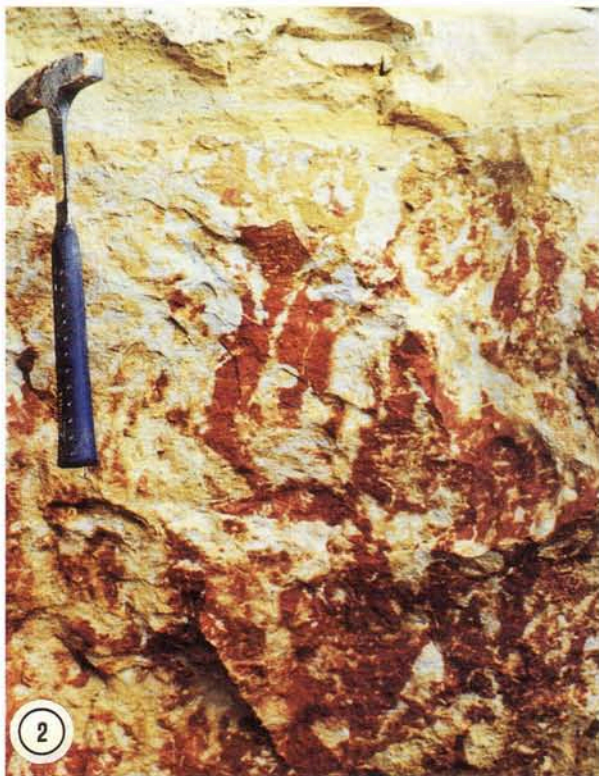
- Members of the Alvarães Formation: Chasqueira Member on the lower part with the Teodoro Member overlapping it.

Foto 2 - Pormenor do Membro de Chasqueira: realça-se a cor vermelha e o aspecto manchado, devido à bioturbação radicular; no topo estes aspectos são substituídos pela laminação avivada pela goetite.

— Chasqueira Member detail: is visible the red color and the plant bioturbation aspect; the upper part shows the original lamination.

Foto 3 - Pormenor dum corpo lutítico espesso, do Membro de Teodoro, conservando no interior a cor vermelha e o aspecto bioturbado.

- Teodoro Member: lutite detail.



ESTAMPA II

Foto 4 - Estratificação entrecruzada do tipo côncavo nas litofácies arenosas do Membro de Teodoro. Os intraclastos são de lutitos caulínicos.

- Through cross-stratified sand of the Teodoro Member. The intraclasts are kaolinitic lutites.

Foto 5 - Cascalho arenoso do Membro de Teodoro, sobre o Membro de Chasqueira.

- Gravel sandstone of the Teodoro Member, overlapping the Chasqueira Member.

