

Paleoalterações e cimentações nos depósitos continentais terciários de Portugal central: importância na interpretação de processos antigos

Palaeoweathering and cementations in the Tertiary continental deposits of central Portugal: significance for interpreting ancient processes

P. Proença Cunha

Grupo de Estudo dos Ambientes Sedimentares; Centro de Geociências da Univ. Coimbra; pcunha@ci.uc.pt.
Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra.

RESUMO

Palavras chave: Terciário; paleoalteração; paleossolos; cimentação; clima; análise de bacias; depósitos aluviais; Portugal.

Este trabalho descreve as paleoalterações, cimentações, associações de minerais argilosos e outras características intimamente relacionadas, de unidades alostratigráficas (SLD) terciárias de Portugal central, que podem ser usadas na interpretação paleoclimática e na reconstituição paleoambiental. As variações laterais e verticais em paleossolos são valiosas na melhoria da nossa compreensão dos processos autocíclicos e aloccíclicos envolvidos na acumulação de sedimentos numa bacia aluvial, mas também podem ter importância estratigráfica. Em alguns casos conclui-se que o enquadramento geomorfológico pode ter sido mais decisivo do que as condições climáticas na produção da paleoalteração. Durante finais do Paleogénico (SLD7-8), desenvolveram-se silicificações, superficiais ou próximo da superfície, em áreas tectonicamente estáveis com relevo mínimo e sob clima semi-árido; a circulação freática produziu acumulações calcárias na eodiagénesis, com neoformação de paligorskite. O Miocénico (SLD9-11) foi um período favorável à esmectização do soco metamórfico e à arenização de granitóides. Intensa rubefacção associada a argilização (ilite e caulinite) do soco metassedimentar, é atribuída a drenagem endorreica durante o Messiniano terminal-Zancleano (SLD12). Durante o Placenciano (SLD13) são típicos a intensa caulinizacão e o hidromorfismo, reflectindo um clima mais quente e húmido que o actual, coevo de importante drenagem fluvial atlântica. Para mais tarde (Gelasiano-início do Plistocénico ?; SLD14), interpretam-se condições mais frias e secas, correlativas com o início da etapa de encaixe da rede de drenagem. Cimentação siliciosa foi identificada no Eocénico superior-Oligocénico ? (SLD8; o principal período de silicificação), Miocénico médio a superior (SLD10) e Tortoniano superior-Messiniano (SLD11); estas ocorrências são compatíveis com condições áridas ou semi-áridas e o estabelecimento de uma paisagem plana favorável ao desenvolvimento de um silcreto.

ABSTRACT

Key words: Tertiary; palaeoweathering; palaeosols; cementation; climate; basin analysis; alluvial deposits; Portugal.

This paper describes the palaeoweathering, cementation, clay minerals association and other closely related characteristics of central Portugal allostratigraphic Tertiary units (SLD's), that can be used for palaeoclimatic interpretation and palaeoenvironmental reconstruction. Lateral and vertical changes in palaeosols are of value for improving our understanding of the autocyclic and allocyclic controls on sediment accumulation in an alluvial basin, but they can also have stratigraphic importance. In some cases it is concluded that the geomorphological setting may have been more decisive than climatic conditions to the production of the palaeoweathering. During late Palaeogene (SLD7-8), surface and near-surface silicification were developed on tectonically stable land surfaces of minimal local relief, under a semi-arid climate; groundwater flow was responsible for some eodiagenesis calcareous accumulations, with the neoformation of palygorskite. Conditions during the Miocene (SLD9-11) were favourable for the smectization of the metamorphic basement and arenization of granites. Intense rubefaction associated with basement conversion into clay (illite and kaolinite); is ascribed to internal drainage during late Messinian-Zanclean (SLD12). During Piacenzian (SLD13) intense kaolinization and hydromorphism are typical, reflecting a more humid and hot temperate climate and important Atlantic fluvial drainage. Later on

(Gelasian-early Pleistocene ?; SLD14), more cold and dry conditions are interpreted, at the beginning of the fluvial incision stage. Silica cementation is identified in the upper Eocene-Oligocene ? (SLD8; the major period of silicification), middle to upper Miocene (SLD10) and upper Tortonian-Messinian (SLD11); these occurrences are compatible with either arid or semi-arid conditions and the establishment of a flat landscape upon which a silcrete was developed.

INTRODUÇÃO

Os paleossolos gerados em contexto aluvial têm sido progressivamente usados em interpretações paleoclimáticas, estudos paleontológicos e paleoecológicos, bem como em reconstituições paleoambientais. Este trabalho sintetiza os principais tipos de paleoalterações, cimentações, associações de minerais argilosos e outras características intimamente relacionadas, exibidas por unidades alostratigráficas (SLD) terciárias de distintas

O REGISTO SEDIMENTAR TERCIÁRIO

Nas Bacias terciárias do Mondego e do Baixo Tejo o enchimento é essencialmente siliciclástico e assenta sobre o Mesozóico ou, mais para leste, directamente no soco hercínico. Cunha (1992a, 1992b) definiu várias sequências limitadas por descontinuidades sedimentares (SLD), cada uma correspondendo ao registo de um episódio deposicional, com a seguinte caracterização e provável distribuição temporal.

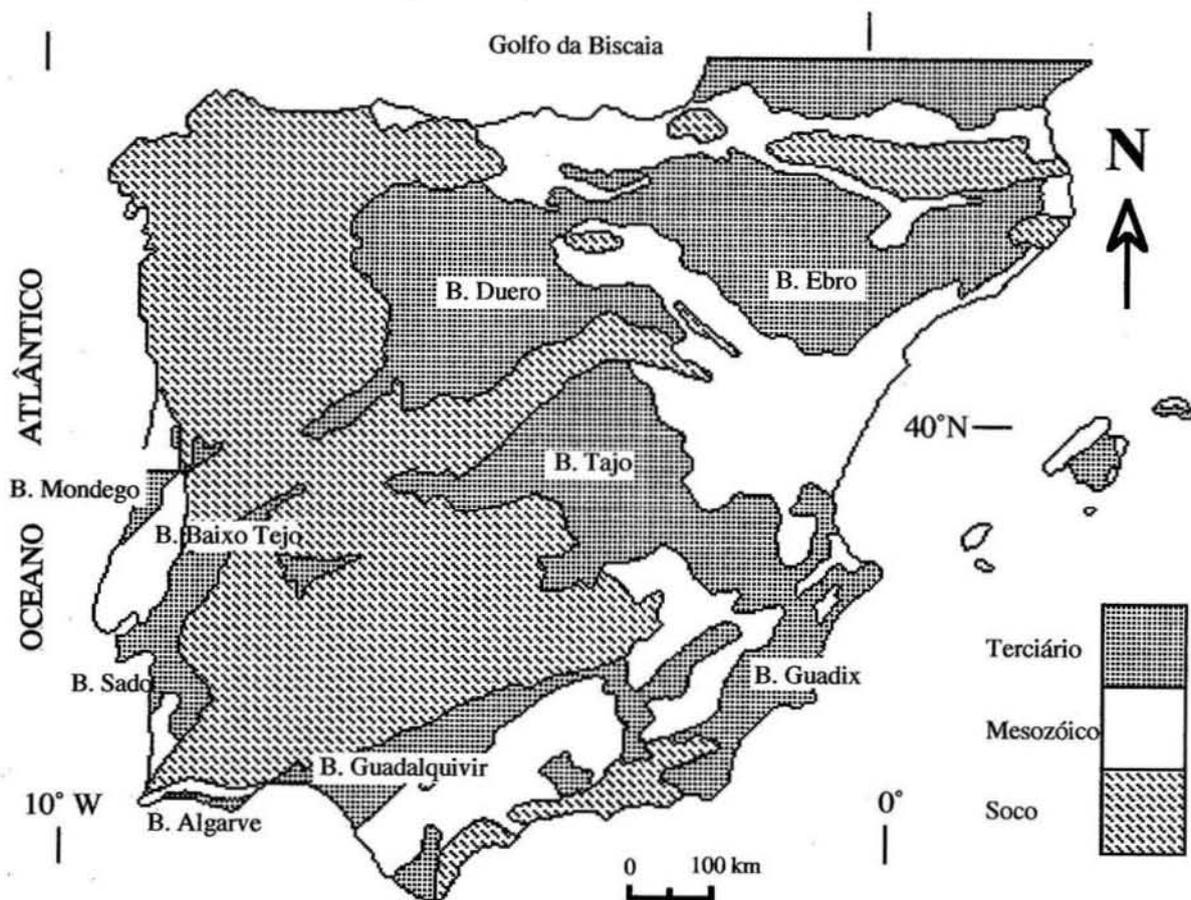


Fig. 1 - Principais bacias terciárias ibéricas.

bacias, em Portugal central (Fig. 1). As variações laterais e verticais em paleossolos são valiosas para a compreensão dos processos autocíclicos e alocíclicos envolvidos na acumulação de sedimentos numa bacia aluvial, mas também podem ter importância na caracterização litostratigráfica, constituição de níveis-guia e na avaliação das grandes interrupções da sedimentação. Neste trabalho também se evidencia o papel da circulação freática na eodiagénesese das sucessões sedimentares.

SLD6 (Paleocénico a Eocénico inferior)

Identificadas a sul da Figueira da Foz, as Areias e argilas de Silveirinha (Soares & Reis, 1980) são constituídas por espessas camadas lutíticas com calcretos, ricas de esmectite, arenitos e lenticulas de conglomerados intraformacionais. A jazida de Silveirinha (fósseis animais e vegetais), localizada no tecto deste enchimento, indica a base do Ipresiano; a fauna aponta clima tropical ou sub-

tropical, com precipitação (sazonal ?) importante (Antunes *in* Pena dos Reis *et al.*, 1981; Antunes & Russel, 1981; Antunes *et al.*, 1987). As fácies registam deposição numa planície costeira em que predominam processos de inundação e decantação fluvial.

A geometria, espessura e arquitectura deste registo são mal conhecidas devido às más condições de afloramento e à grande semelhança de fácies com as Areias e argilas de Taveiro (datadas do Campaniano superior a Maastrichtiano).

SLD7 (Eocénico médio a superior)

Na Bacia do Mondego, considera-se que o membro inferior das Arcoses de Coja (Membro de Casalinho de Cima, Cunha, 1999a) é o equivalente proximal do membro I da Formação do Bom Sucesso (aqui designado informalmente por membro de Vale Furado).

O Membro de Casalinho de Cima é constituído por arcoses maciças, grosseiras a finas, em camadas tabulares. Interpreta-se que a sedimentação foi episódica a partir de correntes aquosas, essencialmente não canalizadas (mantos de inundação). Apresenta cortejo argiloso com esmectite dominante, acompanhada por ilite e escassa caulinita (Quadro 1). Os sedimentos basais encontram-se cimentados por carbonatos, em vários locais: Barroca do Portelinho (Daveau *et coll.*, 1985, p. 166), Sarnadela, Casal de Frades, Vale de Nogueira e em local a 3 km a SW de Coja (Antunes, 1967). Após estudo por observação ao microscópio óptico e por difracção de RX, verificou-se que a cimentação é sempre constituída por dolomicrite que epigenizou a matriz e corroeu os grãos detriticos. A paligorskite abunda neste níveis, por vezes associada a pequenas quantidades de ilite e esmectite. As acumulações locais nos sedimentos basais geraram-se, provavelmente, no âmbito da diagénese precoce e relacionam-se com a circulação freática, nas fácies grosseiras, de soluções bicarbonatadas.

O tecto do Membro de Casalinho de Cima exhibe, localmente (Arganil, Senhora da Boa Viagem, Carapinhal e Coja), concreções brancas dolomíticas que epigenizam, às vezes completamente, a matriz esmectítica dos arenitos. Verificou-se, por difracção de RX, que as concreções do perfil da Senhora da Boa Viagem eram essencialmente constituídas por dolomite e rodocrosite; acessoriamente existe calcite e escassa aragonite. No perfil de Carapinhal, as concreções são, quase exclusivamente, constituídas por dolomite, a que se associa alguma calcite. Estas ocorrências no tecto da unidade são consideradas acumulações superficiais devidas a fases de secura, alternantes com fases de saturação em soluções bicarbonatadas; localizam-se, principalmente, nas áreas marginais às faixas de canais activos e, portanto, mais sujeitas a longos períodos de exposição subaérea com o desenvolvimento de processos pedogenéticos.

Em Naia, no nível basal foram encontrados fragmentos de troncos de uma pteridófito, uma antófito e outros que não foi possível identificar (Pais, 1992); junto do segundo

tronco foram colhidas amostras cujo estudo palinológico indicou: aquáticas de água doce; de zonas húmidas e sombrias - Bryophyta, Hepatophyta, *Selaginella*; epífitas subtropicais - Gleicheniaceae; de climas subtropicais e tropicais - Palmae, Meliaceae e/ou Leguminosae; de climas temperados a subtropicais - Fagaceae (*Quercus*), *Platycarya*. Assim, os vegetais identificados neste horizonte lutítico permitem salientar aspectos ecológicos e paleoclimáticos. Sob clima subtropical a tropical, localmente a vegetação seria desenvolvida e com coberto florestal importante, o que permitia a ocorrência de biótopos sombrios e húmidos.

O membro I da Formação do Bom Sucesso (membro de Vale Furado) é constituído por conglomerados, arenitos e lutitos avermelhados, atingindo 70 m de espessura (Antunes, 1975, 1986, 1995; Pena dos Reis, 1983). Também apresenta níveis concrecionados a tecto das sequências aluviais; estas acumulações correspondem a paleossolos calcários.

Relativamente à Bacia Terciária do Baixo Tejo, considera-se que a SLD7 está representada pelo conjunto inferior do Complexo de Benfica (Pena dos Reis *et al.*, 1991) e da Formação de Cabeço do Infante (Cunha, 1996).

A Formação de Cabeço do Infante possui composição feldspática, a que se associam importantes quantitativos de fragmentos líticos. Os sedimentos são muito mal calibrados e com abundante matriz lutítica esmectítica (Quadro 1). Nos conglomerados os clastos são de quartzito, quartzo leitoso, filito, feldspatos e raros de granito. Predominam arenitos muito grosseiros e conglomerados, de aspecto maciço ou com estruturas sedimentares de tração. Possui cor verde acinzentada ou esbranquiçada, mas alguns níveis podem apresentar tons violáceos ou mesmo rubefacção. Nesta formação é possível diferenciar um membro inferior, reflectindo um predomínio de depósitos de mantos de inundação, com concreções dolomíticas a tecto das sequências. Documentam-se também fenómenos de epigenia freática, junto do contacto com o soco e nos sedimentos basais, que resultam da substituição do material silicatado detritico por carbonatos dolomíticos; existem camadas dolomíticas que podem atingir 45 m de espessura, com abundância de paligorskite (Cunha, 1987a, 1987b, 1992a; Cunha & Pena dos Reis, 1989). A larga ocorrência de paligorskite no Paleogénico foi destacada por Carvalho (1967). Outra característica é a ocorrência de óxi-hidróxidos de ferro e de manganés, em carapaças e concreções.

O conjunto inferior do Complexo de Benfica apresenta a tecto uma importante acumulação carbonatada, designada por Calcários de Alfolhos. Nos depósitos siliciclásticos da Formação de Vale do Guizo (Bacia do Sado) foram identificadas importantes marcas diagenéticas, sendo a carbonatação de génesse essencialmente freática; foi correlacionada com o conjunto inferior do Complexo de Benfica (Pimentel *et al.*, 1996; Pimentel, 1997).

Unidade alostrat.	Formação (e membro)	Sistema deposicional	Cor	Constituintes	Cortejo argiloso prox./distal		Outras características	Tipo de alteração	Clima provável
SLD14 (Plistocénico inferior a Gelasiano)	Taberna Seca Terr. de Monte do Pinhal Nível de Fratel Nível Serra da Vila	Leque aluvial exorreico, coluviões e nível de terraço (1º entalhe da rede hidrográfica)	Vermelha	Conglomerados com clastos (pátina ferruginosa) de quartzo e quartzo				Rubefacção; Carapaças ferruginosas (cimentação)	Temperado frio e seco
SLD13 (Placenciano)	Falagueira /Almeirim, Ulme — Santa Quitéria Monfortinho	Leques aluviais e rios exorreicos, com persistência de mecanismos aquosos	Ocre amarelada a amarela esbranquiçada	Congl. com clastos (lixiviados) de quartzo e quartzo	Ki — Kiv	Ki, K — Ki		Caulinização muito intensa; Hidromorfismo	Temperado quente e húmido, com boa drenagem
SLD12 (Zancleano a Messiniano terminal)	— Telhada	Leques aluviais endorreicos	Vermelha intensa	Congl. com clastos (rubef.) de quartzo e filito	Ik — Ik	IK — IK	Ocasionais concreções de calcite	Rubefacção intensa, dada por uma matriz argilosa com hidróxidos de ferro (principalmente goethite)	Temperado mediterrânico, estações muito contrastadas
SLD11 (Messiniano a Tortoniano superior)	Torre — Campelo	Leques aluviais endorreicos	Verde, castanha clara a avermelhada	Congl. com clastos de filitos (um pouco argilizados), quartzo e quartzo	Ei, Eik — IKe	Eik — Ike, Eki	Níveis basais siliciosos, paligorsquíticos; "Slikensides"; Óxidos de Mn	Argilização esmectítica e caulinitica; Epigenia freática; Hidromorfia temporária	Temperado quente, com estações contrastadas e longa estação seca
SLD9/10 (Tortoniano inferior a Aquitaniano)	Silveirinha dos Figos / Ota, Tomar e Almofter — Lobão / Amor	Sistema fluvial entranchado em vasta planície fluvial exorreica, com drenagem deficiente	Alaranjada em arenitos e verde (c/ pontos vermelho-rubi) em lutitos	Arcoses, com clastos de quartzo, quartzo e granito (pouco coerente, por argilização das plagioclases)	Ei, Eki — Ki	Kie, Ki KI — Eki, Iep Pie	Caules silicific. sugerem clima mais quente e húmido que o actual;	Arenização com hidrólise fraca (abundância de feldspatos frescos); Esmectitização; Raros silcretos com paligors.	Temperado quente contrastado a tropical
SLD8 (Oligocénico inferior a Eocénico terminal)	Cabeço do Infante (memb. superior) — Coja/Bom Sucesso (memb. Monteiro/Felgueira Grande)	Leques aluviais de baixo pendor (fluxos canalizados entranchados) Planície fluvial exorreica, mal drenada	Branca esverdeada e castanha avermelhada (arenitos e cong.) e verde acinent. (lutitos)	Abundante matriz; Arcoses e cong. com clastos de quartzo, filito, quartzo e granito; Significativa a escassa matriz	Pei, Ei — Ek, Eki	Eki — KI, Ki	Localmente, silcreto a tecto — Silcreto a tecto e rubefacção a SW de Coimbra	Esmectitização (área-mãe); Silicificação pedogenética na bacia, no final do episódio sedimentar	Temperado quente e seco a tropical com longa estação seca (semi-aridez)
SLD7 (Eocénico superior a Eoc. médio)	Cabeço do Infante (membro inferior) — Coja/Bom Sucesso (membro de Casalinho de Cima/Vale Furado)	Leques aluviais endorreicos (predomínio de mantos de inundações) Planície fluvial exorreica, mal drenada	Branca esverdeada (arenitos e cong.) e verde acinentada (lutitos)	Concreções dolomíticas a tecto das sequências; Arcoses e cong. (clastos de quartzo, filito, quartzo e granito); abund. matriz Concreções dolomíticas (NW) e calcíticas (SW) a tecto das sequências	Pei, Eik — Ei, Eik	Peik, Eik, KI — KIE, Eik, IK	Concrec. de oxi-hidróxid. de Fe e Mn; Em nível basal vegetais fósseis, indicam coberto florestal e clima subtropical a tropical	Esmectitização e arenização; Níveis concrecionados que são acumulações superficiais por fases de secura alternantes com saturação em soluções bicarbonatadas; Epigenia carbonatada freática, com paligorsquite neoformada	Subtropical com longa estação seca a semi-árido, quente, com fase evaporítica
SLD6 (Ipresiano a Paleocénico)	— Silveirinha	— Planície aluvial costeira	Cinzenta a acastanhada (arenitos) e vermelha acast. (lutitos)	Arcosarenitos a quartzarenitos, com clastos de quartzo e quartzo; Lutitos espessos; Congl. intraformac. Ocasionais calcretos	— — —	— — Eki	Oxi-hidróxid. de Mn; Fósseis (vegetais, ostracodos, gastrópodes e vertebrados)	Esmectitização Calcretos	Fauna aponta clima tropical ou subtropical, com pluviosidade importante

Quadro 1 - Principais características das unidades alostratigráficas (SLD) de Portugal central (Bacias terciárias do Mondego e do Baixo Tejo). Legenda do cortejo agiloso (fracção <2µm): K - caulinite; I - illite; E - esmectite; P - paligorsquite; V - vermiculite.

SLD8 (Eocénico terminal a Oligocénico)*Cimentação siliciosa*

O membro II da Formação do Bom Sucesso (membro de Felgueira Grande) é constituído por arenitos amarelos, geralmente grosseiros, às vezes consolidados, atingindo 40 m de espessura (Antunes, 1975, 1986, 1995). Um dos aspectos mais típicos desta unidade é a persistente silicificação que afecta o seu tecto, em espessura considerável (1-15 m); foi designada pelo tipo Corujeira e já objecto de descrição pormenorizada e interpretação da sequência de processos de alteração meteórica laterizante, com drenagem eficiente mas não exagerada: 1) rubefacção; 2) redistribuição do ferro, com segregação; 3) hidrólise dos silicatos aluminosos; 4) silicificação por opala T; 5) precipitação, mais tardia, de alunite (Pena dos Reis, 1983; Meyer & Pena dos Reis, 1985).

Na Formação de Cabeço do Infante (Bacia do Baixo Tejo) é possível diferenciar um membro superior, com depósitos reflectindo um predomínio de correntes canalizadas entrançadas; apresenta cimentação siliciosa que afecta, em espessura variável, o tecto da unidade. Nestas silicificações pensa-se que o enquadramento geomorfológico actua em combinação com a perda de água por evaporação para providenciar um contexto favorável à silicificação na interface vadosa/freática.

Cimentação calcária

Importantes ocorrências de cimentação calcária, a que se associa neoformação de paligorskite, foram descritas por Cunha (1987a, 1992a) na Formação de Cabeço do Infante (ex. Barrocas) e por Pimentel (1997) na Formação de Vale do Guizo (Bacia do Sado).

SLD9-10 (Aquitano a Tortoniano inferior)

Na Bacia terciária do Mondego considera-se que as Arcoses de Lobão (Cunha, 1999a) são o equivalente lateral (mais proximal) dos Grés e Argilas de Amor (Pena dos Reis, 1983; Pena dos Reis & Cunha, 1989), registo sedimentar conservado na região a SW de Coimbra; as principais características destas formações estão sintetizadas no Quadro 1. Existe um nível fossilífero nos Grés e Argilas de Amor (Zbyszewski & Ferreira, 1967) cuja fauna de mamíferos indicou o Aragoniano superior (Langhiano, início do Miocénico Médio; Antunes & Mein, 1981). Na Bacia do Mondego, o registo da SLD10 na área actualmente emersa compreende três associações principais de fácies, articuladas lateralmente:

A) Arcoses com finas intercalações conglomeráticas e lutíticas. Predomina a nordeste de Coimbra, tem pequena espessura e é designada por Arcoses de Lobão; regista um subambiente proximal de planície aluvial.

B) Níveis lutíticos espessos (ricos de esmectite), arenitos e raros conglomerados, articulados em sequências granodécrescentes com silcretos a tecto. Esta associação

de fácies regista um subambiente aluvial distal caracterizado por raros canais drenando extensas áreas de inundação. Esta associação e a descrita seguidamente (C) são conhecidas, a SW de Coimbra, por Grés e Argilas de Amor.

C) Lutitos verdes, por vezes ricos de concreções calcíticas e bioclastos (conchas e ossos), em níveis métricos. Esta associação de fácies situa-se para SW da anterior; regista extensas áreas de sedimentação lacustre e palustre, com marcada expressão sazonal, situadas próximo da costa, e que seriam receptoras de uma drenagem fluvial com funcionamento sazonal, procedente de nordeste e leste (Pena dos Reis, 1983). A silicificação que afecta esta unidade foi designada pelo tipo Figueiró do Campo e ocorre em corpos lenticulares (espessura inferior a 2 m) ricos de paligorskite e esmectite (Pena dos Reis, 1983; Meyer & Pena dos Reis, 1985). Estes autores também identificaram carbonatos filamentosos e nodulares, certamente lacustres/palustres. A mineralogia dos lutitos e a natureza das transformações observáveis nas crostas, sugerem a persistência de clima quente e seco, bem como deficiente drenagem e proximidade do nível do mar.

Definida no sector NE da Bacia do Baixo Tejo, a Formação de Silveirinha dos Figos é quase exclusivamente arenosa e lutítica. As camadas arenosas possuem cor alaranjada, mas os lutitos apresentam-se verde acinzentados, com típicas pontuações vermelho púrpura ou manchas alaranjadas e por vezes castanhos. O conteúdo em feldspatos é elevado, sendo os sedimentos friáveis e mal calibrados; o cortejo argiloso é esmectítico e/ou caulinitico (Quadro 1). São atribuíveis a este registo caules de *Annonoxylon teixeirae* (Pais, 1973, 1991), angiospérmica arbórea que raramente se encontra fora dos trópicos; são semelhantes a outros encontrados em Ponte de Sôr (a SW) na mesma unidade litostratigráfica ("Complexo montmorilonítico" de Carvalho, 1968; Carvalho & Carvalhosa, 1982). Corresponde a vegetação miocénica atribuível a um clima mais quente e húmido do que o actual (Pais, 1973; Teixeira & Pais, 1976). Uma interpretação pormenorizada do clima durante o Miocénico foi feita por Antunes & Pais (1983) e, mais recentemente, por Lauriat-Rage *et al.* (1993).

SLD11 (Tortoniano superior a Messiniano)

Em Portugal central considera-se como SLD11 uma sedimentação endorreica, de leque aluvial, constituída por sedimentos heterométricos a mal calibrados, possuindo uma abundante matriz argilosa. Geralmente são friáveis, mas localmente estão cimentados por sílica. Predominam conglomerados na base e lutitos para o tecto. Os clastos de filito e metagrauvaque são mais abundantes que os de quartzo leitoso e quartzito. As areias são geralmente sub-arcósicas e micáceas. Existe uma importante variação regional de fácies, o que permite distinguir dois membros nestas formações (Formação de Campelo/Formação de Torre). Apresenta, junto dos sopés das áreas montanhosas

alimentadoras, fácies conglomeráticas com cor verde alaranjada ou vermelhada (Membro de Folques/Membro de Vale Bonito); com o afastamento, passam a predominar fácies areno-lutíticas micáceas de cor verde acinzentada ou amarelada (Membro de Arroça/Membro de Sarzedas).

Na Formação de Campelo (Bacia do Mondego) o cortejo argiloso é rico em ilite, associada a caulinite e esmectite. A Formação de Torre (Bacia do Baixo Tejo) é esmectítica, com alguma ilite e caulinite. Na área-mãe existia argilização (esmectítica e caulínica) do soco metassedimentar. Infere-se clima temperado quente com estações contrastadas a tropical com longa estação seca.

SLD12 (Messiniano terminal a Zancleano)

Consideram-se integrando a SLD12 (Conglomerados de Telhada na Bacia do Mondego; Formação de Monfortinho na Bacia do Baixo Tejo) depósitos vermelhos heterométricos de leque aluvial endorreico. A típica cor vermelha intensa é dada por uma matriz argilosa com óxi-hidróxidos de ferro (principalmente goethite); a ferruginização penetra apreciavelmente para o interior dos clastos. Predominam clastos de filito/metagrauwaque e quartzo leitoso. Com o afastamento aos relevos montanhosos alimentadores a formação apresenta uma gradual diminuição granulométrica e de espessura, com fácies mais organizadas. Junto das escarpas de falha, a unidade apresenta-se exclusivamente constituída por conglomerados heterométricos com clastos suportados por uma matriz lutítica; distalmente, a diminuição de espessura é acompanhada por passagem a uma alternância de conglomerados e areno-lutitos. O cortejo argiloso (fracção < 2µm) apresenta proporções equivalentes de ilite e caulinite, com significativa quantidade de goethite.

Exibe processos de alteração com características que sugerem uma génese edáfica: intensa rubefacção associada à conversão do soco metassedimentar em argila. Inferem-se condições climáticas de tipo temperado mediterrânico, com estações muito contrastadas a promover forte oscilação do nível freático.

SLD13 (Placenciano)

Os Conglomerados de Santa Quitéria (Bacia do Mondego) e a Formação de Falagueira (Bacia do Baixo Tejo) têm clastos essencialmente de quartzito e quartzo. Os sedimentos são mal calibrados, possuindo uma matriz arenosa grosseira e siltosa. No sopé de cristas quartzíticas (Penedos de Góis, Moradal e Penha Garcia) são muito heterométricos, com blocos que atingem 4 m de eixo, suportados por uma matriz lutítica; mais para jusante tornam-se menos grosseiros e exibem estruturas de transporte tractivo. O cortejo argiloso tem caulinite dominante, ilite e rara vermiculite. A cor é tipicamente ocre, por vezes esbranquiçada ou avermelhada. No Fratel os depósitos da Formação de Falagueira (Membro de Chão da Velha) fossilizam uma alteração caulínica profunda (atinge 2 m), de cor ocre, que afecta o soco metassedimentar.

Estas formações traduzem um contexto geral de cones aluviais e de sistemas fluviais entrançados drenando para o Atlântico, sendo precursores da rede hidrográfica actual (Cunha *et al.*, 1993). Os depósitos e o seu substrato exibem processos de meteorização sob condições lixiviantes, compreendendo caulínização e hidromorfismo. Significativa precipitação e a intensa alteração argilosa do soco metassedimentar devem ter favorecido a formação de fluxos de massa e escorregamentos nas vertentes. O grande desenvolvimento espacial dos sistemas fluviais, o predomínio de clastos muito resistentes à meteorização, a lixiviação dos clastos de quartzito, a intensa alteração argilosa ocre dos clastos de filito e o cortejo argiloso com caulinite predominante, permite supor a persistência de mecanismos aquosos e boa drenagem, num clima temperado quente e húmido.

SLD14 (Gelasiano-Plistocénico basal ?)

Na Bacia do Mondego, o Nível de Serra da Vila testemunha o primeiro encaixe da rede hidrográfica e posiciona-se pelos 340 m de altitude junto à colina de Santa Quitéria, pelos 320 m na área da Lousã, continuando a descer progressivamente de cota para ocidente; as vertentes evoluíam através de escorregamentos de massa e uma alteração ferruginosa foi impressa nos depósitos (Daveau *et coll.*, 1985-86). Cunha (1999c) considera que este nível se deve ligar, já na área de Coimbra, com as Areias Vermelhas do Ingote (Soares *et al.*, 1985, 1989; L. Cunha *et al.*, 1999).

Na Bacia do Baixo Tejo, o Conglomerado de Taberna Seca (Vila Velha de Ródão; Cunha, 1999b) apresenta couraças ferruginosas, mas trata-se de simples cimentação do nível conglomerático na interface com o soco pouco permeável e não de acumulação por processos de alteração semelhantes aos de climas tropicais actuais. Considera-se correlativo do mais alto nível de terraço (Terraço de Monte do Pinhal) que passa lateralmente a um nível erosivo (Nível de Fratel), provável equivalente mais proximal do Nível de Mora-Lamarosa definido por Martins, 1999). Interpretam-se condições frias e secas.

CONCLUSÕES

As unidades alostratigráficas terciárias de Portugal central apresentam várias paleoalterações e cimentações. As diferentes tipologias podem ser usadas na interpretação paleoclimática, na reconstituição paleoambiental e na caracterização litostratigráfica. Em alguns casos conclui-se que o enquadramento geomorfológico pode ter sido mais determinante que as condições climáticas gerais no(s) momento(s) em que se produziu a paleoalteração.

Não obstante a variada distribuição cartográfica dos vários tipos litológicos (rochas granitóides, metassedimentares, etc.) que progressivamente sofreram erosão, nas sucessões terciárias de Portugal continental identificam-se distintos tipos de paleoalterações, com idênticas características gerais em ambas as bacias estudadas com pormenor (Bacia do Mondego e Bacia do

Baixo-Tejo). Apesar de alguma diferenciação regional, dada a pequena extensão territorial, é muito provável que as sucessões terciárias de outras regiões do País apresentem similar sucessão de tipologias. De muito interesse será também a comparação com paleoalterações identificadas em bacias espanholas próximas (ex. Bacia do Douro; Martín Serrano, 1988, 1989; Martín Serrano *et al.*, 1996).

Durante finais do Paleogénico (SLD7-8), desenvolveram-se silicificações, superficiais ou próximo da superfície, em áreas tectonicamente estáveis com relevo mínimo e sob clima semi-árido; a circulação freática produziu acumulações calcárias na eodiagénesse, com neoformação de paligorskite. O Miocénico (SLD9-11) foi uma época favorável à esmectização do soco metassedimentar e à arenização de granitóides. Intensa rubefacção associada a argilização (ilite e caulinite) do soco, é coeva de drenagem endorreica durante o Messiniano terminal-Zancleano ? (SLD12). Durante o Placenciano (SLD13) são típicos a intensa caulínização e o hidromorfismo, reflectindo um clima mais quente e húmido que o actual, coevo com importante drenagem fluvial atlântica. Mais tarde (Gelasiano-início do Plistocénico ?; SLD14), interpretam-se condições mais frias e secas, correlativas do início da etapa de encaixe da rede de drenagem.

Cimentação siliciosa foi identificada no Eocénico terminal-Oligocénico ? (SLD8; o principal período de silicificação), Miocénico médio a superior (SLD10) e Tortoniano superior-Messiniano (SLD11); estas ocorrências são compatíveis com condições semi-áridas a temperadas quentes, e o estabelecimento de uma paisagem plana favorável ao desenvolvimento de um silcreto extenso.

As tipologias das paleoalterações, cimentações e cortejo argiloso, analisadas em conjunto com outras informações sedimentológicas e paleontológicas, podem dar um valioso contributo para a interpretação paleoclimática e paleogeográfica, bem como para um

posicionamento estratigráfico de retalhos cartográficos isolados, sem fósseis de idade.

Sob um mesmo contexto climático, é possível diferenciar variações que resultam de uma posição no sistema deposicional (proximal a distal) bem como as relacionadas com drenagem exorreica (maior ou menor) ou endorreica. Durante a etapa tectono-sedimentar paleogénica (SLD7 e SLD8) as diferenças na eficiência da drenagem regional reflectiram-se nos depósitos. A fraca drenagem exorreica da Bacia do Mondego expressou-se por um cortejo argiloso esmectítico com rara ocorrência de paligorskite e na presença de blocos graníticos nos sectores mais proximais. A drenagem endorreica da Bacia do Baixo-Tejo traduziu-se pela frequente presença de significativa quantidade de paligorskite (associada a epigenia dolomítica freática e a silcretos) e pela ausência de clastos graníticos no seio das areias feldspáticas. Relativamente às áreas graníticas alimentadoras, considera-se que quando a taxa de meteorização é mais rápida do que a taxa de erosão, os blocos graníticos residuais evoluem para areias, imediatamente abaixo da superfície (Vidal Romaní & Twidale, 1998), justificando-se assim a sua rara ocorrência nestes depósitos.

Tal como salientado por Sequeira Braga (1999), o muito recente desenvolvimento de novas metodologias e conceitos, favorecendo uma interdisciplinaridade entre geólogos, geógrafos, pedólogos e químicos, permite melhor compreensão das tipologias da meteorização, seus produtos e organização, bem como fornece relevantes informações sobre paleoclimas e paleoambientes.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra. O autor agradece as leituras críticas de A. Martín-Serrano, S. Daveau, I. Alves, J. Dinis e de M. Lapa.

BIBLIOGRAFIA

- Antunes, M. T. (1967) - Dépôts paléogènes de Côja: nouvelles données sur la Paléontologie et la Stratigraphie. Comparaison avec d'autres formations paléogènes. *Rev. Fac. Ciências de Lisboa*, 2ª série, C - Ciências Naturais, Lisboa, XV(1): 69-111.
- Antunes, M. T. (1975) - *Iberosuchus*, crocodile Sebeosuchien nouveau, l'Eocène ibérique au Nord de la Chaîne Centrale et l'origine du canyon de Nazaré. *Comun. Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, LIX: 285-330.
- Antunes, M. T. (1986) - *Paralophiodon* cf. *leptorhynchum* (tapiroidea, mammalia) à Vale Furado: contribution à la connaissance de l'éocène au Portugal. *Ciências da Terra* (UNL), Lisboa, 8: 87-98.
- Antunes, M. T. (1995) - On the Eocene Equid (Mammalia) from Feligueira Grande, Portugal, *Paranchilophus lusitanicus* (Ginsburg, 1965). Taxonomic status, stratigraphic and paleogeographical meaning. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 81: 57-72.
- Antunes, M. T. & Mein, P. (1981) - Vertébrés du Miocène moyen de Amor (Leiria). Importance stratigraphique. *Ciências da Terra* (UNL), Lisboa, 6: 169-188.
- Antunes, M. T. & Pais, J. (1983) - Climate during Miocene in Portugal and its evolution. Interim Colloquium. *Paleobiologie Continentale*, Montpellier, XIV(2): 75-89.
- Antunes, M. T. & Russel, D. E. (1981) - Le gisement de Silveirinha (Bas Mondego, Portugal): la plus ancienne fauna de Vertébrés eocènes connue en Europe. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 293: 1099-1102.

- Antunes, M. T., Estravis, C. & Russel, D. E. (1987) - A new Condylarth (Mammalia) from the Early Eocene of Silveirinha, Portugal. *Munchner Geowiss. Abh.*, 10: 219-224.
- Carvalho, A. Galopim (1967) - Atapulgitite em alguns depósitos sedimentares portugueses. Considerações estratigráficas e morfoclimáticas. *Finisterra*, Lisboa, II, 4, 174-200.
- Carvalho, A. Galopim (1968) - Contribuição para o conhecimento geológico da bacia Terciária do Tejo. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 15: 210 p.
- Carvalho, A. Galopim & Carvalhosa, A. B. (1982) - Carta geológica de Portugal, na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 32-A (Ponte de Sor). *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 57p.
- Cunha, L.; Soares, A. F.; Tavares, A. & Marques, J. F. (1999) - O "juízo" geomorfológico de Coimbra. O testemunho dos depósitos quaternários. *Cadernos de Geografia*, Número especial com as Actas do I Colóquio de Geografia de Coimbra, Coimbra, pp. 15-26.
- Cunha, P. Proença (1987a) - *Contribuição para o estudo sedimentológico dos depósitos terciários da bacia de Sarzedas. A resposta sedimentar à modificação do contexto tectónico*. Monografia de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Univ. Coimbra, 147 p.
- Cunha, P. Proença (1987b) - Evolução tectono-sedimentar terciária da região de Sarzedas (Portugal). *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 73 (1/2): 67-84.
- Cunha, P. Proença (1992a) - *Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra*. Tese de Doutoramento, Univ. Coimbra, 262 p.
- Cunha, P. Proença (1992b) - Establishment of unconformity-bounded sequences in the Cenozoic record of the western Iberian margin and synthesis of the tectonic and sedimentary evolution in central Portugal during Neogene. *First Congress R.C.A.N.S. - "Atlantic General Events During Neogene"* (Abstracts), Lisboa, 33-35.
- Cunha, P. Proença (1996) - Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, tomo 82: 87-130.
- Cunha, P. Proença (1999a) - Unidades litostratigráficas do Terciário na região de Miranda do Corvo-Viseu (Bacia do Mondego, Portugal), *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, t. 86, 143-196.
- Cunha, P. Proença (1999b) - Testemunhos geomorfológicos e sedimentológicos cenozóicos da transição da colmatação sedimentar para a gliptogénese, na área de Sarzedas-Vila Velha de Rodão (sector NE da Bacia do Baixo Tejo). *Encontros de Geomorfologia (Comunicações)*, Coimbra, pp. 61-68.
- Cunha, P. Proença (1999c) - Importância dos Conglomerados de Santa Quitéria e do Nível de Serra da Vila, na interpretação da transição do Terciário ao Quaternário (depressão da Lousã - Bacia do Mondego). *Encontros de Geomorfologia (Comunicações)*, Coimbra, pp. 45-52.
- Cunha, P. Proença; Barbosa, B. P. & Pena dos Reis, R. (1993) - Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin), *Ciências da Terra* (UNL), 12: 35-43.
- Cunha, P. Proença & Pena dos Reis, R. (1989) - Principais ocorrências de paligorsquite, em depósitos de idade cretácica superior e terciária, em Portugal Central. 1ª *Reunião Luso-Espanhola de argilas (Resumos)*, p. 22.
- Daveau, S. *et coll.* (1985-86) - Les bassins de Lousã et Arganil. Recherches géomorphologiques et sédimentologiques sur le massif ancien et sa couverture à l'est de Coimbra. *Mem. Centro de Est. Geog.*, 8, I e II, Lisboa, 450 p.
- Lauriat-Rage, A.; Brébion, Ph; Cahuzac, B.; Chaix, Ch.; Ducasse, O.; Ginsburg, L.; Janin, M.-C.; Lozouet, P.; Margerel, J.-P.; Nascimento, A.; Pais, J.; Poignant, A.; Pouyet, S. & Roman, J. (1993) - Palaeontological data about the climatic trends from Chattian to present along the Northeastern Atlantic frontage. *Ciências da Terra* (UNL), 12: 167-179.
- Martín-Serrano, A. (1988) - *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Ed. Instituto de Estudios Zamoranos "Florian de Ocampo", 311 p.
- Martín-Serrano, A. (1989) - Características, rango, significado, y correlacion de las Series ocreas del borde occidental de la Cuenca del Duero). *Paleogeografía de la Meseta norte durante el Terciário*. (C. J. Dabrio, Ed.), *Stv. Geol. Salman.*, vol. esp. 5: 239-252.
- Martín-Serrano, A., Mediavilla, R. & Santisteban, J. (1996) - North-western Cainozoic record: present knowledge and the correlation problem. In: Friend & Dabrio (Ed), *Tertiary Basins of Spain, the stratigraphic record of crustal kinematics*. Cambridge Univ. Press, 237-246.

- Martins, A. A. (1999) - *Caracterização morfotectónica e morfossedimentar da Bacia do Baixo Tejo (Pliocénico e Quaternário)*. Dissertação de Doutoramento na Universidade de Évora, 500 p.
- Meyer, R. & Pena dos Reis, R. (1985) - Paleosols and alunite silcrets in continental Cenozoic Western Portugal. *Journ. Sediment. Petrol.*, 55: 76-85.
- Pais, J. (1973) - Vegetais fósseis de Ponte de Sôr. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, vol. 18, fasc. 2-3: 123-135.
- Pais, J. (1991) - Caules de Vila Velha de Ródão: *Annonoxylon teixeirae* PAIS 1973. *Bol. Inf. Núcleo Regional de Investigação Arqueológica*, Vila Velha de Ródão, 7: 1-2.
- Pais, J. (1992) - Contributions to the Eocene palaeontology and stratigraphy of Beira Alta, Portugal. III — Eocene plant remains from Naia and Sobreda (Beira Alta, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, 11: 91-108.
- Pena dos Reis, R. (1983) - *A sedimentologia de depósitos continentais. Dois exemplos do Cretácico Superior - Miocénico de Portugal*. Tese de Doutoramento, Univ. de Coimbra, 404 p.
- Pena dos Reis, R. & Cunha, P. Proença (1989) - Comparacion de los rellenos terciarios en dos regiones del borde occidental del Macizo Hesperico (Portugal Central). *Paleogeografia de la Meseta norte durante el Terciário*. (C. J. Dabrio, Ed.), *Stv. Geol. Salman.*, vol. esp. 5: 253-272.
- Pena dos Reis, R.; Soares, A. Ferreira & Antunes, M. T. (1981) - As areias e argilas de Silveirinha (I - aspectos sedimentológicos; II - aspectos paleontológicos). *Memórias e Notícias*, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra, 91-92: 246-267.
- Pena dos Reis, R.; Pais, J. & Antunes, M. T. (1991) - Sedimentação aluvial na região de Lisboa - o "Complexo de Benfica". 3º *Congresso Nacional de Geologia (Resumos)*, p. 131.
- Pimentel, N. L. (1997) - *O Terciário da bacia do Sado, sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Tese de Doutoramento, Univ. Lisboa, 381 p.
- Pimentel, N. L.; Wright, V. P.; Azevêdo, T. M. (1996) - Distinguishing groundwater alteration effects from pedogenesis in ancient alluvial basins: examples from the Palaeogene of southern Portugal. *Sedimentary Geology*, 105: 1-10.
- Soares, A. Ferreira & Pena dos Reis, R. (1980) - Considerações sobre as unidades litostratigráficas pós-jurássicas na região do Baixo Mondego. *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, Lisboa, 183-202.
- Soares, A. Ferreira; Marques, J. Fonseca & Rocha, R. B. (1985) - Contribuição para o conhecimento geológico de Coimbra. *Memórias e Notícias*, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra, 100, pp. 41-71.
- Soares, A. Ferreira; Cunha, L. & Marques, J. Fonseca (1989) - Depósitos quaternários do Baixo Mondego. Tentativa de coordenação morfogenética. *Actas da II Reunião do Quaternário Ibérico*, Madrid.
- Vidal Romani, J. R. & Twidale, C. R. (1998) - *Formas y paisajes graníticos*. Universidade da Coruña; Monografias, nº 55, 411 p.
- Sequeira Braga, M. A. (1999) - Arenização: interesse geológico e geomorfológico. *Encontros de Geomorfologia (Conferências)*. Universidade de Coimbra, pp. 33-55.
- Teixeira, C. & Pais, J. (1976) - *Introdução à Paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais*. Lisboa, 211p.
- Zbyszewski, G. & Ferreira, O. Veiga (1967) - Découverte de vertébrés fossiles dans le Miocène de la région de Leiria. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 52: 5-10.