

CENOZÓICO DE PORTUGAL

1º CONGRESSO

Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)
Monte de Caparica, 1 - 4 de Março de 2000



Estratigrafia e interpretação paleogeográfica do Cenozóico continental do norte de Portugal

Stratigraphy and paleogeographic interpretation of north Portugal continental Cenozoic

D. I. Pereira⁽¹⁾, M. I. C. Alves⁽¹⁾, M. A. Araújo⁽²⁾ & P. Proença Cunha⁽³⁾

1 - Centro de Ciências do Ambiente/CT; insuad@dct.uminho.pt; icaetano@dct.uminho.pt. Departamento de Ciências da Terra, Univ. Minho, 4710-057 Braga.

2 - Instituto de Geografia, Faculdade de Letras da Univ. Porto, 4150-564 Porto; ass.geo.porto@mail.telepac.pt.

3 - 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, 3001-401 Coimbra.

RESUMO

Palavras-chave: Cenozóico; estratigrafia; sedimentologia; depósitos fluviais; análise de bacias; paleogeografia; neotectónica; Portugal.

Apresenta-se uma interpretação paleogeográfica e tectono-sedimentar do norte de Portugal, tendo em conta estudos anteriores (geomorfologia, litostratigrafia, mineralogia, sedimentologia, paleontologia, etc.). O Cenozóico apresenta características distintas de acordo com o seu enquadramento morfotectónico na região oriental (Trás-os-Montes) ou próximo da costa atlântica (região ocidental, áreas do Minho e Douro Litoral).

Na região oriental o registo sedimentar é considerado Neogénico, mas localmente identificou-se Paleogénico (?). Este registo mais antigo, representado por depósitos aluviais, foi preservado da completa erosão devido à sua posição no interior de fossas na zona de falha Bragança-Vilariça-Manteigas. Os episódios sedimentares seguintes (Tortoniano superior-Zancliano ?), representados por duas unidades alostratigráficas, foram interpretados como sistemas fluviais entrançados de uma rede hidrográfica endorreica, drenando para a Bacia Terciária do Douro (para leste, em Espanha); actualmente, ainda se conservam em depressões tectónicas e em vales fluviais escavados no soco.

Posteriormente, a sedimentação a oriente torna-se mais escassa pois sistemas fluviais atlânticos (ex. o pre-Douro) capturaram, sucessivamente, anteriores drenagens endorreicas. O sector proximal da unidade alostratigráfica atribuída ao Placenciano (?) está registado em Mirandela (Trás-os-Montes) mas o episódio fluvial seguinte (Gelasiano-Plistocénico inferior ?) já se documenta mais para oriente, conservado em altas plataformas e em depressões tectónicas. Na zona costeira ocidental, o registo sedimentar é atribuível ao Placenciano e ao Quaternário e está principalmente representado por terraços; localiza-se no interior dos largos vales fluviais dos rios Minho, Lima, Cávado e Ave, bem como em Alvarães e na plataforma litoral do Porto.

Em conclusão, os episódios sedimentares terciários do norte de Portugal foram principalmente controlados pela tectónica, mas posteriormente (Placenciano-Quaternário) também pelo eustatismo.

ABSTRACT

Key-words: Cenozoic; stratigraphy; sedimentology; fluvial deposits; basin analysis; palaeogeography; neotectonics; Portugal.

Palaeogeographic and tectono-sedimentary interpretation of northern Portugal, where previous studies (geomorphology, lithostratigraphy, mineralogy, sedimentology, palaeontology, etc.) were considered, is here proposed. Cenozoic shows different features according to its morphotectonic setting in the eastern region (Trás-os-Montes) or near to the Atlantic coast (western region, Minho and Douro Litoral areas). Although in the eastern region the sedimentary record is considered late Neogene, in some places Paleogene (?) was identified. This oldest record, represented by alluvial deposits, was preserved from complete erosion because of its position inside Bragança-Vilariça-Manteigas fault zone grabens. Later sedimentary episodes (upper Tortonian-Zanclean ?), represented by two allostratigraphical units, were interpreted as proximal fluvial braided systems of an endorheic hydrographic network,

draining to the Spanish Duero Basin (eastwards); nowadays, they still remained in tectonic depressions and incised-valleys. Later on, eastern sedimentation becomes scarcer because atlantic fluvial systems (e.g. the pre-Douro), successively, captured previous endorheic drainages. The proximal reaches of the allostratigraphic unit considered Placencian (?) is recorded in Mirandela (western Trás-os-Montes) but the following fluvial episode (Gelasian-early Pleistocene ?) was already documented in east Trás-os-Montes, preserved in high platforms and in tectonic depressions. Placencian and Quaternary sedimentary records in the western coastal zone, mainly represented by terraces, are located in the Minho, Lima, Alvarães, Cávado and Ave large fluvial valleys and in the Oporto littoral platform. In conclusion, northern Portugal Tertiary sedimentary episodes were mainly controlled by tectonics, but later on (Placencian-Quaternary) also by eustasy.

INTRODUÇÃO

Os estudos sedimentológicos efectuados em grande parte dos depósitos cenozóicos do norte de Portugal (Minho, Douro Litoral e Trás-os-Montes), permitem estabelecer correlações estratigráficas e reconstituições paleoambientais.

A maioria do registo sedimentar, localiza-se junto da fachada atlântica e em Trás-os-Montes oriental. Entre estes domínios são conhecidos alguns depósitos cenozóicos, principalmente, ao longo da zona de falha Verin-Penacova, num contexto tectónico semelhante ao dos acidentes tectónicos de Mirandela e de Bragança-Vilariça-Manteigas, em Trás-os-Montes oriental. Alguns trabalhos têm referido esses depósitos e apresentado propostas de evolução morfotectónica. Grade & Moura (1982) referem os sedimentos quaternários na fossa de Chaves, Ferreira (1978, 1980, 1991) estudou a geomorfologia regional, Cabral (1995) e Baptista (1998) incidem na neotectónica da zona de falha Verin-Penacova, tendo reconhecido fases de reactivação; o Terciário tem uma exposição limitada e está, em geral, coberto por sedimentos quaternários. O escasso conhecimento sedimentológico dos depósitos nas pequenas depressões ao longo do sector setentrional deste importante desligamento, limita a interpretação paleogeográfica. Contudo, existem desenvolvidos estudos nos depósitos do sector meridional desta zona de falha, nomeadamente os de Barreiro de Besteiros, Mortágua e de Miranda do Corvo (Biro, 1944; Carvalho, 1962; Ferreira, 1978; Cunha, 1992a, 1999a).

A integração dos diferentes dados disponíveis salienta o norte de Portugal como uma zona sujeita a processos predominantemente erosivos, relacionados com uma tendência dominante de soerguimento durante o Cenozóico. O registo ficou preservado em diferentes contextos morfotectónicos: em áreas tectónicas deprimidas (estreitas bacias de desligamento ou em blocos abatidos), preenchendo paleovales escavados no soco, cuja drenagem se tornou deficiente por acção tectónica ou pela evolução morfológica do sistema fluvial, ou dispersos na forma de mantos aluviais no sopé de áreas em soerguimento. Os principais episódios tectónicos estão marcados por rupturas no registo sedimentar continental. Descrevem-se cinco episódios tectono-sedimentares, enquadráveis nas sequências limitadas por descontinuidades (SLD) propostas por Cunha (1992a, 1992b). Estes episódios são deduzidos a partir da caracterização litostratigráfica, sedimentológica, interpretação paleoambiental, contexto morfotectónico e correlações estratigráficas com outras áreas.

ESTRATIGRAFIA E PALEOGEOGRAFIA

Episódio 1: O registo sedimentar mais antigo - sistemas aluviais paleogénicos (?)

A caracterização sedimentológica e estratigráfica da Formação de Vale Álvaro e das Arcoses de Vilariça, permite considerá-las como as unidades cenozóicas mais antigas, preservadas na região norte de Portugal em estreitas fossas na zona de falha Bragança-Vilariça-Manteigas, de orientação NNE-SSW. A Formação de Vale Álvaro foi identificada nas depressões de Bragança e de Macedo de Cavaleiros (Pereira & Azevêdo, 1991, 1993a; Pereira, 1997, 1998a, 1999). As Arcoses de Vilariça localizam-se na depressão da Vilariça e têm também registo a sul do Douro, na depressão da Longroiva e na área de Nave de Haver (Ferreira, 1971, 1978; Pereira, 1997; Pereira & Cunha, 1999; Cunha & Pereira, 2000).

A Formação de Vale Álvaro é caracterizada pela alternância de litofácies conglomeráticas maciças muito grosseiras e níveis areno-lutíticos, com cimentação ferruginosa e carbonatada. Ocasionalmente, observam-se níveis predominantemente carbonatados. Destacam-se também a natureza máfica e ultramáfica dos clastos e a natureza e evolução da fracção argilosa, caracterizada pelo domínio de montmorilonite rica em Fe e pela presença de paligorskite, clorite, interestratificados clorite-esmectite e talco (Pereira & Brilha, 1999, 2000). Esta unidade formou-se pela sobreposição de derrames do tipo *debris-flow*, alternantes com condições pantanosas e períodos de secura de duração variável (Pereira, 1997, 1998a, 1999).

Os sedimentos assentam em discordância sobre o soco; no caso da Formação de Vale Álvaro, o paleozóico encontra-se afectado por uma substituição carbonatada, com características semelhantes às carbonatações desta unidade. A Formação de Vale Álvaro está limitada superiormente por uma descontinuidade regional, a que se sobrepõe a Formação de Bragança (Miocénico terminal-Zancliano ?). A descontinuidade é claramente observada em Limãos, a leste de Macedo de Cavaleiros, onde os sedimentos siliciclásticos de um sistema fluvial entrançado (Formação de Bragança) assentam em níveis clásticos com cimento carbonatado e níveis carbonatados. A Formação de Vale Álvaro tem características sedimentológicas que justificam uma correlação litostratigráfica com unidades paleogénicas, em particular com a UTS3 definida na Bacia Terciária do Douro (Santisteban *et al.*, 1996) e com o Complexo de Benfica (Azevêdo, 1991; Azevêdo *et al.*, 1991).

As Arcoses de Vilariça constituem uma unidade areno-conglomerática, heterométrica, imatura, de cor esbranquiçada ou cinzento-esverdeada, medianamente consolidada e de composição quartzo-feldspática. Distingue-se um membro inferior com camadas tabulares arenosas e um membro superior mais grosseiro e com enchimentos de canal. A esmectite ocorre de forma significativa no cortejo argiloso, associada a caulinite e illite. A sua génese deve-se a uma drenagem fluvial deficiente em direcção a leste, para a Bacia Terciária do Douro, em Espanha (Pereira, 1997; Pereira & Cunha, 1999; Cunha & Pereira, 2000). Sobre as Arcoses de Vilariça assenta, em descontinuidade sedimentar regional, a Formação de Quintãs (Miocénico terminal?) (Pereira & Cunha, 1999; Cunha & Pereira, 2000). Em face das características sedimentológicas e morfo-tectónicas, admitiu-se a correlação dos dois membros das Arcoses da Vilariça com os dois membros das Arcoses de Coja (Cunha & Pena dos Reis, 1991; Cunha, 1992a, 1999a).

Em síntese, na região abordada, o registo mais antigo indica que, provavelmente durante o Paleogénico, existiram sistemas aluviais endorreicos, actualmente preservados tectonicamente no contexto do acidente Bragança-Vilariça-Manteigas. No caso da Formação de Vale Álvaro, estão representados corpos de leque aluvial, gerados em ligação com escarpas tectónicas (Pereira & Azevedo, 1993a, 1993b; Pereira, 1997, 1998a, 1999). As características das Arcoses de Vilariça em Longroiva, Vilariça e Nave de Haver, sugerem sectores proximais de uma vasta drenagem deficiente para a Bacia Terciária do Douro, na forma de mantos aluviais alimentados por arenas graníticas (Pereira & Cunha, 1999; Cunha & Pereira, 2000).

Na região norte de Portugal, a limitada representação sedimentar do Paleogénico e a não existência de Miocénico ante-Tortoniano final, contrasta com o registo existente a leste na Bacia Terciária do Douro, pelo que deve ter constituído uma área essencialmente em erosão.

Episódio 2: A drenagem fluvial endorreica no NE de Portugal, no Miocénico final a Zanciano (?)

A Formação de Bragança foi definida em Trás-os-Montes oriental, como uma unidade litostratigráfica que regista, num sector proximal, uma drenagem fluvial efectuada para a Bacia Terciária do Douro (Espanha), provavelmente no Miocénico terminal e Zanciano (Pereira, 1997, 1998a, 1999). Tem uma espessura máxima de 80 metros e cor predominantemente vermelha. São característicos os depósitos conglomeráticos de fundo de canal e de barras, bem como o carácter polimítico e o domínio de esmectite na fracção <2µm. Definiram-se dois membros, com base na tendência granulométrica e reconhecimento de uma descontinuidade com valor regional. O Membro de Castro (inferior), com tendência granodrecrescente, é constituído por conglomerados na base, correspondentes a pavimentos de canal, aos quais se seguem sedimentos areno-conglomeráticos. A sua

constituição sugere um sistema fluvial entrançado de baixa sinuosidade e com o leito escavado no substrato. Para o topo, predomina a sedimentação fina. O Membro de Atalaia, ravinante sobre o membro inferior, não apresenta uma tendência granulométrica marcada, é areno-conglomerático e corresponde à sucessão de episódios de um sistema fluvial entrançado de baixa sinuosidade, com transições momentâneas para um estilo mais sinuoso.

As características das unidades descritas suportam a sua correlação litostratigráfica, respectivamente, com a SLD11 e SLD12 propostas por Cunha (1992a, 1992b), com registos identificados quer a norte da Cordilheira Central (Cunha, 1992a, 1999a) quer a sul (Cunha, 1992a, 1996; Barbosa, 1995; Pimentel, 1997; Azevedo, 1998; Martins, 1999).

No seu conjunto, as características da Formação de Bragança sugerem condições temperadas a quentes, com uma estação particularmente pluviosa, formando-se fluxos aquosos de elevada energia a partir das regiões mais elevadas, e uma estação seca prolongada. É possível que para o topo do Membro de Castro se tenham estabelecido condições de secura, denunciadas pela precipitação incipiente de carbonatos em fracturas. Nas zonas periféricas, as condições locais devem ter sido propícias a longos períodos de exposição aérea. A oscilação do nível freático favoreceu a alteração dos clastos, a neoformação de caulinite e a contínua rubefacção do depósito (Pereira, 1997, 1998a, 1999).

Em etapa anterior à Formação de Bragança devem ter-se desenvolvido vales fluviais encaixados no soco, como resposta erosiva ao levantamento relativo das áreas montanhosas (fig. 1A). Posteriormente, a actuação da importante fase tectónica bética (9,5 Ma; Calvo *et al.*, 1993) rejogou os desligamentos Bragança-Vilariça-Longroiva e de Verin-Penacova (Ferreira, 1991; Cabral, 1995; Sequeira *et al.*, 1997), compartimentando o norte de Portugal numa escadaria de grandes blocos a subir para ocidente. As redes hidrográficas ter-se-ão modificado pelas novas condições morfotectónicas, motivando a sedimentação correspondente ao Membro de Castro. O carácter ravinante e grosseiro do Membro de Atalaia relaciona-se com uma nova movimentação tectónica. Deste acontecimento resultaram o rejogo de blocos tectónicos do Planalto Mirandês e falhas que afectam o Membro de Castro nas depressões de Mirandela, Bragança e Macedo de Cavaleiros (Pereira, 1997, 1998a, 1999).

Nas depressões da Vilariça e da Longroiva foi também identificada uma unidade (Formação de Quintãs) que se admite estar relacionada com a fase tectónica bética. Neste caso, como noutras regiões a sul (Beira Baixa, Lousã-Arganil, Mortágua, etc), só se depositaram leques aluviais (Pereira & Cunha, 1999; Cunha & Pereira, 2000).

Na fachada atlântica norte não são conhecidos sedimentos deste episódio, contrariamente a depressões da Galiza, onde são descritos depósitos paleogénicos e neogénicos, em geral associados a bacias de desligamento. No prolongamento para norte da bacia de S. Pedro da Torre-Valença são conhecidos depósitos que têm sido referidos com idades do Eocénico ao Pliocénico (Martin-Serrano *et al.*, 1996).

Episódio 3: A generalização da drenagem exorreica atlântica, no Placenciano

No Minho, a mais antiga etapa sedimentar conservada, é atribuível ao Placenciano. A sua génese ocorreu na dependência de sistemas fluviais exorreicos, de orientação transversal à fachada atlântica (fig. 1B) (Alves, 1999; Alves & Pereira, 1999, 2000). Os melhores testemunhos da sedimentação nestes vales, largos e evoluídos, são a Formação de Barrocas, na bacia do rio Minho, a Formação de Alvarães, localizada na região de Alvarães (a sul do rio Lima) e os depósitos de Prado, situados na margem direita do rio Cávado (Braga, 1988; Alves, 1993, 1995a, 1995b, 1996, 1999; Pereira, 1989, 1991, 1997; Pereira & Alves, 1993; Alves & Pereira, 1999, 2000). São sedimentos cujas características composicionais indicam a sua deposição em ambiente fluvial a flúvio-lacustre e têm origem no desmantelamento de vertentes sob condições favoráveis à meteorização química. O cortejo mineralógico é muito simplificado, com predomínio de clastos siliciosos e minerais resistentes à meteorização química, associados à caulinite presente como mineral de argila dominante na matriz. A sedimentação fossilizou vales fluviais anteriormente talhados e resultou de redes de drenagem já bem organizadas, precursoras das actuais.

Os depósitos de S. Pedro da Torre e os de Prado relacionam-se com paleotrajectos dos rios Minho e Cávado (fig. 1B). Na bacia do rio Lima deve ter ocorrido uma situação análoga. No entanto, devido à escassez de sedimentos e ausência de níveis fossilíferos, não é ainda possível assegurar que os vestígios, supostos correlativos, representem a colmatação placenciana. No caso da Formação de Alvarães, ela testemunha a existência dum sistema fluvial precursor do rio Neiva, mas com maior dimensão que este. O curso de água gerador desta sedimentação drenou certamente uma área superior à actual bacia do rio Neiva; teve o seu trajecto na região de Alvarães, condicionado pela presença da barreira geomorfológica na zona de Castelo do Neiva, desaguardo no Atlântico mais a norte, próximo de Anha (Alves, 1995a, 1995b, 1996).

Os conteúdos paleontológicos encontrados na Formação de Barrocas, Formação de Alvarães e depósitos de Prado, indicam clima quente e húmido, sendo as floras presentes nestas jazidas atribuíveis ao Pliocénico superior a Plistocénico inferior (Ribeiro *et al.*, 1943; Teixeira, 1944, 1979; Teixeira *et al.*, 1969; Teixeira & Gonçalves, 1980; Braga, 1988; Alves, 1995a, 1995b, 1996, Pais *et al.*, em publicação; Pais, informação oral). Quer os depósitos da Formação de Barrocas quer os depósitos de Prado foram ravinados e estão subjacentes a episódios sedimentares quaternários neles embutidos (Alves & Pereira, 1999, 2000).

Na plataforma litoral da região do Porto são conhecidos diversos afloramentos genericamente situados acima dos 100 metros de altitude e cujas características sedimentológicas sugerem um episódio de sedimentação continental (Araújo, 1991, 1993, 1995, 1997). A plataforma litoral é limitada pelo relevo marginal, a leste do qual são

também conhecidos alguns depósitos que se supõem do mesmo episódio.

Os afloramentos situados a leste do relevo marginal parecem ligados a uma drenagem fluvial com um traçado semelhante ao do Douro actual (fig. 1B). Contudo, na plataforma litoral os afloramentos desenvolvem-se segundo uma faixa paralela ao relevo marginal, situada entre este e a linha de costa. Estes depósitos, como o da Rasa e do Carregal, têm sido referidos como pertencentes à Fase I da região próxima do Porto (Araújo, 1991, 1993, 1995, 1997). Para além do seu enquadramento geomorfológico, os depósitos caracterizam-se pelo carácter francamente caulinitico e pela cor branca ou esbranquiçada. Na plataforma litoral é típica a existência de um nível basal conglomerático, com blocos de granito completamente alterados e de quartzo filoniano, ao qual se sobrepõe um nível mais fino que denuncia a passagem a condições de mais baixa energia deposicional. No topo, a estratificação cruzada em arenitos e conglomerados sugere canalização dos fluxos.

Os depósitos situados para leste do relevo marginal, como os de Avintes, Gandra, Esposade e Medas, revelam um carácter mais grosseiro e composição distinta da observada na plataforma litoral (Araújo, 1991, 1993, 1995, 1997). O encouraçamento ferruginoso que afecta o topo desta unidade pode atingir grande desenvolvimento, como é o caso do depósito de Gandra (Gondomar), com cerca de 1,5 metros. Estes aspectos relacionam-se com uma alimentação predominantemente metassedimentar, a proximidade de afloramentos quartzíticos (depósito de Medas) e um sistema de drenagem segundo um eixo coincidente com o Douro actual.

Na plataforma litoral, após os primeiros acarreios grosseiros, deve ter-se desenvolvido uma planície costeira, com condições de deposição em ambiente fluvial de baixa energia. A caracterização dos depósitos das imediações do Porto sugere génese em meio quente e húmido. O encouraçamento do topo pode relacionar-se com a posterior alteração no sentido de condições mais resistásticas (Araújo, 1991, 1993, 1995, 1997), talvez durante o episódio seguinte.

Para o interior (Trás-os-Montes oriental), as influências eustáticas quase não se fizeram sentir e tal como nos episódios anteriores, o controlo tectónico foi fundamental. Na depressão de Mirandela está representada uma unidade – Formação de Mirandela – com características que sugerem já a abertura desta depressão a uma drenagem exorreica, efectuada provavelmente por um precursor do Douro (fig. 1B) (Pereira, 1997; 1998a, 1999). A Formação de Mirandela tem uma espessura superior a 30 metros, cor esbranquiçada e amarelada e é constituída por uma sucessão de níveis conglomeráticos de matriz arenosa e clastos essencialmente quartzosos, intercalados com alguns níveis arenosos e raros lutitos. Na fracção argilosa a caulinite é largamente predominante. Os sedimentos preenchem paleovales estreitos e profundos talhados no substrato. As litofácies conglomeráticas maciças ou com organização incipiente são largamente dominantes e representam essencialmente a deposição em fundo de ca-

nal, com reduzida representação de barras conglomeráticas. Os clastos revelam uma origem parcial em granitóides, que após a sua alteração, forneceu grande quantidade de areias de quartzo e feldspato. Das rochas metassedimentares regionais estão representados os níveis mais resistentes à meteorização.

Na depressão de Mirandela estão também presentes unidades que se supõem anteriores e posteriores à Formação de Mirandela. Contudo, não foi ainda possível comprovar a relação estratigráfica entre as várias unidades, pois não se sobrepõem directamente.

As características sedimentológicas da Formação de Mirandela permitem a sua correlação com as unidades continentais mais antigas identificadas nas depressões mínimas e em especial as das proximidades do Porto. As unidades deste episódio, que foram acima sucintamente descritas, são atribuídas à SLD13, também identificada nos registos de outras regiões a sul (Cunha, 1992a, 1996, 1999a; Pena dos Reis *et al.*, 1992; Cunha *et al.*, 1993).

Episódio 4: Os leques aluviais e a rede hidrográfica na transição Neogénico-Quaternário

Na plataforma litoral da região do Porto diferencia-se um conjunto de depósitos grosseiros morfologicamente encaixados na superfície que suporta os depósitos mais antigos e que se distinguem pelo seu carácter grosseiro e pela deposição em leques aluviais (fig. 1C). Estes depósitos, que têm sido localmente referidos como da Fase II, distribuem-se paralelamente ao relevo marginal e sugerem uma série de leques aluviais formados à saída desse relevo em soerguimento (Araújo, 1991, 1993, 1995, 1997). Têm carácter conglomerático e apresentam finas crostas ferruginosas. Nas zonas mais proximais, os depósitos são muito grosseiros, com abundantes blocos até 50 cm, como é o caso da Pedrinha (Valbom, Gondomar), a 6 km dos primeiros afloramentos quartzíticos da serra de Valongo. Em zonas mais distais, como em Coimbrões, os depósitos tornam-se mais finos.

Em Trás-os-Montes, foi definida a Formação de Aveleda, constituída por depósitos vermelhos superficiais que sucedem, nos planaltos, ao preenchimento das depressões pelos sedimentos das Formações de Bragança e Mirandela (Pereira, 1997, 1998b). Os sedimentos ocorrem em pequenos afloramentos onde são predominantes as litofácies conglomeráticas de matriz lutítica abundante que suporta clastos com desgaste reduzido, predominantemente quartzosos e quartzíticos. A fracção argilosa revela largo domínio de caulinite e illite. As características indicam um transporte reduzido e fontes alimentadoras locais. Litofácies e arquitectura dos depósitos sugerem derrames do tipo *debris flow* em leques aluviais, para além da rede hidrográfica em incisão (fig. 1C). A Formação de Aveleda ocorre quer em domínio tectonicamente pouco desnivelado, sobre uma importante superfície erosiva correspondente à superfície da Meseta Ibérica, quer no contexto dos acidentes tectónicos (fig. 1C).

As características sedimentológicas apresentadas e o seu enquadramento geomorfológico suportaram a correlação desta formação com a SLD14 identificada noutras regiões do país, nomeadamente nas bacias cenozóicas do Mondego (Daveau *et coll.*, 1985-86; Cunha, 1999b), Baixo Tejo (Martins, 1999; Cunha 1999b) e do Sado (Pimentel, 1997).

Ao enchimento das depressões terciárias devem ter sucedido condições para o maior desenvolvimento da superfície de aplanamento representada principalmente no Planalto Mirandês. Estas condições de tectónica menos activa, parecem ter permanecido nesta região, até à actualidade. Os relevos de resistência que se elevam acima dessa superfície, constituíram aí a fonte alimentadora dos sedimentos. Ao longo das principais zonas de falhas, terá sido um novo episódio tectónico compressivo o principal responsável pela formação dos leques aluviais (Pereira, 1997, 1998a, 1998b, 1999).

Na Península Ibérica está identificada uma ruptura tectónica intra-Villafranquiano, conhecida por Ibero-Manchega II, aproximadamente aos 2,0 Ma (Calvo *et al.*, 1993), à qual se liga um episódio sedimentar reconhecido em várias bacias. Também para o fim do Pliocénico (Gelasiano) têm sido indicadas condições de clima que contrastam com as condições quentes e húmidas precedentes, em geral condições mais frias e secas (Pais, 1989; Azevêdo, 1993; Pimentel & Azevêdo, 1993). A nível global são referidas também duas importantes crises climáticas frias, uma primeira há cerca de 2,5 Ma (Van Couvering, 1997; Nikiforova & Alekseev, 1997) e outra há 1,8 Ma, que marca o início formal do Quaternário (Pasini & Colalongo, 1997). Com base nestes dados, correspondentes quer a unidades de características semelhantes descritas na Península Ibérica quer à idade das rupturas tectónicas e climáticas, admitimos que este episódio se possa atribuir ao Gelasiano a Plistocénico inicial.

Episódio 5: Os sucessivos embutimentos da rede hidrográfica no Quaternário

A relação entre a colmatação mais antiga e o embutimento quaternário, não está ainda totalmente esclarecida na fachada atlântica norte. O conteúdo paleontológico da jazida de Corgos (Andrade, 1945), no vale do Minho, tal como é apresentado, revela características mais temperadas e está de acordo com a hipótese da presença dum episódio sedimentar quaternário embutido no anterior (Alves & Pereira, 1999, 2000). A relação entre as duas unidades pode ilustrar a importância do processo de gliptogénese provocado pelo arrefecimento climático que se encontra registado na Europa, seguramente antes do Plistocénico médio. Posteriormente e até à actualidade, sucedem-se mais três ciclos sedimentares, cada um deles correspondendo a um novo talvegue traçado no soco e respectivo aluvionamento. Os episódios de gliptogénese/sedimentogénese mais recentes

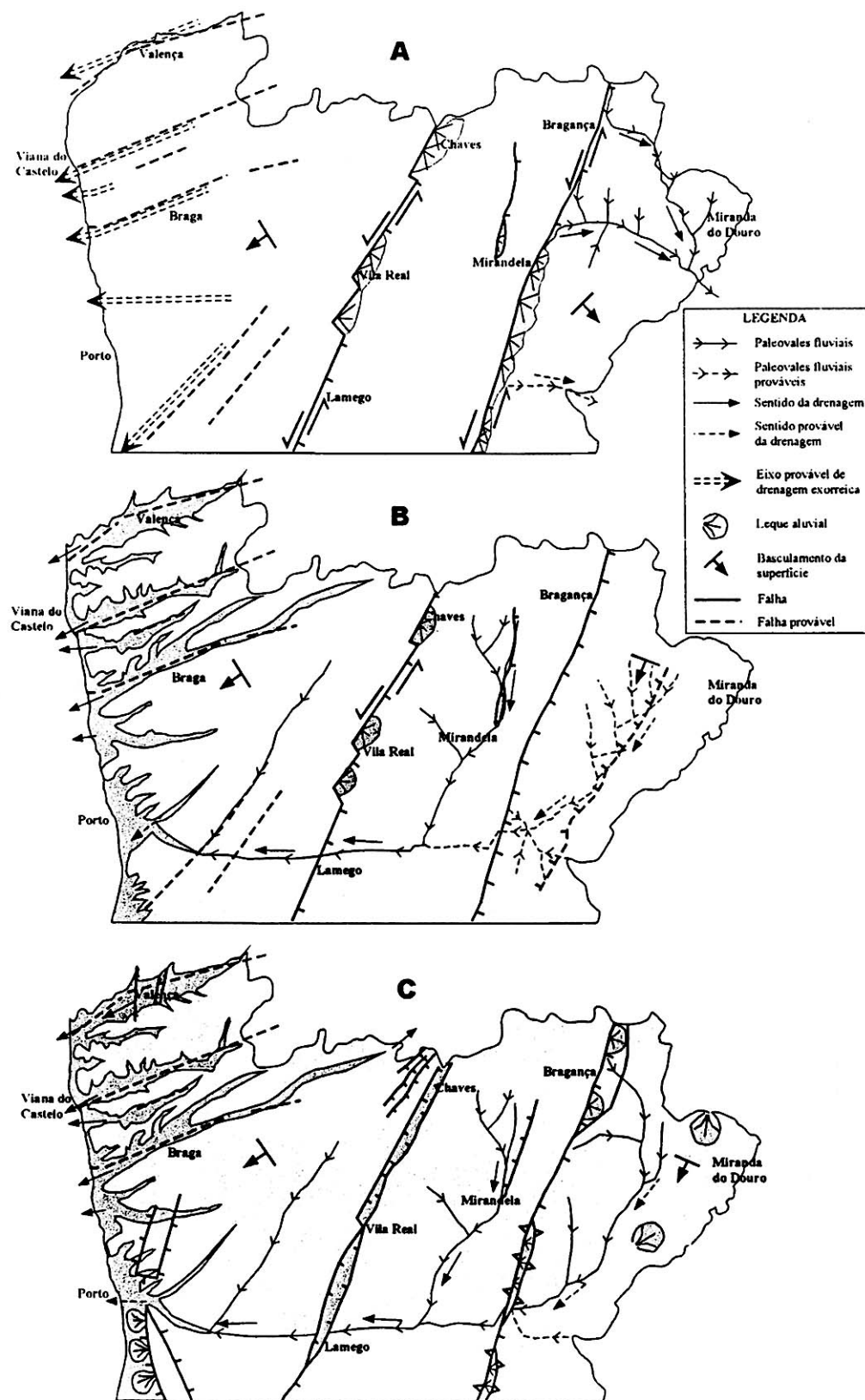


Fig. 1 – Esboço da drenagem no episódio 2 (A), no episódio 3 (B) e no episódio 4 (C).

relacionam-se com o último período glaciário, que permitiu a manutenção de várias glaciações nas serras da Peneda e Gerês (Romani *et al.*, 1999), responsável pelo escavamento de novos talwegues, seguido do aluvionamento durante o pós glaciário.

A composição sedimentar nos três primeiros ciclos é, em grande parte, semelhante à anterior (placenciana); as grandes mudanças climáticas que ocorreram regionalmente durante o último período glaciário são observadas nos sedimentos do quarto ciclo, os últimos a preencher os vales, e na alteração presente nos testemunhos da sedimentação anterior (Pereira & Alves, 1993). Contrastando com a simplicidade composicional anterior, observam-se, nos aluviões deste último ciclo, grande quantidade de clastos de rochas e outros minerais quimicamente menos resistentes, assim como maior teor em ilite e em interestratificados em detrimento da caulinite (Pereira, 1989; 1991; Alves, 1991, 1993, 1995a, Pereira & Alves, 1993; Alves & Pereira, 1999, 2000).

Assim, nos vales minhotos, a morfogénese quaternária está marcada pela gliptogénese, acção que conduziu ao encaixe sucessivo das redes de drenagem anteriormente instaladas. A erosão remontante que daí resultou, permitiu algumas capturas, como a que desviou o trajecto do rio Homem para a bacia do Cávado. Estas alterações diminuíram a capacidade erosiva do rio que circulava pelos depósitos de Alvarães, preservando-os da completa erosão (Alves, 1995a, 1995b, 1996).

O rio Douro, evacuou os aluviões em sucessivos ciclos de encaixe. Restam somente pequenos retalhos, em geral situados em apertadas curvaturas, controladas por alinhamentos tectónicos. Com maior expressão, são observados depósitos em Barca d'Alva e na zona do Pocinho, ainda em relação com o acidente tectónico Bragança-Vilariça-Manteigas (Pereira & Azevedo, 1995; Pereira, 1997).

CONCLUSÕES

Os dados disponíveis sugerem que, durante o Cenozóico, os processos erosivos foram dominantes no norte de Portugal. A sedimentação preservada nesta região é observada em circunstâncias particulares, como a captura em pequenas bacias de desligamento, dificuldades de drenagem por acção tectónica ou pela constituição de alvéolos erosivos. Em face do enquadramento geomorfológico, o registo sedimentar a oriente expressa um determinante controlo tectónico, enquanto a ocidente, a proximidade do Atlântico impõe também um controlo eustático.

Os sedimentos cenozóicos mais antigos (episódio 1) estão preservados em fossas estreitas, no contexto do acidente tectónico de Bragança-Vilariça-Manteigas. Constituem vestígios de leques aluviais gerados, provavelmente no Paleogénico, na dependência dos maciços de Bragança e de Morais ou, mais a sul, de mantos aluviais alimentados por granitóides e pertencentes ao sector proximal de uma vasta drenagem deficiente,

efectuada para leste.

Relativamente ao episódio 2, admite-se que a maioria dos sedimentos cenozóicos observados em Trás-os-Montes, constituam duas unidades alostratigráficas atribuíveis ao Miocénico terminal e ao Zanciano. A unidade mais antiga (Membro de Castro e Formação de Quintãs ?) relaciona-se com um episódio importante de configuração da paisagem regional, acentuando os relevos e impondo deslocamentos verticais importantes (soerguimento relativo do bloco tectónico ocidental) nos desligamentos esquerdos de Bragança-Vilariça-Longroiva e de Verin-Penacova. A segunda unidade alostratigráfica (Membro de Atalaia) revela um similar impulso tectónico importante e condições paleoclimáticas temperadas quentes, mas com forte contraste estacional. Durante estes episódios, os acidentes tectónicos de Verin-Penacova e de Bragança-Vilariça-Manteigas devem ter funcionado como limites de três blocos principais: um bloco a ocidente do acidente Verin-Penacova, com uma drenagem exorreica, efectuada genericamente para oeste; um bloco central, com uma drenagem endorreica na forma de leques aluviais, em bacias de desligamento geradas ao longo dos acidentes tectónicos (Chaves, Vila Real, etc.); um bloco a oriente do acidente Bragança-Vilariça-Manteigas, correspondente a um domínio proximal de um sistema fluvial drenando para a Bacia Terciária do Douro (fig. 1A).

No Placenciano (episódio 3), uma parte importante das áreas interiores deve ter sido capturada pela drenagem exorreica, nomeadamente o referido bloco central. No Minho e Douro Litoral ter-se-á observado o alargamento dos vales fluviais (fig. 1B), bem como importante assoreamento, em ligação com um alto nível do mar e condições de clima relativamente quente e húmido.

A modificação das condições climáticas no fim do Pliocénico (episódio 4), no sentido de maior aridez e frio, bem como a ocorrência de uma nova fase tectónica intensamente compressiva segundo WNW-ESE, devem ter constituído as razões para o desenvolvimento de leques aluviais na periferia de alguns relevos em soerguimento ou já salientes (fig. 1C).

No Plistocénico (episódio 5) acentua-se o encaixe da rede fluvial, com forte erosão remontante e capturas. Regista-se, no sector atlântico, a captura da bacia do rio Homem para a bacia do Cávado e para o interior, a captura das bacias endorreicas, como as pequenas depressões da Vilariça e Longroiva ou da grande Bacia Terciária do Douro (Espanha). Nos vales minhotos estão registados quatro ciclos principais de gliptogénese/sedimentogénese quaternária que sucedem aos vestígios da sedimentação pliocénica.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, respectivamente no âmbito do Centro de Ciências do Ambiente/Ciências da Terra da Universidade do Minho, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e GEDES da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

BIBLIOGRAFIA

- Alves, M. I. C. (1991) - Infrared spectroscopy of Plio-Quaternary sediments, from Lima river basin and Alvarães basin (Portugal). *PROC. 7th EUROCLAY Conf. DRESDEN'91*, Greifswald: 189-192.
- Alves, M. I. C. (1993) - Aplicação do estudo de minerais pesados à caracterização dos depósitos da Bacia de Alvarães e bacia do rio Lima. (NW de Portugal). *El Cuaternario en España y Portugal*, Instituto Tecnológico Geominero de España (Ed.), Madrid, Spain, 1: 40-55.
- Alves, M. I. C. (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, 277p.
- Alves, M. I. C. (1995b) - Terraços fluviais do Alto Minho: bacia do rio Lima e depósitos de Alvarães. *Memórias Mus. Lab. Min. Geol.*, Univ. Porto, 4, 395-399.
- Alves, M. I. C. (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, Spain, 261-272.
- Alves, M. I. C. (1999) - Definição formal da Formação de Alvarães (Placenciano da região do Minho - NW Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro, Lisboa* (em publicação).
- Alves, M. I. C. & Pereira, D. I. (1999) - Revisão dos dados sedimentológicos e paleontológicos das bacias do Minho: contribuição para o conhecimento da evolução plio-quaternária regional. *Encontros de Geomorfologia (Comunicações)*, Universidade de Coimbra, 123-129.
- Alves, M. I. C. & Pereira, D. I. (2000) - A sedimentação e a gliptogénese no registo Cenozóico continental do Minho (NW Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, neste volume.
- Andrade, M. (1945) - Alguns elementos para o estudo do terraço superior do rio Minho. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, IV (3): 221-222.
- Araújo, M. A. (1991) - *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto*. Porto, ed. da autora, FLUP, 534 p.
- Araújo, M. A. (1993) - Fácies fluvial versus marinho nos depósitos da plataforma litoral da região do Porto - Actas da III Reunião do Quaternário Ibérico, Coimbra, 225-335.
- Araújo, M. A. (1995) - Paleoambientes fini-terciários e quaternários no litoral da região do Porto - Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios - Actas do Simpósio Internacional sobre Paleoambientes Quaternários na Península Ibérica, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 359-373.
- Araújo, M. A. (1997) - A plataforma litoral da região do Porto: dados adquiridos e perplexidades. *Estudos do Quaternário APEQ*, 1: 3-12.
- Azevêdo, T. M. (1991) - Essai de reconstitution paleogéographique du Bassin de Lisbonne au Paléogène. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 112 (B): 525-564.
- Azevêdo, T. M. (1998) - Formações vermelhas continentais na sequência mesoceno-zóica da Cadeia da Arrábida. *Comunicações do I.G.M.*, Lisboa, 84 (1): A115-A118.
- Azevêdo, T. M., Carvalho, A. M. G., Silva, M. O. & Romariz, C. (1991) - O "Complexo de Benfica" na região de Lisboa. Estudo sedimentológico. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 77: 103-120.
- Baptista, J. C. (1998) - Estudo neotectónico da zona de falha Penacova-Régua-Verin. Tese de doutoramento, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, 344 p.
- Barbosa, B. P. (1995) - *Alostratigrafia e Litostratigrafia das unidades continentais da Bacia terciária do Baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Dissertação de doutoramento na Univ. Lisboa, 253 p.
- Biro, P. (1944) - Notes sur la morphologie et la géologie du bassin de Mortágua. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 4 (I-II): 131-142.
- Braga, M.A.S. (1988) - *Arenas e depósitos associados da bacia de drenagem do rio Cávado (Portugal)*. Contribuição para o estudo da arenização. Tese de doutoramento, Universidade do Minho, 325p.
- Cabral, J. (1995) - Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, 31, 265p.
- Calvo, J. P., Daams, R., Morales, J., López-Martínez, N., Agusti, J., Anadon, P., Armenteros, I., Cabrera, L., Civis, J., Corrochano, A., Díaz-Molina, M., Elizaga, E., Hoyos, M., Martín-Suarez, E., Martínez, J., Moissenet, E., Muñoz, A., Perez-Garcia, A., Perez-Gonzalez, A., Portero, J. M., Robles, F., Santisteban, C. & Torres, T., Vander Meulem, A. J., Vera, J.A. & Meim, P. (1993) - Up-to-date spanish continental neogene syntesis and paleoclimatic interpretation. *Rev. Soc. Geol. España*, 6 (3-4): 29-40.

- Carvalho, H. Figueiredo (1962) - Contribuição para o estudo geológico da bacia de Mortágua. *Bol. Soc. Port. Ciências Nat.*, 2ª sér., vol. IX: 140-158.
- Cunha, P. Proença (1992a) - *Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra*. Dissertação de doutoramento na 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 (1994) - Registo estratigráfico e evolução paleogeográfica das bacias terciárias de Portugal Central. II Congreso del Grupo Español del Terciario (Comunicaciones): 93-96.
- Cunha, P. Proença (1996) - Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 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, 86: 123-176.
- Cunha, P. Proença (1999b) - 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). Universidade de Coimbra: 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. (1991) - Proposta de definição formal de unidades litostratigráficas no registo arcósico, paleogénico e miocénico, do bordo NE da Bacia Lusitaniana - região a NE de Coimbra. 3º Congresso Nacional de Geologia (Resumos), Coimbra, 99.
- Cunha, P. Proença & Pereira, D. I. (2000) - Evolução cenozóica da área de Longroiva-Vilariça (NE Portugal). *Ciências da Terra* (UNL), Lisboa, neste volume.
- 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.*, Lisboa, 8 (I e II), 450 p.
- Ferreira, A. Brum. (1971) - O rebordo ocidental da Meseta e a depressão da Longroiva. *Finisterra*, 6: 196-217.
- Ferreira, A. Brum (1978) - Planaltos e montanhas do Norte da Beira. Estudo de geomorfologia. *Memórias do Centro de Estudos Geográficos*, Lisboa, 4, 210 p.
- Ferreira, A. Brum (1980) - Surfaces d'aplanissement et tectonique récente dans le Nord de la Beira (Portugal). *Revue de Géologie dynamic et de Géographie physique*, Paris, 22, (1), 51-62.
- Ferreira, A. Brum (1991) - Neotectonics in Northern Portugal. A geomorphological approach. *Z. Geomorph. N.F.*, Berlin, Stuttgart, Suppl.-Bd. 82: 73-85.
- Grade, J. & Moura, A. C. (1982) - Bacia de Chaves. Estudo prospectivo dos seus corpos argilosos. *Geonovas*. Lisboa, 3: 79-84.
- Martins, A. (1999) - *Caracterização morfotectónica e morfossedimentar da Bacia do Baixo Tejo (Pliocénico e Quaternário)*. Dissertação de Doutoramento na Universidade de Évora, 500 p.
- Martin-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.
- Nikiforova, K & Alekseev, M. (1997) - International Geological Correlation Program, Project 41: "Neogene/Quaternary Boundary". in *The Pleistocene Boundary and the Beginning of the Quaternary*. Ed. Van Couvering. World and Regional Geology, Cambridge University Press, 9: 3-12.
- Pais, J. (1989) - Evolução do coberto vegetal em Portugal no Neogénico e no Quaternário. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 75: 67-72.
- Pais, J., Gregor, H. J. & Pereira, D. I. - Fossil plants from Barrocas (S. Pedro da Torre) North Portugal (em publicação).
- Pasini, G. & Colalongo, M. L. (1997) - The Pleistocene boundary-statotype at Vrica, Italy. in *The Pleistocene Boundary and the Beginning of the Quaternary*. Ed. Van Couvering. Cambridge University Press, World and Regional Geology, 9: 15-45.
- Pena dos Reis, R., Cunha, P. Proença, Barbosa, B., Antunes, M. T. & Pais, J. (1992) - Mainly continental Miocene and Pliocene deposits from Lower Tagus and Mondego Tertiary basins. *Ciências da Terra* (UNL), Número especial II, Lisboa, 37-56.

- Pereira, D. I. (1989) - *Sedimentologia e estratigrafia dos depósitos Quaternários do rio Minho (região de S. Pedro da Torre)*. Provas A. P. C. C., Universidade do Minho, 132p.
- Pereira, D. I. (1991) - Evolução quaternária do rio Minho na região de S. Pedro da Torre e Valença. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Min. Geol., Univ. Coimbra*, 112: 327-345.
- 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. (1998a) - Enquadramento estratigráfico do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental. *Comunicações do I.G.M.* Lisboa, 84 (1): A126-A129.
- Pereira, D. I. (1998b) - O registo sedimentar em Trás-os-Montes oriental nas proximidades do limite Neogénico-Quaternário. *Estudos do Quaternário (APEQ)*, 2 (em publicação).
- Pereira, D. I. (1999) - Terciário de Trás-os-Montes oriental: evolução geomorfológica e sedimentar. *Comunicações do I.G.M.*, Lisboa, 86, (em publicação).
- Pereira, D. I. & Alves, M. I. C. (1993) - Estudo exoscópico de grãos de quartzo de depósitos de origem fluvial do Minho (Portugal). *El Cuaternario en España y Portugal*, Instituto Tecnológico Geominero de España (Ed.), Madrid, Spain, 1: 111-118.
- Pereira, D. I. & Azevêdo, T. M. (1991) - Origem e evolução dos depósitos de cobertura da região de Bragança. *Mem. Not. Pub. Mus. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 112 (A): 247-265.
- Pereira, D. I. & Azevêdo, T. M. (1993a) - Depósitos de preenchimento das depressões associadas ao acidente de Bragança-Manteigas, no sector a norte do Douro (Trás-os-Montes, Portugal). *Actas da 3ª Reunião do Quaternário Ibérico*. Coimbra: 183-190.
- Pereira, D. I. & Azevêdo, T. M. (1993b) - Caracterização sedimentológica e geomorfológica dos depósitos de Raña da região de Bragança, com vista à definição das suas condições de génese e evolução. *Monografias 2, La Raña en España y Portugal*, Centro de Ciencias Medioambientales, Madrid: 27-39.
- Pereira, D. I. & Azevêdo, T. M. (1995) - Evolução quaternária do graben da Vilariça (Trás-os-Montes, NE Portugal). *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, Corunha, Espanha, 20: 123-137.
- Pereira, D. I. & Brilha, J. (1999) - Clay mineralogy of sedimentary rocks with mafic and ultramafic sources (NE Portugal). *Proc. Euroclay 1999*, Cracóvia, Polónia.
- Pereira, D. I. & Brilha, J. (2000) - Mineralogia da fracção argilosa da Formação de Vale Álvaro (Bragança, NE Portugal). Neste volume.
- Pereira, D. I. & Cunha, P. P. (1999) - Aspectos geológicos e geomorfológicos do Cenozóico da região de Longroiva-Vilariça (NE Portugal): implicações na interpretação da elaboração da paisagem regional. *Encontros de Geomorfologia (Comunicações)*, Universidade de Coimbra, 53-60.
- Pimentel, N. (1997) - *Terciário da Bacia do Sado, sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 381p.
- Ribeiro, O., Neiva, J.M.C. & Teixeira, C. (1943) - Depósitos detriticos da bacia do Cávado. (Nota preliminar). *Bol. Soc. Geol. Portugal*, III: 87-94.
- Romaní, J.R.V., Mosquera, D.F., Marti, K. & Ferreira, A.B. (1999) - Nuevos datos para la cronología glacial pleistocena en el NW de la Península Ibérica. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, Corunha, 24: 7-29.
- Santisteban, J. I., Mediavilla, R., Martín-Serrano, A., & Dabrio, C. J. (1996) - *The Duero Basin: a general overview. Tertiary basins of Spain; the stratigraphic record of crustal kinematics* (Ed. Friend & Dabrio), Cambridge Univ. Press: 183-187.
- Sequeira, A., Cunha, P. P. & Sousa, M. B. (1997) - A reactivação de falhas, no intenso contexto compressivo desde meados do Tortoniano, na região de Espinhal-Coja-Caramulo (Portugal Central). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 83: 95-126.
- Teixeira, C. (1944) - Tectónica Plio-Pleistocénica do Noroeste Peninsular. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 4(I-II): 19-41.
- Teixeira, C. (1979) - Plio-Pleistocénico 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 1/50000. Notícia Explicativa da folha 5-C, Barcelos. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 49 p.
- Van Couvering (1997) - Preface: the new Pleistocene. In: *The Pleistocene Boundary and the Beginning of the Quaternary*. Ed. Van Couvering. World and Regional Geology, Cambridge University Press, 9, xi-xvii.