

PROBLEMÁTICA DA CARTOGRAFIA DOS DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS

BERNARDO BARBOSA & ANTÓNIO BARRA *

Resumo

Os mapas geológicos nacionais mostram, geralmente, os depósitos de terraço do Quaternário escalonados, em forma de degraus. A cartografia destes depósitos inicia-se, praticamente, à cota imediatamente abaixo dos 100 metros de altitude (identificada com a base dos depósitos do Pliocénico); seguidos dos depósitos dos 90 – 80 m (designados por Q^1); depois vêm os dos 70 – 60 m (Q^2_a); seguem-se os dos 50 – 45 m (Q^2_b); os depósitos dos 40 – 30 m (Q^3) e assim, sucessivamente, terminando nos Q^4 , normalmente desdobrados em depósitos a cotas dos 20 – 15 m (Q^4_a) e dos 10 – 5 m (Q^4_b), totalizando 6 terraços edificadas nas fases inter-glaciares, separados por 6 intervalos correspondentes às fases glaciares.

Assim como para as outras unidades, as siglas utilizadas para os terraços do Quaternário (associadas às respectivas cotas), tinha significado cronoestratigráfico.

O mapa geológico de Vagos, na escala 1/50 000, foi a primeira carta a ser editada pelos SGP com legenda litoestratigráfica. No entanto, o critério altitudinétrico persistiu na cartografia dos depósitos quaternários deste mapa, com fins de correlação cronoestratigráfica, seguindo o da folha vizinha de Aveiro, a norte. Porém, no mapa de Cantanhede, contíguo para sul ao de Vagos, introduz-se já o critério litoestratigráfico nos depósitos de terraços, com referência à altimetria.

O Pliocénico do baixo rio Vouga, especialmente da área de Águeda-Oiã apresenta «subsidência relativa». Para o período de tempo de 3 Ma (Pliocénico superior – Placenziano) calcula-se uma taxa média de subsidência de 0,1 mm por 10 anos. Este valor corresponde a taxas de fluência cerca de 10 vezes inferiores às calculadas para soerguimento gerador dos intervalos de escalonamento entre os vários terraços (10m /100 Ka=1mm/10 anos).

O soerguimento continental (à taxa de 10m/100 Ka) seria responsável pelo escalonamento dos vários níveis de terraços. Mas, para taxas de soerguimento mais elevadas, parece não ser possível obter qualquer depósito, por falta de capacidade de acomodação de sedimentos e também por aumento de energia potencial. Em vez de deposição ter-se-ia progradação, erosão, encaixe e o ravinamento (ex. rio Douro, a montante de Castelo de Paiva; ilhas Atlânticas, Rias Galegas, etc.).

A disposição continua ou imbricada de terraços (na definição de aparentes plataformas) pode dever-se a taxas moderadas de soerguimento e/ou basculamento relativo.

Para se dar a inversão estratigráfica da disposição dos terraços quaternários, seria necessário obter taxas de «basculamento» ou afundimento tectónico semelhantes ou superiores às velocidades instantâneas reconhecidas em restritas regiões do Globo (muito superiores a 1 a 2 mm/10 anos).

Em cartografia a caracterização sedimentológica, nomeadamente litoestratigráfica, constituiu um critério auxiliar de equivalência e de diferenciação estratigráficas, que deve prosseguir, com referência à altimetria. Mas, as siglas clássicas utilizadas com significado cronoestratigráfico devem ser abandonadas e substituídas por outras com carácter e significados litoestratigráficos.

Os critérios litoestratigráficos não possuem qualquer capacidade de correlação cronoestratigráfica e, por isso, terão de ser, naturalmente, complementados e cruzados com outros critérios, nomeadamente, paleontológicos, arqueológicos e de datação absoluta.

Palavras chave: – terraços quaternários, altimetria, soerguimento, basculamento.

Abstract

Generally, portuguese geological maps show the terrace deposits of the Quaternary displayed in steps. Their mapping starts practically below the base of the Pliocene deposits, at a height of 100 m, followed by the 90 – 80m deposits (identified by Q^1); afterwards comes the 70 – 60 m terraces (Q^2_a); which are followed by the 50 – 45 m deposits (Q^2_b); the 40 – 30 m deposits (Q^3) and so on finishing with Q^4 , normally, also displayed into two terraces at 20 – 15 m (Q^4_a) and at 10 – 5 m (Q^4_b), totalizing 6 terraces built in interglacial cycles and separated, generally, by 6 intervals corresponding to the glacial cycles.

The geological map symbols of these quaternary deposits (with the altimetric elevation), as in other units, had a cronostratigraphic connotation.

The Vagos geological map, at 1/50.000 scale, was the first map edited by the Portuguese Geological Survey (SGP) showing a lithostratigraphic legend. Although, altimetric criteria persisted in the mapping of the quaternary deposits, as a means of cronostratigraphic correlation, following similar criteria of the Aveiro map (towards the north). However, in the Cantanhede map adjacent to Vagos towards the south, the lithostratigraphic criterion is already introduced within the terrace deposits, relating them to the altimetry.

The Pliocene of the lower Vouga River, especially in the Águeda-Oiã area, shows a «relative deepening». For the period of time of 3 My (Upper Pliocene – Placenzian) the average subsidence rate of 0.1 mm/10 years has been calculated. This value corresponds to creeping rates around 10 times lower than those calculated to the uplift responsible for the intervals between the terrace deposits (10 m/100 Ky = 1mm/10 years)

The continental uplift (at 10m/100 Ky rate) would be responsible for the «normal differentiation» of the stepping of the various terraces levels. But, for higher uplift rates, it does not seem possible to generate any deposit by absence of the sediment's accommodation capacity and also by the increase in

* Instituto Geológico e Mineiro – 4466-956, S. Mamede de Infesta, Portugal
BernardoBarbosa@igm.pt • AntónioBarra@igm.pt

potential energy. Instead of deposition there would be progradation, erosion, incision and/or ravination (e.g. Douro River, upstream Castelo de Paiva, Atlantic islands, Galician rias, etc.).

The continuous or imbricated display of the terraces (defining apparent platforms) occurs through moderate uplift rates and/or relative tilt.

Therefore, in order to obtain a stratigraphic inversion of the disposition of the quaternary terraces it would be necessary to have tectonic lowering rates or tilt near close to or higher (> 1 or 2 mm/10 years) than the instantaneous velocities known in restricted areas of the globe. The sedimentologic and lithostratigraphic characterisations represent criteria of sedimentary equivalence and differentiation to keep with reference to altimetry, although the classic map symbols with chronostratigraphic connotation must be substituted by other with lithostratigraphic significance.

The lithostratigraphic criteria are not capable of establishing any chronostratigraphic correlation, so they must be complemented with other criteria namely palaeontologic, archaeologic and isotopic dating.

Key words: – quaternary-terraces, altimetry, uplift, tilt.

Introdução

Ao falar-se da cartografia dos depósitos do Quaternário em Portugal, associa-se imediatamente o critério altimétrico ou altitudinétrico, ainda hoje utilizado na cartografia geológica desses depósitos. Esse facto, recorda-nos o nome de dois conhecidos geólogos, George Zbyszewski e Carlos Teixeira, que figuram como introdutores, pelo menos, da metodologia cartográfica e das legendas do Quaternário, na grande maioria dos nossos mapas geológicos. Efectivamente, deve-se a Zbyszewski ter sido praticamente o iniciador da cartografia do Quaternário, nos finais da década de 30, sob influência da escola francesa, via norte de Marrocos, orientado pelo professor Jacques Bourcart.

Os mapas geológicos mostram, no geral, os vários depósitos do Quaternário escalonados em forma de terraços, ora recobrimdo áreas emersas da plataforma, descendo até às proximidades da linha de costa, ora ao longo de alguns vales, suavizando em patamares as vertentes onde se encaixam. Definiam-se, assim, os depósitos de terraços de praias antigas ou «praias levantadas» e os depósitos de terraços fluviais. A cartografia destes depósitos inicia-se, praticamente, à cota imediatamente abaixo dos 100 metros de altitude (identificada, no geral, com os depósitos do Pliocénico); seguidos dos depósitos dos 90 m aos 80 m (designados por Q^1); depois vêm os dos 70 aos 60 m (Q^2_a); seguem-se os dos 50 aos 45 m (Q^2_b); o depósito dos 40-30 m (Q^3) e assim sucessivamente, terminando nos Q^4 , no geral, também desdobrados em depósitos a cotas dos 20-15 m (Q^4_a) e dos 10-5 m (Q^4_b), totalizando 6 terraços edificadas nas fases inter-glaciares e separados, normalmente, por 6 intervalos correspondentes às fases glaciares.

Este conjunto de siglas adoptadas para os terraços do Quaternário, bem como as outras para as restantes unidades, tinha significado cronoestratigráfico que associavam as respectivas cotas altimétricas.

Esta metodologia criticada, primeiramente, por CARVALHO (1981) tem sido, recentemente, contradi-

tada por vários autores, dos quais se destacam: FERREIRA (1991), DAVEAU (1993), REBELO (1993), GRANJA & GROOT (1996), CARVALHO & GRANJA (1997) e GRANJA (1999).

Cartografia litoestratigráfica vs altimetria

No campo, não é fácil diferenciar e individualizar os depósitos do Quaternário, atendendo apenas às suas características sedimentológicas devido, normalmente, à semelhança da composição litológica. Qualquer interrupção da sua continuidade cartográfica, quer lateralmente, quer por qualquer «acidente ou ressalto topográfico» pode ter significado cartográfico e/ou estratigráfico. Embora a análise sedimentológica, como meio de caracterização ou de equivalência litoestratigráfica com outros depósitos seja possível, essa equivalência pode conduzir a resultados aparentemente credíveis, dada a escassez de contrastes sedimentológicos como se disse mas, sobretudo, de elementos paleontológicos com valor cronoestratigráfico. Recorre-se, por isso, à sua continuidade lateral, mesmo que, quando interrompida, se posicione com igual continuidade altimétrica. No entanto, é necessário reconhecer, para os depósitos situados a cotas imediatamente acima ou abaixo, posicionamentos com significado estratigráfico. Essas diferenças parecem não corresponder a rejeitos «instantâneos» de origem tectónica, dada a necessidade de elevadas taxas de movimentação tectónica, mas sim a um processo de fluência de soerguimento lento, como veremos adiante.

O Pliocénico em Portugal

Os depósitos do Pliocénico são facilmente reconhecidos do ponto de vista litoestratigráfico e do seu posicionamento altimétrico (>100 m), que os identifica e diferencia, claramente, dos depósitos mais modernos, quaternários, nomeadamente, na plataforma de Leiria-Pombal (BARBOSA, 1983) e na Bacia Terciária do Baixo Tejo (BARBOSA & REIS, 1996; MARTINS, 1999). De um modo geral, o Plio-

cénico é constituído por depósitos continentais azóicos, com carácter fluvial. Constituem excepção algumas incursões parálicas e marinhas datadas, primeiramente, por DOLLFUS & COTTER (1909) do Placenciano e, por TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951, 1954); ROCHA & MARTINS (1953); ZBYSZEWSKI (1959); CARDOSO (1984), ocorrentes na ribeira de Carnide, em Pombal. Salienta-se, ainda, o trabalho síntese sobre o Plio-Plistocénico (TEIXEIRA, 1979) e, mais recentemente, os trabalhos de CACHÃO (1989, 1990) e CACHÃO & SILVA (1990) sobre a associação nanofossil *Discoasteridae*, indicativa da Zona CN 12a do Placenciano e o 12a de CUNHA *et al.* (1993) de síntese do Pliocénico superior.

O Pliocénico em Portugal corresponde a uma fase de sedimentogénese que, segundo pensam alguns autores (MARTIN SERRANO, 1988), poderia ter decorrido até finais do Pliocénico início do Quaternário, culminando com depósitos tipo «raña». Identificam-se com esta fase, designadamente, a Formação Gandra, na Mealhada (GRADE & MOURA, 1980) e os Conglomerados de Vila de Rei (BARBOSA & REIS, 1995), na Bacia Terciária do Baixo Tejo, à qual se seguiria, então, a fase de gliptogénese quaternária.

Eustatismo vs tectónica

Dado que o eustatismo apresenta comportamento sinusoidal, de carácter global, são-lhe atribuídas taxas elevadas, tanto de subida como de descida do nível do mar, relativamente às da fluência tectónica, de carácter linear e local (CROSS, 1988; VAIL *et al.*, 1991), que só atingem processos acelerativos na proximidade da ocorrência dos sismos. Nomeadamente, os ciclos de Milankovitch (com periodicidades da ordem dos 100 Ka a 30 Ka) apresentam maiores taxas relativamente aos ciclos de ordem superior, pelo que se pensa serem capazes de se sobrepor, quer aos produtos do eustatismo (de ciclos anteriores), quer à fluência tectónica.

Considerando para o Quaternário o período de tempo, de aproximadamente 1,8 Ma, repartido pelos registos das 12 situações de deposição (interglaciares) e de erosão (glaciares), obtém-se intervalos de 100 a 200 Ka (1,8 Ma /12), considerados compatíveis com a frequência dos ciclos de Milankovitch. Antoine, 1994 (*in* BLUM & TÖRNQVIST, 2000), para os terraços do vale do Somme, em França, e Bridgland, 1994 (*op. cit.*, 2000), para os do Tamisa, em Inglaterra, expressam iguais intervalos de ciclicidade.

Partindo dessa base, o cálculo realizado para os intervalos médios de 10 m, dos 12 episódios de erosão/deposição, durante 1,8 Ma, aponta para uma taxa de soerguimento da ordem de 1 mm por 10 a 20 anos.

Esta velocidade é compatível com a determinada, noutra base, por CABRAL (1995, p. 108), para o levantamento da área litoral e, mais recentemente, por MADDY *et al.* (2000), apoiados em datações de isótopos de oxigénio ($\delta^{18}\text{O}$), de terraços do Tamisa, que indicam taxas de incisão para o vale do Tamisa de 0,7 a 1 mm/10 anos.

Por outro lado, os máximos dos ciclos eustáticos de 3.^a ordem, no Quaternário (representados nos ciclos Calabrian, Emiliano, Siciliano e Milaziano) apresentam, praticamente, igual amplitude máxima (*vd* carta de ciclos eustáticos de HAQ *et al.*, 1988), isto é, sem qualquer amortecimento. Shackleton & Opdyke (*in* MADDY *et al.*, 2000) ao referirem-se às flutuações cíclicas do volume global dos gelos, dizem que elas não mostram uma clara tendência de progressivo abaixamento do nível do mar. Assim, o escalonamento dos terraços, dever-se-ia não a processos eustáticos, mas, essencialmente, ao levantamento tectónico continental.

Exemplo da cartografia dos depósitos quaternários nas áreas dos mapas geológicos de Aveiro, Vagos e Cantanhede

O mapa geológico de Vagos, da escala 1/50 000 (BARBOSA, 1981), foi a primeira carta a ser editada pelos SGP com legenda litoestratigráfica. Porém, o critério altitudimétrico ainda foi utilizado na cartografia dos depósitos do Quaternário, com fins de correlação cronoestratigráfica, seguindo o da folha vizinha de Aveiro, a norte. Contudo, no mapa de Cantanhede (BARBOSA *et al.* 1988), contíguo para sul ao de Vagos, introduz já o critério litoestratigráfico, também, para os depósitos de terraços, conforme comenta DAVEAU (1993), mas sem deixar de os referenciar à altimetria.

Na região de Aveiro até ao norte da Figueira da Foz, os depósitos do Quaternário presentes em quase toda a área vestibular da bacia do rio Vouga, reflectem o andamento estrutural do substrato cretácico, que lhes dá suporte. Essa estrutura (CHOFFAT, 1900) situa-se entre a falha de Angeja, a norte —(mero ressalto erosivo segundo TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI, 1976) com continuidade para NW, na plataforma marinha— e o eixo do anticlinal de Mogofores-Tocha, a sul (*ibid.*, 1900). Forma uma bacia (em sinclinal) cujo eixo inclina para W (*vd* BARBOSA, 1996). Admite-se que o basculamento, para W, dos sedimentos cretácicos (áreas de cota <100 m, *in* mapa de CABRAL, 1995, p. 95) possa ter condicionado a deposição quaternária, contribuindo deste modo para «dificultar» a separação dos terraços quaternários, como se explicará seguidamente.

Nesta região, CARVALHO (1949, 1951, 1952, 1964), baseando-se em critérios geomorfológicos, considerou duas unidades morfológicas básicas:

1. A «Plataforma de Murte-de-Cordinhã», que compreenderia as formas e os depósitos situados acima dos 100 m, onde diferencia depósitos fluviais e marinhos, e ainda, a «Plataforma de Santa Luzia-Barcouço». No mapa de Cantanhede (BARBOSA *et al.*, 1988) separam, relativamente à primeira plataforma, as Areias de Cordinhã e as Cascalheiras de Gordos, admitindo (*ibid.*, 1949, 1951, 1952, 1964) para estes depósitos idade Pliocénico (*s.l.*).

Porém, o depósito de Oiã (situado entre os 60-50 m), na folha de Vagos (BARBOSA, 1981), está identificado como Q^2_b , mas hoje, parece ser, claramente, do Pliocénico, por mostrar arranjo e estruturas sedimentológicas reconhecidas nos depósitos daquela idade. O mesmo se passa com os restantes depósitos situados no prolongamento do de Oiã para poente, que definem as áreas planas de Troviscal-Palhaça (50-45m – Q^2_b) e de Ouca-Sosa (70-45m – Q^2_a e Q^2_b). Todos estes depósitos, na sua continuação para norte, na folha de Aveiro, integram a «Plataforma de Oliveirinha» (CARVALHO, 1952, 1953), que TEIXEIRA & ZBYSEWSKI (1976) subdividiram nos terraços Q^2_a e Q^2_b (dos 70-45m). À escala 1/500 000, o limite entre o Quaternário e o Pliocénico é sugerido pelo alinhamento estrutural S-N de Montemor-o-Velho, Cadima (Cantanhede), Mamarrosa-Palhaça, Angeja.

2. A «Plataforma de Cantanhede-Mira» (CARVALHO, 1952, 1964) desenvolve-se dos 90 m, a nascente até aos 30 m, a poente. BARBOSA *et al.* (1988) desdobram esta plataforma em duas unidades litoestratigráficas: as Areias de Araze de (95-75 m – Q^1) e as Areias de Cantanhede (70-50 m – Q^2) que, para norte, estariam em continuidade com a «Plataforma de Oliveirinha» (*ibid.*, 1952, 1953).

Se o «basculamento» dos sedimentos cretácicos se continuou até ao Quaternário e permitiu que as formas e depósitos do Pliocénico tenham sido retrabalhados

com continuidade no Quaternário, elas poderão definir aparentemente, do ponto de vista morfológico, uma única forma, ou seja, a «Plataforma de Cantanhede-Mira» – «Plataforma de Oliveirinha» (*cf.*, 1952, 1953, 1964). Mas, do ponto de vista estratigráfico, esta associação de plataformas poder-se-à considerar resultante da justaposição lateral ou imbricação de depósitos, com características sedimentológicas e estratigráficas distintas. Esses sedimentos ter-se-iam depositado à medida da «taxa de subsidência relativa», ou de não levantamento da região em causa, e corresponderiam às unidades litoestratigráficas definidas no mapa de Cantanhede por BARBOSA *et al.* (1988).

No entanto, nos depósitos pliocénicos da área de Águeda, Oiã, etc., estão reconhecidas situações de «basculamento e afundimento relativos» (fig.1), que os situam 30 a 40 m abaixo da cota normal de afloramento dos depósitos pliocénicos (posicionados aproximadamente aos 100 m). A taxa média, de «afundimento relativo», calculada para o período de tempo de 3 Ma (Pliocénico superior – Placenciano) andaria na ordem de 0,1 mm por 10 anos, compatível com a taxa média, de 0,16 mm/10 anos, calculada por MARTINS (1999, p. 448) na bacia do Tejo, para alguns degraus tectónicos de depósitos pliocénicos. Repare-se que, em ambas as situações, estes valores, para o Pliocénico superior, correspondem a taxas de fluência cerca de 10 vezes inferiores às calculadas para os intervalos de separação (por soerguimento) entre os vários terraços (10m /100 Ka=1mm/10 anos).

Consequentemente, considera-se que, o soerguimento continental (à taxa de 10m/100 Ka) seria responsável, pela «diferenciação normal» (fig.2), de escalonamento, dos vários níveis de terraços. Mas, para taxas de soerguimento mais elevadas, parece não ser possível obter qualquer depósito, por falta de capacidade de acomodação de sedimentos e por aumento de energia potencial, como já se disse. Em vez de deposição, ter-se-ia progradação, erosão, encaixe e ou ravinamento (ex. rio Douro, a montante de Castelo de Paiva; ilhas Atlânticas e Rias Galegas, etc.).

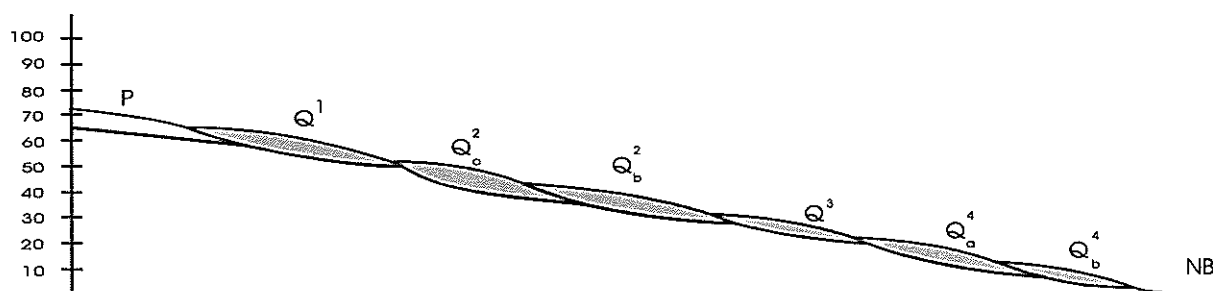


Fig. 1 – Imbricação de terraços quaternários, definindo aparente plataforma.

Fig. 1 – Imbrication of quaternary terraces, defining apparent platform.

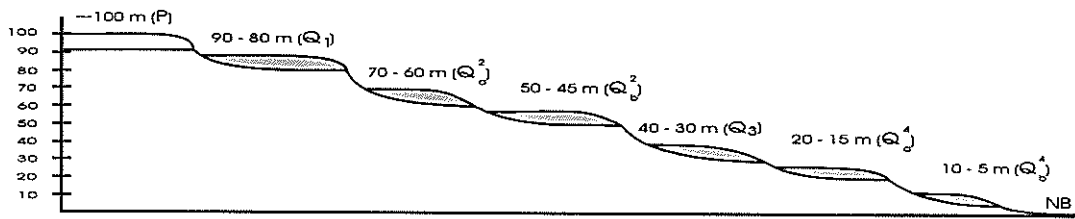


Fig. 2 – Escalonamento dos terraços quaternários, segundo Zbyszewski e Teixeira.

Fig. 2 – Steplike disposition of quaternary terraces, after Zbyszewski and Teixeira.

Conclusões

1. A génese dos depósitos de terraços no Quaternário associa-se directamente ao controlo glácio-eustático.
2. É reconhecida a intervenção da componente tectónica de soerguimento continental, como possível responsável, na generalidade, pelo escalonamento dos depósitos quaternários, cujas taxas médias de movimentação vertical são compatíveis com esse mesmo escalonamento.
3. A disposição continua ou imbricada dos depósitos de terraços (na definição aparente de plataformas) poderá ser possível para taxas moderadas de soerguimento e/ou basculamento relativo.
4. Para que a estratigrafia escalonada dos terraços quaternários se invertesse, isto é, passa-se a normal, seria necessário obter taxas de «basculamento» tectónico semelhantes ou superiores às velocidades instantâneas reconhecidas em restritas regiões do Globo (superiores a 1 a 2 mm/10 anos).
5. De modo inverso, a não deposição de depósitos de terraços, reconhecida em vários pontos do Globo e em Portugal, só parece ser possível para taxas elevadas de soerguimento continental.
6. Na cartografia de depósitos quaternários a caracterização sedimentológica, nomeadamente litoestratigráfica, constituiu um critério auxiliar de equivalência e de diferenciação estratigráficas, que deve prosseguir com referência à altimetria.
7. As clássicas siglas, que possuíam significado cronoestratigráfico, devem ser abandonadas e substituídas por outras com carácter e significados litoestratigráficos.
8. Os critérios litoestratigráficos não possuem qualquer capacidade de correlações de carácter cronoestratigráfico e, por isso, terão de ser, naturalmente, complementados e cruzados com outros critérios, nomeadamente, paleontológicos, arqueológicos e de datação absoluta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, B. P. (1981) – Notícia Explicativa da folha 16-C (Vagos) da Carta Geológica de Portugal, na escala 1/50.000. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 60 pp.
- BARBOSA, B. P. (1983) – Argilas especiais de Barracão-Pombal – prospecção e cálculo de reservas. *Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min.*, Porto, XXV, (3-4): 193-212.
- BARBOSA, B. P. (1996) – Implicações da Estrutura Geológica de Aveiro-Vagos no Planeamento Regional e Urbano. Ed. *Inst. Geol. Mineiro*, S. Mamede de Infesta, Portugal.
- BARBOSA, B. P. & REIS, R. P. B. Pena dos, (1995) – Depósitos do tipo «Raia» da região de Vila de Rei-Mação. Seu significado no levantamento da Cordilheira Central. IV Congresso Nacional de Geologia, *Publ. Museu e Lab. Min. e Geo. da Fac. Ciências da Univ. Porto*, Memória, 4: 33-38.
- BARBOSA, B. P. & REIS, R. P. B. Pena dos, (1996) – Geometrias de enchimento, sistemas deposicionais e organização estratigráfica do Pliocénico continental da Bacia Terciária do Baixo Tejo (Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 82: 51-86.
- BARBOSA, B. P., SOARES, A. F., ROCHA, R. B., MANUPPELLA, G. & HENRIQUES, M. H. (1988) – Carta geológica de Portugal, na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 19-A (Cantanhede). *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa, 46 pp.
- BLUM, M. D. & TÖRNQVIST, T. E. (2000) – Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. *Sedimentology*, 47 (Suppl. 1): 2-48.
- CABRAL, J. (1995) – Neotectónica em Portugal Continental. *Mem. Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa, 31, 265 pp.
- CABRAL, J. & RIBEIRO, A. (1988) – Carta Neotectónica de Portugal Continental, escala 1/1.000.000. *Serv. Geol. Portugal / Dep. Geol. Fac. Cienc. Univ. Lisboa / Gab. Prot. Seg. Nuclear. Serv. Geol. Portugal* (Ed.), Lisboa.
- CACHÃO, M. A. P. (1989) – *Contribuição para o estudo do pliocénico marinho português (sector Pombal-Marinha Grande) – micropaleontologia e biostratigrafia*. Tese de doutoramento (não publicada). *Fac. Cien. Univ. Lisboa*, 204 pp.
- CACHÃO, M. A. P. (1990) – Posicionamento biostratigráfico da jazida pliocénica de Carnide (Pombal). *Gaia*, 2: 11-16.
- CACHÃO, M. A. P. & SILVA, C.M. (1990) – The pliocene of the portuguese west margin (Pombal – Marinha Grande sector). *Biostratigraphy, paleocology, sedimentology evolution. IX R.C.M.N.S. Congress (abstracts)*, Barcelona, 83-85.
- CARDOSO, J. L. (1984) – O Pliocénico marinho de Caldas da Rainha e de Pombal. *Sedimentologia e micropaleontologia. Enquadramento paleogeográfico e paleoecológico. Volume d'hommage au Géologue Zbyszewski*. (Ed. Recherche sur les Civilisations), Paris, 155-196.
- CARVALHO, G. S. (1949) – Les dépôts des terraces et la paléogéographie du Pliocène dans la bordure meso-cénozoïque occidentale du Portugal. *Rev. Fac. Ciências Univ. Coimbra*, XVIII: 34-58.
- CARVALHO, G. S. (1951) – A geologia do Baixo Mondego nos arredores de Coimbra (Estado actual do seu conhecimento). *Mem. Notícias, Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 29: 1-33.
- CARVALHO, G. S. (1952) – Les dépôts détritiques et la morphologie de la Gândara au Nord de la Serre de Boa Viagem (Portugal). *Rev. Geom. Dynamique*, Paris, 6: 275-293.

- CARVALHO, G. S. (1953) – Les sediments pliocénique et la morphologie de la région entre Vouga et Mondego (Portugal). *Mem. Notícias, Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 34: 29-46.
- CARVALHO, G. S. (1964) – As Areias da Gândara (Portugal), uma formação eólica quaternária. *Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências Univ. Porto*, LXXXII (4.^a sér.), 32 pp.
- CARVALHO, G. S. (1981) – Uma metodologia para análise dos depósitos do Quaternário. *Arqueologia, Porto*, 4: 50-63.
- CARVALHO, G. S. & GRANJA, H. M. (1997) – Terraços versus litostratigrafia e geocronologia do Plistocénico e do Holocénico da zona costeira do Minho (Portugal). *Estudos do Quaternário, APEQ, Lisboa*, 1: 25-40.
- CHOFFAT, P. (1900) – Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Deuxième étude. Le Crétacique Supérieur au Nord du Tage. *Mem. Dir. Serv. Geol. Portugal, Lisbonne*, 287 pp.
- CROSS, A. T. (1988) – Controls on Coal Distribution in Transgressive Regressive Cycles, Upper Cretaceous, Western interior, USA. In: WILGUS, C. K. et al. (Ed.): *Sea-Level changes – An integrated approach*. SEPM, Sp. Pub., 42: 375-380.
- CUNHA, P. PROENÇA, BARBOSA, B. P., & REIS, R. P. B. PENA DOS (1993) – Synthesis of the Piacenzian onshore record between the Aveiro and Setúbal parallels (Western portuguese margin). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 12: 35-43.
- DAVEAU, S. (1993) – Terraços fluviais e litorais. In *O Quaternário em Portugal. Balanço e perspectivas*. APEQ, Ed. Colibri, Lisboa, p. 17-28.
- DOLLFUS, G. & COTTER, B. (1909) – Le Pliocène au Nord du Tage (Paisancien). Mollusques Tertiaires du Portugal, 1^{er} Partie – Pelecypoda. *Comm. Serv. Geol. Portugal, Lisboa*, VII-XXIV, 9 est.
- FERREIRA, A. B. (1991) – Neotectonics in northern Portugal. A geomorphological approach. *Zeit. F. Geomorph.*, Berlin-Stuttgart, Suppl. Bd. 82: 73-85.
- GRADE, J. & MOURA, C. (1980) – Le Bassin Sédimentaire d'Aguada de Cima (Centre du Portugal). *Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa*, 22: 197-207.
- GRANJA, H. M. (1999) – Evidence for Late Pleistocene and Holocene sea-level, neotectonic and climate control in the coastal zone of northwest Portugal. *Geologie in Mijnbouw*, 77: 233-245.
- GRANJA, H. M. & GROOT, T. A. M. (1996) – Sea-Level Rise and Neotectonism in a Holocene Coastal Environment at Cortegaça Beach (NW Portugal). A case Study. *Journal of Coastal Research, Fort Lauderdale, Florida*, 12 (1): 160-170.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. & VAIL, P. (1988) – Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: WILGUS, C. K. et al. (Ed.): *Sea-Level changes – An integrated approach*. SEPM, Sp. Pub., 42: 83-94.
- MADDY, D., BRIDGLAND, D.R., GREEN, C.P. (2000) – Crustal uplift in southern England. Evidence from the river terrace records. *Geomorphology*, 33: 167-181.
- MARTINS, A. (1999) – *Caracterização morfotectónica e morfosedimentar da Bacia do Baixo Tejo (Pliocénico e Quaternário)*. Tese de doutoramento (não publicada) Univ. Évora, 500 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988) – Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales. *Bol. Geol. Min. España*, 99: 855-870.
- REBELO, F. (1993) – A representação do Quaternário na cartografia geológica e geomorfológica portuguesa. In *O Quaternário em Portugal. Balanço e perspectivas*. APEQ, Ed. Colibri, Lisboa, pp. 29-34.
- ROCHA, A. T. & MARTINS, J. FERREIRA (1953) – Estudo dos foraminíferos fósseis do Pliocénico da região de Pombal. *Rev. Fac. Ciências, 2.^a sec., C – Ciências Naturais, Lisboa*, III, (1): 129-156.
- TEIXEIRA, C. (1979) – Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa*, 65: 35-46.
- TEIXEIRA, C. & ZBYSZEWSKI, G. (1951) – Note sur le Pliocène de la région à l'Ouest de Pombal. *Com. Serv. Geol. de Portugal, Lisboa*, XXXII: 295-302.
- TEIXEIRA, C. & ZBYSZEWSKI, G. (1954) – Contribution à l'étude du litoral pliocène au Portugal. *Cong. Intern. Geol. C. R. de la dix-neuvième session, Alger 1952. Section XIII*.
- TEIXEIRA, C. & ZBYSZEWSKI, G. (1976) – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 16-A (Aveiro), *Serv. Geol. Portugal, Lisboa*, 39 pp.
- VAIL, P. R., AUDEMARD, F., BOWMAN, S.A., EISNER, P.N. & PEREZ-CRUZ, C. (1991) – The Stratigraphic Signatures of Tectonics, Eustasy and Sedimentology – an Overview. EINSELE et al., (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 714 pp.
- ZBYSZEWSKI, G. (1959) – Étude strutturale de l'aire typhonique de Caldas da Rainha. *Mem. Serv. Geol. Portugal, N. S., Lisboa*, 3, 184 p.