

Caracterização mineralógica da sequência sedimentar Ha7 do Cretácico Inferior do Guincho (Bacia Lusitaniana) (*)

Paula Gonçalves^{1a}, Paulo S. Caetano², Fernando Rocha^{1b}, Carine Lézin^{3a}
& Jacques Rey^{3b}

¹ Centro de Minerais Industriais e Argilas, Univ. Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; ^{a)} paulac.goncalves@mail.com; ^{b)} frocha@geo.ua.pt

² Centro de Investigação em Geociências Aplicadas, FCT/UNL, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal; pcsc@fct.unl.pt

³ Laboratoire des mécanismes de transfert en Géologie, UMR 5563, Université Paul Sabatier, 14 av. Edouard Belin, 31400 Toulouse, France; ^{a)} lezin@lmtg.obs-mip.fr; ^{b)} jacques.rey3@free.fr

Resumo

Palavras-chave: Sequências sedimentares, Mineralogia, Cretácico Inferior, Bacia Lusitaniana

Associações mineralógicas, em particular de minerais argilosos, têm sido largamente utilizadas em estudos estratigráficos de índole multidisciplinar. Este trabalho apresenta os resultados obtidos do estudo mineralógico de uma sequência deposicional definida no Cretácico Inferior da Bacia Lusitaniana, na região de Cascais.

O corte estratigráfico do Hauteriviano Superior – Barremiano Inferior do Forte do Guincho abrange na totalidade a sequência deposicional de 3^o ordem Ha7 definida por J. REY & *al.* (2003). Esta sequência foi estudada em grande pormenor através da realização de amostragem fina, camada-por-camada, correspondente a um total de 85 amostras. A análise das associações mineralógicas definidas forneceu um contributo para a reconstrução paleogeográfica e paleoambiental do intervalo estudado, assim como para um refinamento da interpretação sequencial e do posicionamento de limites de sequência e outras superfícies sequenciais (transgressivas e de inundação máxima).

Résumé

Mots-clés: Séquences sédimentaires, Minéralogie, Crétacé Inférieur, Bassin Lusitanien

Des associations minéralogiques, en particulier de minéraux argileux, ont été largement utilisées dans des études stratigraphiques multidisciplinaires. Cette note présente les résultats de l'étude minéralogique d'une séquence de dépôt du Crétacé Inférieur du Bassin Lusitanien, dans la région de Cascais.

La coupe de l'Hauterivien Sup.- Barrémien Inf. du Fort de Guincho comprend dans leur totalité la séquence de dépôt de 3^{ème} ordre Ha7, définie par J. REY & *al.* (2003). Cette séquence étudiée en détail, couche par couche, comprend un ensemble de 85 échantillons. L'analyse des associations minéralogiques étudiées a permis d'établir une reconstruction paléogéographique et paléoenvironnementale de l'intervalle de temps concerné; elle a permis aussi une meilleure définition de l'interprétation séquentielle et une précision des limites de séquences, y compris une *transgressive surface* et une *maximum flooding surface*.

Abstract

Key-words: Sedimentary sequences, Mineralogy, Lower Cretaceous, Lusitanian Basin

Mineralogical assemblages, specially clay mineral assemblages, have been widely used in multidisciplinary stratigraphical studies. This paper presents the results obtained in the study of a Lower Cretaceous depositional sequence from the Lusitanian Basin (Portugal).

The Upper Hauterivian – Lower Barremian section at Guincho Fort pertains mostly to the Ha7 3rd order depositional sequence defined by J. REY & *al.* (2003) and has been studied in a detailed bed-by-bed sampling corresponding to a total of 85 samples. The analysis of the obtained clay mineral assemblages has contributed to the paleoenvironmental and paleogeographical reconstruction of the studied interval and has improved the sequence stratigraphic interpretation and positioning of sequence boundaries and other sequential surfaces (transgressive and flooding surfaces).

(*) Trabalho realizado no âmbito do Projecto BIOSCALES – POCTI 36438/Pal/2000, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

1 – Introdução

Durante o Cretácico Inferior, a Bacia Lusitaniana é fortemente influenciada pelos diferentes episódios de abertura do Atlântico ao longo da Margem Ibérica. Deste modo, a sucessão completa dos depósitos encontra-se organizada em três ciclos transgressivos-regressivos de 2ª ordem: ciclo Valanginiano-Barremiano Inferior, ciclo Barremiano Superior-Aptiano Inferior e ciclo Aptiano Superior (*pro parte*)-Albiano Inferior. Estes encontram-se separados por crises que parecem coincidir com as principais fases de propagação da acreção oceânica. Na sua maior parte, os depósitos do Cretácico Inferior apresentam sedimentação com carácter fluvial. No entanto, a região de Lisboa é ocupada por domínio marinho (fig. 1) com auréola periférica de planície costeira de sedimentação siliciclástica, que pode estender-se por uma dezena de quilómetros de largura e plataforma subtidal de sedimentação predominantemente carbonatada; o depocentro da bacia encontra-se na vizinhança de Cascais (REY, 1972).

Para o intervalo Hauteriviano Superior – Barremiano Inferior, um dos melhores cortes de referência encontra-se nas arribas litorais nas proximidades do Forte do Guincho, a Norte da Praia Grande do Guincho, 30 km a Oeste de Lisboa e 7,5 km a Noroeste de Cascais (Fig. 1). O corte estudado, com cerca de 40 m de espessura de camadas calcárias intercaladas com calcários argilosos e, ocasionalmente, margas, pertence maioritariamente à sequência deposicional de 3ª ordem Ha7 (fig. 2); ele encontra-se posicionado imediatamente abaixo do limite Hauteriviano-Barremiano (-130 ±1 Ma, GRADSTEIN *et al.*, 2005), sendo abrangido pela Formação do Guincho, datada do Hauteriviano Superior – Barremiano Inferior (REY, 1992).

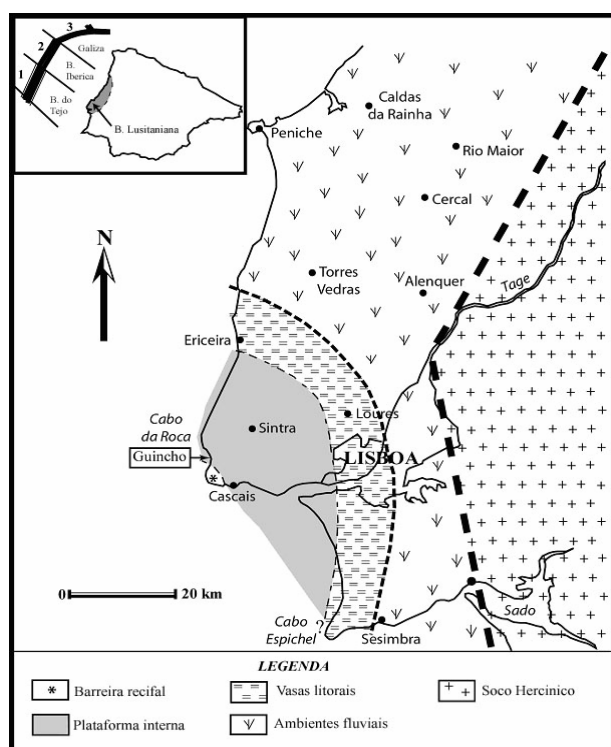


Fig. 1 – Enquadramento geológico e localização geográfica (adaptado de LEZIN & al., 2007).

ANDAR	Ciclos T - R	Seq. 3ª ord.	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS						
			Ericeira	Cascais, Sintra	Cabo Espichel				
ALBIANO	sup.	Al11 Al10 Al9 Al8	GALÉ	Ponta da Galé	?				
	méd.	Al7 Al6 Al5 Al4		Água Doce					
	inf.								
	APTIANO	sup.				RODÍZIO	RODÍZIO	RODÍZIO	
		inf.		Ap4 Ap3 Ap2 Ap1					CRISMINA Praia da Lagoa Ponta Alta Cobre
BARREMIANO		sup.	Ba6 Ba5 Ba4 Ba3 Ba2	REGATÃO	REGATÃO				REGATÃO
		inf.	Ba1 Ba0	RIBEIRA DE ILHAS	GUINCHO				BOCA DO CHAPIM PAPO SECO AREIAS DO MASTRO
		HAUTERIVIANO	Ha7 Ha6 Ha5 Ha4 Ha3 Ha2 Ha1	RIBAMAR					ROCHADOURO
	Va7 Va6		PRAIA DOS COXOS	CABO RASO	LAGOSTEIROS				
			SANTA SUSANA	MACEIRA	MACEIRA				
	SÃO LOURENÇO		GUIA	GUIA					
VALANGINIANO	Va5 Va4 Va3 Va2 Va1	VALE DE LOBOS	SERRADÃO	VALE DE LOBOS					

Fig. 2 – Unidades litostratigráficas do Cretácico Inferior no sector meridional da Bacia Lusitaniana. (adaptado de REY & al., 2003).

2 – Interpretação sequencial

A análise quantitativa dos parâmetros de fácies, juntamente com observações de campo, permitiu o estabelecimento de cinco fácies distintas (LEZIN & al., 2007), que levaram a uma primeira interpretação sequencial do corte em estudo (CAETANO, 2004) (fig. 3): **limite de sequência** – posicionado no limite entre as camadas C1 e C2, corresponde a uma superfície erosiva, é sobreposto por *grainstones* apresentando acumulação de litoclastos arredondados, que poderão ser interpretados ou como correspondendo ao desmantelamento dos depósitos recifais subjacentes num contexto de descida do nível relativo do mar, ou, mais provavelmente, a lacuna de fácies (*facies lag*) na base de um episódio transgressivo; a considerar-se o primeiro caso, a **superfície transgressiva** está provavelmente posicionada no limite entre C10 e C11. Sobre estes *grainstones*, a análise quantitativa dos foraminíferos bentónicos mostra que a sequência de 3ª ordem pode ser subdividida em dois grandes conjuntos, sendo o primeiro um conjunto inferior onde predomina *Choffatella* sp. e o segundo, um conjunto superior onde aumentam progressivamente os miliolídeos. O limite entre estes dois conjuntos é marcado por um enriquecimento em ostras, em elementos terrígenos (predomínio de camadas de calcários argilosos em relação às camadas de calcários francos), em *Trocholina* sp., *Neotrocholina* sp. e em nodosarídeos (*Lenticulina* sp.). Por outro lado, em ambos os extremos da sequência, observa-se a presença de *Ptygmatis* sp. que revela a presença de águas salobras. Do mesmo modo, as contagens efectuadas indicam uma progressiva queda na concentração de *Valvulineria* sp., da base para o meio da sequência. Esta

tendência é invertida à medida que se aproxima o limite com a sequência sobrejacente Ba0. Estes argumentos apontam para o posicionamento da **superfície de inundação máxima** em torno de C36. Finalmente, a presença de características de emersão expressas por dissolução precoce de bioclastos e preenchimento

precoce por sedimento interno (C76), o predomínio de gasterópodes típicos de ambientes médio – a supralitorais e o forte enriquecimento em miliólídeos, testemunhando a proximidade de planícies costeiras, permitem posicionar o **limite superior de sequência** no topo de C76.

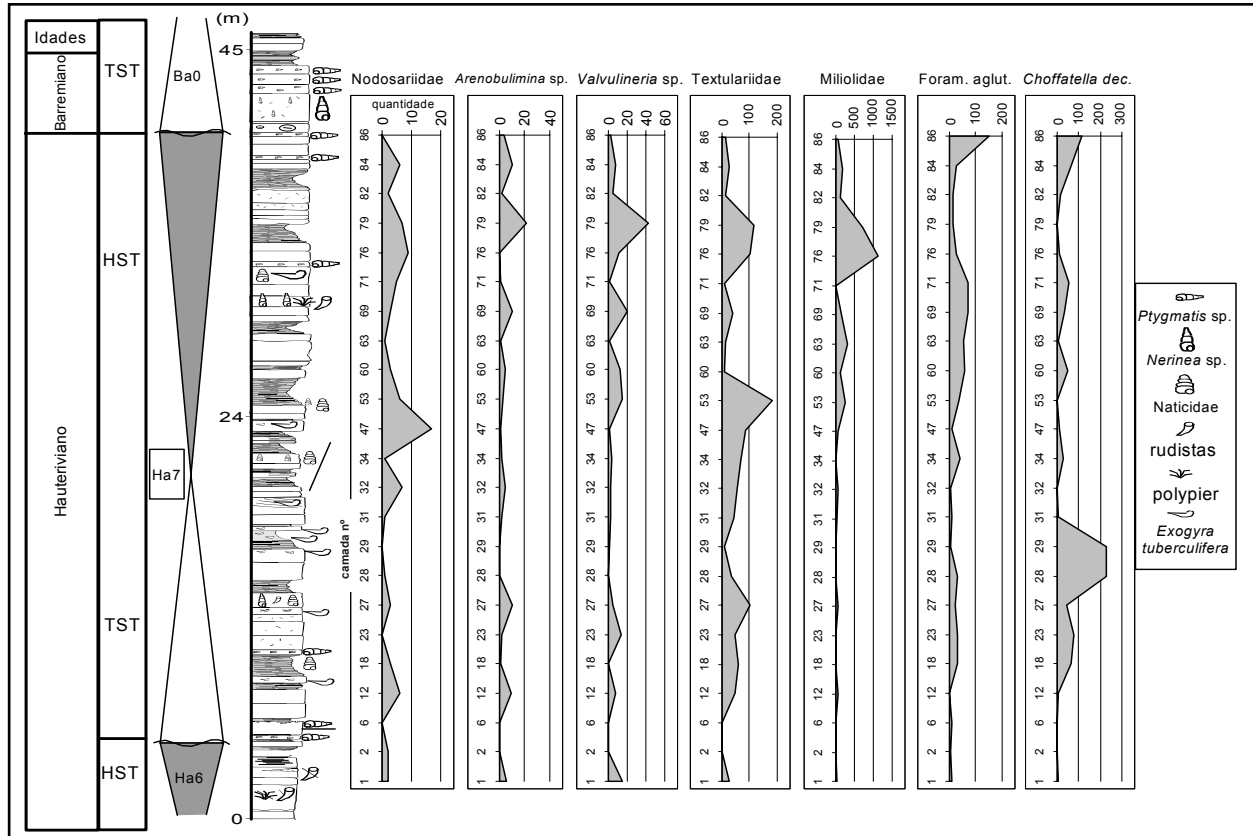


Fig. 3 – Variações de fácies, distribuição de organismos bentônicos principais e interpretação sequencial (adaptado de LEZIN & al., 2007).

3 – Metodologia

Foi recolhido e analisado um total de 85 amostras correspondendo cada uma delas a uma diferente camada litológica da série estudada (exceptuam-se C30, C43 e C45 devido ao seu elevado grau de alteração). Em C18 e C28 foram recolhidas duas amostras sendo uma delas correspondente ao topo da respectiva camada.

Todas as amostras foram submetidas a tratamento físico prévio que consistiu na sua fragmentação, de forma a obter uma granulometria mais fina e, posteriormente, na moagem fina em moinho de anéis de ágata.

Após uma primeira análise à composição mineral da amostra total verificou-se que as amostras tinham teores em carbonatos superiores a 95%. Esta elevada percentagem de carbonato iria ocultar a presença de outros minerais que poderiam existir na amostra. Assim, procedeu-se ao ataque com ácido acético em todas as amostras, a fim de eliminar a componente carbonatada (e concentrar o resíduo insolúvel), seguindo a metodologia aconselhada por M. RENARD & P. BLANC (1971, 1972) e P. CAETANO (1993): toma de 2,000g de

amostra, moída a 200 mesh, e atacada com (\pm) 50ml de ácido acético 1N durante 1 hora, a 50°C, para garantir a dissolução de dolomite eventualmente presente. Após o ataque ácido, o resíduo insolúvel foi separado da solução por centrifugação e decantação.

Os estudos mineralógicos de amostra total, da fracção insolúvel e da fracção argilosa do resíduo insolúvel (<2 μ m), foram efectuados por difracção de Raios X, seguindo-se metodologia referida em F. ROCHA (1993) e utilizando difractómetros Philips PW1130/90 e X'Pert PW3040/60, ambos com monocromatizador de grafite e fenda de divergência automática, e produzindo radiação Cu K α .

As amostras de rocha total e fracção insolúvel foram analisadas em pó, não orientadas, no intervalo 2° a 40° 2 θ , a 1° 2 θ /min, enquanto que a fracção argilosa do resíduo insolúvel foi analisada em agregados orientados, preparados à temperatura ambiente, tratados com glicerol e aquecidos a 300° C e a 550° C, no intervalo 2° a 20° 2 θ , também a 1° 2 θ /min.

Nas análises mineralógicas semiquantitativas efectuadas, os conteúdos relativos de cada mineral identificado

foram estimados tendo em conta os correspondentes poderes reflectores, conforme critérios recomendados por L. SCHULTZ (1964), J. THOREZ (1976), R. MELLINGER (1979) e D. PEVEAR & F. MUMPTON (1989). Procedeu-se igualmente à determinação do grau de cristalinidade das ilites através do índice de Kubler/Segonzac e dos critérios de H. KISCH (1991).

4 – Resultados e discussão

A análise dos resultados proporcionados pelo estudo mineralógico dos materiais amostrados, e que são apresentados sob a forma de logs, bem como o tratamento estatístico dos dados baseado na Análise em Componentes Principais (ACP) e Classificação Ascendente Hierárquica (CAH), permitiu efectuar algumas

interpretações relacionadas com a evolução vertical de componentes mineralógicos e respectivas associações ao longo da sequência deposicional estudada.

Numa leitura geral dos resultados é possível confirmar, pela evolução dos teores em carbonato, a relativamente elevada uniformidade de fácies. Com efeito, a grande maioria das amostras apresenta teores superiores a 95% em carbonato (fig. 4/CO3); poucas, correspondendo a calcários argilosos, apresentam teores inferiores a 95%.

Em termos de associações mineralógicas definidas para o resíduo insolúvel (RI), os filossilicatos predominam sobre os restantes minerais identificados confirmando uma baixa dinâmica do meio de deposição de ambiente de plataforma carbonatada protegido (fig. 4/RI).

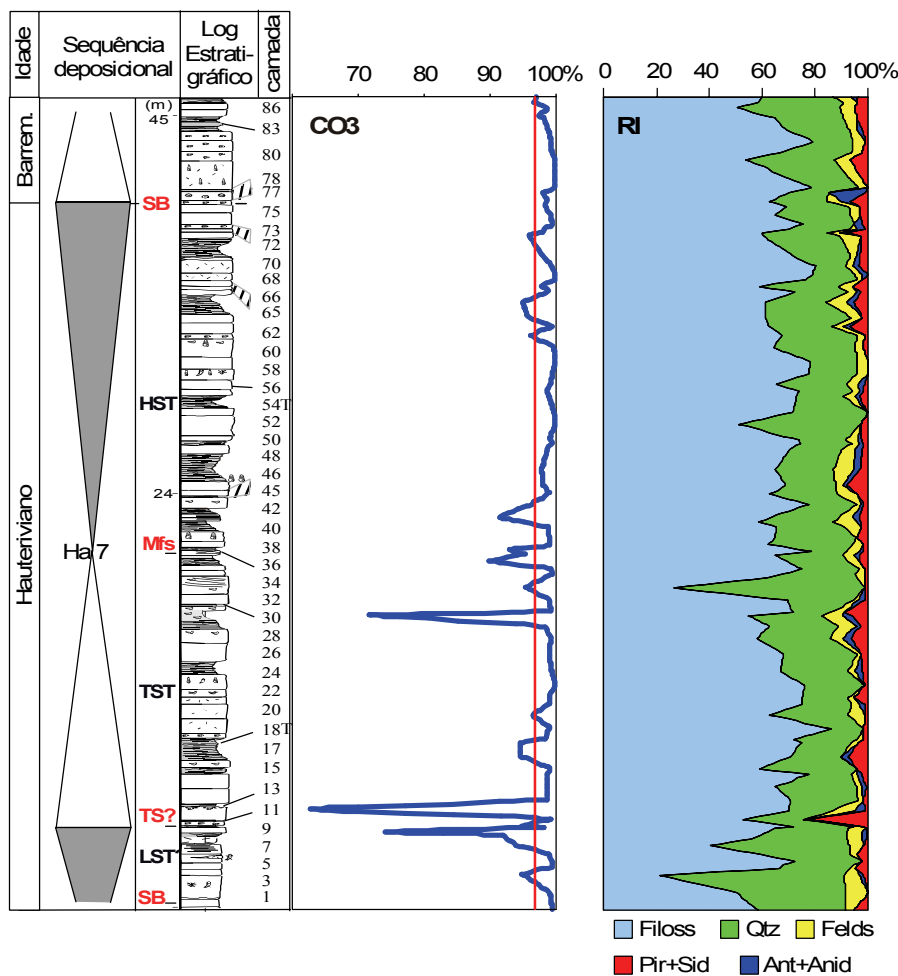


Fig. 4 – Log que mostra a variação do teor de calcite em amostra total (CO3) e a evolução dos minerais na fracção do resíduo insolúvel (RI).

SB – limite de sequência (*sequence boundary*); LST – cortejo sedimentar de baixo nível marinho (*lowstand systems tract*); TS – superfície transgressiva (*transgressive surface*); TST – cortejo transgressivo (*transgressive systems tract*); Mfs – superfície de inundaçã máxima (*maximum flooding surface*); HST – cortejo sedimentar de alto nível marinho (*highstand systems tract*)

Na fracção argilosa do RI (fig. 5) o tipo mineralógico mais abundante é a ilite (perto de 50%), seguida de caulinite e minerais argilosos expansivos (M.A.E.), com abundância semelhante (cerca de 25%). Estes valores apontam para uma influência continental/detrítica, mais ou menos constante, ao longo de toda a série.

Em relação ao índice de cristalinidade da ilite, verifica-se uma tendência generalizada de diminuição do valor do referido índice (aumento da ordem

estrutural) da base para o topo da sequência deposicional (Fig. 6). Este facto poderá estar relacionado com tendência geral de diminuição da distância de transporte dos materiais, associado a maior proximidade do continente/fonte. Pelo contrário, os valores mais elevados deste índice (na base da sequência e em torno de C36-C40), correspondentes a menor cristalinidade das ilites, parecem estar associados a aumentos da distância de transporte originados por maior distalidade.

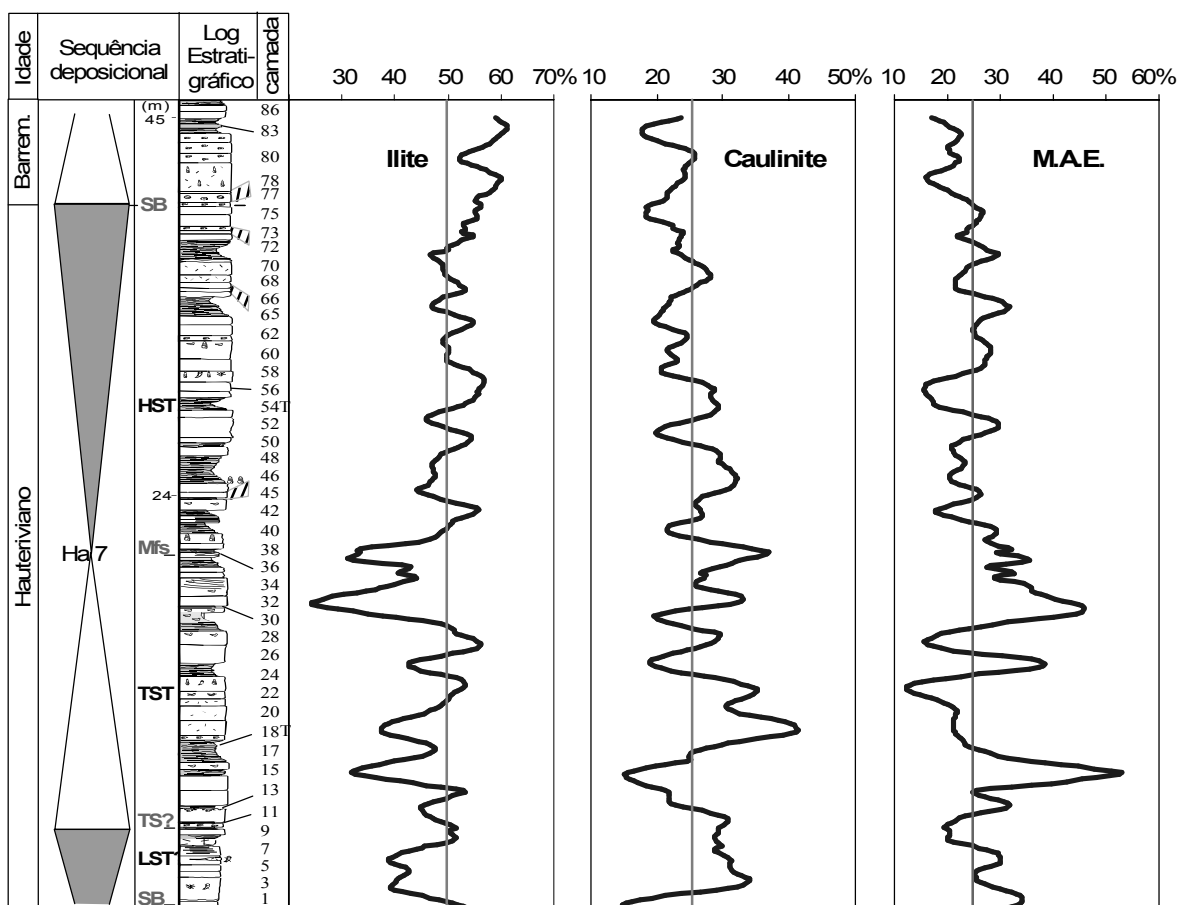


Fig. 5 – Logs que mostram a evolução dos minerais na fracção argilosa do RI. Mesma legenda que Fig. 4.

No contexto da interpretação sequencial, avançada pela análise faciológica, é possível enquadrar os resultados do estudo mineralógico realçando alguns aspectos.

O **limite de sequência** (SB), posicionado no limite entre C1 e C2, é sobreposto por *grainstones*, apresentando acumulação de litoclastos arredondados. Nesta passagem é possível verificar uma diminuição de filossilicatos e conseqüente aumento de quartzo (Fig. 4). Da observação dos minerais argilosos verifica-se um aumento dos teores da ilite e dos M.A.E. em função de uma diminuição do teor da caulinite. O *log* ilite/caulinite (fig. 6) apresenta um pico positivo neste nível significando um aumento da influência continental/detrítico.

No intervalo interpretado como constituindo um **cortejo sedimentar de baixo nível marinho** (LST),

situado entre o limite de sequência e a superfície transgressiva, verifica-se uma maior quantidade de material grosseiro comparativamente ao material fino, situação que poderá significar um aumento energético do meio. Os minerais argilosos apresentam uma inversão de teores; assim, há diminuição do teor de ilite e M.A.E. em função de um aumento da caulinite.

A **superfície transgressiva** (TS), posicionada provavelmente nos limites entre C10 e C11, sugere a passagem de meio de elevada energia para outro menos energético, uma vez que se verifica nesta zona um aumento do teor de filossilicatos (valores acima da média) e uma diminuição do teor de quartzo (valores abaixo da média). Relativamente aos minerais argilosos, tanto ilite, como caulinite e M.A.E., verifica-se oscilação de teores, a qual pode estar relacionada com a superfície transgressiva.

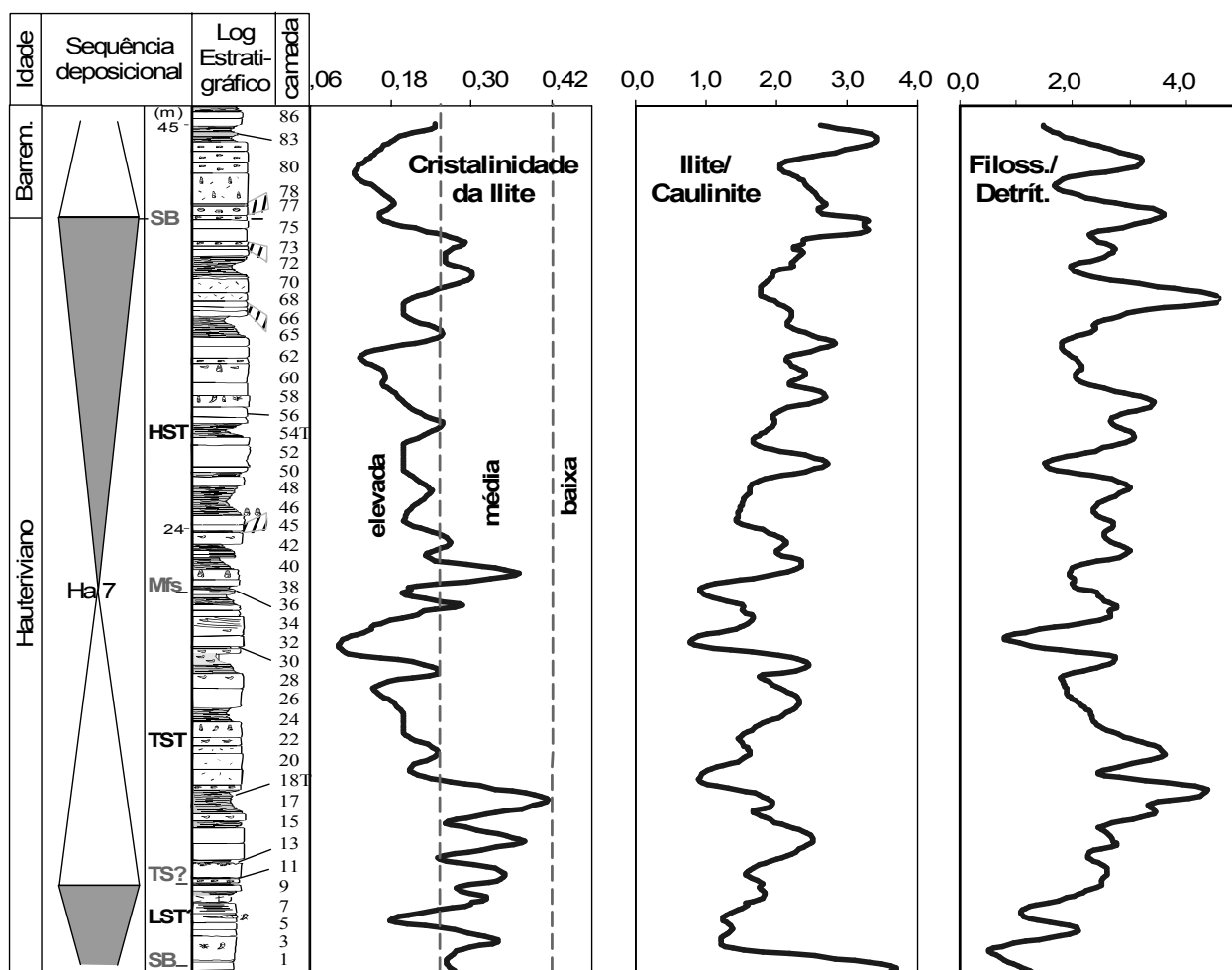


Fig. 6 – Logs que mostram a evolução do índice de cristalinidade da illite, a razão illite/caulinite e a razão filossilicatos/detríticos, respectivamente. Mesma legenda que Fig. 4.

No **cortejo transgressivo (TST)**, posicionado entre C11 e C36 (?) continua a verificar-se o aumento do teor de finos relativamente ao teor de grosseiros, admitindo-se por isso, a continuidade de meio de baixa energia. Contudo, a partir de C26 a situação parece começar a inverter-se. O teor de caulinite começa a aumentar a partir de C20.

A **superfície de inundação máxima (MFS)** está posicionada em torno de C36. De acordo com o *log* filossilicatos/detríticos (Fig. 6) é possível observar que, antes deste nível, se regista ligeiro aumento da energia do meio, assim como, um pouco mais acima no corte (em C52), volta a ocorrer um pico de valor mínimo. Poder-se-ão interpretar estes dois picos (associados, possivelmente, a parasequências) como enquadrando um intervalo de inundação máxima que abrange a MFS. Nos minerais argilosos verifica-se oscilação nos teores da illite e dos M.A.E. próximos desta superfície, devendo também estar relacionados com a mesma. A caulinite atinge teores elevados em torno da MFS e, por sua vez, a illite atinge o teor mais baixo em C38.

O **cortejo sedimentar de alto nível marinho (HST)**, posicionado entre a MFS e o limite de sequência superior, não apresenta alterações significativas entre detríticos finos e grosseiros. Contudo, próximo do limite

de sequência, começa a registar-se um aumento da energia do meio. Com o aumento de illite, à custa da diminuição do teor de caulinite, poder-se-á dizer que começa a haver acréscimo da influência continental/detrítico. Por sua vez, os teores dos M.A.E. têm tendência a diminuir.

No **limite de sequência superior**, situado no topo de C76, a illite atinge um valor elevado e a caulinite o valor mais baixo. Assim, de acordo com o *log* illite/caulinite é possível falar em maior continentalidade do meio de deposição. A partir do limite de sequência superior verifica-se aumento de illite com valores acima da média e diminuição de caulinite e dos M.A.E., com praticamente todos os valores abaixo da média.

De acordo com a análise estatística em ACP e CAH (figs. 7 e 8) é possível verificar que existe forte correlação em oposição entre os minerais detríticos grosseiros (quartzo e também feldspato K) e finos (filossilicatos). A correlação positiva, no segundo eixo factorial, entre as variáveis plagioclase, siderite e anidrite reflecte variações do quimismo do meio. As projecções das variáveis nos planos factoriais definidos pelos 3 primeiros eixos factoriais na ACP (valor próprio superior a 1) explicam 61,3% da variância total da nuvem que constitui a amostragem (tabela I).

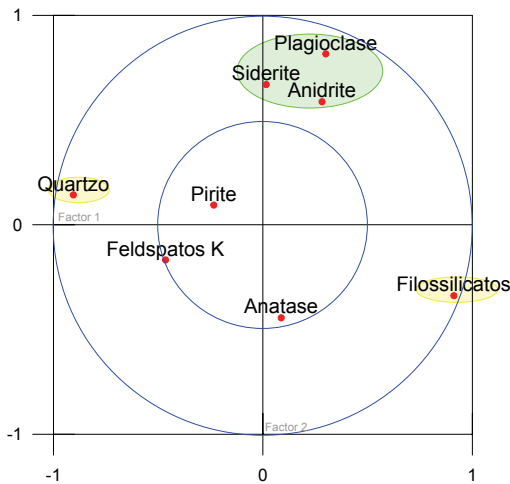


Fig. 7 – Projecção das variáveis do RI no plano factorial 1/2.

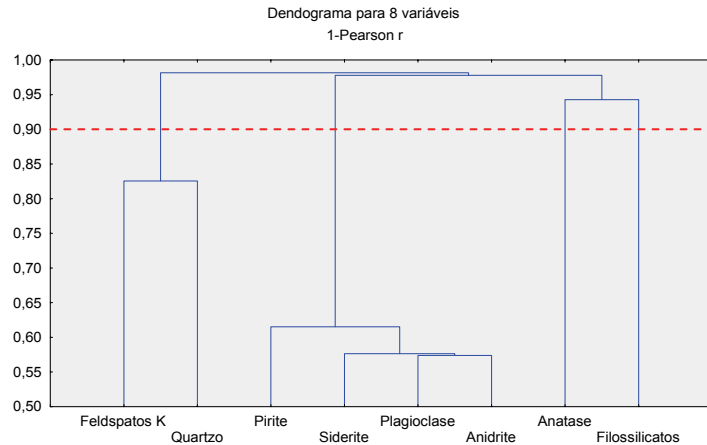


Fig. 8 – Dendrograma do RI com distância de corte de 0,90.

Tabela I – Resultados (*factor loadings*) da Análise de Componentes Principais (ACP)

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Filossilicatos	0,9116	-0,3386	0,0008	-0,1274
Anatase	0,0872	-0,4442	0,3381	0,2393
Anidrite	0,2820	0,5878	-0,3216	-0,3751
Quartzo	-0,9054	0,1430	-0,2426	0,2989
Feldspatos K	-0,4652	-0,1678	-0,1614	-0,7678
Plagioclase	0,3000	0,8163	-0,1568	0,2358
Siderite	0,0154	0,6697	0,5916	-0,0929
Pirite	-0,2348	0,0944	0,8359	-0,1924
Valor próprio	2,10	1,83	1,38	0,99
Variância explicada (%)	25,4	20,6	15,3	11,7
Variância acumulada (%)	25,4	46,0	61,3	73,0

5 – Conclusões

Os resultados obtidos a partir do estudo mineralógico da sequência deposicional Ha7 do corte do Forte do Guincho foram comparados às interpretações paleoambientais avançadas pela análise de fácies e microfácies das camadas e à respectiva interpretação sequencial.

Assim, em abordagem mais geral, verifica-se que praticamente todo o corte apresenta conteúdos em carbonato superiores a 90%, confirmando um ambiente de plataforma carbonatada. Por outro lado, esta plataforma estaria relativamente protegida, pois as relações entre frações detríticas finas e grosseiras apontam para relativamente baixa energia do meio de deposição.

Em termos sequenciais, os resultados mineralógicos parecem corroborar a interpretação sequencial já avançada, verificando-se a ocorrência de máximos de ilite junto a limites de sequência e de pico de caulinite junto à inundação máxima. A abundância de ilite nos limites de sequência deverá ser explicada pela importante erosão que afecta as margens continentais

durante períodos de baixo nível marinho. Por sua vez, a abundância de caulinite em torno da inundação máxima deverá estar relacionada com a inundação de terras emersas e consequente remobilização de solos ricos de caulinite e de materiais da própria plataforma interna.

Acima do limite inferior da sequência, e de acordo com a interpretação sequencial, duas hipóteses poderão ser avançadas para interpretação da base da sequência: a primeira, considera a existência de um LST a seguir ao limite de sequência, com superfície transgressiva situada entre C10 e C11; a segunda, considera a superfície transgressiva a coincidir com o limite de sequência, não havendo por isso LST, mas sim uma designada lacuna de fácies (*facies lag*) na base do TST. Com base nos dados mineralógicos obtidos poder-se-á pensar que, muito provavelmente, se confirma a segunda destas hipóteses, uma vez que, no intervalo atribuível ao LST (na primeira hipótese), se verifica predominio de caulinite sobre ilite; assim, este intervalo deverá pertencer à base do TST.

No restante cortejo transgressivo começa a haver aumento de caulinite com valores elevados próximo da

superfície de inundação máxima (MFS), atingindo a ilite valores mínimos nesta zona (entre C32 e C38). No cortejo sedimentar de alto nível marinho (HST) a caulinite tem tendência a diminuir e, em relação   ilite, o valor máximo do rácio I/K é atingido em C76, posicionando-se  i o limite de sequência superior.

Estes resultados estão, genericamente, mais de acordo com modelos propostos para sucessões sedimentares originadas em ambiente profundos (e.g. DECONINCK, 1993; DAOUDI & *al.*, 1995), do que com modelos sugeridos para ambientes de plataforma e que caracterizam outras sequências deposicionais do Cretácico Inferior da região da Estremadura (CAETANO, 2004). A sequência Ha7 apresenta ainda outras

características pouco comuns quando confrontadas com outras sequências cretácicas da Estremadura: uma invulgar uniformidade de fácies, uma elevada espessura (superior a 40 m), cerca de 2,6 vezes a média de espessuras da generalidade das sequências (GONÇALVES, 2004; CAETANO, 2004) e a presença de estruturas periódicas relacionadas com varia es de padrões orbitais (LEZIN & *al.*, 2007). Deste modo, a sequência Ha7 apresenta um conjunto de características pouco habituais que lhe conferem carácter de exceção que deverá, têm, face ao posicionamento paleogeográfico na plataforma interna, explicar as pouco esperadas assinaturas mineralógicas apresentadas pelos cortejos argilosos.

Referências bibliográficas

- CAETANO, P. S. (1993) – Análise de amostras carbonatadas de sondagens por Espectroscopia de Absorção At mica. Determinação de Ca, Mg, Mn e Sr. *IX Sem. Geoquímica / II Congr. Geoquímica Países Língua Portuguesa*, Porto, livro resumos, 5 p.
- (2004) – Mineralogia e geoquímica de sequências sedimentares do Jurássico-Cretácico da Bacia Lusitaniana. *Tese Doutoramento, Univ. Nova Lisboa*, 333 p.
- DAOUDI, L., DECONINCK, J.-F., WITAM, O. & REY, J. (1995) – Impact des variations du niveau marin sur les argiles: exemple du Crétacé inférieur du bassin d’Essaouira (Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 320, série IIa, pp. 707-711.
- DECONINCK, J.-F. (1993) – Clay mineralogy of the late Tithonian-Berriasian deep-sea carbonates of the vocontian through (SE France). *Bull. Centres Rech. Expl.-Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 17 (1), pp. 223-234.
- GONÇALVES, P. (2004) – Mineralogia e geoqu mica da sequência Ha7 do Guincho (Bacia Lusitaniana). *Tese Mestrado, Univ. Aveiro*, 139 p.
- GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G. & SMITH, A. G. (Eds.) (2005) - A Geologic Time Scale 2004. *Cambridge Univ. Press*, 610 p.
- KISCH, H. J. (1991) - Illite crystallinity: recommendations on sample preparation, X-ray diffraction settings and interlaboratory samples. *J. Metamorphic Geol.*, Oxford, 9, pp. 665-670.
- LEZIN, C., BONNET, L., REY, J., CAETANO, P. S., GONÇALVES, P., ROCHA, F. & ROCHA, R. (2007) – Evidences of periodic structures in an inner platform carbonate succession: an example from an Upper Hauterivian series of the Lusitanian Basin, Portugal *Journ. Iber. Geol.*, Madrid (submetido)
- MELLINGER, R. M. (1979) – Quantitative X-ray diffraction analysis of clay minerals. An evaluation. *SRC Report G-79*, Saskatoon, pp. 1-46.
- PEVEAR, D. R. & MUMPTON, F. A. (1989) – Quantitative Mineral Analysis of Clays. *CMS Workshop Lectures, The Clay Minerals Soc.*, Boulder, vol 1, 171 p.
- RENARD, M. & BLANC, P. (1971) – Mise au point d’un protocole expérimental pour le dosage d’éléments en traces (V, Cr, Mn, Ni, Sr, Mo) par absor ion atomique. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 272, série II, pp. 2285-2288.
- (1972) – Influence des conditions de mise en solution (choix de l’acide, température et durée d’attaque) dans le dosage des éléments en traces des roches carbonatées. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 274, série II, pp. 632-635.
- REY, J. (1972) – Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l’Estremadura (Portugal). *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, N. S., n  21, 477 p.
- (1992) – Les unités lithostratigraphiques du Crétacé inférieur de la région de Lisbonne. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, t. 78, fasc. 2, pp. 103-124.
- REY, J., GRACIANSKY, P. C. de & JACQUIN, Th. (2003) – Les séquences de dépôt dans le Crétacé inférieur du Bassin Lusitanien. *Comun. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, t. 90, pp. 15-42, 17 fig.
- ROCHA, F. (1993) – Argilas Aplicadas a Estudos Litoestratigr ficos e Paleoambientais da Bacia Sedimentar de Aveiro. *Tese Doutoramento, Univ. Aveiro*, 399 p.
- SCHULTZ, L. G. (1964) – Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale. *Unit. States Geol. Survey Prof. Paper*, Washington, n  391-C, pp. 1-31.
- THOREZ, J. (1976) - Practical identification of clay minerals. *Ed. G. Lelotte*, Bruxelles, 99 p.