



Programa Iberoamericano
de Ciencia y Tecnología
para el Desarrollo

Humedales de Iberoamérica

EXPERIENCIAS DE ESTUDIO Y GESTIÓN

CYTED XVII.C
Red Iberoamericana de Humedales

Lucas Fernández Reyes
Delminda María Moura

Evolução da linha de costa durante a transgressão holocénica:

Baía de Armação de Pêra (Sul de Portugal)

Shoreline evolution during the Holocene transgression:

Armação de Pêra Bay (South Portugal)

Delminda Moura^{*}, Luís Albardeiro, Cristina Veiga-Pires, Tomasz Boski

CIMA- Centro de Investigação Marinha e Ambiental. Universidade do Algarve

^{*} Delminda Moura, FCMA, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8000-Faro, Portugal

dmoura@ualg.pt

RESUMO

As zonas costeiras são importantes zonas húmidas, suporte de ecossistemas cuja conservação depende da estabilidade dos ambientes geológicos litorais. Estes respondem a numerosos factores, entre os quais a variação do nível médio do mar (nmm). Ao longo do Holocénico (últimos 10000 anos) a tendência do nmm foi globalmente transgressiva face à fusão do gelo acumulado sobre os continentes. Os corpos sedimentares litorais como por exemplo os eolianitos e as rochas de praia, constituem arquivos privilegiados para os estudo das variações do nmm e portanto para a evolução da linha de costa. Na Baía de Armação de Pêra (Sul de Portugal), o estudo dos eolianitos e das rochas de praia que aí afloram, traduzem um recuo da linha de costa no Holocénico Inferior e até aos 6000 anos cal BP, tendo o nmm ultrapassado o actual cerca dos 3000 anos cal BP. A partir desta data, a linha de costa progradiou devido ao aumento da quantidade de sedimentos que chegavam ao litoral, traduzindo eventualmente a actuação antrópica nas redes hidrográficas.

Palavras chave: Portugal, Holocénico, eolianito, rocha de praia, linha de costa

ABSTRACT

Coastal zones are extensive wetlands that support ecosystems whose preservation is dependent of the geologic littoral environments stability. These environments respond to several natural factors, among them the sea-level oscillations. During the Holocene (last 10000 years) mean sea level underwent a global transgression as a response to the ice caps melting. Littoral sedimentary bodies, for instance eolianites and beachrock, are remarkable archives of the sea-level oscillations. The main goals of the present work are to compare the actual geomorphic features with beachrock and eolianites spanning from ca. 6 to 1 kyr BP and to highlight Middle to Upper Holocene mean sea-level oscillations in the Armação de Pêra Bay (South Portugal). Landward foreshore and backshore facies occurrence relatively to the present ones, allowed to say that mean sea-level was higher than the present, about 3 kyr cal BP. A negative oscillation occurred after ca. 3 kyr BP due to fluvial sedimentary input increase probably also affected by human activities.

Key words: Portugal, Holocene, eolianite, beachrock, shoreline

INTRODUÇÃO

Ao longo do Quaternário (aproximadamente os dois últimos milhões de anos) têm-se sucedido fases climáticas frias alternadas com períodos de clima temperado a quente. Durante as fases frias, parte da água precipitada é retida nas capas de gelo acumuladas sobre os continentes, tendo como consequência a descida do nível médio do mar (nmm). Durante as fases quentes, tal como a actual iniciada há 10000 anos, parte da água aprisionada nas capas de gelo funde e o nível médio do mar (nmm) eleva-se. Estes processos provocam a migração da linha de costa, com consequências nos ecossistemas de águas marinhas pouco profundas, dos estuários e das lagunas costeiras. Durante o Último Máximo Glacial (22000 a 18000 anos), o nmm encontrava-se em Portugal entre 120 a 140 m abaixo do nível actual (Dias *et al*, 1997). Após esta fase de frio extremo, seguiu-se a actual fase climática quente e o nmm começou a subir, provocando a migração da linha de costa e dos corpos sedimentares para o continente. Entre os 10000 e os 6000 anos, a subida do nmm foi muito rápida (0.8m/século) em todo o Golfo de Cadiz e as zonas vestibulares dos rios foram inundadas (Moura *et al*, 2000; Dabrio *et al*, 2000; Boski *et al*, 2002). Durante este impulso positivo muito rápido do nmm, geraram-se algumas das zonas húmidas mais importantes do sul de Portugal, como são os casos dos estuários dos rios Alvor, Arade e Guadiana (Moura *et al*, 2000; Boski *et al*, 2002) e da laguna Ria Formosa (Andrade *et al*, 2004). O registo geológico das variações do nmm, pode ser encontrado nos corpos sedimentares litorais, como por exemplo, os eolianitos e as rochas de praia. O termo eolianito (ou aeolianito) foi utilizado por Fairbridge e Johnson (1978) para designar sedimentos com elevado conteúdo de carbonatos, mobilizados pelo vento a partir do sedimento da praia. No entanto, o termo eolianito é frequentemente utilizado num sentido mais lato, incluindo carbonatos costeiros de origem predominantemente eólica, depósitos marinhos de águas pouco profundas e mesmo depósitos continentais, como por exemplo, solos (Brooke,

2001). As rochas de praia são geneticamente relacionadas com a cimentação dos sedimentos na zona intermareal (Neumeier, 1999). A cimentação pode ser muito rápida se, a percentagem de carbonato de cálcio for elevada, o sedimento for permeável e o fluxo que circula nos seus poros for elevado (Neumeier, 1999; Keene e Harris, 1995; Blatt, 1979; Hays, 1979).

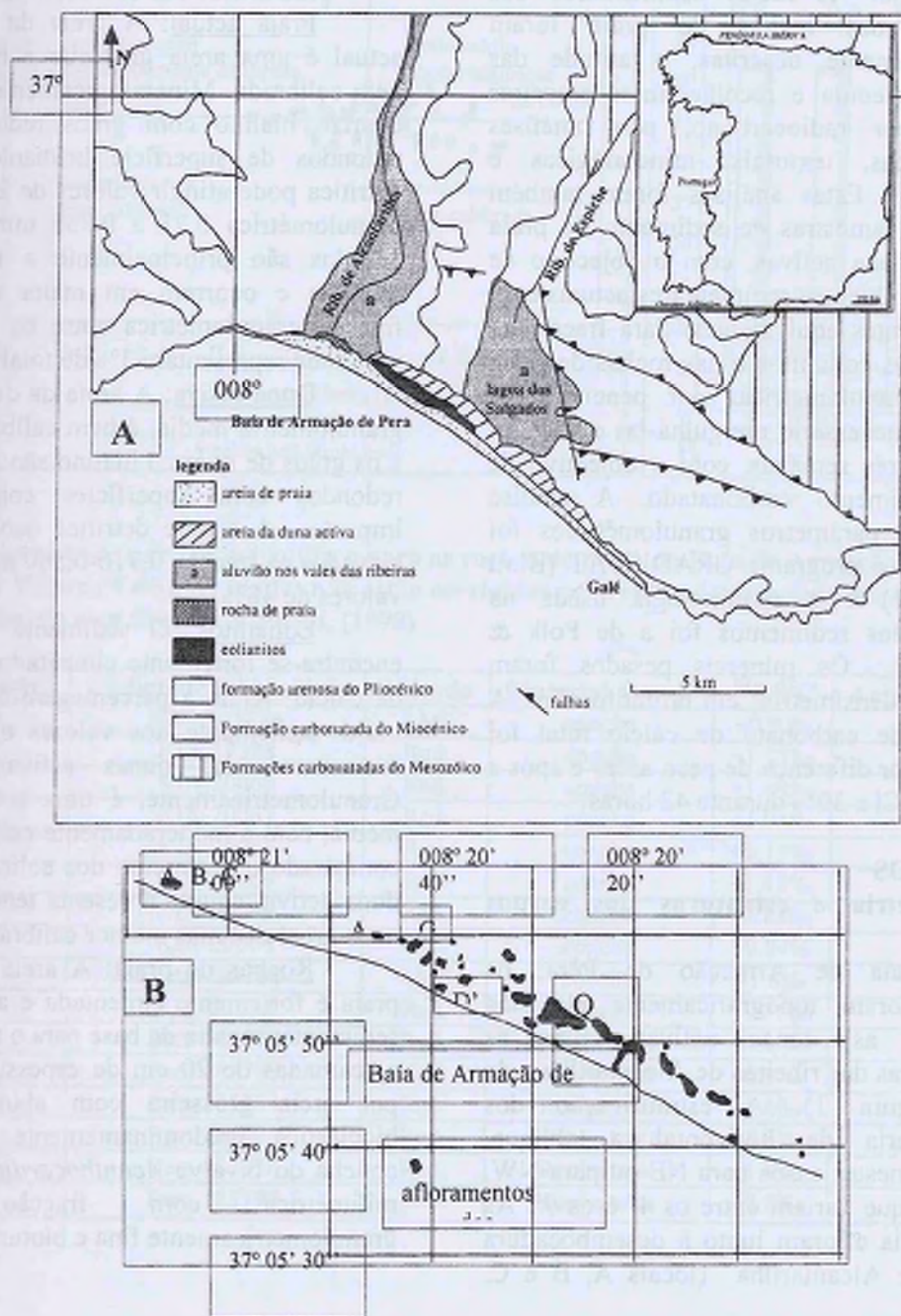
O presente trabalho tem como objectivo o estudo da evolução da linha de costa ao longo do Holocénico (últimos 10000 anos), na Baía de Armação de Pêra (Algarve, sul de Portugal), através da interpretação de corpos sedimentares litorais, designadamente de eolianitos e de rochas de praia. Este objectivo é plenamente justificado pela importância que representa o conhecimento das respostas dos sistemas costeiros às variações do nmm, no correcto planeamento da ocupação das zonas litorais. Os eolianitos da Baía de Armação de Pêra foram assinalados pela primeira vez por Godard (1967), e, em 1994 Pereira e Soares obtiveram as primeiras idades para estes depósitos (5190 a 3290 anos BP).

CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

A Baía de Armação de Pêra situa-se no sector costeiro central do Algarve (sul de Portugal) entre as desembocaduras das ribeiras de Alcantarilha e de Espiche, protegida dos ventos dominantes de SW por uma saliência da costa (Figura 1). As arribas litorais adjacentes estão talhadas em rochas carbonatadas do Miocénico muito carsificadas, encontrando-se o paleo-relevo preenchido por formações arenosas ricas em óxidos de ferro, atribuídas ao Pliocénico (Moura e Boski, 1999). As ribeiras de Alcantarilha e de Espiche debitam respectivamente $6.9 \times 1000 \text{ m}^3/\text{ano}$ e $1,7 \times 1000 \text{ m}^3/\text{ano}$ de sedimento para a zona litoral adjacente (Pinto & Teixeira, 2002). O regime de marés é mesomareal, com cotas variando entre 3.73 e 0.8 m em marés vivas e entre 2.65 e 1.37 m durante as marés mortas. Ao longo de 75% do ano o vento é predominantemente de SSW e nos restantes 25% do ano incide de ESE. A Baía de Armação de Pêra tem um terraço de praia alta,

extenso e muito estável, apenas atingido na face virada ao mar, durante os temporais.

Figura 1- A: Localização e enquadramento geotectónico da área de estudo. Os dados relativamente à tectónica foram retirados de Dias (2001). B: Localização dos afloramentos de eolianitos e de rochas de praia. As letras correspondem ao local de onde foram retiradas amostras para datar (ver tabela 1)



METODOLOGIA

Foi efectuada uma cartografia de pormenor, na escala 1/8000, de todos os afloramentos de eolianitos expostos na Baía de Armação de Pêra, bem como dos afloramentos de rocha de praia. As fácies sedimentares dos eolianitos e das rochas de praia foram pormenorizadamente descritas, a atitude das camadas foi medida e recolheram-se amostras para datar por radiocarbono, para análises sedimentológicas, texturais, mineralógicas e paleontológicas. Estas análises foram também efectuadas em amostras de sedimento da praia actual e das duna activas, com o objectivo de comparar os ambientes sedimentares actuais com os paleoambientes equivalentes. Para fraccionar as amostras dos eolianitos e das rochas de praia em classes granulométricas por peneiramento mecânico, foi necessário mergulhá-las em HCl a 10% durante três semanas, com o objectivo de eliminar o cimento carbonatado. A análise estatística dos parâmetros granulométricos foi efectuada com o programa GRADISTAT (Blott & Pye, 2001) e a terminologia usada na classificação dos sedimentos foi a de Folk & Ward. (1957). Os minerais pesados foram separados por densimetria em bromofórmio. A percentagem de carbonato de cálcio total foi determinada por diferença de peso antes e após a digestão em HCl a 30% durante 42 horas.

RESULTADOS

Geometria e estruturas dos corpos sedimentares

Na Baía de Armação de Pêra, os eolianitos afloram topograficamente elevados relativamente às dunas activas entre as desembocaduras das ribeiras de Alcantarilha e de Espiche (Figura 1). A estratificação dos eolianitos varia de horizontal a oblíqua, mergulhando nestes casos para NE ou para NW, com ângulos que variam entre os 4° e os 9°. As rochas de praia afloram junto à desembocadura da Ribeira de Alcantarilha (locais A, B e C,

Figura 1), onde o topo da sequência sedimentar se encontra a 4 m acima do nível médio do mar actual. A estratificação das rochas de praia é sub-horizontal.

Atributos dos sedimentos

Praia actual: A areia da face da praia actual é uma areia grosseira e moderadamente bem calibrada. Mineralogicamente, predomina o quartzo hialino com grãos redondos ou sub-redondos de superfície brilhante. A calcite detritica pode atingir valores de 20% na fracção granulométrica 0.71 a 0.355 mm. Os minerais pesados são principalmente a magnetite e a ilmenite e ocorrem em maior abundância na fracção granulométrica entre os 0.500 e 0.180 mm onde representam 3% do total de sedimento.

Duna activa: A areia da duna actual é de granulometria média, é bem calibrada (Figura 2) e os grãos de quartzo hialino são sub-redondos a redondos com superfícies com marcas de impacto. A calcite detritica ocorre em valores elevados na fracção 0,710-0,500 mm, onde atinge valores de 48%.

Eolianitos: O sedimento dos eolianitos encontra-se fortemente cimentado por carbonato de cálcio, sendo a percentagem de CaCO₃ total muito semelhante aos valores obtidos para os sedimentos das dunas activas (Figura 2). Granulometricamente, é uma areia grosseira a média, bem a moderadamente calibrada. Quando comparado o sedimento dos eolianitos com o da duna activa, aquele apresenta tendência para ser mais grosseiro mas melhor calibrado (Figura 2).

Rochas de praia: A areia das rochas de praia é fortemente cimentada e a sua sequência sedimentar mostra da base para o topo (Figura 3): a) camadas de 20 cm de espessura constituídas por areia grosseira com abundante fracção bioclástica, predominantemente fragmentos de concha do bivalve *Acanthocardia*, b) laminação milimétrica com fracção bioclástica granulometricamente fina e bioturbação intensa

Figura 2- A: Atributos granulométricos dos sedimentos dos eolianitos e das dunas activas. Unidade $\phi = -\log_2$ do diâmetro das partículas em mm. B: percentagem de CaCO_3 total, nos sedimentos de terraço da praia actual (TP), de rocha de praia (RP), de dunas activas (DA) e de eolianitos (E).

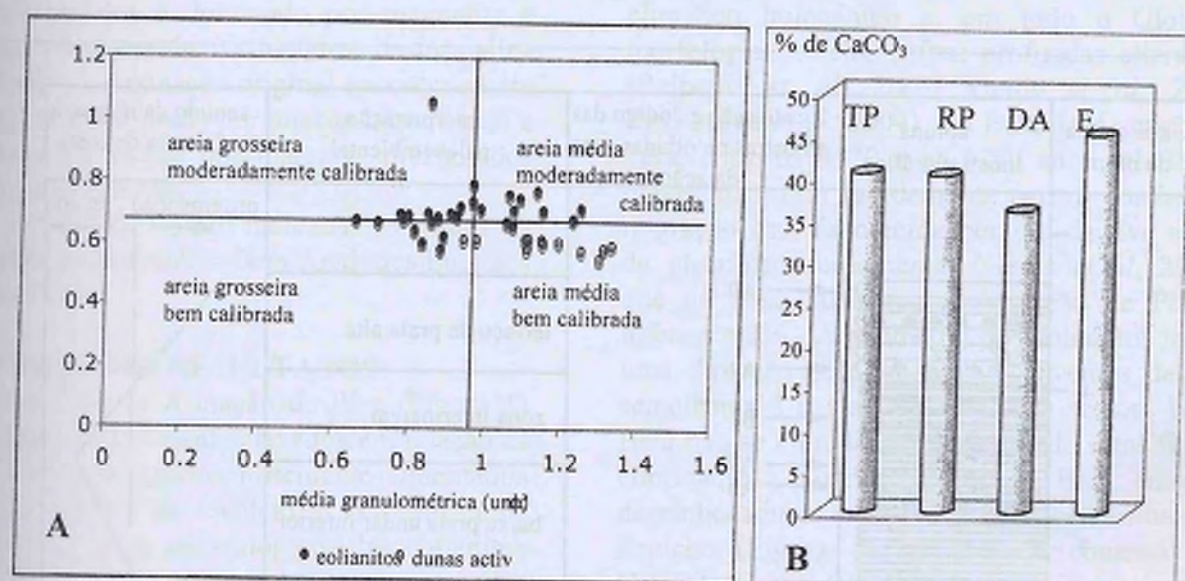
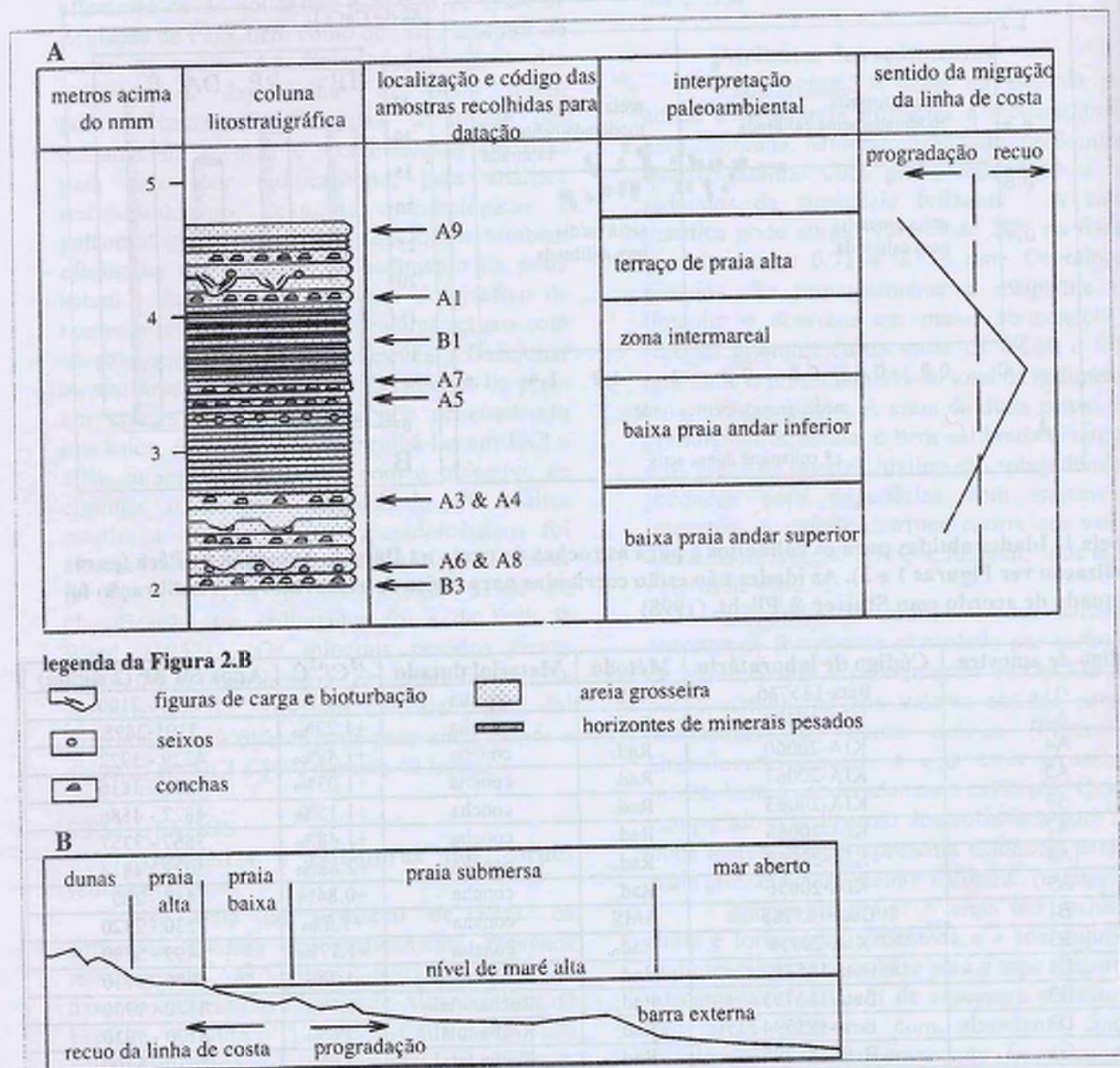


Tabela 1- Idades obtidas para os eolianitos e para as rochas de praia na Baía de Armação de Pêra (para localização ver Figuras 1 e 3). As idades não estão corrigidas para efeito de reservatório. A calibração foi efectuada de acordo com Stuiver & Plicht, (1998)

Código de amostra	Código de laboratório	Método	Material datado	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Anos cal BP (2 sigma)
A1	Beta-185786	AMS	concha	+0.6‰	3320 - 3100
A3	KIA-17388	Rad.	concha	+1.23‰	3191-2898
A4	KIA-20060	Rad.	concha	+1.49‰	4229 - 3922
A5	KIA-20067	Rad.	concha	+1.03‰	4082 - 3836
A6	KIA-20063	Rad.	concha	+1.15‰	4827 - 4586
A7	KIA-20066	Rad.	concha	+1.48‰	3567 - 3357
A8	KIA-20068	Rad.	concha	+2.88‰	5028 - 4814
A9	KIA-20056	Rad.	concha	+0.84‰	437 - 280
B1	Beta-185788	AMS	concha	+1.8‰	2530 - 2320
B3	KIA-20159	Rad.	concha	+1.77‰	5499 - 5280
D1	Beta-185792	Rad.	Rocha total	-1.1‰	6940 - 6710
D2	Beta-185793	Rad.	Rocha total	-0.9‰	8170 - 7930
D3	Beta-185794	Rad.	Rocha total	-3.6‰	8170 - 7930
G1	Beta-185795	Rad.	Rocha total	-3.6‰	8510 - 8300
AC1	Beta-185796	Rad.	Rocha total	-1.9‰	8320 - 8030
Q1	Beta-185797	Rad.	Rocha total	-2.8‰	6480 - 6280

Figura 3- A: Sequência sedimentar da rocha de praia de locais A e B (Figura 1), localização das amostras datadas (Tabela 1) e interpretação paleoambiental das fácies sedimentares. B: Nomenclatura dos andares de litoral adaptada de Gary e Hunter (1987).



em alguns sectores, c) camadas decimétricas com horizontes de minerais pesados (6 horizontes em cada 10 cm da coluna sedimentar). O cortejo de minerais pesados é dominado por magnetite e ilmenite, com ocorrências menores de turmalina e de zircão. A laminação original encontra-se em alguns locais obliterada por intensa bioturbação e por sulcos de canais intermareais preenchidos por seixos orientados.

Na Tabela I estão indicadas as idades C-14 obtidas no laboratório Beta Analytics Inc., nos Estados Unidos.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Baía de Armação de Pêra (Figura 1) afloram topograficamente elevados em relação às dunas activas, eolianitos fortemente cimentados por carbonato de cálcio. Os atributos sedimentológicos e mineralógicos dos eolianitos são muito semelhantes aos dos sedimentos das dunas activas (Figura 2). As idades obtidas para os eolianitos situam-se entre os 8320 e os 6280 anos cal BP (Tabela 1 e Figura 1). Junto à desembocadura da Ribeira de Alcantarilha no sector W da Baía (Figura 1) afloram rochas de praia também fortemente cimentadas por CaCO_3 , com idade estrangida entre os 5499 e os 437 anos cal BP (Tabela 1 e Figura 3). O topo da sequência sedimentar das rochas de praia atinge os 4m acima do actual nível médio do mar (Figura 3).

Os eolianitos formam-se a partir dos sedimentos da praia que são mobilizados pelo vento para a praia alta. Um dos requisitos para a sua formação é, por isso, a existência de uma praia suficientemente larga para servir de fonte de alimentação e até algumas décadas atrás todos os eolianitos que afloram na costa portuguesa, eram atribuídos ao Último Máximo Glacial, quando o nível médio do mar se encontrava muito abaixo do actual. No entanto, as dunas geram-se tanto em regimes regressivos com transgressivos. Entre os 8320 e os 6280 anos cal BP (intervalo temporal obtido para os eolianitos em Armação de Pêra), verificava-se em todo o Golfo de Cadiz, uma subida muito rápida do nível do mar, cerca de quatro vezes mais rápida que actualmente (Boski *et al.*, 2002; Dabrio *et al.*,

2000). Este fenómeno foi registado à escala global, devido à rápida fusão do gelo acumulado sobre os continentes, face ao melhoramento climático holocénico e, em todo o Globo a morfologia costeira sofreu profundas alterações (Belperio *et al.*, 2002; Gerds *et al.*, 2003; Razjigaeva *et al.*, 2004). Na Baía de Armação de Pêra, entre os 8320 e os 6280 anos cal BP, as dunas migraram rapidamente para o continente, migração esta favorecida por um declive suave da plataforma continental (Gerds *et al.*, 2003), que na zona adjacente a Armação de Pêra é inferior a 2%. A geometria dos eolianitos indica uma direcção predominante dos ventos de SW semelhante à actual, pelo que, no sector W da Baía não se cumularam dunas tendo estas ficado confinadas à parte intermédia da Baía, entre as desembocaduras das ribeiras de Alcantarilha e de Espiche (Figura 1). O elevado conteúdo de CaCO_3 (Figura 2) aliado a uma fase climática fria e húmida (Moura *et al.*, 2001; González-Vila *et al.*, 2003), favoreceram a rápida cimentação dos eolianitos.

Se a rápida subida do nmm durante o Holocénico Inferior e Médio é um facto comum a todos os sectores costeiros, a hipótese de ter ultrapassado o nível actual não é consensual. A não concordância relativamente a este aspecto, deve-se fundamentalmente a duas ordens de factores: a) utilização de proxies diferentes para avaliar a evolução do nível médio do mar, b) existência de parâmetros regionais/locais que determinam variações relativas do nmm. Relativamente aos últimos factores, tais como a tectónica, o declive da plataforma e o influxo sedimentar, eles seguramente influenciam a amplitude das oscilações do nível médio do mar e constituem um dos maiores desafios no isolamento do sinal da sua variação absoluta. Relativamente aos proxies usados para quantificar as variações do nmm eles são muito diversos e a sua eficácia necessita de urgente validação. Qual é o grau de confiança das rochas de praia como indicador do nmm? Atendendo à sua génese, alguma das fácies, como por exemplo os horizontes de minerais pesados, deverão ter uma precisão centimétrica admitindo que o regime mareal se manteve idêntico ao longo do

Holocénico. De facto, as acumulações de minerais pesados são considerados com indicadores precisos da linha de maré alta (Harms e Fahmestock, 1965). Na Baía de Armação de Pêra estas fácies de supra-mareal encontram-se a +4 m relativamente ao actual, pelo que, deveremos admitir uma estadia do nmm acima do actual, pelo menos, entre os 3567 e os 3320 anos cal BP (Tabela 1 e Figura 3). Poder-se-á admitir outra hipótese, a do levantamento da zona continental. No entanto, a taxa de levantamento que se obtém (0,6mm/ano) não encontra outras evidências morfológicas, apesar do contexto tectónico em que se enquadra a região (Figura 1). Utilizando evidências geomorfológicas, uma estadia do nmm superior à actual durante o Holocénico Superior, no sector central do Algarve, tinha já sido anteriormente admitida (Pereira *et al* 1993; Pereira e Soares, 1994). Após este máximo transgressivo, verificou-se uma progradação da linha de costa a partir aproximadamente dos 3000 anos cal BP (Figura 3), provavelmente devido ao aumento da carga sedimentar por parte das ribeiras de Alcantarilha e de Espiche. De facto, cerca dos 3000 anos, a carga sedimentar transportada pelas referidas ribeiras, era de 6 a 8 vezes superior à do Holocénico Médio (Pinto e Teixeira, 2002). Este aumento da carga sedimentar pode ser o resultado de uma alteração no regime climático (Moura *et al*, 2001) ou de alterações introduzidas na bacia hidrográfica por acção antrópica, à semelhança do verificado na mesma data em outras regiões (Freitas *et al*, 2003; Jalut *et al*, 2000; Mastronuzzi e Sansó, 2002).

CONCLUSÕES

A variação do nível médio do mar provoca profundas alterações na morfologia costeira e as fácies sedimentares litorais constituem bons indicadores daquelas alterações. Em particular os eolianitos e as rochas de praia, fornecem dados importantes para avaliar a frequência e a amplitude das variações do nível médio do mar, bem como, a resposta dos sistemas costeiros. Na Baía de Armação de Pêra (Sul de Portugal), entre os 8320 e os 6280 anos cal BP, durante a rápida transgressão registada, a linha de costa migrou para o continente e os corpos dunares então gerados, protegeram da invasão marinha a depressão que constitui o vale da Ribeira de Alcantarilha. Admitindo as rochas de praia como indicadores precisos da zona intermareal, o nível médio do mar atingiu cotas superiores à actual cerca dos 3000 anos cal BP, após o que, a linha de costa migrou no sentido do oceano. Esta migração deveu-se ao aumento da carga sedimentar transportada pelas ribeiras que alimentam a Baía (Ribeiras de Alcantarilha e de Espiche).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado financeiramente pelo FEDER e OE através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do projecto de investigação COCHAL (POCTI/34162/CTA/00).

REFERÊNCIAS

- 1) Andrade, C., Freitas, C., Moreno, J. E Craveiro, S. C., 2004. Stratigraphical evidence of Late Holocene barrier breaching and extreme storms in lagoonal sediments of Ria Formosa, Algarve, Portugal. *Marine Geology*, 210, pp. 339-362.
- 2) Belperio, A. P., Harvey, N. E Bourman, R. P., 2002. Spatial and temporal variability in the Holocene sea-level record of the South Australian coastline. *Sedimentary Geology*, 150, pp. 153-169.
- 3) Blatt, H., 1979. Diagenetic processes in sandstones. *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special Publication, Nº26, 141-157.
- 4) Blott, S.J. E Pye, K. 2001. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Proc. and Land.*, 26: 1237-1248.

- 5) Boski, T., Moura, D., Veiga-Pires, C., Camacho, S., Duarte, D., Scott, D. B. E Fernandes, S. G., 2002. Postglacial sea-level rise and sedimentary response in the Guadiana Estuary, Portugal/Spain border. *Sedimentary Geology*, 150, pp.103-122.
- 6) Brooke, B., 2001. The distribution of carbonate eolianite. *Earth Science Reviews* 55, pp. 135-164.
- 7) Dabrio, C. J., Zazo, C., Goy, J. L., Sierro, F. J., Borja, F., Lario, J., González, J. A. E Flores, J. A., 2000. Depositional history of estuarine infill during the last postglacial transgression (Gulf of Cadiz, Southern Spain). *Marine Geology*, 162, pp. 381-404.
- 8) Dias, R. P., 2001. Neotectónica da Região do Algarve. PhD unpublished thesis, Universidade de Lisboa, 369 p..
- 9) Dias, J. A., Rodrigues, A. E Magalhães, F., 1997. Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o Último Máximo Glaciário: Síntese dos conhecimentos. *Estudos do Quaternário*, N°1, APEQ, pp.53-66
- 10) Fairbridge, R. W. E Johnson, D. L., 1978. Eolianite. Fairbridge, R. W., Teicher, C. (Eds), *The encyclopedia of Sedimentology*.
- 11) Folk, R. L. E Ward, W. C., 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, pp. 3-26.
- 12) Freitas, M. C., Andrade, C., Rocha, F., Tassinari, C., Munhá, J. M., Cruces, A., Vidinha, J. E Silva, C. M., 2003). Lateglacial and Holocene environmental changes in Portuguese coastal lagoons 1: the sedimentological and geological records of the Santo André coastal área. *The Holocene*, 13, 3, pp. 433-446.
- 13) Gary, W. H. E Ralph, E. H., 1987. Interpretation of biological and geological processes in the beach and nearshore environments, northern Padre Island, Texas. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*. Pp. 169-187.
- 14) Gerds, G., Petzelberger, B. E. M., Scholz-Bottcher, B. M. E Streif, H., 2003. The role of climatic change in the geological archives of shallow marine, coastal, and adjacent lowland áreas of Northern Germany. *Quaternary Science Reviews*, 22, pp. 101-124.
- 15) Godard, M. C., 1967. Quelques problèmes de morphologie littoral posée par les côtes de l' Algarve (Portugal du Sud). *Bulletim de l'Association de Géographes Français*, Paris, pp. 22-36.
- 16) González-Vila, F. J., Polvillo, O., Boski, T., Moura E D. Andrés, J. R., 2003. Biomarker patterns in a time-resolved holocene/terminal Pleistocene sedimentary sequence from the Guadiana river estuarine área (SW Portugal/Spain border. *Organic Geochemistry*, pp. 1601-1613.
- 17) Harms, J. C. E Fahnstock, R. K., 1965. Stratification, bedforms and flow phenomena. Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation, *Society for Sedimentary Geology, Spc. Publ.*, n°12, pp.84-115.
- 18) Hays, J. B., 1979. Sandstone diagenesis- the whole truth. *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special Publication, N°26, pp. 127-139.
- 19) Jalut, G., Amat, A. E., Bonnet, L., Gauquelin, T. E Fontugne, M., 2000. Holocene climate changes in the Westwern Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *PALAEO*, 160, pp. 255-290.
- 20) Keene, J. B. E Harris, P. T., 1995. Submarine cementation in tide-generated bioclastic sand dunes: epicontinental seaway, *Torres Strait, North-East Australia. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 24, pp. 225-236.
- 21) Mastronuzzi, G. E Sansó, P., 2002. Holocene coastal dune development and environmental changes in Apúlia (southern Italy). *Sedimentary Geology*, 150, pp. 139-152.
- 22) Moura, D. E Boski, T., 1999. Pliocene and Pleistocene lithostratigraphic units in Algarve. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, t.86, 85-106.
- 23) Moura, D., Boski, T., Duarte, D., Veiga-Pires, C., Pedro, P., Lourenço, N. E Diniz, F., 2000. A subida do nível do mar durante o Holocénico no Golfo de Cadiz- tendência regional e diferenças locais: 3° Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica Atlântica, Lisboa, pp. 207-208.

- 24) Moura, D., Boski, T., Veiga-Pires, C., Duarte, N. E Santana, P., 2001. Variações das características químicas dos sedimentos estuarinos: tentativa de interpretação paleoambiental. *V REQUI / I CQPI*, Lisboa. pp. 252-255.
- 25) Neumeier, U., 1999. Experimental modelling of beachrock segmentation under microbial influence. *Sedimentary Geology*, 126, pp. 35-46.
- 26) Pereira, A. R., Dias, J. M. E Laranjeira, M. M., 1993. Evolução holocénica da linha de costa na Baía de Lagos. *II reunião do Quaternário Ibérico*, Coimbra, 75-89.
- 27) Pereira, A. R. E Soares, A. M., 1994. A estabilização holocénica do nível do mar. Vestígios do litoral de Armação de Pera. *GAIA*, Lisboa, pp. 91-93.
- 28) Pinto, C. A. E Teixeira, S. B., 2002. Avaliação preliminar do balanço sedimentar tardi-Holocénico do litoral da Baía de Armação de Pera (Algarve-Portugal). *PANGEA'02*, III Jornadas Ibéricas de Jovens Geólogos, Évora, pp. 87-94.
- 29) Razjigaeva, N. G., Grebennikova, T. A., Ganzey, L. A., Mokhova, L. M. E Bazarova, V. B., 2004. The role of global and local factors in determining the middle to late Holocene environmental history of the South Kurile and Komandar islands, northwestern Pacific. *PALAEO*, 209, pp. 313-333.