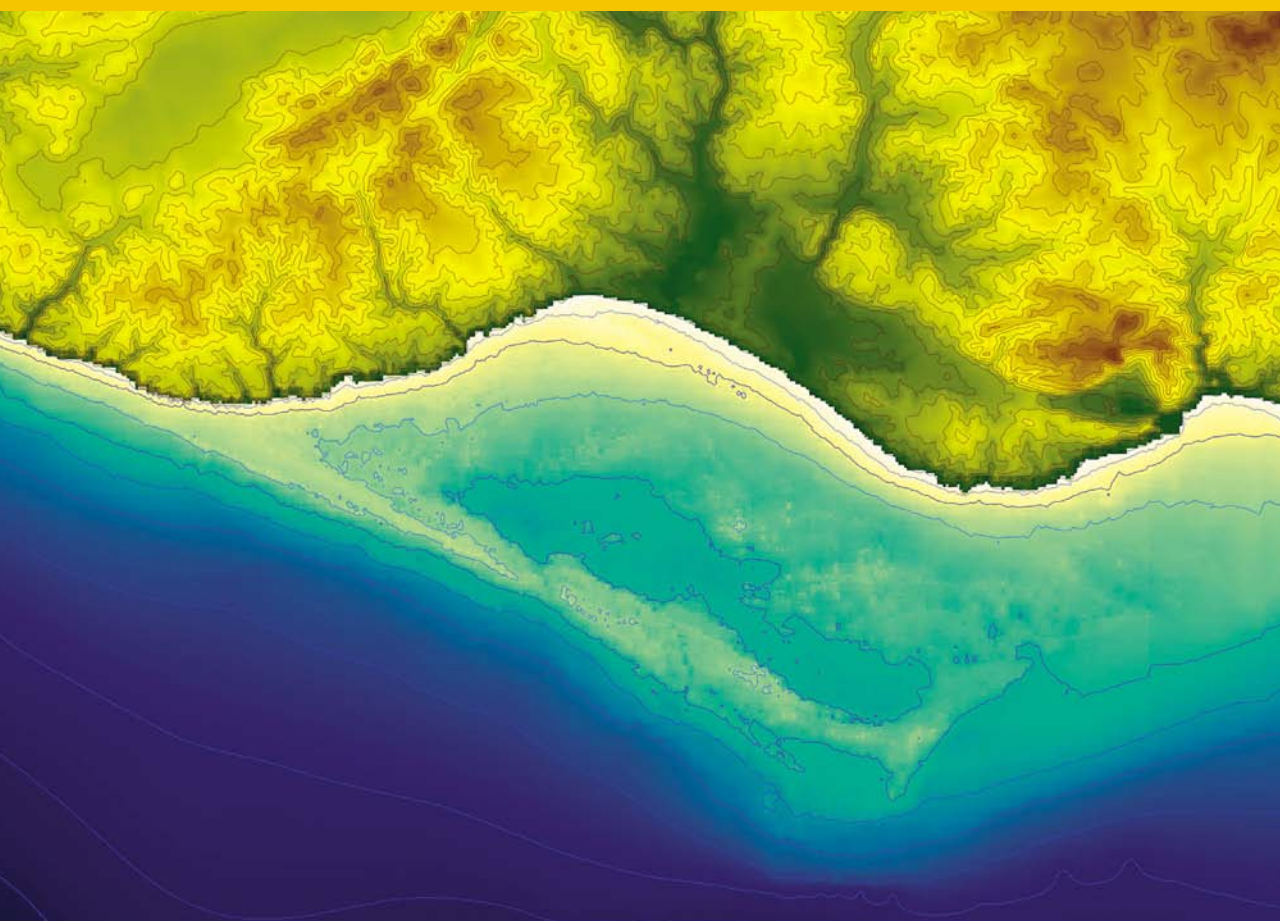


A. CAMPAR ALMEIDA · ANA M. S. BETTENCOURT · D. MOURA
SÉRGIO MONTEIRO-RODRIGUES · MARIA ISABEL CAETANO ALVES



ENVIRONMENTAL CHANGES AND HUMAN

INTERACTION ALONG THE
WESTERN ATLANTIC EDGE

MUDANÇAS AMBIENTAIS E INTERAÇÃO HUMANA

NA FACHADA ATLÂNTICA OCIDENTAL

IMPRINT / FICHA TÉCNICA

Title: ENVIRONMENTAL CHANGES AND HUMAN INTERACTION ALONG THE WESTERN ATLANTIC EDGE
MUDANÇAS AMBIENTAIS E INTERAÇÃO HUMANA NA FACHADA ATLÂNTICA OCIDENTAL

Eds. A. Campar Almeida, Ana M. S. Bettencourt, D. Moura, Sérgio Monteiro-Rodrigues and Maria Isabel Caetano Alves

Editors:

APEQ - Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário
CITCEM - Centro de Investigação Transdisciplinar “Cultura, Espaço e Memória”, financiado por Fundos Nacionais, através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto PEstOE/HIST/UI4059/2011.

CEGOT - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território

CGUP - Centro de Geologia da Universidade do Porto

CCT - Centro de Ciências da Terra da Universidade do Minho

Editorial advisory committee:

António Monge Soares, Fernando da Silva Rebelo, Helena Granja, Isabel Figueiral, João Luís Cardoso, João Pais, Lúcio Cunha, Maria da Conceição Freitas, Nuno Bicho, Pedro Proença e Cunha, Philippa Ascough, Ramon Fábregas Valcarce.

Cover image: Digital terrain model of the Armação de Pêra, Algarve, Portugal (by Leandro Infantini)

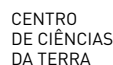
Composition, printer and bound by Sersilito-Empresa Gráfica, Lda.

Edition: 500 Exemplares

Legal deposit: 350801/12

ISBN: 978-989-97140-1-4

Coimbra, October 2012



A. Campar Almeida, Ana M. S. Bettencourt,
D. Moura Sérgio Monteiro-Rodrigues, Maria Isabel Caetano Alves (eds.)

Environmental changes and human interaction
along the western atlantic edge

*Mudanças ambientais e interação humana
na fachada atlântica ocidental*

Contents

Índice

7 Foreword

I

Methodology

Metodologia

- 13 Marine reservoir effects: problems and prospects for radiocarbon dating
Philippa L. Ascough
- 27 Radiocarbon dating of aeolianite formation
A. M. Monge Soares, A. Ramos Pereira, J. M. Matos Martins & P. J. Portela
- 43 Diatomáceas como potencial ferramenta para reconstituições paleoecológicas
A. Gomes, T. Boski & D. Moura

II

Palaeoenvironmental Changes and Human Activity

Mudanças Paleoambientais e Actividade Humana

- 51 Reconstructing Holocene evolution in the archaeological site of Campo Lameiro (NW Spain): an interdisciplinary approach to geoarchaeology
Manuela Costa-Casais, Antonio Martínez Cortizas, Joeri Kaal, Maria Isabel Caetano Alves & Felipe Criado-Boado
- 71 Sedimentological analysis of relict slope deposits from Serra da Estrela (Portugal): first results
Alexandre Trindade, G. Vieira & C. Schaefer
- 79 Environmental changes in the westernmost Cantabrian range during the postglacial period: the Pena Velosa (Muniellos, Asturias) pollen record
C. Muñoz Sobrino, F. J. Suárez Pérez, H. S. Nava Fernández, M.A. Fernández Casado, L. Gómez-Orellana, M. A. Rodríguez-Gutián, J. A. Fernández Prieto & P. Ramil-Rego
- 95 Refúgios para árvores temperadas caducifólias na área litoral do Noroeste Ibérico durante o último período glacial
Luis Gómez-Orellana, Pablo Ramil Rego & Castor Muñoz Sobrino
- 107 História do fogo durante o holocénico na serra da Estrela, Portugal: resultados preliminares
João Araújo, Simon E. Connor, Jacqueline F. N. van Leeuwen & Willem O. van der Knaap
- 115 Firewood and timber exploitation during the 3rd and 2nd millennia BC in the Western façade of the Iberian northwest: wooden resources, territories and chaîne opératoire
María Martín-Seijo, Ana M. S. Bettencourt, Emilio Abad-Vidal & Juan C. López García

III

Fauna and Human Activity

Fauna e Actividade Humana

- 139 O povoamento humano do paleo-estuário do Sado (Portugal): problemáticas em torno da ocupação dos concheiros mesolíticos
Mariana Diniz & Pablo Arias
- 159 Preliminary analysis of the spatial relationships between faunal and lithic remains on the Mesolithic shellmidden of Cabeço da Amoreira (Muge, Portugal)
Rita Dupont de Sousa Dias, João Cascalheira, Célia Gonçalves, Cleia Detry & Nuno Bicho
- 165 Burial practices in Muge shell middens (Portugal): state of the art
Olívia Figueiredo
- 171 Acerca da influência ambiental e humana nos moluscos do Monte Molião (Lagos, Portugal)
Cleia Detry & Ana Margarida Arruda

IV

Mining and Environmental Impact

Mineração e Impacto Ambiental

- 187 Impacto ambiental da primeira mineração e da metalurgia especializada no Sudoeste da Península Ibérica
Nuno Inácio, Francisco Nocete, José Miguel Nieto, Moisés R. Bayona, Joaquín Delgado, T. Boski & Daniel Abril
- 203 Modelo de gestão e circulação de sílex há 5000 BP na faixa litoral entre Nazaré e Peniche (Estremadura portuguesa)
Patrícia Jordão & Nuno Pimentel

V

Evolution of Coastal Land

Evolução do Litoral

- 219 Mean sea level and coastline-Late Quaternary
D. Moura, A. Gomes, S. Gabriel & J. Horta
- 227 Utilização de ferramentas SIG para o estudo da morfologia submersa da bacia de Armação de Pêra (Algarve)
Leandro Infantini, D. Moura & Nuno Bicho
- 243 Guidoiro Areoso. Megalithic cemetery and prehistoric settlement in the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain)
José Manuel Rey García & Xosé Ignacio Vilaseco Vázquez
- 259 Evolução recente (décadas de 1950-2010) da morfologia dos deltas do Catumbela e Cavaco (Benguela, Angola)
Pedro A. Dinis, Luís S. Silva, João Huvi, Jorge M. Dinis & Pedro P. Cunha
- 265 Land use evolution of the coast Blanc Cap to Cantin Cap (Moroccan Atlantic coast): cartography by aerial photography analysis
Khalid el khalidi, Abdenaim Minoubi, Bendahhou Zourarah & Ahmed Aajjane

FOREWORD

This book is part of the project on Paleoenvironmental Changes and Anthropisation in the Quaternary of Western Iberia, a study carried out in 2010-2011 by the Portuguese Association for Quaternary Research (*APEQ*). The aim of the project was to bring together a number of research efforts leading to an explanation of environmental changes during the Quaternary, of how human communities responded to those changes, and of the role played by man in altering the landscape of the Western part of the Iberian Peninsula.

The present publication is a follow up to *Paleoenvironmental Changes and Anthropisation in the Quaternary of Western Iberia*, first published in 2010, although this time the geographical scope has been expanded to include the Western Atlantic edge and thus put the Iberian Peninsula in a wider research perspective.

For the most part the articles in this book are based on the papers first presented at “IV Jornadas do Quaternário” / 1st International Conference: Environmental Changes and Human Interaction Along the Western Atlantic Façade, held at the University of Coimbra in 9-10 December 2011.

Coming from a variety of universities and research centres in Portugal, Spain, Scotland, Switzerland, Morocco, Angola and Brazil, the authors of these studies belong to different scientific areas, from geophysics to geology to geography, archaeology and biology, thus reflecting the multidisciplinary nature of Quaternary studies.

The articles are divided into five thematic sections, according to the research interests of the authors involved.

Part I is devoted to methodological issues and opens with Philippa Ascough's article. Ascough's topical theme deals with the need to be cautious when using C14 for absolute ratings of marine samples or man-related remains, as they appear to be older than their terrestrial counterparts. What we have here is the marine reservoir effect (MRE). In the next article, António Monge Soares and his collaborators show how radiocarbon dating carried out in Portugal allowed them to determine the age of a number of apparently contemporary consolidated dunes, dating from somewhere between the last interstadial and the early Holocene. In their study, Ana Gomes, Tomasz Boski and Delminda Moura use the specificity of diatom communities in terms of ecological preferences to carry out paleoenvironmental reconstructions in the Guadiana estuary (S of Portugal) during the Holocene.

Part II is made up of articles on paleoenvironmental change and human activity. Based on their interdisciplinary study of sedimentary deposits found in the archaeological area of Campo Lameiro (Pontevedra, NW of Spain), Manuela Costa Casais and her team offer a model of Holocene environmental evolution. Their findings confirm the occurrence of significant erosion/sedimentation processes starting in the Younger Dryas and throughout the Holocene. According to the authors, some of the discontinuities found in Holocene colluvia coincide with abrupt climate events known to have occurred in the past 10,000 years, namely the 8.2 ka event, the beginning of Neoglaciation, and the 2.8 ka event. But since at least the Neolithic period, human intervention in the landscape must have played an important role in the way the landscape evolved, sometimes with far greater repercussions than those caused by natural phenomena. Alexandre Trindade, Gonçalo Vieira and C. Schaefer used the micromorphology of sediments and of soil slopes to come to a better understanding of their morphogenetic significance and thus arrive at a chronological framework of the late Quaternary in Serra da Estrela (Portugal). Using isotope datings and marine records, C. Muñoz-Sobrino, L. Gomez-Orellana and P. Ramil-Rego draw correlations between pollen sequences that help us understand the regional migration of plant species in the western end of the Cantabrian range (North of Spain) during the Post-glacial. From their pollen analysis of coastal wetlands in northwestern Iberia, L. Gomez-Orellana, P. Ramil-Rego and C. Muñoz-Sobrino derive the conclusion that between 100,000 and 32,000 BP there were conifers alongside temperate deciduous trees on the coast of northwestern Iberia, a region that served as a refuge for mesophilic and thermophilic species. Based on the study of charcoals found in a marsh, João Araújo and his colleagues offer a variation of Serra da Estrela (Portugal) vegetation dating from the end of the last glacial and the Holocene. The authors noticed that this higher concentration of charcoal was concurrent with deforestation between 3,000 and 900 BP. The paleobotanical study of Chalcolithic and Bronze Age sites located in northwestern Iberia, presented in the article by M. Seijo-Martín and his collaborators, uses the logic of operational chains as applied to the exploitation of wood resources. Using this method, the authors attempt to characterise the various stages of this particular activity – from the procurement of timber to its end use –, and from there they proceed to make inferences of a paleotechnological and paleoethnological nature. Their results show a broad-spectrum strategy for procuring firewood and timber, through the use of the resources available in the various landscape units around the habitats: climax forests, brushwood and riparian zones.

Part III covers both the fauna and human activity, *i.e.*, the ways in which humans have used a number of wildlife resources. Mariana Diniz and Pablo Arias's work on the Mesolithic shell middens of Portugal's Sado river aims, among other things, to draw attention to the specificities of these prehistoric sites. For although it is broadly possible to include them in a *typically Euro-Atlantic culturescape* to which the Muge shell middens also belong, there are certain peculiarities that have to be taken into account if one is to build an explanatory model of regional Mesolithic settlement. More

specifically, the authors believe that the analysis of these peculiarities may help assess the exact extent to which ecological and cultural factors determined how Mesolithic communities came to choose this territory. While also dealing with Mesolithic shell middens, the study carried out by Rita D. S. Dias and her team focuses on Muge (Portugal) and their article discusses the consequences of the use of spatial distribution models at Cabeço da Amoreira. Their methodology aims at identifying concentrations of artifacts and ecofacts, establishing relationships between lithic materials and osteological remains, and obtaining data on the site formation processes. Olivia Figueiredo, on the other hand, gives us a state-of-the-art type of review on the burial practices identified in Muge's diverse mounds. According to the author, there is ample evidence of the fact that the approximately three hundred skeletons found in Muge were actually the object of intentional, albeit nonstandard, burials. In the context of a much later chronological framework, Cleia Detry and Ana Margarida Arruda sought to identify the causes of the decrease of cockle (*Cerastoderma edule*) remains and the increase in grooved carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*) and mussel (*Mytilus edulis*) remains at Monte Molião (Lagos, Portugal) during its Roman occupation. The findings suggest that the variation may be due to environmental changes caused by some sudden, brief event such as a storm or tsunami, leading to the disruption of this cockle-rich estuarine ecosystem. While giving this hypothesis its due, the authors do not rule out the possibility that the changes in the frequency of these molluscs were caused by habit changes with regard to the exploitation of water resources. This study also led to a dietary reconstruction of the inhabitants of Monte Molião.

In Part IV, devoted to mining and its impact on the environment, Nuno Inácio and his collaborators assess the environmental impact of copper mining and metallurgy in the Huelva region (Sw of Spain) in the third millennium BC. Palynological data, chemical analyses of sediments and other biomarkers of the Guadiana, Tinto, Odiel and Guadalquivir drainage basins for the period in question point to severe deforestation with consequent soil erosion as well as land and water contamination by various heavy metals. Based on these impacts, the authors suggest the possibility of copper mining and metallurgy as a specialised activity in the 3rd millennium BC. The Chalcolithic period is also the focus of the research carried out by Patricia Jordan and Nuno Pimentel, who submit a model for the management and movement of lithic resources, namely flint, in the Nazareth-Peniche region (central Portugal). Methodologically, this model derived from the petroarchaeological approach used for the Village of S. Mamede (Óbidos), which in turn resorted, among other things, to petrographic analyses and to studies based on lithic technology.

Part V deals with coastal evolution in four different geographical areas: the Algarve (SW of Iberian Peninsula), Galicia (NW of Iberian Peninsula), Morocco (NW of Africa) and Angola (West Africa). As far as the Algarve is concerned, Delminda Moura, Ana Gomes, Selma Gabriel and J. Horta discuss the relationship between the mean sea level and the coastline and how that relationship is reflected in terms of archaeological finds. L. Infantini, on the other hand, shows the occurrence and probable dynamics of

an immersed lagoonal form in the Armação de Pêra bay (Algarve). J. M. García-Rey and X. Vilaseco Vasquez analyse the loss of sand on an island in the ria de Arousa (Galicia) to study its archaeological sites and trace the island's evolution throughout the Quaternary. Pedro Dinis and his colleagues seek to explain the sedimentary dynamics of two river deltas near Benguela, in Angola, an area marked by a sharp seasonal contrast. Finally, El Khalidi, B. Zourarah and A. Ajjane use sequential analysis of aerial photos as well as a geographical information system to explain landscape and coastline changes on a stretch of the Moroccan coastline.

This book is thus the materialisation of APEQ's goals as expressed in the above-mentioned project and in the Association's activity over a two-year period.

*A. Campar de Almeida, Ana M. S. Bettencourt,
D. Moura, Sérgio Monteiro-Rodrigues & Maria Isabel Caetano Alves*

DIATOMÁCEAS COMO POTENCIAL FERRAMENTA PARA RECONSTITUIÇÕES PALEOECOLÓGICAS

A. Gomes¹, T. Boski¹ & D. Moura¹

Resumo: As diatomáceas são algas unicelulares que abundam tanto em águas doces como salgadas. Este trabalho mostra que as associações de diatomáceas presentes ao longo de um perfil de sapal, junto à foz do rio Guadiana, são sensíveis a vários parâmetros ambientais. Desta forma, confirma-se o seu potencial como indicador para reconstruções paleoecológicas em estuários, especialmente no que diz respeito a variações do nível médio do mar, como as ocorridas desde a última transgressão posglacial.

Palavras-chave: Diatomáceas; Nível médio do mar; Reconstruções paleoecológicas.

Abstract: Diatoms as a potential tool for palaeoecological reconstructions

Diatoms are unicellular algae that abound in both fresh and salt water. This work shows that diatom assemblages along a transect near the mouth of the Guadiana River are sensitive to various environmental parameters. The study confirms diatoms' potential as indicators in palaeoecological reconstructions in estuaries, especially with respect to variations in mean sea-level since the postglacial transgression.

Key words: Diatoms; Mean sea-level; Palaeoecological reconstruction.

1. INTRODUÇÃO

As diatomáceas são algas unicelulares eucarióticas, com uma frústula opalina constituída por duas valvas. Abundam tanto em águas doces como salgadas e são sensíveis a alterações de variáveis ambientais, tais como salinidade, condições tróficas, pH (Vos & de Wolf 1988), luminosidade e temperatura. Assim, o conhecimento da distribuição, composição e diversidade das comunidades de diatomáceas atuais torna possível a interpretação de sequências fósseis e reconstituições paleoecológicas de estuários, ao longo da última transgressão posglacial (Cooper 1999; Hassan *et al.* 2006). Sendo a distribuição espacial atual das diatomáceas nos estuários determinada em parte pela variação da salinidade, torna-se possível estimar a evolução da linha de costa em função da variação do nível médio do mar. Por esta razão, a utilização das diatomáceas, como indicadores ecológicos, assume particular importância em ambientes aquáticos de transição na interface oceano – continente (Bernárdez *et al.* 2008). Contudo, este indicador tem sido pouco utilizado na Península Ibérica para efectuar reconstituições paleoecológicas, tendo-se frequentemente privilegiado a utilização de foraminíferos. Destacam-se nesta área os trabalhos de Bao *et al.* (1999) e de Freitas *et al.* (2002),

¹ Universidade do Algarve, Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA). Campus de Gambelas, 8005-139-Faro. 1. E-mail: aisgomes@ualg.pt

que descreveram as alterações paleoambientais inferidas dos registos sedimentares das lagoas litorais ao longo da costa Oeste portuguesa.

O presente trabalho tem como objectivo: (i) estudar a sensibilidade das associações de diatomáceas a variações determinadas pela influência das marés no estuário do Guadiana; e (ii) avaliar o potencial das diatomáceas como ferramenta para reconstituições paleoecológicas.

2. LOCAL DE ESTUDO

O rio Guadiana é o quarto mais longo da Península Ibérica, percorrendo cerca de 810 km desde a sua nascente, em Campo de Monteil, até à foz junto a Vila Real de Santo António (Fig. 1). Nos últimos 200 km o rio define uma fronteira natural entre Portugal e Espanha. Este estudo realizou-se no baixo estuário do Guadiana, no sapal da margem espanhola, perto da cidade de Ayamonte. As coordenadas dos pontos de amostragem, representados na Figura 1, são: G1 – 37° 11' 42"N; 7° 24' 17"W, G2 – 37° 11' 42"N; 7° 24' 19"W e G3 – 37° 11' 41"N; 7° 24' 21"W. O local de estudo tem um regime de marés mesomareal semidiurno, com uma amplitude máxima de 3.44 m (GAREL *et al.* 2009).



Fig. 1 – (A) Localização do perfil de amostragem; (B) pontos de amostragem (G1, G2, G3) e a sua posição relativa à Maré Viva Equinocial Máxima (MVEM) e Maré Viva Equinocial Mínima (MVEm).

Fig. 1 – (A) Location of the sampling transect near the mouth of the Guadiana River, Portugal; (B) Sampling points (G1, G2, G3) and their position relative to Highest Astronomical Tide (MVEM) and Lowest Astronomical Tide (MVEm).

3. MÉTODOS

Procedeu-se à amostragem de sedimentos nos pontos G1, G2 e G3 representados na Figura 1B. A amostragem foi efectuada utilizando espátula, recolhendo-se apenas o sedimento superficial (máximo 0,5cm). Como demonstrado por Sawai *et al.* (2004) e Hassan *et al.* (2008), a mistura de associações de diatomáceas mortas e vivas, presentes nos sedimentos superficiais, são representativas da variabilidade anual destas comunidades. Deste modo mediu-se também a salinidade e o pH da água intersticial do sedimento nos três pontos de amostragem, nas quatro estações do ano. Descreveu-se ainda a vegetação presente em cada ponto do perfil. Para caracterizar o substrato onde se encontram as diferentes associações de diatomáceas, sub-amostras de sedimento (20 mg) foram analisadas no aparelho EA1108 – Elemental Analyzer para determinar o seu conteúdo em carbono orgânico. Para o estudo das diatomáceas,

uma amostra com cerca de 1g de sedimento foi tratada com H_2O_2 e com HCl para eliminar, respectivamente, a matéria orgânica e carbonatos. A partir destas amostras, um volume entre 300 e 400 μ l, conforme a concentração das suspensões, foi utilizado para preparar lâminas que foram observadas num microscópio Zeiss Axioskop a uma magnificação de 1000x. Contaram-se 300 valvas em cada amostra e a identificação foi efectuada seguindo Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Round *et al.* (1990), Witkowski *et al.* (2000) e Ribeiro (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram claramente que as associações de diatomáceas são sensíveis a variações ambientais observadas ao longo do perfil de sapal, com um desnível vertical de apenas 1,8 m (Fig. 2 e Tab. 1).

Os valores médios de salinidade variam entre 37.27 PSU em G2 e 24.97 PSU em G3 (Tab. 1). Contudo, em G2 não foi possível medir a salinidade durante o Inverno, o que faz com que o valor médio apresentado seja mais elevado e tenha um menor desvio padrão do que os valores de salinidade em G1 e G3. Como expectável verificou-se uma subida dos valores de pH de G1 para G3, variando a percentagem de carbono orgânico de forma inversa. Verifica-se ainda que a percentagem de carbono orgânico é directamente proporcional a densidade da vegetação ao longo do perfil (Tab. 1). Por outro lado, há forte probabilidade de que também o tipo e a zonação da vegetação ao longo do perfil estudado influenciem as associações de diatomáceas aí existentes (Fig. 2). É de referir que as diatomáceas, sendo microalgas, são sensíveis a substâncias alelopáticas produzidas pela vegetação do sapal.

Evidenciam-se algumas semelhanças relativamente às espécies presentes em G3 e G2. De acordo com a descrição de Witkowski *et al.* (2000) e de Ribeiro (2010), relativa à ecologia das espécies dominantes nestas amostras, estas semelhanças podem dever-se ao facto das espécies dominantes terem preferência por substratos arenosos. Estas semelhanças podem ainda estar relacionadas com a percentagem de carbono orgânico e com o pH, que têm valores idênticos em G3 e G2. Por outro lado, a diversidade de espécies dominantes é maior em G2, o que pode dever-se à diferença de elevação do perfil e à existência de vegetação em G2 (uma vez que em G1 não há vegetação). A associação de diatomáceas presente em G1 apresenta uma composição muito diferente das associações de G2 e G3, embora a diversidade não seja afectada relativamente a G2. O ponto de amostragem G1 é ainda o local em que se obtém a maior percentagem de carbono orgânico e o valor mais baixo de pH. Assim, a diferença existente na associação de diatomáceas de G1 pode dever-se ao facto das espécies aqui presentes preferirem ambientes que sofrem menos influência da maré física, mais ricos de nutrientes e com substrato fino.

Neste perfil encontrou-se ainda um novo género de Cymatosiraceae bem como percentagens baixas de *Navicula gregaria* (espécie indicadora de poluição), facto que realça o potencial deste indicador como ferramenta para reconstituições paleoecológicas.

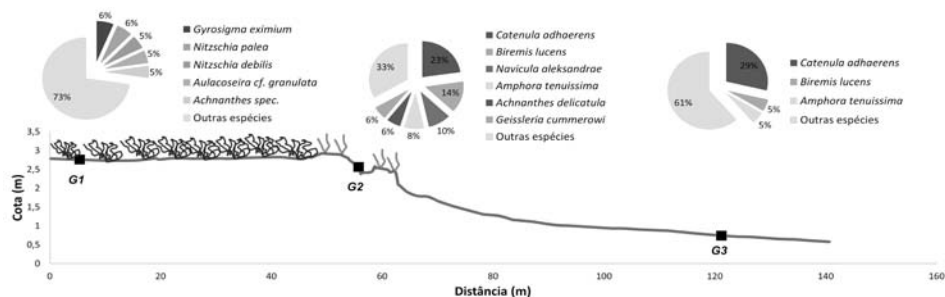


Fig. 2 – Representação esquemática do perfil de amostragem do sapal do estuário inferior do Guadiana (Fig. 1) com as diatomáceas dominantes em cada ponto de amostragem (G1, G2, G3).

Fig. 2 – Schematic representation of the sampling transect across the lower Guadiana saltmarsh (Fig 1), with the dominant diatoms at each sampling point (G1, G2, G3).

Tab. 1 – Parâmetros ambientais dos pontos de amostragem

Tab. 1 – Environmental parameters from the sampling points

Amostra	Salinidade (PSU)	pH	% Corg	Vegetação
G1	29.67±10.62	7±0.34	2,559	50% <i>Sarcocornia perennis</i> ; <i>Hallimione portulacoides</i> (residual)
G2	37.27±2.97	7.41±0.18	0,425	30% <i>Spartina marítima</i> ; <i>Sarcocornia perennis</i> (residual)
G3	24.97±14.10	7.58±0.29	0,358	Sem vegetação

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por este estudo podem contribuir para a validação de curvas de variação do nível do mar com base na interpretação de bio-fácies sedimentares, uma vez que as diatomáceas confirmam o seu potencial como indicador para reconstruções paleoecológicas da evolução do estuário. Por outro lado, Delgado *et al.* (2012) confirma a utilidade deste indicador, uma vez que no registo sedimentar do estuário do Guadiana as diatomáceas apresentam um menor grau de dissolução em comparação com os foraminíferos.

AGRADECIMENTOS: Este trabalho foi financiado pela bolsa de doutoramento SFRH/BD/62405/2009 da Fundação para a Ciência e Tecnologia. Agradece-se à Selma Gabriel e Simon Connor pela ajuda no trabalho de campo e ao João Horta pela assistência no processamento de dados em ArcGIS.

BIBLIOGRAFIA

- Bao R., Freitas M.C. & Andrade C. 1999. Separating eustatic from local environmental effects: a late-Holocene record of coastal change in Albufeira Lagoon, Portugal. *The Holocene* 9 (3): 341-352.
- Bernárdez P., Prego R., Varela M. & Francés G. 2008. Diatom thanatocoenosis in a middle Galician Ría: Spatial patterns and their relationship to the seasonal diatom cycle in the water column and hydrographic conditions. *Continental Shelf Research* 28 (17): 2496-2508.

- Cooper S.R.** 1999. Estuarine paleoenvironmental reconstructions using diatoms. In: E.F. Stoermer & J.P. Smol (eds.) *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. London: Cambridge University Press: 352-373.
- Delgado J., Boski T., Nieto J., Moura D., Gomes A., Sousa C. & García-Tenorio R.** 2012. Sea-level rise and anthropogenic activities recorded in the Late Pleistocene/Holocene sedimentary infill of Guadiana estuary (SW Iberia). *Quaternary Science Reviews* doi:10.1016/j.quascirev.2011.12.002.
- Freitas M.C., Andrade C. & Cruces A.** 2002. The geological record of environmental changes in southwestern Portuguese coastal lagoons since the Lateglacial. *Quaternary International* 93-94:161-170.
- Garel E., Pinto L., Santos A. & Ferreira O.** 2009. Tidal and river discharge forcing upon water and sediment circulation at a rock-bound estuary (Guadiana estuary, Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84: 269-281.
- Hassan G.S., Espinosa M.A. & Isla F.I.** 2006. Modern diatom assemblages in surface sediments from estuarine systems in the southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Paleolimnology* 35:39-53.
- Hassan G.S., Espinosa M.A. & Isla F.I.** 2008. Fidelity of dead diatom assemblages in estuarine sediments: How much environmental information is preserved? *Palaeos* 23:112-120.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.** 1986. *Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.** 1988. *Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Ephithemiaceae, Surirellaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.** 1991a. *Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H.** 1991b. *Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Ribeiro L.** 2010. *Intertidal benthic diatoms of the Tagus estuary: Taxonomic composition and spatial-temporal variation*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.
- Round F.E., Crawford R.M. & Mann D.G.** 1990. *The Diatoms, Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sawai Y., Horton B. P. & Nagumo T.** 2004. The development of a diatom-based transfer function along the Pacific coast of eastern Hokkaido, northern Japan – an aid in paleoseismic studies of the Kuril subduction zone. *Quaternary Science Reviews* 23: 2467-2484.
- Vos P. C. & de Wolf H.** 1988. Methodological aspects of paleo-ecological diatom research in coastal areas of the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 67: 31-40.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H. & Metzeltin D.** 2000. *Iconographia Diatomologica: Annotated Diatom Micrographs*. In: H. Lange-Bertalot (ed.) *Volume 07: Diversity – Taxonomy – Identification: Diatom flora of marine coasts I*. Koenigstein: Koeltz scientific books.

