

Quistos de dinoflagelados do Cenomaniano médio da Nazaré. Paleoambientes e implicações biostratigráficas

Dinoflagellate cysts from the middle Cenomanian of Nazaré. Palaeoenvironments and biostratigraphic implications

L. B. Fernandes^{1*}, A. Bonito², L. Castro³, M. I. C. Alves⁴, P. M. Callapez^{3,5,6}

DOI: <https://doi.org/10.34637/c998-f959>

Recebido em 16/05/2021 / Aceite em 26/07/2021

Publicado online em maio de 2022

© 2021 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: No registo estratigráfico das séries pós-rifte do Cretácico Superior de Portugal destaca-se a Plataforma Carbonatada Ocidental Portuguesa, extenso corpo marinho do Albiano médio ao Turoniano inferior, contemporâneo de máximos eustáticos e inundação generalizada das margens continentais europeias e norte-africanas do Mar de Tétis. Considerado um dos seus principais afloramentos, o promontório da Nazaré expõe uma sucessão carbonatada com abundante conteúdo fóssil. Em particular, as suas fácies lagunares do Cenomaniano médio, ricas em matéria orgânica, constituem um local de excelência para o estudo de quistos de dinoflagelados (ou dinoquistos). Os estudos palinológicos efetuados nestas fácies demonstraram a presença de associações diversas de dinoquistos (*Subtilisphaera* sp., *Xenascus* sp., grupo *Sentusidinium* e *Florentinia* sp.), identificando *taxa* inéditos para o Cretácico português, acrescentando novos dados biostratigráficos e paleoambientais. As associações sugerem a existência de ambiente margino-lagunar, ligado ao desenvolvimento de uma plataforma carbonatada interna e afetado por acarreo detrítico fino proveniente de drenagem fluvial.

Palavras-chave: Quistos de dinoflagelados, Paleoambiente, Biostratigrafia, Cenomaniano médio, Plataforma Carbonatada Ocidental Portuguesa

Abstract: The post-rift Upper Cretaceous stratigraphic succession of Portugal contains the Western Portuguese Carbonate Platform which stands out as an extensive marine succession. This Carbonate platform is middle Albian to early Turonian in age, contemporary of eustatic highstands and widespread flooding of the European and North African continental margins of the Tethys Sea. A thick fossil-rich carbonate succession outcrops in the Nazaré promontory where middle Cenomanian organic-rich lagoonal facies are exposed. The palynological study performed in these facies revealed the presence of a diverse assemblage of dinoflagellate cysts (dinocysts) composed of *Subtilisphaera* sp., *Xenascus* sp., *Sentusidinium* group and *Florentinia* sp., several dinocyst *taxa* considered new to the Portuguese Cretaceous. Moreover, this study provides significant biostratigraphic and palaeoenvironmental data. The dinocyst associations suggest the existence of a marginal-lagoonal environment, located nearby an inner shelf carbonated platform, and affected by fine-grained influxes from nearby fluvial drainage.

Keywords: Dinoflagellate cysts, Palaeoenvironment, Biostratigraphy, middle Cenomanian, Western Portuguese Carbonate Platform

⁴ Universidade do Minho, Lab₂PT - Laboratório de Paisagem, Património e Território e ICT - Instituto de Ciências da Terra, Departamento de Ciências da Terra, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

⁵ CITEUC - Centro de Investigação da Terra e do Espaço, Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Terra, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

⁶ Grupo de Investigación Paleolítica, Universidad de Alcalá de Henares, 28871 Alcalá de Henares, España.

*Autor correspondente/Corresponding author: lbernardo18@hotmail.com

1. Introdução

A Plataforma Carbonatada Ocidental Portuguesa (Berthou, 1984) constitui o principal registo marinho da espessa sucessão pós-rifte do *onshore* da margem continental oeste da Ibéria. Representativa de um intervalo compreendido entre o Albiano médio (região de Lisboa) e o Turoniano inferior (regiões da Figueira da Foz e de Nazaré – Leiria) é, todavia, durante o Cenomaniano médio que esta importante plataforma carbonatada do Mar de Tétis atinge maior desenvolvimento e extensão paleogeográfica, abrangendo a generalidade dos domínios da atual Estremadura e Beira Litoral, no contexto da Orla Meso-Cenozoica Ocidental (Callapez, 1998).

A prevalência de condições francamente marinhas durante este intervalo, foi particularmente favorável à proliferação de biotas marinhas, incluindo as de ambiente mais profundo, ricas em cefalópodes, e as de tipo recifal (Choffat, 1900; Callapez, 1998, 2008). A par dos invertebrados, regista-se uma rica microfauna de foraminíferos e ostracodos, e uma abundância de quistos de dinoflagelados (dinoquistos), de um modo geral ainda insuficientemente conhecidos, o que justifica o objeto do presente estudo.

A sucessão estratigráfica exposta neste extenso afloramento do promontório da Nazaré, constitui um lugar de excelência para o estudo dos dinoquistos, devido à prevalência de fácies lagunares ricas em matéria orgânica. Estas pesquisas permitem acrescentar informação taxonómica, biostratigráfica e paleoecológica e relacioná-la com estudos anteriores do Cretácico português (e.g. Choffat, 1900; Berthou, 1973, 1984; Moron, 1981; Lauverjat, 1982; Callapez, 1998, 2008; Callapez *et al.*, 2014, com bibliografia mais detalhada).

Mais recentemente, as monografias inéditas de Oliveira (2017), Fernandes (2019) e Bonito (2021), às quais nos reportamos, surgem como os primeiros trabalhos com análises palinológicas, baseadas sobretudo, na identificação de *taxa* de

¹ Universidade do Minho, ICT – Instituto de Ciências da Terra, Departamento de Ciências da Terra, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal.

² Universidade de Évora, Colégio Luís António Verney, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora e Universidade NOVA de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Quinta da Torre 2829-516 Caparica, Portugal.

³ GEOBIOTEC, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Terra, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

dinoquistos como biomarcadores, para o Cenomaniano médio da Nazaré. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo proceder a uma síntese sobre os dinoquistos identificados neste intervalo estratigráfico, incluindo inferências biostratigráficas e paleoambientais.

2. Enquadramento Geológico

A área em estudo localiza-se na arriba sul do promontório da Nazaré, entre as localidades do Sítio e Guilhim (Fig. 1a). É caracterizada por uma ampla exposição de níveis com fácies carbonatadas e mistas do Cenomaniano (Fig. 1b) equivalentes à “Formação Carbonatada” (Soares, 1966) da região do Baixo Mondego, dos setores da Beira Litoral e do norte da Estremadura.

O Cenomaniano inferior, constituído por uma sucessão maioritariamente de calcários margosos, com biostromas de exogiríníneos, representando as “Camadas com *Exogyra pseudofrancica*” do “Belasiano” (Choffat, 1900), traduz um contexto transgressivo e instalação de uma planície litoral com encharcamentos lagunares (Callapez, 1998). O Cenomaniano médio, nível “B” ou “Nível com *Pterocera incerta*” (Choffat, 1900) é caracterizada por alternâncias de calcários margosos, com biostromas de *Gyrostroma ouremensis* (Fig. 1c), margas ou margas calcárias finamente laminadas, com frequentes restos de vertebrados (Callapez, 1998; Callapez *et al.*, 2014, com bibliografia detalhada). As associações faunísticas sugerem ambientes de plataforma interna em domínios pouco profundos, com desenvolvimento de sistemas lagunares (Callapez, 1998).

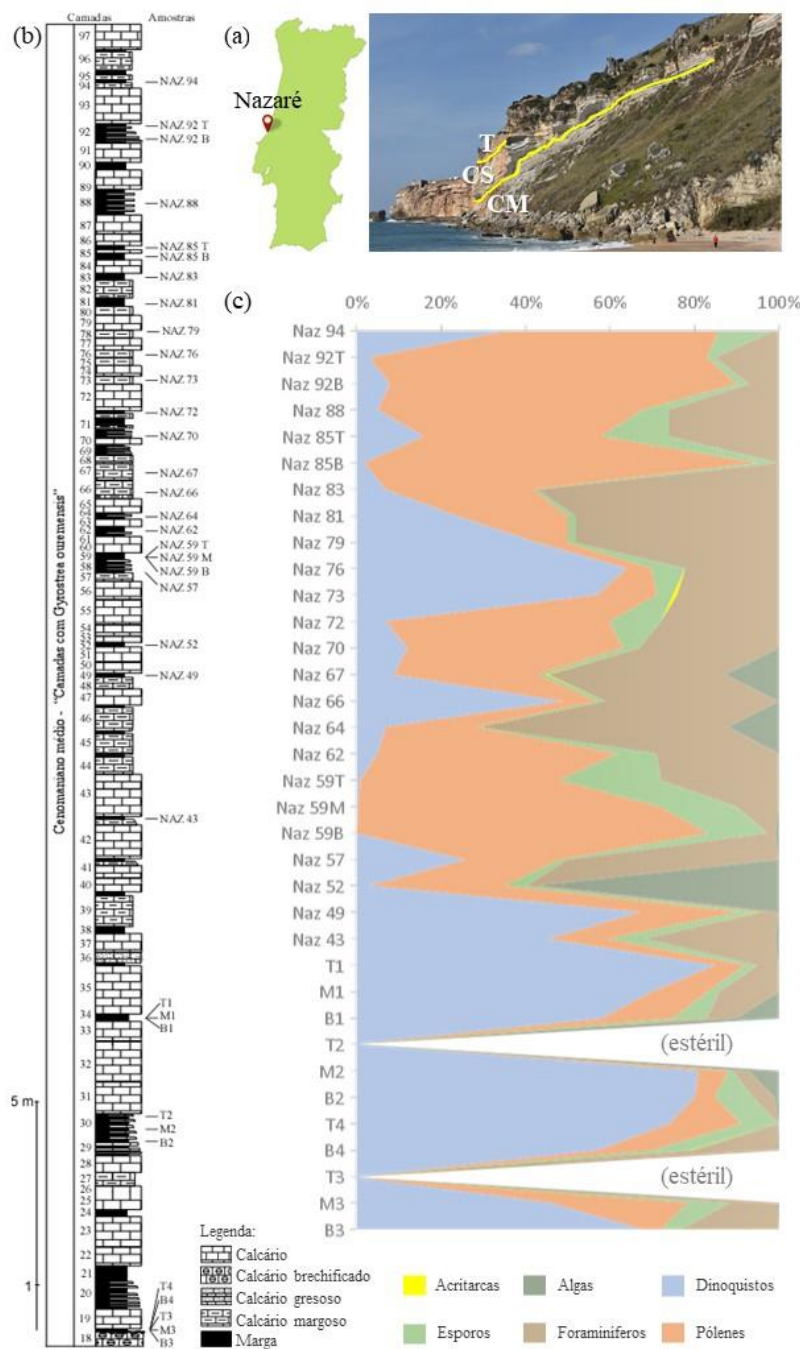


Figura 1. (a) Localização da área em estudo (39°36'15.11"N; 09°4'55.26"O). Arriba sul do promontório da Nazaré, com indicação do posicionamento dos principais intervalos estratigráficos (adaptado de Callapez *et al.* 2014). CM – Cenomaniano médio; CS – Cenomaniano superior T – Turoniano; (b) Perfil estratigráfico da sucessão sedimentar em estudo (adaptado de Callapez *et al.*, 2014). Oliveira (2017) analisou as amostras de B3 a T1, Fernandes (2019) as amostras de Naz 43 a Naz 70 e Bonito (2021) as amostras de Naz 72 a Naz 94; (c) Abundâncias relativas dos diferentes grupos do Cenomaniano médio do promontório da Nazaré.

Figure 1. (a) Location of study area (39°36'15.11"N; 09°4'55.26"W). Southside cliffs of the promontory of Nazaré with indication of the positioning of the succession levels. CM – middle Cenomanian; CS – upper Cenomanian; T – Turonian; (b) Stratigraphic section of the studied sedimentary succession (adapted from Callapez *et al.*, 2014). Oliveira (2017) studied the samples from B3 to T1, Fernandes (2019) studied the samples from Naz 43 to Naz 70, and Bonito (2021) studied the samples from Naz 72 to Naz 94. (c) Relative abundances of the different groups from the middle Cenomanian of the Nazaré promontory.

Estas unidades são encimadas por calcários nodulosos de plataforma externa e calcarenitos com rudistas do Cenomaniano superior (Berthou, 1973; Lauverjat, 1982), cujas bancadas compactas e espessas formam a imponente cornija do Sítio da Nazaré.

3. Métodos

No perfil da Figura 1c, Oliveira (2017) estudou as primeiras 11 amostras, Fernandes (2019) as seguintes 12 amostras e Bonito (2021) as últimas 12 amostras, a partir de estratos friáveis, em níveis margosos e margo-calcários de tom escuro, finamente laminados, representativos do Cenomaniano médio. As amostras foram sujeitas a preparação laboratorial standard: desagregação, eliminação química de materiais inorgânicos, limpeza e concentração de material orgânico. Prepararam-se lâminas delgadas para observação e estudo ao microscópio ótico.

4. Resultados

Dos estudos taxonômicos subsequentes constatou-se que os dinoquistos e os pólenes são os grupos palinológicos dominantes, seguidos por forros internos de foraminíferos, esporos e, com menor representação, acritarcas e algas (Fig. 1c). Destaca-se a identificação de dinoquistos, em parte novos para o Cenomaniano português, composta por uma lista de 37 *taxa*: *Bourkidinium* sp. Morgan, 1975 *emend.* Nøhr-Hansen, 1993; *Canningia reticulata* Cookson e Eisenack, 1960 *emend.* Below, 1981, Helby, 1987 (Fig. 2a); *Canningia* sp. Cookson e Eisenack, 1960 *emend.* Dörhöfer e Davies, 1980, Below, 1981 (Fig. 2b); *Circulodinium* sp. Alberti, 1961; *Coronifera oceanica* Cookson e Eisenack, 1958 *emend.* May, 1980; *Cribroperidinium* sp. Neale e Sarjeant, 1962 *emend.* Davey, 1969, Sarjeant, 1982, Helenes, 1984; *Cyclonephelium* sp. Deflandre e Cookson, 1955 *emend.* Cookson e Eisenack, 1962, Williams e Downie, 1966, Ioannides *et al.*, 1977, Sarjeant e Stover, 1978, Stover e Evitt, 1978, Dörhöfer e Davies, 1980; *Dingodinium* sp. Cookson e Eisenack, 1958 *emend.* Mehrotra e Sarjeant, 1984, Stover e Helby, 1987; *Downiesphaeridium* sp. Islam, 1993 *emend.* Masure in Fauconnier e Masure, 2004; *Epelidosphaeridia spinosa* Cookson e Hughes, 1964 *ex.* Davey, 1969 (Fig. 2c); *Exochosphaeridium* sp. Davey *et al.*, 1966 *emend.* Helenes, 2000; *Florentinia* aff. *cooksoniae* (Singh, 1971) Duxbury, 1980 *emend.* Duxbury, 1980; *Florentinia* cf. *deanei* (Davey e Williams, 1966) Davey e Verdier, 1973; *Florentinia mantellii* (Davey e Williams, 1966) Davey e Verdier, 1973 (Fig. 2d); *Florentinia* sp. Davey e Verdier, 1973 *emend.* Duxbury, 1980 (Fig. 2e); Grupo *Sentusidinium* (Fig. 2f); *Heterosphaeridium* sp. Cookson e Eisenack, 1968 *emend.* Yun Hyesu, 1981 (Fig. 2g); *Impletosphaeridium* sp. Morgenthau, 1966 *emend.* Islam, 1993; *Kiokansium* sp. Stover e Evitt, 1978 *emend.* Duxbury, 1983; *Laciniadinium?* sp. McIntyre, 1975; *Odontochitina* sp. Deflandre, 1937 *emend.* Davey, 1970, Bint, 1986, El Mehdawi, 1998, Núñez-Betelu e Hills, 1998; *Oligosphaeridium pulcherrimum* (Deflandre e Cookson, 1955) Davey e Williams, 1966; *Oligosphaeridium* sp. Davey e Williams, 1966 *emend.* Davey, 1982; *Operculodinium* sp. Wall, 1967 *emend.* Matsuoka *et al.*, 1997, *Palaeohystrichophora infusorioides* Deflandre, 1935 (Fig. 2h); *Palaeohystrichophora* sp. Deflandre, 1935 *emend.* Deflandre e Cookson, 1955; *Rhaetogonyaulax* sp. Sarjeant, 1966 *emend.* Harland *et al.*, 1975, Fisher e van Helden, 1979, Below, 1987; *Spinidinium* sp. Cookson e Eisenack, 1962 *emend.* Lentin e Williams, 1976, Quattrochio e Sarjeant, 2003, Sluijs *et al.*, 2009 (Fig. 2i); *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1837) Mantell, 1854 (Fig. 2j); *Spiniferites* sp. Mantell, 1850 *emend.* Sarjeant, 1970; *Subtilisphaera* sp. Jain e Millepie, 1973 *emend.* Lentin e Williams, 1976 (Fig. 2k); *Trithyrodinium* sp.

Drugg, 1967 *emend.* Davey, 1969, Lentin e Williams, 1976, Marheinecke, 1992; *Trithyrodinium suspectum* (Manum e Cookson, 1964) Davey 1969 (Fig. 2l); *Xenascus ceratioides* (Deflandre, 1937) Lentin e Williams, 1973 (Fig. 2m); *Xenascus* sp. Cookson e Eisenack, 1969 *emend.* Yun Hyesu, 1981, Stover e Helby, 1987 (Fig. 2n); *Xiphophoridium alatum* (Cookson e Eisenack, 1962) Sarjeant, 1966 *emend.* Sarjeant, 1966; *Xiphophoridium* sp. Sarjeant, 1966.

Os dinoquistos predominam claramente na base da sucessão amostrada (Fig. 1c), com distribuição regular, entre as amostras B3 e Naz 49, voltando a dominar sobre os restantes grupos em Naz 66, Naz 73 e Naz 76. A ocorrência de *Subtilisphaera* sp. constitui o táxon de dinoquisto dominante na maioria das amostras, estando apenas ausente, nas referenciadas como Naz 59 B. Em Naz 49, Naz 57 e Naz 73, as associações são dominadas por *Xenascus* sp., grupo *Sentusidinium* e *Florentinia* sp., respetivamente. *Spinidinium* sp., *Spiniferites ramosus*, *Xenascus* sp., *Canningia* sp., *Impletosphaeridium* sp. e *Florentinia* sp. surgem como *taxa* mais abundantes a seguir a *Subtilisphaera* sp.

5. Implicações biostratigráficas

Na sua generalidade, as associações de dinoquistos presentes nas amostras e a repartição vertical dos seus *taxa* apontam para um intervalo dentro do Cenomaniano médio, corroborado pelos dados já conhecidos de foraminíferos e macroinvertebrados (Berthou, 1973, 1984; Lauverjat, 1982; Callapez, 1998, 2008; Callapez *et al.*, 2014). Não obstante, a presença de *Trithyrodinium suspectum* parece indicar uma idade dentro do Cenomaniano superior, de acordo com dados conhecidos para o hemisfério norte (Williams *et al.*, 2004; Oliveira, 2017). Dada a contradição com a informação integrada dos restantes grupos taxonômicos, sugere-se a necessidade de revisão da primeira ocorrência (PO) deste táxon no Cretácico Superior europeu.

6. Interpretação paleoecológica e paleoambiental

O padrão de alto domínio-baixa diversidade de *taxa* de dinoquistos, reconhecido na maioria das amostras, aponta para condições marinhas costeiras (Goodman, 1979).

Verificou-se maior domínio de peridinioides; contudo os gonialacoides estão em superioridade em 10 das 35 amostras (Fernandes, 2019; Bonito, 2021). Associações com forte domínio de peridinioides são, geralmente, indicativas de aumento de nutrientes no meio, salinidade reduzida e produtividade primária elevada em ambientes lagunar, estuarino ou salobro (Lewis *et al.*, 1990; Sluijs *et al.*, 2005; Peyrot *et al.*, 2012), de águas temperadas/frias (*e.g.* Dale, 1985). Por sua vez, o aumento de gonialacoides, aponta também, para o decréscimo na produtividade primária e nutrientes, provavelmente, em condições de salinidade normal (Harker *et al.*, 1990) e águas superficiais mais quentes (Wall *et al.*, 1977).

O conjunto geral das associações sugerem ambientes marginais de plataforma restrita, de baixa profundidade, consistentes com ambientes lagunares adjacentes a planícies mareais: *e.g.* *Canningia* sp., *C. reticulata*, *Spinidinium* sp., *Spiniferites ramosus*, *Subtilisphaera* sp., *T. suspectum* e *X. ceratioides* (Wall *et al.*, 1977, Bujak, 1984; Lister e Batten, 1988; Sluijs *et al.*, 2009; Peyrot, 2011; Carvalho *et al.*, 2016).

Por sua vez, menores abundâncias relativas de *taxa* com afinidades a ambientes neríticos externos a oceânicos, denotam uma ligeira exposição da plataforma a condições mais marinhas: *e.g.* *Epelidosphaeridia spinosa*, *F. mantellii*, *Heterosphaeridium* sp. e *Palaeohystrichophora infusorioides* (Harker *et al.*, 1990; Pearce, 2000; Lignum, 2009; Peyrot *et al.*, 2011).

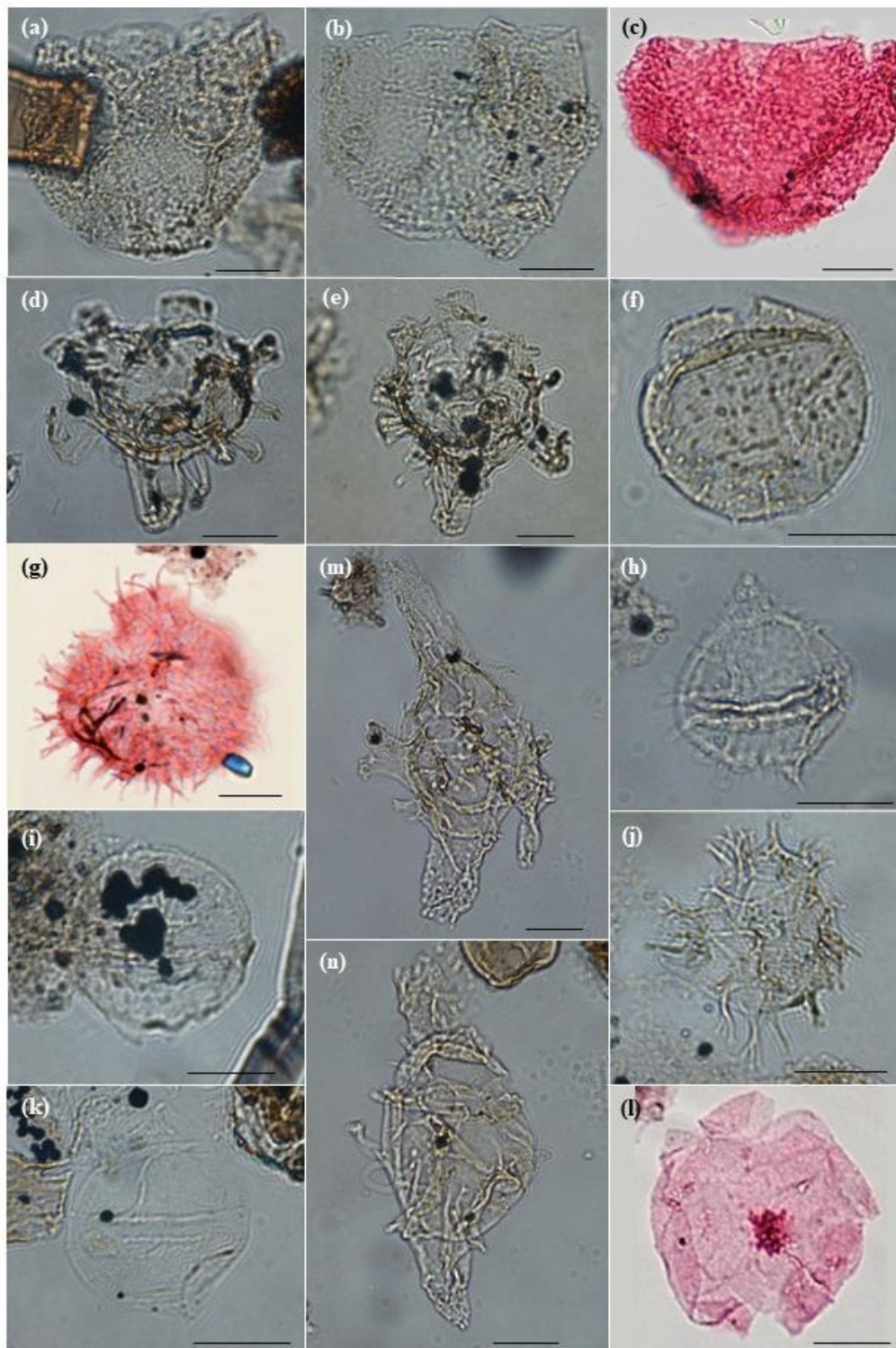


Figura 2. Taxa de dinocistos dominantes identificados no Cenomaniano médio do promontório da Nazaré: Imagens de microscópio ótico: (a) *Canningia reticulata*, amostra Naz 43, slide a, F14/1; (b) *Canningia* sp., amostra Naz 85T, slide a; (c) *Epelidosphaeridia spinosa*, amostra T1, slide T1.1; (d) *Florentinia mantellii*, amostra Naz 66, slide a, R32/0; (e) *Florentinia* sp., amostra Naz 57, slide a, V16/1; (f) Grupo *Sentusidinium*, amostra Naz 59B, slide a, V25/1; (g) *Heterosphaeridium* sp., amostra T1, slide T1.1; (h) *Palaeohystrichophora infusorioides*, amostra Naz 49, slide a, X22/2; (i) *Spinidinium* sp., amostra Naz 59B, slide a, V37/0; (j) *Spiniferites ramosus*, amostra Naz 66, slide a, E36/0; (k) *Subtilisphaera* sp., amostra Naz 43, slide a, T30/3; (l) *Trihyrodinium suspectum*, amostra T1, slide T1.1; (m) *Xenascus ceratioides*, amostra Naz 49, slide a, T21/3; (n) *Xenascus* sp., amostra Naz 49, slide a, X46/0. Imagens a, d, e, f, h, i, j, k, m, n (Fernandes, 2019); Imagem b (Bonito, 2021); Imagens c, g, l (Oliveira, 2017). Escala: 20 μ m.

Figure 2. Light photomicrographs of dominant dinocysts identified from the middle Cenomanian of Nazaré promontory. (a) *Canningia reticulata*, sample Naz 43, slide a, F14/1; (b) *Canningia* sp., sample Naz 85T, slide a; (c) *Epelidosphaeridia spinosa*, sample T1, slide T1.1; (d) *Florentinia mantellii*, sample Naz 66, slide a, R32/0; (e) *Florentinia* sp., sample Naz 57, slide a, V16/1; (f) Grupo *Sentusidinium*, sample Naz 59 B, slide a, V25/1; (g) *Heterosphaeridium* sp., sample T1, slide T1.1; (h) *Palaeohystrichophora infusorioides*, sample Naz 49, slide a, X22/2; (i) *Spinidinium* sp., sample Naz 59 B, slide a, V37/0; (j) *Spiniferites ramosus*, sample Naz 66, slide a, E36/0; (k) *Subtilisphaera* sp., sample Naz 43, slide a, T30/3; (l) *Trihyrodinium suspectum*, sample T1, slide T1.1; (m) *Xenascus ceratioides*, sample Naz 49, slide a, T21/3; (n) *Xenascus* sp., sample Naz 49, slide a, X46/0. Images a, d, e, f, h, i, j, k, m, n (Fernandes, 2019); Image b (Bonito, 2021); Images c, g, l (Oliveira, 2017). Scale bar: 20 μ m.

coadunam-se com meios de salinidade variável a reduzida: *e.g.* *Canningia* sp., *C. reticulata*, *Subtilisphaera* sp., *Xenascus* sp., *X. ceratioides* (Jain e Millepied, 1975; Wall *et al.*, 1977; Bujak, 1984; Lister e Batten, 1988; Harker *et al.*, 1990; Harris e Tocher, 2003); também com águas ricas em nutrientes, com correntes ascendentes e produtividade primária elevada: *e.g.* *Palaeohystrichophora infusorioides* e *Subtilisphaera* sp. (Bujak, 1984; Lewis *et al.*, 1990; Pearce, 2000; Pearce *et al.*, 2009). Em paralelo, a presença de algas de água doce (*e.g.* *Botryococcus* sp.) e de *Spinidinium* sp. aponta para meios contíguos a cursos fluviais (Sluijs e Brinkhuis, 2009), os quais drenariam, em certa medida, para os sistemas lagunares

7. Conclusões

Os dinoquistos identificados no Cenomaniano médio da Nazaré ascendem a 37 *taxa*, evidenciando um interessante elenco taxonómico com implicações significativas para o conhecimento deste grupo ainda escassamente estudado do Cretácico Superior português.

Não se verificaram ganhos de resolução biostratigráfica entre subandares do Cenomaniano, sendo possível confirmar que as associações presentes se coadunam com a parte média deste intervalo estratigráfico.

No seu todo, os dinoquistos presentes sugerem ambientes margino-lagunares adjacentes a uma plataforma interna pouco profunda. Estes poderiam apresentar algumas condições salobras, em função da drenagem e alimentação fluvial, ou ainda ligeira exposição a condições marinhas. As ecologias distintas dos *taxa* indicam condições variáveis no meio, sendo este, geralmente, de salinidade variável a reduzida, rico em nutrientes, com variações significativas na temperatura da água, por vezes, com produtividade primária elevada e correntes ascendentes. As abundâncias relativas acentuadas de palinómorfs terrestres, principalmente de pólenes, sugerem ainda alguma proximidade costeira, com acarreio elevado de terrígenos.

Agradecimentos

Este trabalho é apoiado pelo GeoBioTec (UID/GEO/04035/2019) e financiado por fundos nacionais através da FCT, I.P. no âmbito dos proj. UIDB/04683/2020 e UIDP/04683/2020. Pedro Callapez contou com o apoio do proj. UID/Multi/00611/2020 da FCT (CITEUC, Univ. Coimbra) e do FEDER através do COMPETE 2020 (proj. POCI-01-0145-FEDER-006922) e do Grupo de Investigación Paleolítica. Os autores agradecem as apreciações de índole científica realizadas pelo Dr. Josep Sanjuan e outro revisor anónimo.

Referências

- Berthou, P. -Y., 1973. Le Cénomanien de l'Estrémadure portugaise. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal* (n.s.), **23**: 169.
- Berthou, P. -Y., 1984. Albian-Turonian stage boundaries and subdivisions in the Western Portuguese Basin, with special emphasis on the Cenomanian-Turonian boundary in the Ammonite Facies and Rudist Facies. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **33**: 41-45.
- Bonito, A., 2021. *Contribuição da palinostratigrafia do Cretácico Superior da Nazaré (Portugal). Reconstituições paleoambientais a biostratigráficas*. Dissertação de Mestrado, Univ. Évora, Évora, 193 p.
- Bujak, J. P., 1984. Cenozoic dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bering Sea and northern North Pacific, ODP Leg 19. *Micropalaeontology*, **30**: 180-212. <https://doi.org/10.2307/1485717>
- Callapez, P. M., 1998. *Estratigrafia e Paleobiologia do Cenomaniano-Turoniano. O significado do eixo da Nazaré-Leiria-Pombal*. Tese de Doutoramento, Univ. Coimbra, Coimbra, 479 p.
- Callapez, P. M., 2008. Palaeogeographic evolution and marine faunas of the Mid-Cretaceous Western Portuguese carbonate platform. *Thalassas*, **24**(1): 29-52.
- Callapez, P. M., Barroso-Barcenilla, F., Cambra-Moo, O., Ortega, F., Pérez-García, A., Segura, Torricas, A., 2014. Fossil assemblages and palaeoenvironments in the Cenomanian vertebrate site of Nazaré (West Central Portugal). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **273**(2): 179-195. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2014/0422>
- Carvalho, M. A., Bengtson, P., Lana, C.C., 2016. Late Aptian (Cretaceous) paleoceanography of the South Atlantic Ocean inferred from dinocyst communities of the Sergipe Basin, Brazil. *Paleoceanography*, **31**: 2-26. <https://doi.org/10.1002/2014PA002772>
- Choffat, P. L., 1900. *Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système Crétacique du Portugal – 2ème étude. Le Crétacé supérieur au Nord du Tage*. Direction des Services Géologiques du Portugal, Lisbonne, 287 p.
- Dale, B., 1985. Dinoflagellate cyst analysis of Upper Quaternary sediments in core GIK 15530-4 from the Skagerrak. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, **65**: 97-102.
- Fernandes, L., 2019. *Taxonomia, Biostratigrafia, Paleoecologia, e Paleobiogeografia de palinómorfs do Cenomaniano médio da Nazaré*. Dissertação de Mestrado, Univ. Minho, Braga, 173 p.
- Goodman, D. K., 1979. Dinoflagellate "Communities" from the Lower Eocene Nanjemoy Formation of Maryland, USA. *Palynology*, **3**: 169-190. <https://doi.org/10.1080/01916122.1979.9989188>
- Harker, S. D., Sarjeant, W. A., Caldwell, W. G., 1990. Late Cretaceous (Campanian) organic-walled microplankton from the Interior Plains of Canada, Wyoming and Texas: biostratigraphy, palaeontology and palaeoenvironmental interpretation. *Palaeontographica, Abhandlungen B*, **219**: 1-243.
- Harris, A. J., Tocher, B. A., 2003. Palaeoenvironmental analysis of Late Cretaceous dinoflagellate cyst assemblages using high-resolution sample correlation from the Western Interior Basin, USA. *Marine Micropalaeontology*, **48**: 127-148. [https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(03\)00002-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(03)00002-1)
- Jain, K. P., Millepied, P., 1975. Cretaceous microplankton from Senegal Basin, West Africa: Part II: Systematics and Biostratigraphy. *Geophytology*, **5**(2): 126-171.
- Lauverjat, J., 1982. *Le Crétacé Supérieur dans le Nord du Bassin Occidental Portugais*. PhD thesis, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 716 p.
- Lewis, J., Dodge, D., Powell, A. J., 1990. Quaternary dinoflagellate cysts from the upwelling system offshore Peru, Hole 686B, ODP, LEG 112. In: Suess, E., von Huene, R. et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **112**: 323-328. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.112.162.1990>
- Lignum, J. S., 2009. *Cenomanian (upper Cretaceous) palynology and chemostratigraphy: Dinoflagellate cysts as indicators of palaeoenvironmental and sea-level change*. PhD thesis, Kingston University, London, 582 p.
- Lister, J. K., Batten, D. J., 1988. Stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of Early Cretaceous dinoflagellate cysts in the Hurlands Farm Borehole, West Sussex, England. *Palaeontographica, Abteilung B*, **210**: 9-89.
- Moron, J., 1981. *Étude Paléobotanique et Palynologique du Crétacé Supérieur du Bassin Occidental Portugais au Nord de l'accident de Nazaré (Portugal)*. PhD thesis, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 287p.
- Oliveira, P., 2017. *Contribution to the knowledge of dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of Portugal: study of the lagoonal associations from the Cenomanian of Nazaré*. MSc dissertation, Univ. Coimbra, Coimbra, 225 p.
- Pearce, M. A., 2000. *Palynology and chemostratigraphy of the Cenomanian to lower Campanian Chalk of Southern and Eastern England*. PhD thesis, Kingston Univ. London, UK, 423 p.
- Pearce, M. A., Jarvis, I., Tocher, B. A., 2009. The Cenomanian-Turonian boundary event, OAE2 and palaeoenvironmental change in epicontinental seas: New insights from the dinocyst and geochemical records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **280**: 207-234. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.06.012>
- Peyrot, D., 2011. Late Cretaceous (Late Cenomanian-Early Turonian) dinoflagellate cysts from the Castilian Platform, northern Spain. *Palynology*, **35**(2), 267-300. <https://doi.org/10.1080/01916122.2010.523987>
- Peyrot, D., Barroso-Barcenilla, F., Barrón, E., Comas-Rengifo, M. J., 2011. Palaeoenvironmental analysis of Cenomanian-Turonian dinocyst assemblages from the Castilian Platform (Northern Central Spain).

- Cretaceous Research*, **32**: 504-526. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.03.006>
- Peyrot, D., Barroso-Barcenilla, F., Feist-Burkhardt, S., 2012. Palaeoenvironmental controls on late Cenomanian-early Turonian dinoflagellate cyst assemblages from Condemios (Central Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **180**: 25-40. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.04.008>
- Rey, J., Caetano, P. S., Callapez, P., Dinis, J., 2009. *Le Crétacé du Bassin Lusitanien (Portugal)*. Excursion du Group Français du Crétacé. GFC 2009, Série "Excursion", 100.
- Sluijs, A., Brinkhuis, H., 2009. A dynamic climate and ecosystem state during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: inferences from dinoflagellate cyst assemblages on the New Jersey Shelf. *Biogeosciences*, **6**: 1755-1781. <https://doi.org/10.5194/bgd-6-5163-2009>
- Sluijs, A., Brinkhuis, H., Williams, G. L., Fensome, R. A., 2009. Taxonomic revision of some Cretaceous-Cenozoic spiny organic-walled peridiniacean dinoflagellate cysts. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **154**: 34-53. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2008.11.006>
- Sluijs, A., Pross, J., Brinkhuis, H., 2005. From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as palaeoenvironmental indicators in the Paleogene. *Earth-Science Reviews*, **68**: 281-315. DOI: 10.1016/j.earscirev.2004.06.001
- Soares, A. F., 1966. Estudo das formações pós-jurássicas das regiões de entre Sargento-Mor e Montemor-o-Velho (margem direita do Rio Mondego). *Memórias e Notícias*, **62**: 1-343.
- Wall, D., Dale, B., Lohmann, G. P., Smith, W. K., 1977. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent areas. *Marine Micropaleontology*, **2**: 121-200. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(77\)90008-1](https://doi.org/10.1016/0377-8398(77)90008-1)
- Williams, G. L., Brinkhuis, H., Pearce, M. A., Fensome, R. A., Weegink, J. W., 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared: index events for the Late Cretaceous-Neogene. In: Exon, N. F., Kennett, J. P., Malone, M. J. (Eds.), *Micropaleontology of the Oceans*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 231-243.