

# Nanofósseis calcários da Passagem Aaleniano-Bajociano do perfil do Cabo Mondego - Portugal (GSSP do Bajociano)

*Calcareous nannofossils across the Aalenian – Bajocian boundary at Cape Mondego section – Portugal (the Bajocian GSSP)*

Keynesménio Sousa Afonso Neto | Maria Helena Paiva Henriques | Rogério Loureiro Antunes

## resumo

Neste trabalho descrevem-se as associações de nanofósseis calcários registradas no intervalo estratigráfico Aaleniano Médio (Biozona *Bradfordensis*) – Aaleniano Superior (Biozona *Concavum*) – Bajociano Inferior (Biozonas *Discites* e *Laeviuscula*) do perfil de Murtinheira (Cabo Mondego, Portugal). Ao longo do intervalo estratigráfico estudado foram recolhidas 23 amostras, que permitiram reconhecer 4 ordens, 8 famílias, 12 gêneros e 30 espécies de nanofósseis calcários no total.

Os gêneros *Schizosphaerella* e *Lotharingius* dominam numericamente nas associações estudadas, sendo que *Schizosphaerella* sp. é a espécie mais abundante. Os principais nanofósseis calcários observados foram: *Carinolithus magharensis* (Moshkovitz e Ehrlich), *Crepidolithus crassus* (Deflandre), *Crepidolithus pleinsbachensis* (Crux), *Discorhabdus striatus* (Moshkovitz e Ehrlich), *Lotharingius hauffi* (Grün e Zweili), *Lotharingius*

*contractus* (Bown e Cooper) e *Watznaueria britannica* (Stradner).

No intervalo estudado, foram identificados alguns bioeventos marcantes através da primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner), sendo possível o reconhecimento de duas biozonas (NJ8 e NJ9) estabelecidas para o Domínio Boreal. Além disso, também foi possível reconhecer três biozonas (NJT8, NJT9 e NJT10) definidas para o Domínio Tétisiano, através da primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) e de *Watznaueria manivitae* (Bukry).

Os dados obtidos, quando comparados aos de outros perfis correlativos, permitirão o estabelecimento de uma escala zonal baseada em nanofósseis calcários, válida para o Jurássico da Bacia Lusitânica e particularmente útil na interpretação de amostras obtidas através de sondagens no âmbito da exploração de hidrocarbonetos.

**Palavras-chave:** Bacia Lusitânica | GSSP do Bajociano | bioestratigrafia | nanofósseis calcários

## abstract

The present work describes the calcareous nanofossils assemblages recorded across the Middle Aalenian (*Bradfordensis* Biozone) – Upper Aalenian (*Concavum* Biozone) – Lower Bajocian (*Discites* and *Laeviuscula* Biozones) from the Murtinheira section (Cape Mondego - Portugal). Throughout the studied stratigraphic interval 23 samples were collected, which have enabled the identification of a total of 4 orders, 8 families, 12 genus, and 30 species of calcareous nanofossils.

The genus *Schizosphaerella* and *Lotharingius* numerically dominate the assemblages, being the *Schizosphaerella* sp. the most abundant one. The main calcareous nanofossils species recognized were: *Carinolithus magharensis* (Moshkovitz e Ehrlich), *Crepidolithus crassus* (Deflandre), *Crepidolithus pleinsbachensis* (Crux), *Discorhabdus striatus* (Moshkovitz e Ehrlich), *Lotharingius hauffi* (Grün e Zweili), *Lotharingius contractus* (Bown e Cooper) and *Watznaueria britannica* (Stradner).

For the time range studied, some key bioevents were recognized. The first occurrence of *Watznaueria britannica* (Stradner) allows the recognition of two biozones (NJ8 and NJ9) established for the Boreal Realm. In addition, it was possible to recognize three biozones (NJT8, NJT9 and NJT10) established for the Tethysian Realm, through the first occurrence of *Watznaueria britannica* (Stradner) and *Watznaueria manivitae* (Bukry).

The data, when extended to other correlative sections and other time intervals, will enable the establishment of a zonal scale based on calcareous nanofossils valid for the Jurassic of the Lusitanian Basin and particularly useful in interpreting the samples obtained through the surveys, when taking into context the exploration of hydrocarbons.

(Expanded abstract available at the end of the paper).

**Keywords:** Lusitanian Basin | Bajocian GSSP | biostratigraphy | calcareous nanofossils

## introdução

O presente trabalho visa contribuir para o conhecimento da nanoflora do Jurássico Médio (passagem Aaleniano-Bajociano), a partir do estudo das associações registradas de nanofósseis calcários do perfil da passagem Aaleniano - Bajociano da Murtinheira (Cabo Mondego). Nestes níveis estratigráficos, foi estabelecido pela IUGS (International Union of Geological Sciences) o GSSP (Global Stratotype Section and Point) do Bajociano em 1996 (Pavia e Enay, 1997): o primeiro estratotipo de limite definido para o Sistema Jurássico. O GSSP foi definido com base no registro das associações de amonoides, mas nele foram igualmente reconhecidas associações de nanofósseis calcários (Henriques *et al.*, 1994), porém, circunscritas ao intervalo estratigráfico correspondente às camadas MT 323 (Biozona *Concavum*; Aaleniano Superior) e MT 358 (Biozona *Discites*; Bajociano Inferior).

No presente trabalho, realizou-se uma amostragem mais ampla ao longo do intervalo Aaleniano Médio (Biozonas *Bradfordensis*) – Aaleniano Superior (Biozonas *Concavum*) – Bajociano Inferior (Biozonas *Discites* e *Laeviuscula*). Com essa amostragem, pretendeu-se investigar a paleonoflora ali registrada, bem como avaliar a variação da sua composição ao longo do limite Aaleniano-Bajociano. Além disso, pretendeu-se calibrar tais registros com aqueles que foram descritos a partir do estudo das associações de representantes de *Ammonoidea* (Henriques, 1992), bem como com o registro das associações de foraminíferos bentônicos (Canales *et al.*, 2000; Canales e Henriques, 2007, 2008) que, nos níveis estratigráficos em questão, são bem conhecidas. Com esta calibragem, foi possível conhecer a distribuição das associações de nanofósseis calcários do perfil da Murtinheira e relacioná-las a escalas zonais estabelecidas em diferentes bacias do hemisfério norte.

Na Bacia Lusitânica, são escassos os trabalhos acerca de nanofósseis calcários do Jurássico. Através deste estudo, pretende-se contribuir para um maior e melhor conhecimento das associações de nanofósseis calcários registradas na passagem Aaleniano-Bajociano da Bacia Lusitânica, aqui circunscrito a um único perfil estratigráfico, embora nele esteja definido o GSSP do Bajociano.

Além disso, pretende-se contribuir para a elaboração de uma escala zonal baseada em nanofósseis calcários válida para a Bacia Lusitânica que, no caso do perfil da Murtinheira e para a passagem Aaleniano-Bajociano, é

calibrada através do registo de amonoides e é relacionada a uma escala biozonal baseada em foraminíferos bentônicos, também já estabelecida.

## enquadramento geológico do perfil da Murtinheira

A Bacia Lusitânica localiza-se na margem ocidental da Placa Ibérica e está integrada ao grupo de bacias marginais atlânticas criadas durante as fases de *rifting* do final do Triásico e início do Jurássico Inferior (Wilson, 1975; Boilot *et al.*, 1979; Mauffret *et al.*, 1978; Ribeiro *et al.*, 1979; Soares *et al.*, 1988, 1990, 1993a). A sua gênese e evolução foram determinadas pelo processo de formação do Atlântico-Norte, reflectindo também a influência do sector ocidental do Tétis (Mougenot *et al.*, 1979; Ribeiro *et al.*, 1979, 1996; Wilson 1988; Wilson *et al.*, 1989; Pinheiro *et al.*, 1996; Terrinha, 1998) (fig. 1).

Esta bacia exhibe orientação NE-SW, estendendo-se por cerca de 300km de comprimento e 150km de largura e possui uma espessura máxima de 5km (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson, 1988; Wilson *et al.*, 1989). Os sedimentos que a integram têm idades que se estendem desde o Neotriásico ao Neocretácico e cobertura terciária, sendo de maior volume sedimentar os de idade jurássica, com pouco mais da metade apenas no intervalo Oxfordiano - Titoniano (Jurássico Superior) (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson, 1989; Azerêdo *et al.*, 2003). Cerca de 2/3 da bacia aflora na área continental emersa, enquanto a área restante se encontra imersa na plataforma continental. Trata-se da única bacia das margens do Atlântico Norte com extensa exposição superficial, pelo que tem atraído, nas últimas décadas, um número considerável de geólogos e especialistas de variados domínios (muitos deles ligados à indústria do petróleo) para a realização de trabalhos de investigação (Garcia *et al.*, 2008).

A Bacia Lusitânica é limitada a leste pelo embasamento Hercínico (Maciço Hespérico) através da Falha Porto – Tomar. A sul de Tomar, o limite inflecte para SW (Falha de Arrife-Vale Inferior do Tejo) e, novamente, para SE (Falha Setúbal-Pinhal Novo). A oeste, o limite está actualmente representado pelos *horsts* aflorantes nas ilhas Berlengas e Farilhões (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson, 1988; Wilson *et al.*, 1989).

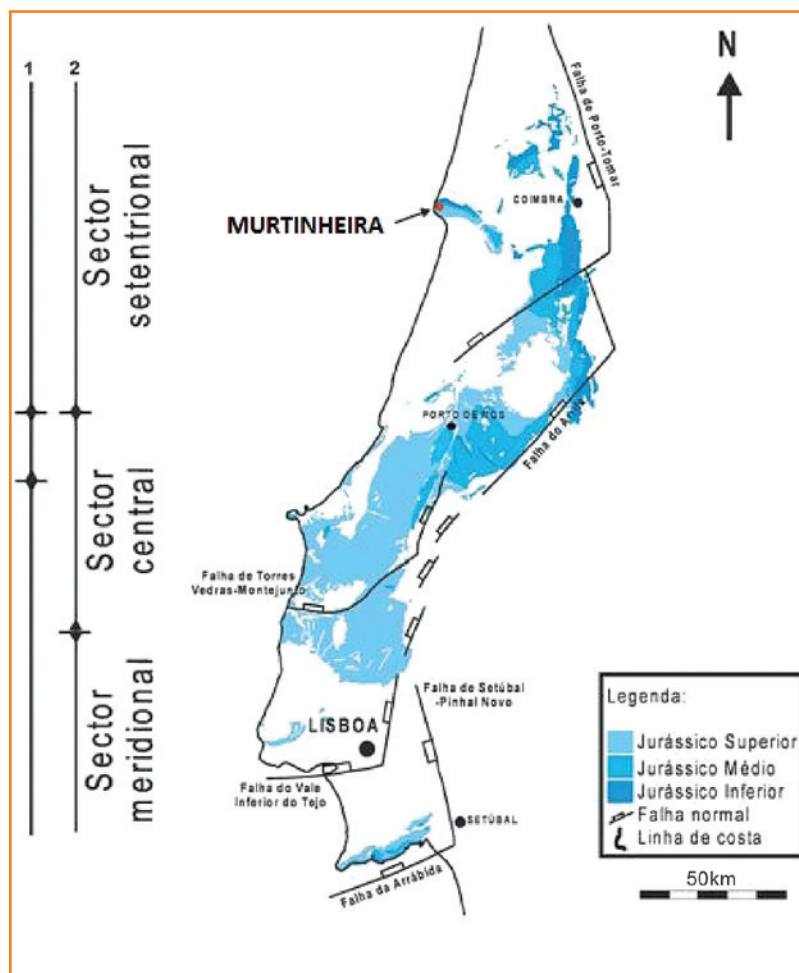


Figura 1 – Enquadramento geológico do perfil da Murtinheira na Bacia Lusitânica, aqui representada através da distribuição lateral do seu registo Jurássico ao longo dos seus três sectores (modificado da carta geológica à escala 1/500000 e adaptado de Kullberg, 2000).

Figure 1 - Geological framework of the Murtinheira Section in the Lusitanian Basin, represented here by the lateral distribution of its Jurassic record over its three sectors (modified geological map scale 1/500000, adapted from Kullberg, 2000).

O perfil da Murtinheira localiza-se a norte do Cabo Mondego na região NW da Bacia Lusitânica (Henriques, 1992; Canales *et al.*, 2000; Canales e Henriques, 2007, 2008). Integra uma sucessão jurássica de idade Neotoarciano-Caloviano – Formação de Cabo Mondego (Azerêdo *et al.*, 2003) e representa, em termos deposicionais, uma fase de sedimentação calma e monótona, típica de séries de ambiente marinho externo (Henriques *et al.*, 2008) (fig. 1).

A sucessão do Cabo Mondego é muito importante em termos paleontológicos e estratigráficos, pois apresenta um registo praticamente contínuo de associações de amonoides susceptíveis de definirem o quadro bioestratigráfico completo da Bacia Lusitânica



para o Jurássico Médio. A presença de representantes de *Ammonoidea* com afinidades norte-europeias e mediterrânicas traduz-se em um acréscimo significativo do seu potencial para efeitos de associação à escala suprabacinal (Henriques *et al.*, 1996).

Face a este contexto paleogeográfico, destaca-se a representatividade do registro fóssil, que inclui associações de amonoides, braquiópodes, foraminíferos bentônicos, nanofósseis calcários e radiolários de elevado significado bioestratigráfico e paleobiogeográfico, para além da diversidade do registro icnofóssil de elevado significado paleoecológico. O registro de braquiópodes (Andrade, 2006), de foraminíferos bentônicos (Canales e Henriques, 2007, 2008) e de nanofósseis calcários (Perilli *et al.*, 2002) permitiu correlações à escala ibérica (Toarciano Superior-Bajociano Inferior).

O perfil da Murtinheira que, por sua vez, está inserido na sucessão do Cabo Mondego, constitui um perfil de referência do sector norte da Bacia Lusitânica, dada a singular representatividade do registro estratigráfico e as excepcionais condições de observação dos materiais aflorantes, facto que levou ao estabelecimento do primeiro estratotipo limite do Sistema Jurássico pela IUGS em 1996 – o GSSP do Bajociano – com base no registro de associações de amonoides e nanofósseis calcários e na magnetostratigrafia (Henriques *et al.*, 1994, Paiva e Enay, 1997).

Como perfil de referência para efeitos de correlação à escala global, o perfil do Cabo Mondego integra a categoria “Jurassic record in the Lusitanian Basin”, de relevância internacional (Brilha *et al.*, 2005; Henriques e Ramalho, 2005) e está classificado como Monumento Natural desde outubro de 2007 (Henriques, 2008) (figs. 2 e 3).



Figura 3 – O GSSP do Bajociano no perfil da Murtinheira no Cabo Mondego (Henriques *et al.*, 2008).

Figure 3 – The Bajocian GSSP of the Murtinheira section at Cape Mondego (Henriques *et al.*, 2008).

Figura 2

Vista aérea da Formação Cabo Mondego e localização dos limites cronoestratigráfico nela estabelecidos (modificado de Henriques *et al.*, 2008).

Figure 2

Aerial view of the Cape Mondego Formation and location of chronostratigraphic boundaries there established (modified from Henriques *et al.*, 2008).



## metodologias e técnicas utilizadas

As metodologias empregues no desenvolvimento deste trabalho são as que se utilizam de forma corrente em micropaleontologia, integrando um conjunto de etapas que incluem trabalhos de campo, de laboratório e de gabinete, sempre antecedidas de revisão de literatura para melhor compreensão das tarefas a desenvolver.

No campo, foram amostrados 23 níveis margocalcários e calcários margosos ao longo do perfil, tendo-se recolhido cerca de 10gr de sedimento por cada amostra.

A metodologia utilizada para a preparação das amostras em laboratório inclui os procedimentos descritos em Antunes (1997).

A identificação taxonômica dos espécimes foi executada recorrendo ao microscópio óptico de modelo Leica DM750P, com luz polarizada, lâmina de gesso e platina giratória, com aumento de 1000X. As fotografias no microscópio óptico foram obtidas com auxílio de uma câmara digital modelo Leica ICC50.

## bioestratigrafia

As associações de nanofósseis calcários registradas ao longo do perfil da Murtinheira apresentam abundância e distribuição variáveis. Em termos de conteúdo nanofossilífero, todas as amostras analisadas apresentam uma abundância relativa entre média a alta e um estado de preservação variável entre pobre a bom.

Do ponto de vista taxonômico, foram reconhecidas 30 espécies, distribuídas por 13 gêneros, 8 famílias e 4 ordens (figs. 4 e 5).

Tratando-se de gênero, *Schizosphaerella* e *Lotharingius* dominam numericamente as associações estudadas. Em relação à espécie, *Schizosphaerella* sp. domina significativamente as associações com uma distribuição contínua. Tendo em conta o facto da distinção entre as duas espécies não ser muito clara, tal como refere Perch-Nielsen (1985), considerou-se, no presente trabalho, *Watznaueria britannica* (Stradner) como sinônima de *Watznaueria communis* (Reinhardt) e as referências relativas a *Watznaueria britannica* (Stradner) dizem respeito às duas espécies.

A primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) registra-se na amostra MT 263 (Biozona *Bradfordensis*, Aaleniano Superior), porém, os representantes da espécie são muito raros. Contudo, verifica-se um aumento significativo da sua abundância relativa a partir da amostra MT 402 (Biozona *Laeviuscula*).

Estes resultados apresentam alguma conformidade com os anteriormente publicados sobre o mesmo perfil (Henriques *et al.*, 1994; Pavia e Enay, 1997).

## bioeventos

Ao longo do intervalo estratigráfico estudado, destaca-se a ocorrência de alguns bioeventos bioestratigraficamente significativos, que podem ser reconhecidos através da primeira e/ou última ocorrência de uma determinada espécie (fig. 6).

No perfil de Murtinheira, ao longo do intervalo estratigráfico estudado, é possível reconhecer alguns bioeventos com valor bioestratigráfico através do estudo dos nanofósseis calcários.

### primeira ocorrência de *Lotharingius contractus* (Bown e Cooper)

Os representantes desta espécie foram reconhecidos na amostra MT 349 (Biozona *Discites*; Bajociano Inferior). Salienta-se um aumento significativo na abundância relativa dos seus representantes a partir da amostra MT 356 (Biozona *Discites*; Bajociano Inferior). Na escala bioestratigráfica definida por Bown e Cooper (1998) para NW da Europa, a primeira ocorrência de *Lotharingius contractus* (Bown e Cooper) foi referida à Biozona *Bradfordensis* (Aaleniano Médio). Assim, pode-se afirmar que os representantes mais antigos de *Lotharingius contractus* (Bown e Cooper) ocorrem primeiro nas bacias do NW da Europa, atendendo ao registo conhecido da espécie na Bacia Lusitânica.

### primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner)

O primeiro exemplar desta espécie foi reconhecido na amostra MT 263 (Biozona *Bradfordensis*; Aaleniano Superior) (fig. 6), o que não é correlacionável aos dados presentes na escala bioestratigráfica definida por Kaenel *et al.*, (1996) para Portugal, nem

MT	Biozonas de Amonites	Abundância	Preservação	Nº Espécies	Axopodorhabdus cylindricus	Biscutum intermedium	Biscutum sp.	Carinololithus magharensis	Carinololithus superbus	Crepidolithus cavus	Crepidolithus crassus	Crepidolithus granulatus	Crepidolithus pleinsbaquensis	Crepidolithus timorensis	Cyclagelosphaera margerelli	Discorhabdus criotus	Discorhabdus striatus	Lotharingius barozii	Lotharingius contractus	Lotharingius crucentralls	Lotharingius frodoii	Lotharingius hauffii	Lotharingius singillatus	Lotharingius sp.	Lotharingius velatus	Retacapsa incompta	Schizosphaerella sp.	Triscutum tiziense	Turbirhabdus patulus	Watznaueria bamesae	Watznaueria britannica	Watznaueria fossacincta	Watznaueria manivitae	Watznaueria sp.	Laeviuscula					
																																			F	M				
MT 406	Biozonas de Nanofósseis calcários; domínio Boreal (Bown & Cooper, 1998)	NJ9	NJT11	F	M	18	MR		MR	MR			R		R	MR	R			R	C	MR		R		R		F	MR		R	F		R	R					
MT 402				A	B	18					MR						MR	R				R	R	C	R		R		MR			C	MR	R	R	F	R	R	R	
MT 392				F	M	15					R		MR	R		R	R		MR	F			C		MR	R					C		R		R					MR
MT 377	Discites	NJ9	NJT10	F	B	21	MR		MR	MR		F		MR	MR	MR		R	MR	F	MR		R	MR		MR		C	MR					MR	MR	R				
MT 356				F	M	16			R	R	R	MR	R	MR	R					MR	F	MR	MR		R	R		R		F				R				R		
MT 352			F	M	12				R	R	MR	R			MR				R		R	MR							F					MR	MR					
MT 349			R	M	11	R			R				R		MR					R	R	MR		R					F									MR		
MT 340			F	M	17	R			MR	MR		MR	F	MR	R			R	R	MR				R		R	MR		F						MR			R		
MT 338			MR	P/M	5						R		R						R								R		F					MR						
MT 337			R	M/B	8						R		R				MR		R						R		R		F									R		
MT 336			R	M	12						MR	R						MR		R			R	MR	MR			R	F	MR					MR			R		
MT 335			R	M	11						MR	MR		MR		MR							MR	R			MR		F						MR					
MT 330			F	M	15	R				MR	MR		R			R			R	MR		MR		R		R	R		F	MR			MR	R			R			
MT 329	R	M	7					MR												MR		MR	MR		MR		F									R				
MT 327	R	M	6						MR		R							R									F													
MT 320	R	M	7						MR		R		MR				F	MR							R		F						MR							
MT 311	F	M	12						MR		R		MR		MR			R			R		R	R	R		F	R									R			
MT 307	R	B	13						R			MR			MR		MR				R	MR	R	MR	MR		F	MR									MR			
MT 305	R	M	16				MR	MR	MR	MR		MR						MR	R		MR		R	R	MR	R	MR	F	MR				MR				R			
MT 295	R	M	7								MR							MR			R		MR	R			F						MR							
MT 286	R	M	12						MR	MR		MR		MR				MR					R	MR			F	MR									R			
MT 263	R	M	11						MR	MR		MR			MR		MR	MR		MR		R			R		F						MR				R			
MT 245	MR	M	7								MR											MR	MR				F	MR									R			

Figura 4 – Distribuição bioestratigráfica dos nanofósseis calcários da passagem Aaleniano-Bajociano do perfil da Murtinheira (Cabo Mondego) (Neto, 2010). Veja a legenda na página ao lado.

Figure 4 – Biostratigraphic distribution of calcareous nannofossils across the Aalenian - Bajocian boundary in the Murtinheira section (Cape Mondego) (Neto, 2010). See the legend on the next page.



<u>Abundância relativa das espécies em cada amostra</u>	<u>Estimativa de preservação</u>
<p>A = Abundante (1-10 espécimes por campo de visão)  C = Comum (1 espécime 2-10 campo de visão)  F = Frequente (1 espécime por 51 campos de visão)  R = Raro (1 espécime por 51 - 200 campos de visão)  MR = Muito Raro (1 espécime por 201 - 500 campos de visão)</p>	<p>P = Pobre. Dissolução severa e intensa recristalização. A maioria das formas pode ser destruída.  M = Moderada. A dissolução e a recristalização presentes impedem que mais de 25% dos exemplares sejam identificados ao nível de espécie.  B = Boa. Baixa intensidade de dissolução e recristalização. As características diagnósticas estão preservadas e todos os espécimes podem ser identificados.  E = Excelente. Sem sinais de dissolução ou recristalização.</p>
<u>Relative abundance of species in each sample</u>	<u>Estimated preservation</u>
<p>A = Abundant (10 to 10 specimens per field of view)  C = Common (1 specimen from 20 to 10 fields of view)  F = Frequent (1 specimen per 51 fields of view)  R = Raro (1 specimen per 51 - 200 fields of view)  MR = Very rare (1 specimen per 201 - 500 fields of vision)</p>	<p>P = Poor. Dissolution severe and intense recrystallization. Most forms can be destroyed.  M = Moderate. The dissolution and recrystallization present prevents more than 25% of the specimens to be identified at species level.  B = Good. Low intensity of dissolution and recrystallization. The diagnostic characteristics are preserved and all specimens can be identified.  E = Excellent. No signs of dissolution or recrystallization.</p>

com a escala bioestratigráfica definida por Mattioli e Erba (1999) para Itália e sul da França. Entretanto, destaca-se um significativo aumento das abundâncias relativas de *Watznaueria britannica* (Stradner) na Biozona *Laeviuscula* (amostra MT 402) (fig. 8). Assim, pode-se inferir que os representantes mais antigos de *Watznaueria britannica* (Stradner) ocorrem primeiro na Bacia Lusitânica, atendendo ao registro conhecido da espécie em outras bacias norte-europeias, onde a primeira ocorrência dos seus representantes foi referida à Biozona *Laeviuscula* (Bajociano Inferior).

#### **primeira ocorrência de *Watznaueria fossacincta* (Black)**

A primeira ocorrência de exemplares desta espécie foi reconhecida na Biozona *Concavum* (Aaleniano Superior) na amostra MT 340. Em trabalhos anteriores referentes à Bacia Lusitânica, o primeiro exemplar da espécie havia sido reconhecido na Biozona *Discites* (Bajociano Inferior).

#### **Primeira ocorrência de *Watznaueria manivitae* (Bukry)**

A primeira ocorrência de exemplares desta espécie foi reconhecida na amostra MT 377 (Biozona

*Discites*; Bajociano Inferior). O primeiro exemplar desta espécie é também reconhecido no Bajociano Inferior por Mattioli e Erba (1999), na escala bioestratigráfica estabelecida para Itália e sul da França (Neto, 2010).

## discussão

Tendo em conta as associações registradas de nanofósseis calcários no perfil da Murtinheira para o intervalo estratigráfico relativo à passagem Aaleniano Médio - Bajociano Inferior, é possível reconhecer o limite entre as Biozonas NJ8 e NJ9 estabelecidas por Bown e Cooper (1998) para o NW da Europa.

A base da Biozona NJ9 foi definida para NW da Europa através da primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner), ou seja, na Biozona *Laeviuscula* (Bown e Cooper, 1998). Contudo, no perfil estudado neste trabalho, a primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) foi reconhecida na Biozona *Bradfordensis* (figs. 6 e 7), verificando-se na Biozona *Laeviuscula* um aumento da sua abundância relativa,

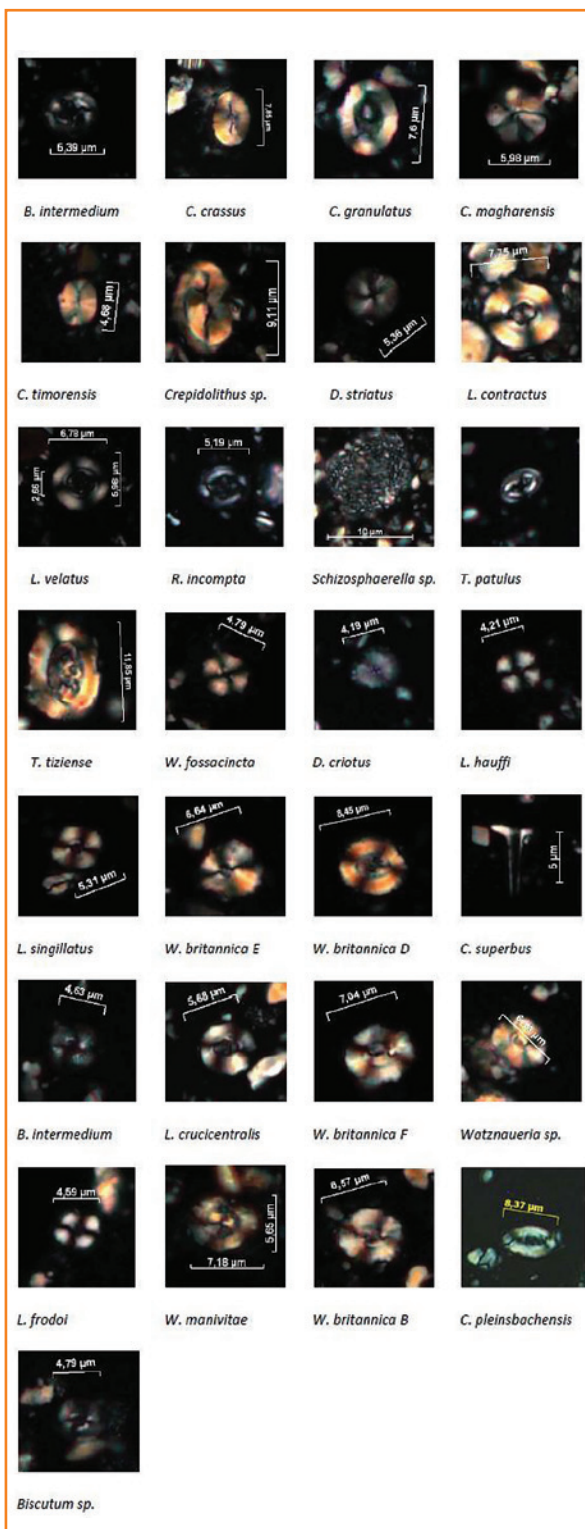


Figura 5 – Exemplos de nanofósseis calcários com maior valor bioestratigráfico e maior representatividade ao longo do perfil.

Figure 5 – Specimens of calcareous nanofossils displaying higher stratigraphic value and representation across the section.

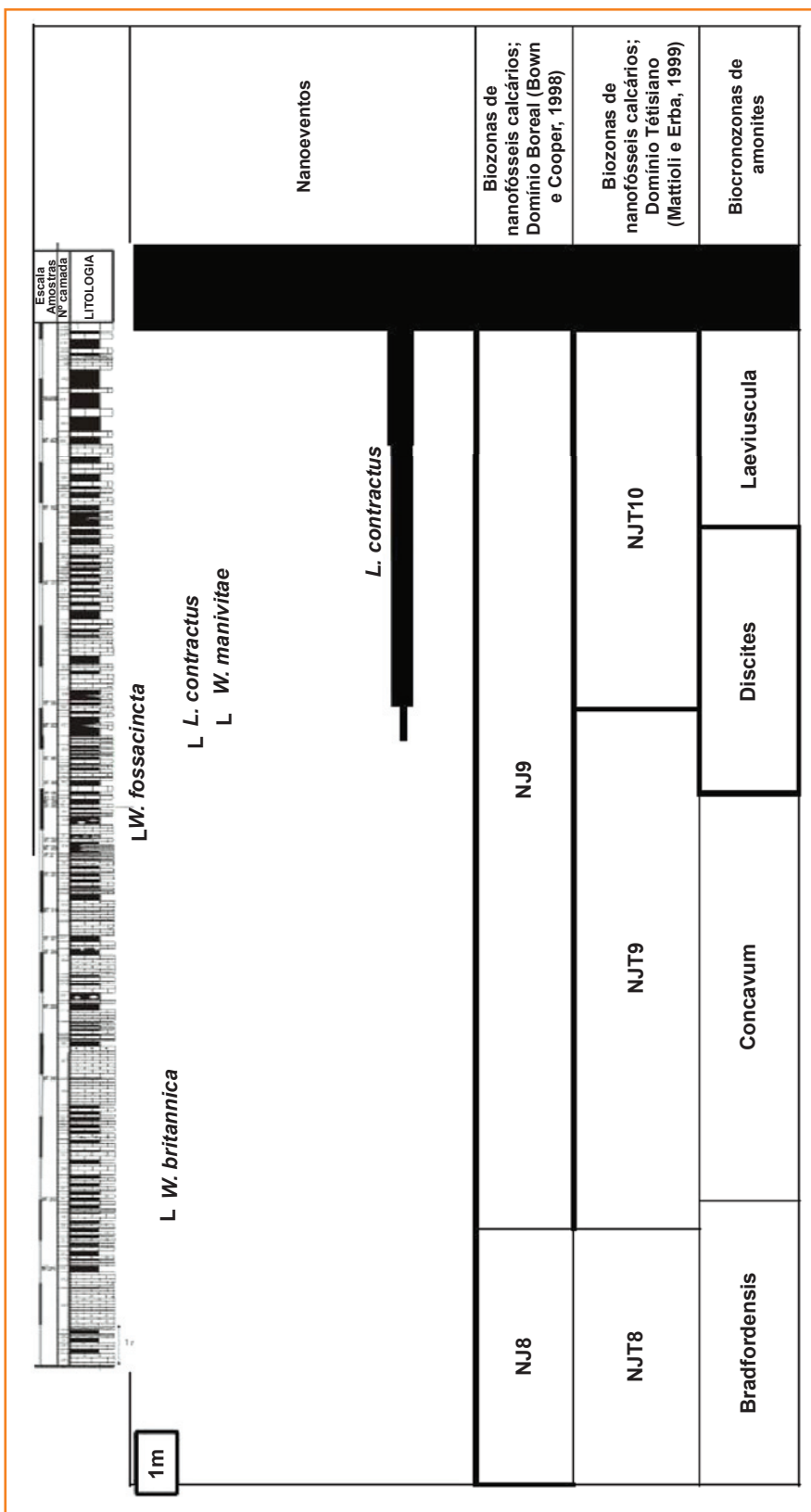


Figura 6 – Principais nanoeventos reconhecidos no perfil da Murtinheira ao longo do intervalo estratigráfico estudado (Neto, 2010).

Figure 6 – Main nano-events recognized in the Murtinheira section along the studied stratigraphic interval (Neto, 2010).



o que coloca em questão a idade atribuída à primeira ocorrência de representantes da espécie mais antiga na Bacia Lusitânica (Aaleniano Médio), bem como o valor desse fato como critério no estabelecimento da Biozona NJ9.

É igualmente possível reconhecer no perfil da Murtinheira as unidades bioestratigráficas baseadas na associação de nanofósseis calcários estabelecidas para Itália e sul da França por Mattioli e Erba (1999), da província Mediterrânica (Domínio Tetisiano). A primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) para o sul da França (Digne) foi reconhecida na Biozona *Concavum* (Aaleniano Superior) por Olivero e Mattioli (2008) relacionando-se à escala bioestratigráfica definida por Mattioli e Erba (1999). Porém, a primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) foi reconhecida no perfil estudado na Biozona *Discites* (Bajociano Inferior).

A base da Biozona é NJT9 e é definida através da primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) (fig. 7).

Por outro lado, cabe ressaltar o valor da espécie *Watznaueria britannica* (Stradner), utilizada como índice nas duas escalas bioestratigráficas zonais referidas neste trabalho, por permitir o reconhecimento de unidades bioestratigráficas no perfil da Murtinheira, baseadas na associação de nanofósseis calcários com aquelas correlacionáveis (fig. 7).

Alguns morfotipos de *Watznaueria britannica* (Stradner) identificados foram inicialmente deixados em nomenclatura aberta, como *Watznaueria* sp., pois mostravam calcificação, impedindo a sua identificação específica. Os morfotipos reconhecidos (B, D, E e F) permitem complementar os dados apresentados anteriormente, mostrando, desta forma, a elevada diversidade e a alta taxa de evolução da espécie ao longo do intervalo estudado.

A primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (morfotipos B e E) (Stradner) registra-se na camada MT 263 (Biozona *Bradfordensis*; Aaleniano Superior), contrariando dados anteriormente aceitos, os quais estabeleciam que a primeira ocorrência da espécie só ocorreria no Bajociano Inferior (fig. 7). Este fato coloca em questão a idade atribuída à primeira ocorrência de representantes da espécie, mais antiga na Bacia Lusitânica que nas bacias do NW da Europa, bem como o valor desse fato como critério no estabelecimento da Biozona NJ9.

Os gêneros *Schizosphaerella* e *Lotharingius* dominam numericamente as associações estudadas, sendo que *Schizosphaerella* sp. é a espécie mais

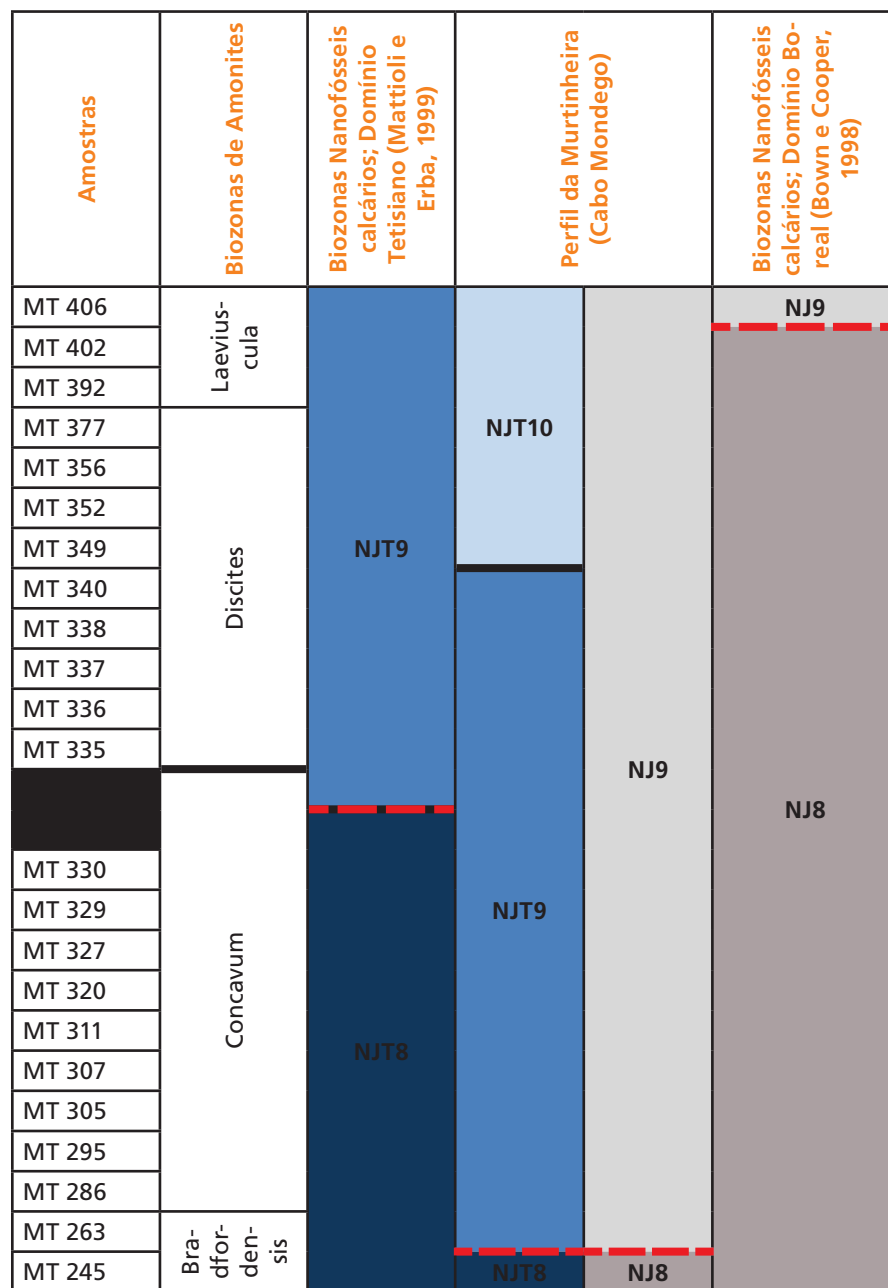


Figura 7 - Correlação entre biozonas de amonites e de nanofósseis calcários para os domínios Boreal (Bown e Cooper, 1998) e Tétisiano (Mattioli e Erba, 1999). A linha vermelha tracejada indica a primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner).

Figure 7 - Correlation between ammonite and calcareous nannofossil biozones for the Boreal (Bown e Cooper, 1998) and Tethysian domains (Mattioli e Erba, 1999). The dashed line in red indicates the first occurrence of *Watznaueria Britannica* (Stradner).

abundante. Salienta-se ainda que a distribuição das espécies presentes em cada associação se revela muito homogênea ao longo do perfil, verificando-se uma substituição gradual de associações ao longo do tempo, o que sugere condições deposicionais estáveis e sedimentação contínua.

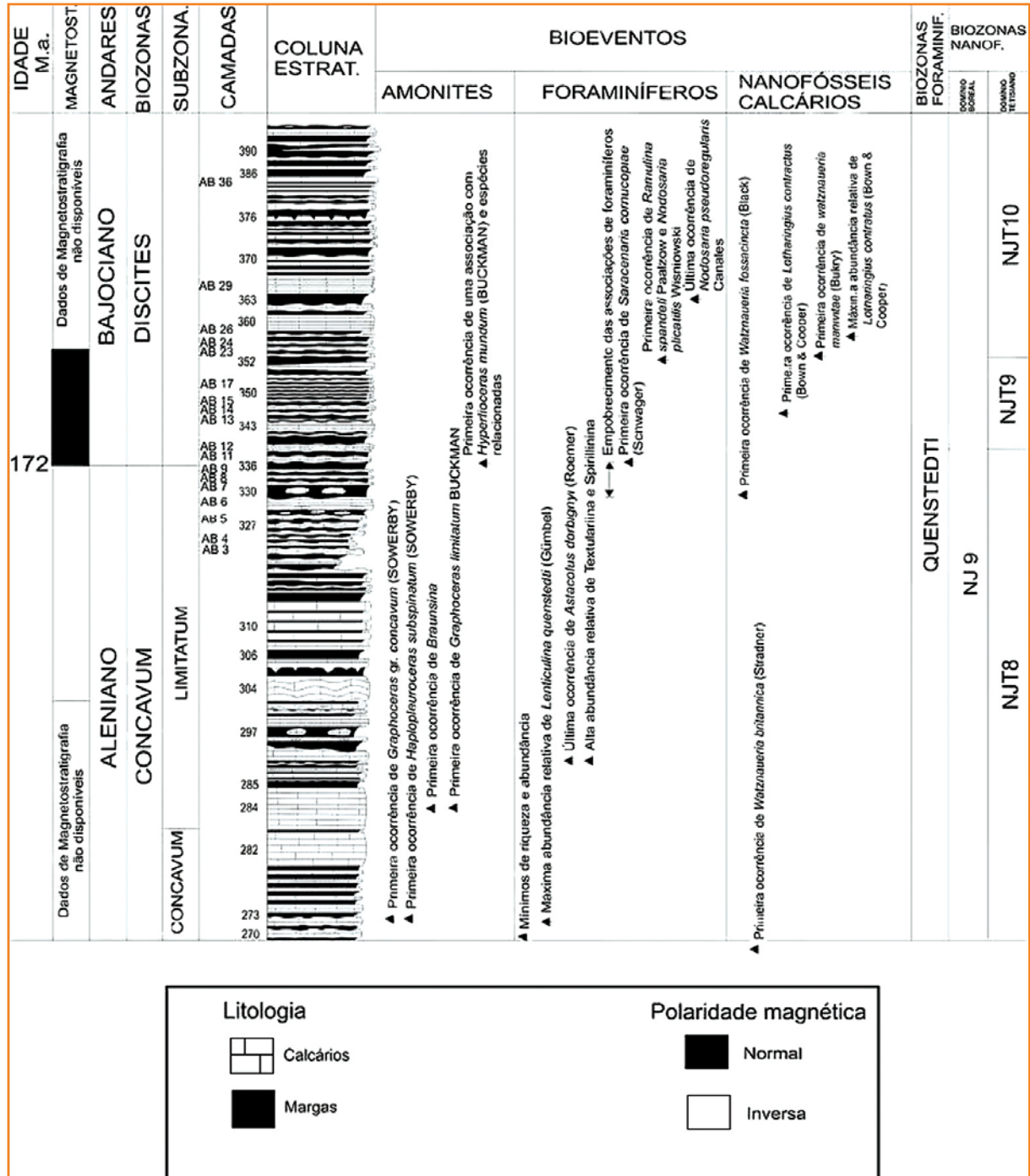
# conclusões

Através do presente trabalho, pretendeu-se investigar a paleonoflora registrada no Aaleniano Médio (Biozona *Bradfordensis*) – Aaleniano Superior (Biozona *Concavum*) – Bajociano Inferior (Biozonas *Discites* e *Laeviuscula*) do perfil de Murтинheira (Cabo Mondego, Portugal), bem como a sua variação ao longo do limite Aaleniano-Bajociano (GSSP do Bajociano), a

partir de unidades bioestratigráficas estabelecidas previamente com base no registro de *Ammonoidea* (Henriques, 1992). Com esta calibragem, foi possível conhecer a distribuição estratigráfica das associações de nanofósseis calcários do perfil da Murтинheira e correlacioná-las com escalas zonais estabelecidas em diferentes bacias do hemisfério norte (fig. 7). Além disso, foi possível calibrar variações no registro de nanofósseis com outras já reconhecidas de forma detalhada, a partir do estudo do registro de

**Figura 8**  
Bioeventos reconhecidos na passagem Aaleniano-Bajociano do Cabo Mondego (GSSP Bajociano) (Henriques et al., 2010).

**Figure 8**  
Bioevents recognized across the Aalenian-Bajocian boundary at Cape Mondego (the Bajocian GSSP) (Henriques et al., 2010).



amonoídeos e de foraminíferos bentônicos (Henriques *et al.*, 2010) (fig. 8).

Os dados obtidos permitiram o reconhecimento taxonômico de 4 ordens, 8 famílias, 13 gêneros e 30 espécies de nanofósseis calcários. As principais espécies registradas são: *Carinolithus magharensis* (Moshkovitz e Ehrlich), *Crepidolithus crassus* (Deflandre), *Crepidolithus pleinsbachensis* (Crux), *Discorhabdus striatus* (Moshkovitz e Ehrlich), *Lotharingius hauffi* (Grün e Zweili), *Lotharingius contractus* (Bown e Cooper), *Watznaueria manivittae* (Bukry) e *Watznaueria britannica* (Stradner).

No intervalo estratigráfico estudado, destaca-se a ocorrência de alguns bioeventos bioestratigraficamente significativos. Através da primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner), foi possível o reconhecimento de biozonas baseadas em nanofósseis calcários estabelecidos, seja para o Domínio Boreal ou para o Domínio Tétisiano (fig. 7). A primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) define a base da biozona NJ9 para as bacias do NW da Europa (Domínio Boreal) (Bown e Cooper, 1998). No perfil estudado, a primeira ocorrência de *Watznaueria britannica* (Stradner) é mais antiga que naquelas, tendo sido reconhecida na Biozona *Bradfordensis* (Aaleniano Superior), com um incremento da sua abundância relativa na Biozona *Laeviuscula*, o que pode por em causa o valor daquele critério no estabelecimento da Biozona NJ9.

Os dados obtidos, quando complementados com os de outros perfis correlativos e ampliados a outros intervalos estratigráficos, permitirão o estabelecimento de uma escala zonal baseada em nanofósseis calcários no futuro, válida para o Jurássico da Bacia Lusitânica, ferramenta particularmente útil na interpretação de amostras obtidas através de sondagens no âmbito da exploração de hidrocarbonetos.

## agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras pela publicação deste trabalho, assim como aos seus revisores pelas críticas e sugestões apresentadas.

O trabalho insere-se nas actividades do projecto CGL2011-23947 - "Taxones Submediterraneos y Cambios Paleobiogeograficos en el Jurásico Medio de La Cordillera Iberica" - do Ministerio de Educación y Ciencia (Espanha).

## referências bibliográficas

ANDRADE, J. B. Los braquiópodos del tránsito Jurásico Inferior – Jurásico Medio de la Cuenca Lusitánica (Portugal). **Coloquios de Paleontologia**, v. 56, Madrid, p. 5-194, 2006.

ANTUNES, R. L. **Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários**. Rio de Janeiro:UFRJ, 1997. 115 p. (Monografia Série didáctica UFRJ).

AZERÊDO, A. C.; DUARTE, L. V.; HENRIQUES, M. H.; MANUPPELLA, G. Da dinâmica continental no Triásico aos mares do Jurássico Inferior e Médio. **Cadernos de Geologia de Portugal**, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 2003. 43 p.

BRILHA, J.; ANDRADE, C.; AZERÊDO, A.; BARRIGA, F. J. A. S.; CACHÃO, M.; COUTO, H.; CUNHA, P. P.; CRISPIM, J. A.; DANTAS, P.; DUARTE, L. V.; FREITAS, M. C.; GRANJA, H. M.; HENRIQUES, M. H.; HENRIQUES, P.; LOPES, L.; MADEIRA, J.; MATOS, J. M. X.; NORONHA, F.; PAIS, J.; PIÇARRA, J.; RAMALHO, M. M.; RELVAS, J. M. R. S.; RIBEIRO, A.; SANTOS, A.; SANTOS, V. F.; TERRINHA, P. Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. **Episodes**, v. 8, n. 3, p. 177-186, 2005.

BOWN, P. R.; COOPER, M. K. E. Jurassic. In: BOWN, P. R. **Calcareous Nannofossil Biostratigraphy**. Chapman and Hall, 1998. p. 34-85.

CANALES, M. L.; HENRIQUES, M. H. Análisis Cuantitativo de los Foraminíferos del Aaleniano (Jurásico Médio) de la Sección de Murteira (Cabo Mondego, W de Portugal). Consideraciones Paleocológicas. In: CARVALHO, I. S.; CASSAB, R. C. T.; SCHWANKE, C.; CARVALHO, M. A.; FERNANDES, A. C. S.; RODRIGUES, M. A. C.; CARVALHO, M. S. S.; ARAI, M.; OLIVEIRA, M. E. Q. (Eds.) **Paleontologia: cenários de vida**. Portugal: Interciência, 2007. p. 382-393.

CANALES, M. L.; HENRIQUES, M. H. Foraminifera from the Aalenian and the Bajocian GSSP (Middle Jurassic) of Murteira section (Cabo Mondego, west Portugal): biostratigraphy and paleoenvironmental implications. **Marine Micropaleontology**, v. 67, p. 155-179, 2008.

- CANALES, M. L.; HENRIQUES, M. H.; URETA, S. Análisis de las asociaciones de foraminíferos del Aaleniano en los márgenes oriental y noroccidental de la Placa Ibérica: implicaciones biogeográficas y bioestratigráficas. In: CONGRESO IBÉRICO DE PALEONTOLOGÍA, 1.; JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA, 16., 2000. **Actas...** Évora, Portugal, 2000, p. 8-9.
- GARCIA, A. J. V. ; ARMELENTI, Garibaldi. Reservatórios de Hidrocarbonetos na Bacia Lusitânica, Portugal, Intervalos Potenciais. In: PENA REIS, R.; PIMENTEL, N.; BUENO, G. V. (Org.). **Curso de Campo na Bacia Lusitânica (Portugal)**. 3 ed. Coimbra: Impressões e Soluções Laboratório de Imagens LTDA, 2008 , p. 13-19.
- HENRIQUES, M. H. **Bioestratigrafia e Paleontologia (Ammonoidea) do Aaleniano em Portugal (Sector Setentrional da Bacia Lusitaniana)**. 1992. 301 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Coimbra, Portugal, 1992.
- HENRIQUES, M. H. Cabo Mondego, Monumento Natural. **Geonovas**, v. 21, Lisboa, p. 3-4, 2008.
- HENRIQUES, M. H.; CANALES, M. L.; MAGNO, C. Dia 2. Paragem 2B: Fáceis distais de rampa carbonatada (sag 1º rifte): Jurássico Médio. In: PENA DOS REIS, R.; PIMENTEL, N.; GARCIA, A. (Eds.) **Curso de Campo na Bacia Lusitânica (Portugal)**. Coimbra, 2008. p. 57-63.
- HENRIQUES, M.; CANALES, M. L.; ANTUNES, R. L.; NETO, K. S. A. Significant bioevents across the Bajocian GSSP (Cape Mondego, Portugal). In: PENA DOS REIS, R.; PIMENTEL, N. (Eds.) **The Lusitanian Basin: Rift Evolution and Petroleum Systems**. Field Trip Guide Book, p. 9-15, 2010.
- HENRIQUES, M. H.; GARDIN, S.; GOMES, C. R.; SOARES, A. F.; ROCHA, R. B.; MARQUES, J. F.; LAPA, M. R.; MONTENEGRO, J. D. The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). **Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale**, Roma, v. 5, p. 63-77, 1994.
- HENRIQUES, M. H.; LINARES, A.; SANDOVAL, J.; URETA, M. S. The Aalenian in the Iberia (Betic, Lusitanian and Iberian Basins). In: A. C. Riccardi (Eds.) **Advances in Jurassic Research**. Zurich: Trans Tech Publications. **GeoResearch Forum**, v. 1, n. 2, p. 139-150, 1996.
- MATTIOLI, E.; ERBA, E. Synthesis of calcareous nannofossil events in the Tethyan Lower and Middle Jurassic successions. **Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia**, v. 105, n. 3, p. 343-376, 1999.
- MOUGENOT, D.; MONTEIRO, J. H.; DUPEUBLE, P. A.; MALOD, J. A. La marge continentale sud-portugaise: évolution structurale et sédimentaire. **Ciências Terra (UNL)**, Lisboa, n. 5, p. 223-246, 1979.
- NETO, K. S. **Nanofósseis calcários da passagem Aaleniano Bajociano do perfil do Cabo Mondego – Portugal (GSSP do Bajociano)**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Coimbra, Portugal, 2010.
- OLIVERO, D.; MATTIOLI, E. The Aalenian-Bajocian (Middle Jurassic) of the Digne area. In: MATTIOLI, E. (Special Editor) GARDIN, S.; GIRAUD F.; OLIVERO D.; PITTET B.; REBOULET, S. **Guidebook for the post-congress fieldtrip in the Vocontian Basin, SE France (September, 2008)**. MEETING OF THE INTERNATIONAL NANNOPLANKTON ASSOCIATION, 12., Lyon, 2008. Carnets de Géologie: notebooks on Geology, Book, Livre 2008/01, p. 2-6. Chapter 1.
- PAVIA, G.; ENAY, R. Definition of the Aalenian-Bajocian Stage Boundary. **Episodes**, v. 20, p. 16-22, 1997.
- PERILLI, N.; HENRIQUES, M. H.; URETA, M. S. Aalenian calcareous nannofossil biohorizons of some sections, from Lusitanian Basin and Basque-Cantabrian Area. In: Los fósiles y la paleogeografía y simposios de los proyectos del Programa Internacional de Correlación Geológica, UNESCO-IUGS, n. 410 y n. 421: Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología Ayuntamiento de Albarracín, 17., 2001. Albarracín. **Publicaciones del Seminario de Paleontologia de Zaragoza**. Albarracín: Universidad de Zaragoza, 2001. v. 1. p. 162-166.
- PINHEIRO, L. M.; WILSON, R. C. L.; REIS, R. P.; WHITMARSH, R. B.; RIBEIRO, A. **The western Iberia margin: a geophysical and geological overview**. In: WHITMARSH, R. B.; SAWYER, D. S.; KLAUS, A.; MASSON, D. G. (Eds.) **Proceedings Ocean Drilling Program Science Research**, v. 149, p. 3-23, 1996.
- RIBEIRO, A.; ANTUNES, M. T.; FERREIRA, M. P.; ROCHA, R. B.; SOARES, A. F.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE



ALMEIDA, F.; CARVALHO, D.; MONTEIRO, J. H. Introduction à la géologie générale du Portugal. **Serviços Geológicos de Portugal**, Lisboa, 1979. 114 p.

RIBEIRO, A.; SILVA, J. B.; CABRAL, J.; DIAS, R.; FONSECA, P.; KULLBERG, M. C.; TERRINHA, P.; KULLBERG, J. C. **Tectonics of the Lusitanian Basin**. In: Project Milupobas: final report. Lisboa, 1996, 126 p.

SOARES, A. F.; ROCHA, R. B.; ELMI, S.; HENRIQUES, M. H.; MOUTERDE, R.; ALMERAS, Y.; RUGET, C.; MARQUES, J.; DUARTE, L. V.; CARAPITO, M. C.; KULLBERG, J. Essai d'interprétation dynamique de la paléogéographie du bassin lusitanien (secteur nord) depuis le Trias jusqu'au Dogger. In: COLOQUIO DE ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTLOGÍA Y PALEOGRAFÍA DEL JURÁSICO DE ESPAÑA, 3., Logroño, 1988. **Anales...** Logroño: Instituto de Estudios Riojanos, 1988. p. 94-96.

SOARES, A. F.; ROCHA, R. B.; ELMI, S.; HENRIQUES, M. H.; MOUTERDE, R.; ALMERAS, Y.; RUGET, C.; MARQUES, J.; DUARTE, L. V.; CARAPITO, M. C. E.; KULLBERG, J. Évolution sédimentaire du secteur nord-lusitanien du Trias au Callovien. In: MEETING EUROPE GEOLOGICAL SOCIETY, 6., Lisboa, 1990. **Proceedings...** Lisboa, 1990.

SOARES, A. F.; ROCHA, R. B.; ELMI, S.; HENRIQUES, M. H.; MOUTERDE, R.; ALMERAS, Y.; RUGET, C.; MARQUES, J.; DUARTE, L. V.; CARAPITO, M. C.; KULLBERG, J. Le sous-bassin nordlusitanien (Portugal) du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un rift avorté. **Comptes Rendus de l'Académie Science**, Paris, série 2, v. 317, p. 1659-1666, 1993.

TERRINHA, P. **Structural Geology and Tectonic Evolution of the Algarve Basin, South Portugal**, 1998. 430 f. Tese (Doutorado) – University of London, London, 1998.

WILSON, R. C. L. Atlantic opening and Mesozoic continental basins of Iberia. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 25, n. 1, p. 33-43, 1975.

WILSON, R. C. L. Mesozoic development of the Lusitanian Basin, Portugal. **Revista de la Sociedad Geológica de España**, v. 1, n.3-4, p. 393-407, 1988.

WILSON, R. C. L.; HISCOTT, R. N.; WILLIS, M. G.; GRADSTEIN, F. M. The Lusitanian Basin of West Central Portugal: Mesozoic and Tertiary Tectonic, Stratigraphic, and Subsidence History. In: TANKARD, A. J.; BALKWILL, H. (Eds.) **Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins**. Tulsa: AAPG, 1989. p. 341-361. (AAPG Memoir, 46).

## expanded abstract

This paper aims at contributing to the knowledge of the nanoflower record of Middle Jurassic times through the study of the calcareous nannofossils assemblages recorded across the Aalenian - Bajocian boundary from the Murtinheira section (Cape Mondego, Portugal).

The section of Murtinheira is located to the north of Cape Mondego, in the NW area of the Lusitanian Basin (Henriques, 1992, Canales et al., 2000; Canales and Henriques, 2007, 2008). It integrates a succession of Jurassic age – the Cape Mondego Formation (Azerêdo et al., 2003) - ranging from the upper Toarcian to the Callovian, which represents “a calm and monotonous phase of sedimentation, typical of external marine environment series” (Henriques et al., 2008).

Within these stratigraphic levels the IUGS (International Union of Geological Sciences) defined, in 1996, the GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) for the Bajocian Stage (Pavia and Enay, 1997), the first boundary Stratotype of the Jurassic System. The GSSP was established on the basis of the ammonite assemblages, but calcareous nannofossils assemblages were also recognized but confined to only a few beds across the boundary (Henriques et al., 1994).

The present study refers to a larger sample, collected along the Middle Aalenian (Bradfordensis Biozone) – Upper Aalenian (Concavum Biozone) – Lower Bajocian (Discites and Laeviuscula Biozones) sediments, in order to identify the paleo-nanoflower record and analyze its variation across the Aalenian-Bajocian boundary.

Throughout the studied stratigraphic interval, 23 samples were collected and a blade for each sample has been produced. In each blade, all the specimens have been identified; quantification of specimens and determination of their state of preservation have also been made.

A total of 4 orders, 8 families, 12 genus and 30 species of calcareous nannofossils were identified in the studied material. The genus *Schizosphaerella* and *Lotharingius* numerically dominate the assemblages, being the *Schizosphaerella* sp. the most abundant one.

The main calcareous nannofossil species identified were: *Carinolithus magharensis* (Moshkovitz and Ehrlich), *Crepidolithus crassus* (Deflandre), *Crepidolithus pleinsbachensis* (Crux), *Discorhabdus striatus* (Moshkovitz and Ehrlich), *Lotharingius hauffi*

(Grün and Zweili), *Lotharingius contractus* (Bown and Cooper) and *Watznaueria britannica* (Stradner).

Throughout the section, the distribution of species in each assemblage is extremely high homogeneous and a gradual replacement of associations over time has been recognized, suggesting stable depositional conditions and continuous sedimentation.

For the time range studied, some key bioevents were recognized: the first occurrence of *Watznaueria britannica* (Stradner) allows the recognition of two biozones (NJ8 and NJ9) established for the Boreal Realm. In addition, it was possible to recognize three biozones (NJT8, NJT9 and NJT10) established for the Tethysian Realm, through the first occurrence of *Watznaueria britannica* (Stradner) and *Watznaueria manivitae* (Bukry).

Furthermore, the value of *Watznaueria britannica* (Stradner) used as index species in the two referred zonal scales is here emphasized, as its occurrence in the Murtinheira section allows the recognition of biostratigraphic units based on calcareous nannofossils assemblages, which can be correlated with both of them. The first occurrence of *Watznaueria britannica* (morphotypes B and E) (Stradner) is recorded at bed MT 263 (Bradfordensis Biozone, Middle Aalenian), earlier than previously accepted data which refer the first occurrence of the species to Early Bajocian (fig. 7). This calls into question the age attributed to the first occurrence of representatives of this species, earlier in the Lusitanian Basin (Middle Aalenian) rather than in other basins of NW Europe, as well as the value of such criterion for the establishment of NJ9 Biozone.

It is also important to point out that the biostratigraphic value of *Watznaueria manivitae* (Bukry), used as index species to define NJ10 Biozone in Italy and in southern France by Mattioli and Erba (1999), was also recognized in the Murtinheira section (fig. 7).

It should be point out that all these data are well calibrated with the detailed biostratigraphic data based on the record of ammonite assemblages described in Henriques (1992), and it is possible to correlate them with the zonal scales established in different basins in the Northern Hemisphere.

In the Lusitanian Basin, studies on nannofossils calcareous of Jurassic age are scarce. This work aims at contributing to a higher and better knowledge of the calcareous nannofossils record recognized across the Aalenian - Bajocian boundary of the

Lusitanian Basin, here confined to a single stratigraphic section, although it corresponds to a reference section as it includes the Bajocian GSSP. In addition, we intend, through this study, to contribute to the development of a zonal scale based on calcareous nannofossil valid for the Lusitanian Basin, in this case,

the section of the Murtinheira and across the Aalenian-Bajocian, which is calibrated with the zonal scale based on the ammonite record (Henriques, 1992) and correlated with the zonal scale based on the benthic foraminifera record (Canales et al., 2000; Canales e Henriques, 2007, 2008) already established (fig. 8).

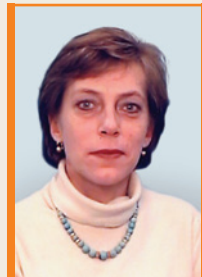
## autores



**Keynesmênio Afonso Neto**  
Universidade de Coimbra  
Centro de Ciências  
Faculdade de Ciências e Tecnologia

[keynesmenio@gmail.com](mailto:keynesmenio@gmail.com)

**Keynesmênio Afonso Neto** é mestre em Geociências – área de especialização em Geologia do Petróleo, domínio de especialização em nanofósseis calcários e bioestratigrafia pela Universidade de Coimbra. Actualmente, estagiário da Autoridade de Desenvolvimento Conjunto (São Tomé - Nigéria), colabora com o Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (Portugal) e foi bolsista de Investigação na Universidade de Aveiro (Portugal) no grupo de Geologia e Geofísica Marinha.



**Maria Helena Paiva Henriques**  
Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Ciências da Terra

[hhenriq@dct.uc.pt](mailto:hhenriq@dct.uc.pt)

**Maria Helena Paiva Henriques** nasceu em Lisboa em 28 de fevereiro de 1960. Pela Universidade de Coimbra licenciou-se em Geologia em 1983 e em Jornalismo em 2000. Doutorou-se em Paleontologia em 1992 e fez a agregação em 2004. Desde 1983 lecciona e/ou supervisiona projetos de mestrado, de doutoramento e de pós-doutoramento em Paleontologia, Micropaleontologia e Estratigrafia no Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Especialista em amonoides do Jurássico, é autora ou co-autora de mais de 80 capítulos de livros e artigos científicos, fundamentalmente relacionados à bioestratigrafia de alta resolução. Coordena o Laboratório de Geologia Sedimentar e Registo Fóssil, bem como a unidade de investigação homônima do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra.



**Rogério Loureiro Antunes**

Petrobras - Departamento de Exploração  
e Produção

Gerência de Geologia Aplicada à Exploração

[rogeantu@petrobras.com.br](mailto:rogeantu@petrobras.com.br)

**Rogério Loureiro Antunes** ingressou na Petrobras em janeiro de 1979 e foi designado para trabalhar com a bioestratigrafia dos nanofósseis calcários. Como profissional desta área, investigou amostras provenientes de centenas de poços de petróleo (Brasil e exterior). No Centro de Pesquisas, desenvolveu diversos trabalhos científicos, todos publicados. É Mestre (1990) e Doutor (1998) pela UFRJ. Ministrou cursos na Petrobras, em Universidades brasileiras e estrangeiras (UENF, UFPE, UFRJ, UFRGS, UNESP, UNISINOS, UFAL, USP, UFMG, UFRJ e Universidade de Coimbra). Em 2007, foi transferido para o Departamento de Exploração e Produção, onde atua na área de Geologia Aplicada à Exploração.