

IDENTIFICAÇÃO DO ANDAR CAMPANIANO POR INTERMÉDIO DOS NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS: REVISÃO E ESTADO-DA-ARTE

IDENTIFICATION OF THE CAMPANIAN STAGE BY MEANS OF CALCAREOUS NANNOFOSSILS: REVIEW AND STATE OF THE ART

Armando Antonio Scarparo Cunha¹ e Rogério Loureiro Antunes¹

RESUMO – Apresentam-se e discutem-se os principais pontos relativos à caracterização dos limites do Campaniano, assim como ilustram-se a evolução e o estado-da-arte dos conceitos concernentes ao seu reconhecimento, por intermédio dos nanofósseis calcários. A base do Campaniano, usualmente, é posicionada entre o surgimento de *Aspidolithus parvus* e as extinções de *Lithastrinus grillii* e/ou *Marthasterites furcatus*. Segundo a maioria dos autores, o nível de surgimento de *Aspidolithus parvus* seria coincidente com o limite Santoniano/Campaniano, ou, talvez, imediatamente abaixo deste. Já as extinções de *Lithastrinus grillii* e/ou *Marthasterites furcatus* teriam ocorrido na parte mais antiga do Campaniano. O limite Campaniano/Maastrichtiano situa-se entre o surgimento e a extinção de *Quadrum trífidum*. Contudo, uma individualização mais precisa envolve outras espécies, algumas das quais possuem, para determinados pesquisadores, nível de extinção diácrona (p. ex. *Eiffellithus eximius* e *Reinhardtites anthophorus*). A identificação e delimitação do Campaniano na plataforma continental brasileira passaram por várias fases. Atualmente, acredita-se que o limite Santoniano/Campaniano esteja melhor situado abaixo do nível de extinção de *Marthasterites furcatus* e/ou *Lithastrinus grillii*. Ao invés destes eventos biológicos terem ocorrido em tempos Campanianos como defendido por vários pesquisadores, as correlações com outros grupos fósseis (foraminíferos e palinórfos) sugerem que tais extinções situar-se-iam próximas ao término do Santoniano. O limite superior do Campaniano foi inicialmente assinalado pela extinção de *Aspidolithus parvus*, passando, posteriormente, a ser indicado pela última ocorrência de *Eiffellithus eximius*. Atualmente, seguindo-se os conceitos divulgados pela literatura especializada em nanofósseis, acredita-se que o término do andar situa-se entre as duas extinções.

(Originais recebidos em 04.08.92).

ABSTRACT – The paper presents and discusses the central aspects of characterization of the boundaries of the Campanian and illustrates the evolution and state of the art of concepts entailing recognition of this stage based on calcareous nannofossils. The base of the Campanian is usually placed between the appearance of *Aspidolithus parvus* and the extinction of *Lithastrinus grillii* and/or *Marthasterites furcatus*. According to most authors, the level of the appearance of *A. parvus* coincides with the Santonian/Campanian boundary, or may lie immediately below it. Extinction of *L. grillii* and/or *M. furcatus* is believed to have occurred in the oldest part of the Campanian. The Campanian/Maastrichtian boundary is placed between the appearance and extinction of *Quadrum trífidum*. A more precise individualization involves other species, however, some of which, according to certain researchers, display diachronous extinction (e. g., *Eiffellithus eximius* and *Reinhardtites anthophorus*). There have been several phases in identification and delimitation of the Campanian on the Brazilian continental margin. It is currently believed that the Santonian/Campanian boundary is best placed below the level of extinction of *M. furcatus* and/or *L. grillii*. These extinctions, rather than having occurred in Campanian times as defended by a number of researchers, are believed to have occurred sometime near the end of the Santonian, as suggested by correlations with other fossil groups (foraminifers and palynomorphs). The upper limit of the Campanian was initially identified by the extinction of *A. parvus*, later being identified by the last occurrence of *E. eximius*. In accordance with concepts stated in the literature on nannofossils, it is currently believed that the end of the stage is located between the two extinctions.

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

¹ - Setor de Bioestratigrafia e Paleoecologia (SEBIPE), Divisão de Exploração (DIVEX), Centro de Pesquisas (CENPES), Cidade Universitária, Quadra 7, Ilha do Fundão, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 - INTRODUÇÃO

Dentre os vários andares que caracterizam o sistema Cretáceo, o Campaniano é um dos que apresenta maiores dificuldades quanto ao reconhecimento e individualização por meio de nanofósseis calcários.

Parte dessa dificuldade encontra-se vinculada às sucessivas revisões e alterações da amplitude cronoestratigráfica de determinados taxa, que têm sido utilizados como elementos importantes na delimitação do topo e da base do andar. Apesar da mencionada importância estratigráfica, algumas espécies apresentam problemas de natureza taxonômica, o que interfere diretamente na individualização do andar.

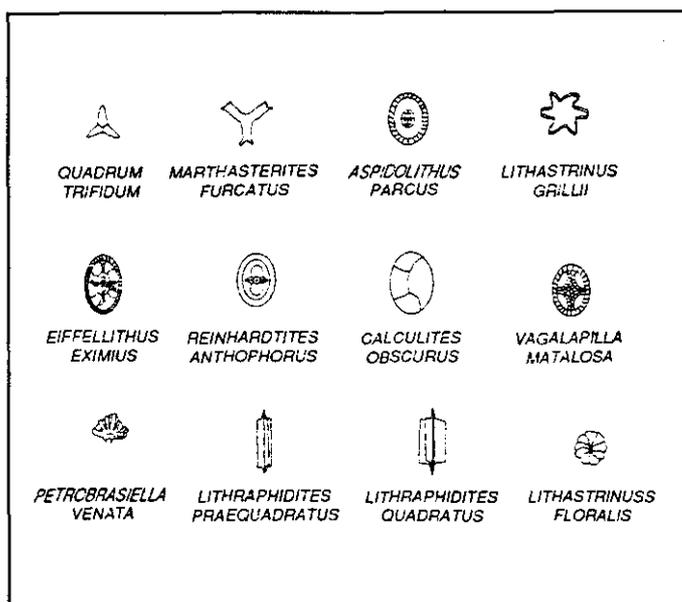
Outro aspecto que também torna difícil o reconhecimento preciso do Andar Campaniano encontra respaldo no modo como o mesmo é atualmente concebido: após a sua definição e estabelecimento da seção-tipo, vários estudos incorporaram outros estratos ao andar. Assim, o Campaniano, conforme conceituação atual, não se encontra contido em uma única seção.

O objetivo do presente trabalho consiste em apresentar a evolução histórica do reconhecimento do Andar Campaniano, por meio dos nanofósseis calcários, assim como ilustrar o atual estado-da-arte de sua identificação. Secundariamente, mas não menos importante, pretende-se mostrar e discutir como os conceitos lançados pela comunidade científica interferiram nos estudos bioestratigráficos desenvolvidos nos sedimentos das bacias marginais brasileiras.

2 - ESTRATO-TIPO DO CAMPANIANO

O termo *étage Campanien* foi introduzido por Coquand, em 1857, para designar o *craie* (giz) à *Ostrea vesicularis*, aflorante na área de *Grande Champagne* e *Aubeterre* (França). Contudo, atualmente, constata-se que não há uma correlação temporal entre as rochas destas áreas, sendo a seção de *Aubeterre* mais nova que a de *Grande Champagne*. Alguns autores (Goharian, 1971 e Van Hinte, 1979, por exemplo) defendem que somente uma destas seções deveria ser utilizada como seção-tipo do Campaniano, selecionando, deste modo, os estratos aflorantes na área de *Aubeterre* como os mais representativos. Entretanto, outros pesquisadores (Séronie, 1972 e Neumann, 1980) advogam, preferencialmente, a designação da seção de *Grande Champagne* como estrato-tipo, uma vez que esta havia sido anteriormente escolhida por Coquand (*op. cit.*).

Sissingh (1978), em contrapartida, sugere que se considere as duas seções indicadas por Coquand (*Grande Champagne* e *Aubeterre*), formando-se, deste modo, uma seção-tipo composta para o Andar Campaniano. Assim, no entender do mencionado autor, esta seria a melhor maneira de se estabelecer um estrato-tipo mais coerente com a atual conceituação cronoestratigráfica do Campaniano, que, segundo estimativas de Harland *et al.* (1982), envolve, aproximadamente, 10 M.a. do tempo geológico (de 83,0 M.a. a 73,0 M.a.).



Legenda das figuras 1, 2, 3a, e 3b.

Captions of the figures 1, 2, 3a, and 3b.

3 - LIMITE SANTONIANO / CAMPANIANO

A caracterização do limite Santoniano/Campaniano, por meio dos nanofósseis calcários, é bastante controversa, e diversos trabalhos têm apresentado diferentes soluções para a sua identificação. De modo geral, parece existir consenso entre os pesquisadores que a caracterização deste limite envolve o nível de extinção das espécies *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre e Fert, 1954) Deflandre, *Lithastrinus grillii* Stradner e o surgimento de *Aspidolithus parvus* (Stradner) Noël (= *Broinsonia parca*) (estampa 1).

Gartner (1968) e Bukry (1969), em estudos realizados nos grupos *Taylor* e *Austin* (Texas, E.U.A.), apresentaram resultados divergentes quanto à distribuição estratigráfica das citadas espécies (fig. 1). Para Gartner (1968), *L. grillii* teria a última ocorrência antes de *M. furcatus* que, por sua vez, ter-se-ia extinto antes do surgimento de *A. parvus*. Em contrapartida, Bukry (1969) descreve a presença conjunta das três espécies, sugerindo, deste modo, que as extinções de *M. furcatus* e *L. grillii* seriam aproximadamente síncronas ao surgimento de *A. parvus*. Para os dois autores, todos os eventos biológicos citados teriam ocorrido em tempos campanianos (fig. 1).

Cepek e Hay (1969), em pesquisa realizada no *Selma chalk* (Alabama, E.U.A.), concluíram que *L. grillii* teria a última ocorrência antes da extinção de *M. furcatus*, sendo que estas espécies teriam coexistido, em um determinado intervalo de tempo (Santoniano terminal/Campaniano inicial), com *A. parvus* (fig. 1).

Em investigações realizadas nas amostras do *Deep Sea Drilling Project* (D.S.D.P), e em afloramentos das seções-tipo dos andares do Cretáceo, Thierstein (1976) sugere que *M. furcatus* e *L. grillii* teriam as últimas ocorrências aproximadamente síncronas e posicionadas na porção terminal do Santoniano. O autor advoga, também, que o surgimento de *A. parvus* poderia ser um *datum* para indicar o limite Santoniano/Campaniano (fig. 1).

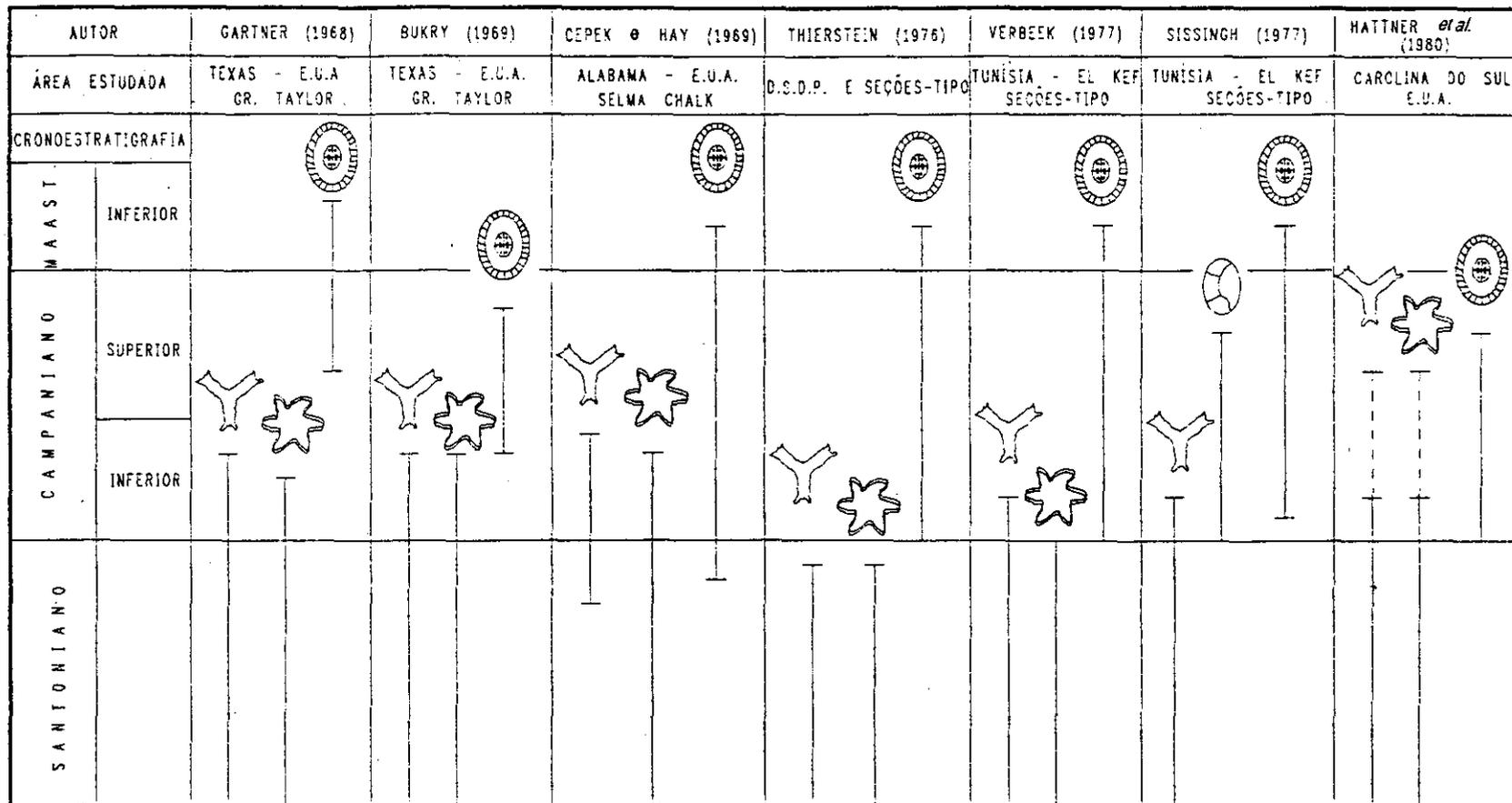


Fig. 1 - Distribuição cronoestratigráfica dos nanofósseis e o limite Santoniano / Campaniano, segundo vários autores.
 Fig. 1 - Chronostratigraphic distribution of nanofossils and the Santonian/Campanian boundary, according to various authors.

Verbeek (1977), analisando seções da Tunísia (El Kef), Espanha e França, apresenta uma distribuição bioestratigráfica onde a extinção de *L. grillii* e o surgimento de *A. parvus* são posicionados no limite Santoniano/Campaniano. O nível de extinção de *M. furcatus*, por outro lado, estaria situado na parte inferior do Campaniano (fig. 1).

Sissingh (1977), com base em investigações de amostras provenientes da Tunísia (El Kef) e das seções-tipo dos andares do Cretáceo, sugere uma sobreposição na distribuição das espécies *M. furcatus* e *A. parvus*, durante o início do Campaniano (fig. 1). Todavia, utiliza-se do surgimento da espécie *Calculites obscurus* (Deflandre) Prins e Sissingh in Sissingh (1977) para indicar o início do Campaniano, sugerindo que este evento biológico teria ocorrido um pouco antes do surgimento de *A. parvus* (fig. 1).

Muitas das diferenças estratigráficas mencionadas resultam de problemas na conceituação taxonômica das espécies *A. parvus* e *L. grillii*. Nos trabalhos mais antigos (Gartner, 1968; Bukry, 1969; Cepek e Hay, 1969), observa-se que a espécie *A. parvus* é utilizada em um sentido amplo. Contudo, conforme os conceitos atuais, esta espécie engloba três subespécies: *A. parvus constrictus* (Hattner et al. 1980) Perch-Nielsen (1985) *A. parvus parvus* (Stradner) Noël e *A. parvus expansus* (Wise Jr., 1983) Perch-Nielsen e, aparentemente, cada um destes taxa possui nível de surgimento e/ou extinção distinto. Assim, é de grande importância a correta identificação de cada uma destas subespécies. Segundo determinados pesquisadores (Hattner et al. 1980; Wise Jr., 1983 e Perch-Nielsen, 1985, entre outros) a subespécie *A. parvus parvus* é a única que poderia ser utilizada na identificação da base do Campaniano, uma vez que *A. parvus constrictus* tem a sua primeira ocorrência situada acima de *A. parvus parvus*, enquanto que *A. parvus expansus* teria surgido no Santoniano.

A espécie *L. grillii* também apresenta problemas taxonômicos que certamente implicam nas diferentes amplitudes observadas. Comparando-se os exemplares desta espécie, ilustrados em diversos trabalhos, observa-se que é bastante comum, principalmente naqueles mais antigos, uma certa confusão entre *Lithastrinus grillii*, *Lithastrinus septenarius* Stradner e *Lithastrinus floralis* (Stradner) Stover (estampa 1). Por exemplo: Gartner (1968) ilustra fotomicrografias, tomadas ao microscópio ótico e eletrônico, de *L. grillii*, alguns dos quais podendo, de fato, ser classificados como tal. Porém, outros, certamente constituem um erro taxonômico. O trabalho de Verbeek (1977) também apresenta o mesmo problema.

Hattner et al. (1980) também discutem as discrepâncias observadas na literatura sobre a amplitude estratigráfica das espécies *A. parvus*, *L. grillii* e *M. furcatus*. De acordo com os resultados destes autores, a subespécie *A. parvus parvus* teria surgido logo após o término do Santoniano, verificando-se uma coexistência entre esta e os taxa *M. furcatus* e *L. grillii* (fig. 1). Para os autores, esta sobreposição seria melhor detectada em seções depositadas próximas à costa, do que naquelas associadas a águas mais profundas. Hattner et al. (1980) concluem, ainda, que a extinção *M. furcatus* e *L. grillii* teria ocorrido na parte intermediária do Campaniano. Contudo, de modo geral,

estes eventos biológicos poderiam ser utilizados como limite inferior do Campaniano, mesmo naquelas áreas onde a sobreposição com *A. parvus parvus* não é observada (fig. 1), embora pequenos erros possam ser cometidos.

Apesar de existirem diversos esquemas bioestratigráficos, seguramente o zoneamento elaborado por Sissingh (1977) é um dos mais difundidos e aceitos pela comunidade científica mundial. Outros autores, mesmo propondo arcaísmos bioestratigráficos distintos, utilizam o trabalho de Sissingh (1977) como referência. Na verdade, há situações em que não é possível a utilização plena das diretrizes propostas por este autor. Tais situações são observadas geralmente nas seções onde as espécies-guia estão ausentes ou mal preservadas e/ou a amostragem não é bem representativa.

4 - LIMITE CAMPANIANO / MAASTRICHTIANO

A identificação deste limite, por meio dos nanofósseis calcários, também apresenta problemas relativamente complexos. Tais problemas têm sido, na maioria das vezes, relacionados ao aparente diacronismo verificado para determinados taxa considerados bons indicadores estratigráficos. Outra dificuldade refere-se à multiplicidade de espécies utilizadas na delimitação do topo do Campaniano. Apesar deste aspecto, a maioria dos autores (Bukry e Bramlette, 1970; Proto-Decima et al. 1978; Roth, 1978; Lambert, 1980; Thierstein, 1976; Varol, 1983 e Perch-Nielsen, 1985) tendem a considerar que o limite Campaniano/Maastrichtiano situe-se entre o surgimento e a extinção de *Quadrum trifidum* (Stradner in Stradner e Papp, 1961) Prins e Perch-Nielsen in Manivit et al. 1977 (fig. 2 e estampa 1). Alguns destes pesquisadores, entretanto, utilizam-se de outros parâmetros para melhor caracterizar o término do Campaniano. Bukry e Bramlette (1970), por exemplo, estudando amostras do Leg 3 do D.S.D.P., situam este datum entre a extinção de *E. eximius* (Stover) Perch-Nielsen e *A. parvus* (= *B. parvus*). Contudo, tal constatação não é corroborada pelos estudos de Proto-Decima et al. (1978), que observaram que *E. eximius* teria o nível de extinção situado estratigraficamente acima do topo do Campaniano. Já, Roth (1978) advoga que o término do Campaniano estaria associado à extinção de *Q. trifidum*, que seria anterior ao surgimento de *Lithraphidites praequadratus* Roth. Proto-Decima et al. (1978) e Roth (1978) estudaram, respectivamente, amostras dos legs 40 e 44 do D.S.D.P.

Lambert (1980), que realizou estudo comparativo em seções que encerram o contato Campaniano/Maastrichtiano na área-tipo e na Tunísia, constatou um pequeno diacronismo relativo à extinção de *Q. trifidum* e *E. eximius* (estampa 1). Para o autor, tais espécies ter-se-iam extinto precocemente na Tunísia, antes do término do Campaniano. Nas seções-tipo, contudo, estes taxa estariam presentes na parte inferior do Maastrichtiano. Em face desta situação, Lambert (1980) preferiu situar o limite Campaniano/Maastrichtiano imediatamente após o surgimento de *Lithraphidites quadratus* Bramlette e Martini (estampa 1 e fig. 2).

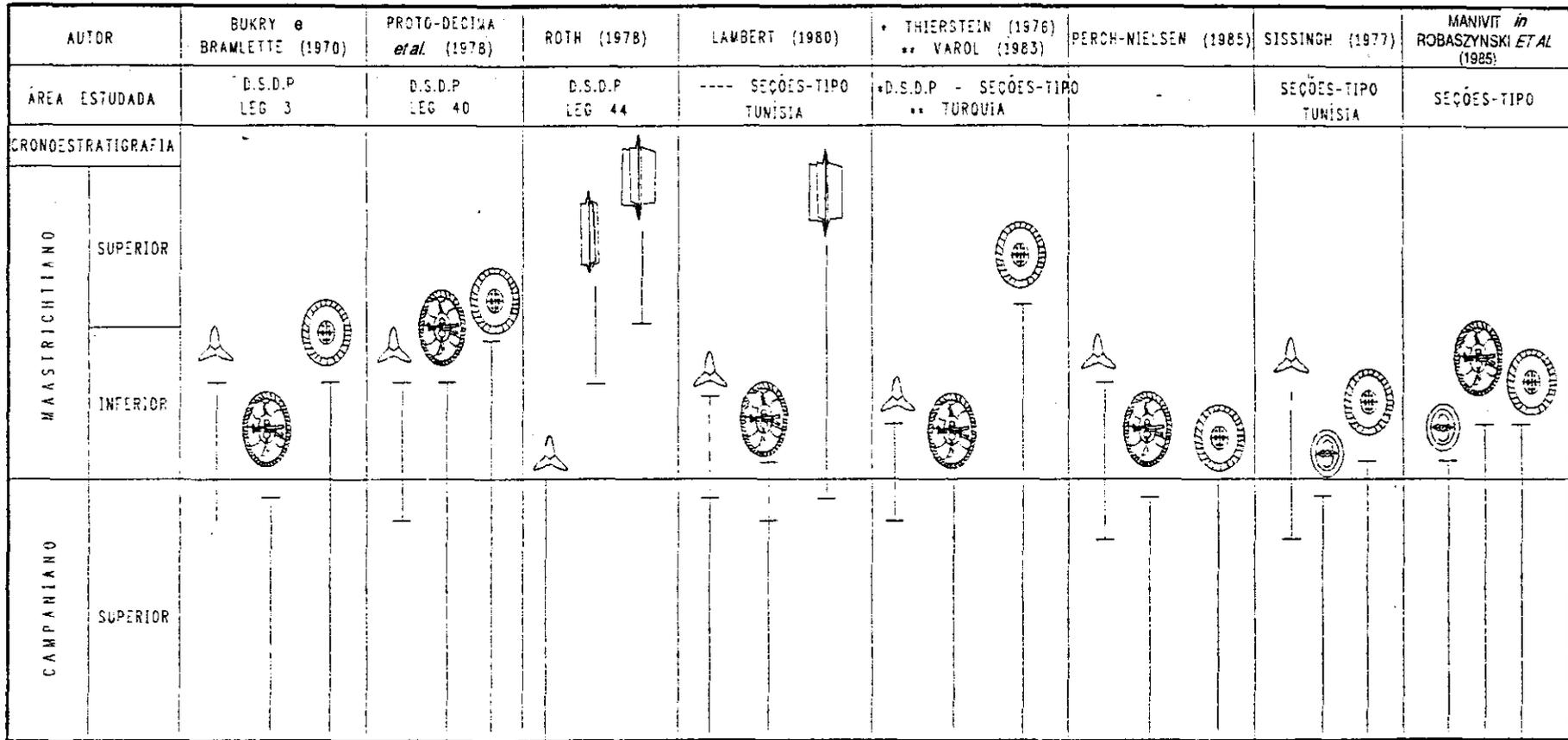


Fig. 2 - Distribuição cronoestratigráfica dos nanofósseis e o limite Campaniano/Maastrichtiano, segundo vários autores.

Fig. 2 - Chronostratigraphic distribution of nanofossils and the Campanian/Maastrichtian boundary, according to various authors.

Outros autores, como Thierstein (1976) e Varol (1983), sugerem o nível de extinção de *Eiffellithus eximius* para delimitar o topo deste andar. Para Perch-Nielsen (1985), o limite superior do Andar Campaniano coincidiria com o nível de extinção de *A. parvus constrictus*. Sissingh (1977), por sua vez, o posiciona entre as extinções de *Aspidolithus ex. gr. parvus* e *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre) Perch-Nielsen (fig. 2).

Manivit (*in* Robaszynski *et al.* 1985), estudando as seções referenciais do Maastrichtiano, observou, em suas porções basais, exemplares de *Eiffellithus eximius*, *Lithraphidites praequadratus*, *A. parvus constrictus* e *Reinhardtites anthophorus*. A autora descartou a possibilidade destas espécies constituírem evidências de retrabalhamento, apesar de que, na área, observa-se que o contato Campaniano/Maastrichtiano é discordante. Na verdade, Manivit (*in* Robaszynski *et al.* 1985) acredita que estas espécies, amplamente utilizadas para definir o limite Campaniano/Maastrichtiano nas regiões thethianas, são diácronas em relação às áreas boreais. Contudo, Jiang (1989) contesta a interpretação feita por Manivit (*in* Robaszynski *et al.* 1985). Para este autor, a seção estudada apresenta um contato discordante entre as zonas de Sissingh (1977) *Tranolithus phacelosus* Stover (CC 23) e *Quadrum trifidum* (CC 22). Assim, a discordância seria evidenciada pela ausência da parte superior da zona CC 22, que é caracterizada pela co-existência de *Reinhardtites anthophorus* e *Reinhardtites levis* Prins e Sissingh *in* Sissingh, 1977. Na verdade, Jiang (1989) interpreta que a presença de *Reinhardtites anthophorus* e *Eiffellithus eximius* nos estratos maastrichtianos seria o resultado do retrabalhamento dos depósitos campanianos. Porém, as espécies *A. parvus* e *Lithraphidites praequadratus* estariam *in situ*.

Como visto, apesar da possibilidade de limitar o topo Campaniano pelos nanofósseis calcários, a sua utilização neste sentido não tem apresentado resultados muito convergentes. Alguns autores (Robaszynski *et al.* 1985 e Neumann, 1980) não recomendam o uso deste grupo fóssil para a precisa identificação do limite Campaniano/Maastrichtiano.

5 – O CAMPANIANO NO BRASIL

As pesquisas relativas à identificação de sedimentos campanianos marinhos no Brasil, por meio de nanofósseis, como não poderia deixar de ser, também adotou e sugeriu modificações nas diretrizes estabelecidas pelos estudos mundiais. Algumas das modificações, como se verá adiante, foram incorporadas aos modelos mais recentes, enquanto as outras, em consequência de investigações mais detalhadas, foram abandonadas. No clássico trabalho de Troelsen e Quadros (1971), a base do Campaniano (topo do Santoniano) seria indicada pelas extinções de *L. grillii* e *Petrobrasiella venata* Troelsen e Quadros, que evidenciavam também o limite superior da zona *L. grillii* (N-260). O topo do andar teria, aproximadamente, coincidência com o limite superior da Zona *Broinsonia parca* (= *A.*

parvus, N-270), que corresponderia ao pacote rochoso depositado, respectivamente, entre as últimas ocorrências de *Petrobrasiella venata* e *A. parvus* (fig. 3 e estampa 1).

Troelsen e Quadros (1971) sugeriram que as extinções de *Petrobrasiella venata* e *L. grillii* indicariam o término do Santoniano, com base em correlações com foraminíferos e amonóides. A última ocorrência de *A. parvus* coincidente com o término do Campaniano, por outro lado, foi inferida a partir da consulta ao trabalho de Bukry e Bramlette (1970). Segundo estes autores *A. parvus* seria uma forma associada à zona de amplitude *Tetralithus nitidus trifidus* (= *Quadrum trifidum*) de idade Campaniano/Maastrichtiano e, como as pesquisas de Troelsen e Quadros (1971) demonstraram, o desaparecimento de *A. parvus* seria anterior ao de *Quadrum trifidum*: daí, a interferência feita pelos autores. É interessante observar que esta foi, possivelmente, a primeira vez que a extinção de *A. parvus* foi associada ao término do Campaniano, idéia que alguns pesquisadores defenderam posteriormente (Perch-Nielsen, 1985; p. ex.).

Um ano depois, em tabela inédita, Troelsen (1972 *in* Cunha *et al.* 1993) propôs algumas mudanças em relação aos conceitos divulgados por Troelsen e Quadros (1971). Aliás, não só promoveu mudanças, como também inseriu outras espécies que poderiam auxiliar na caracterização dos sedimentos campanianos. De acordo com a tabela, o início do Campaniano continuaria sendo evidenciado pelas últimas ocorrências de *L. grillii* e *Petrobrasiella venata*. O topo deste andar, entretanto, estaria localizado no interior da Biozona *Quadrum trifidum* (N-280). Assim, o topo da zona *A. parvus* passou a ser um horizonte intra-Campaniano. Troelsen (*op. cit.*) também postulou que as extinções de *Eiffellithus augustus* (= *Eiffellithus eximius*) e *Lithastrinus floralis* Stradner serviriam como eventos biológicos coadjuvantes na caracterização do topo da Zona *A. parvus* (N-270) (fig. 3a e estampa 1). Considerou, finalmente, que a última ocorrência de *M. furcatus* seria um evento intra-Campaniano, ocorrido antes daqueles que caracterizavam o limite superior da Zona *A. parvus* (N-270). Intelizmente, não foi divulgado, por parte do autor, qualquer arrazoado que justificasse as mudanças implementadas, o que impossibilita seguir adequadamente a linha de raciocínio adotada. Cabe ressaltar, contudo, que a extinção campaniana para *M. furcatus* é atualmente um conceito que tem ampla aceitação na comunidade científica mundial, e parece ter sido originalmente introduzido por Troelsen (*op. cit.*).

O arcabouço apresentado por Troelsen (*op. cit.*) serviu de base para numerosas investigações nanofossilíferas empreendidas pela PETROBRÁS. Durante a década de 70, centenas de poços tiveram a bioestratigrafia detalhada a partir do modelo postulado pelo referido autor. Porém, a grande maioria das investigações foram realizadas em perfurações que se localizam na margem leste da costa brasileira (bacias de Campos e Espírito Santo, principalmente) que, hoje, é sabido, não encerra uma seção com boa representação de todos os andares do Cretáceo Superior. Este fato suscitou uma série de idéias, às vezes polêmicas e conflitantes, nos estudos que se desenvolveram subseqüentemente.

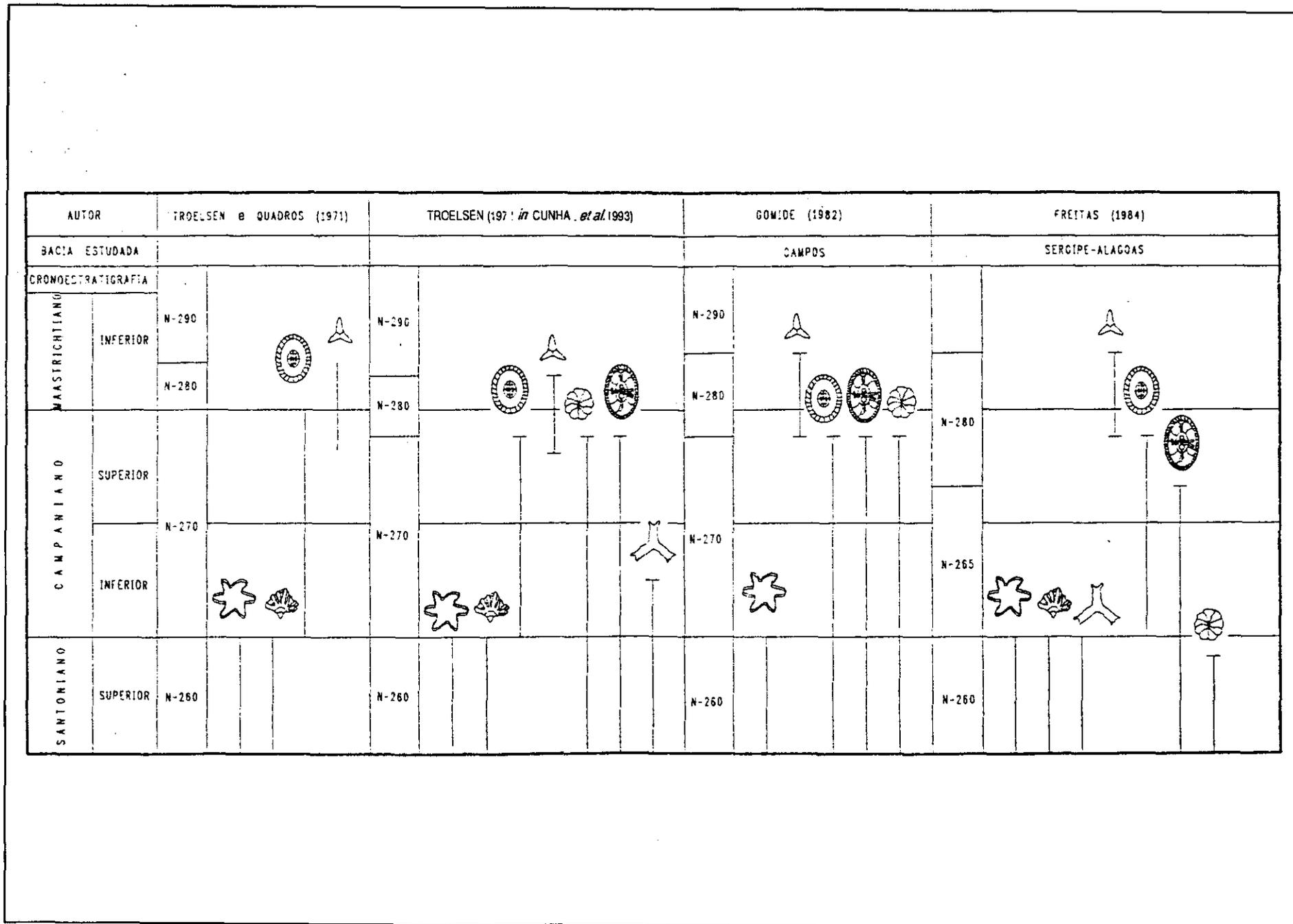


Fig. 3a - Reconhecimento do Andar Campaniano na margem continental brasileira, por intermédio dos nanofósseis - evolução dos conceitos.
 Fig. 3a- Recognition of the Campanian stage on the Brazilian continental margin by means of nannofossils - the evolution of concepts.

AUTOR		ANTUNES (1984/1987)	BEURLEN <i>et al.</i> (1987)	AZEVEDO <i>et al.</i> (1987)	RICHTER. (1987), WANDERLEY (1987) E CUNHA (1990)
BACIA ESTUDADA		ESPIRITO SANTO	SERGIPE/ALAGOAS	CAMPOS	CAMPOS
CRONOESTRATIGRAFIA					
MANTICHISSYAN	INFERIOR	N-290	N-290	N-290	N-290
		N-280	N-280	N-280	N-280
		N-270	N-270	N-270	N-280
CAMPIANO	SUPERIOR		N-270		
	INFERIOR	N-265	N-265	N-265	N-265
SANTINOTTO	SUPERIOR	N-260	N-260	N-260	N-260

Fig. 3b - Reconhecimento do Andar Campaniano na margem continental brasileira, por intermédio dos nanofósseis - evolução dos conceitos.
 Fig. 3b- Recognition of the Campanian stage on the Brazilian continental margin by means of nanofossils - the evolution of concepts.

Digno de nota, pois, com certeza, contribuiu danosamente para a qualidade das informações bioestratigráficas adquiridas, foi o fato de Troelsen (1972 in Cunha *et al.* 1993) ter posicionado a última ocorrência de *L. floralis* no interior do Campaniano, junto ao topo da zona *A. parvus* (fig. 3a). Em função dos problemas relativos à seção neocretácica, em muitos poços, parte deste andar (zona N-270) foi individualizado, tomando-se principalmente como referência o nível de extinção de *L. floralis*, o que nunca encontrou respaldo em pesquisas empreendidas em outras regiões do globo. Na atualidade, acredita-se que este biohorizonte seja intra-Santoniano.

No início dos anos 80, surgem as primeiras revisões e adaptações do esquema bioestratigráfico de Troelsen (*op. cit.*), relativas à delimitação do Campaniano. Gomide (1982), ao estabelecer a bioestratigrafia dos nanofósseis calcários da Bacia de Campos, valeu-se somente da última ocorrência de *L. grillii* e descartou o nível de extinção de *Petrobrasiella venata* como evento indicador do início do Campaniano (fig. 3a). Contudo, absteve-se de introduzir e comentar alguns dos novos conceitos já, então, difundidos na literatura, como aqueles relativos à extinção de *L. floralis*.

Para Freitas (1984), na Bacia de Sergipe-Alagoas, o início do Campaniano poderia ser indicado pelo nível de extinção de *Petrobrasiella venata*, *L. grillii* e *M. furcatus*. O topo deste andar encontrar-se-ia, tal como idealizado por Troelsen (*op. cit.*), no interior da Zona *Quadrum trifidum*. Freitas (1984) também introduziu a Biozona *E. eximius* em substituição à zona *A. parvus*. O motivo alegado para esta substituição, não devidamente explicado, calcou-se, provavelmente, em informações de literatura. De acordo com o autor, a última ocorrência de *A. parvus* ocorreria na Zona *Q. trifidum*, o que provocaria uma "interseção de zonas". Finalmente, implementou a mudança da distribuição cronoestratigráfica da espécie *Lithastrinus floralis*, posicionando sua extinção no interior do Santoniano, mais de acordo com as informações difundidas na literatura (fig. 3a).

Antunes (1984), na Bacia do Espírito Santo, também utilizou-se da Zona *Eiffellithus augustus* (= *Eiffellithus eximius*, N-265) para caracterizar o Campaniano. Esta biozona, cuja base e topo seriam, respectivamente, caracterizados pelas últimas ocorrências de *L. grillii* (e/ou *M. furcatus*) e *Eiffellithus eximius* indicariam o Campaniano em sua totalidade. Deste modo, as biozonas *A. parvus* e *Quadrum trifidum* seriam exclusivamente maastrichtianas (fig. 3b). É oportuno comentar que todas estas reformulações propostas contavam, além das observações pessoais do autor, com as informações contidas no trabalho de Thierstein (1976). Posteriormente, Antunes (1987) reafirmou as posições descritas anteriormente e também considerou que a última ocorrência de *Vagalapilla matalosa* (Stover) Thierstein poderia constituir-se em um *datum* secundário para a identificação do topo do Campaniano, uma vez que sua extinção seria, aparentemente, concomitante à última ocorrência de *Eiffellithus eximius*. Ao marcar esta posição, Antunes (1987) foi de encontro ao que se divulgava na literatura, pois, segundo Smith (1981), *V. matalosa* ter-se-ia extinto apenas no início do Maastrichtiano (fig. 3b).

Beurlen *et al.* (1987), na Bacia de Sergipe-Alagoas, tornaram a resgatar a Zona *A. parvus sensu* Antunes (1984 e 1987). Entretanto, adotando a conceituação cronoestratigráfica de Perch-Nielsen (1985) atribuíram para o seu topo o limite Campaniano / Maastrichtiano. Deste modo, o nível de extinção de *Eiffellithus eximius* foi considerado um horizonte intra-Campaniano (fig. 3b).

Seguiram-se os trabalhos de Azevedo *et al.* (1987), Richter (1987), Wanderley (1987), Antunes (1990) e Cunha (1990), nas bacias de Campos, Potiguar e Ceará, respectivamente. Contudo, nenhum deles trouxe qualquer nova contribuição no que concerne ao reconhecimento do topo do Andar Campaniano por meio dos nanofósseis calcários. É digno de nota, porém, a acentuada falta de consenso verificada quanto à aceitação da Zona *A. parvus*. Para Azevedo *et al.* (1987) e Antunes (1990), a zona seria de idade maastrichtiana e não haveria qualquer problema quanto à sua delimitação, à exceção dos hiatos que justifiquem a sua ausência. Para Richter (1987), Wanderley (1987) e Cunha (1990), mais estudos seriam necessários para a sua caracterização, pois, a princípio, o nível de extinção de *A. parvus* e *Q. trifidum* seria aproximadamente o mesmo. Cabe ainda resaltar que Richter (1987), Azevedo *et al.* (1987) e Cunha (1990) utilizaram-se, principalmente, do nível de extinção de *M. furcatus* para posicionar o limite Santoniano / Campaniano.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação da base do Campaniano por meio dos nanofósseis, usualmente, é posicionada entre o surgimento de *A. parvus* e as extinções de *L. grillii* e *M. furcatus*. Segundo a maioria dos autores (Sissingh, 1977; Verbeek, 1977; Hattner *et al.* 1980, Perch-Nielsen, 1985) o nível de surgimento da *A. parvus* seria coincidente com o limite Santoniano / Campaniano, ou, talvez, imediatamente abaixo deste. Já a extinção de *L. grillii* e *M. furcatus* teria ocorrido na parte mais antiga do Campaniano.

O limite Campaniano / Maastrichtiano situa-se entre o surgimento e a extinção de *Q. trifidum*. Contudo, a caracterização mais precisa envolve outras espécies, algumas das quais possuem, para determinados pesquisadores, níveis de extinção diácronos. As espécies *E. eximius* e/ou *R. anthophorus*, para vários autores (Bukry e Bramlette, 1970; Thierstein, 1976; Sissingh, 1977; Varol, 1983; Perch-Nielsen, 1985) extinguíram-se no término do Campaniano. Porém, para outros (Proto-Decima *et al.* 1978; Lambert, 1980; Manivit in Robaszynski, 1985), tais eventos biológicos poderiam tanto ter ocorrido no final do Campaniano como no início do Maastrichtiano, dependendo exclusivamente da área estudada.

A identificação e delimitação do Campaniano na Plataforma Continental Brasileira passou por várias fases. Nas primeiras pesquisas (Troelsen e Quadros, 1971), o limite inferior foi indicado pelo nível de extinção de *L. grillii* e *P. venata*. Posteriormente, abandonou-se a utilização de *P. venata* como espécie-guia, introduzindo-se a extinção de *M. furcatus* como novo *datum*, tão ou mais importante

que a última ocorrência de *L. grillii*. Assim os biorizontes mencionados passaram a ter uma datação um pouco diferente daquela difundida na literatura: ao invés de terem ocorrido já em tempos campanianos, as correlações com outros grupos fósseis (foraminíferos e palinórfos) sugeriam que tais extinções seriam características do término do Santoniano. Para explicar este diacronismo, Antunes (1990) postulou a existência, em algumas bacias, de uma zona de condensação, onde "os depósitos neosantonianos confundir-se-iam com aqueles do início do Campaniano". Atualmente, com base em novas informações, obtidas em testemunhos e amostras laterais de poços da Bacia de Campos, seguindo-se exclusivamente os conceitos divulgados pela literatura especializada em nanofósseis, acredita-se que as extinções dessas espécies tenham ocorrido em tempos campanianos.

O limite superior do Campaniano foi inicialmente caracterizado pela extinção de *A. parvus*, passando, posteriormente, a ser indicado pela última ocorrência de *E. eximius*. Contudo, com base nas informações provenientes de estudos mais recentes, realizados na Bacia de Campos, e na consulta à bibliografia, acredita-se que este evento biológico tenha ocorrido próximo ao término do Campaniano. Assim, de acordo com as interpretações atuais, a zona *A. parvus* (N-270) compreende o Campaniano terminal e o Maastrichtiano inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. L. Geohistória do paleocanyon de Fazenda Cedro, Bacia do Espírito Santo - Brasil, segundo dados biocronostratigráficos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. v. 1, p. 670-684.
- ANTUNES, R. L. Bioestratigrafia dos nanofósseis calcários do Meso e Neocretáceo da porção emersa da Bacia do Espírito Santo. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 3-11, 1987.
- ANTUNES, R. L. *Contribuição ao conhecimento geológico do paleocânion de Regência - Bacia do Espírito Santo, Brasil*: um estudo com base na bioestratigrafia dos nanofósseis calcários. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. Tese de mestrado.
- AZEVEDO, R. L. M., GOMIDE, J., VIVIERS, M. C., HASHIMOTO, A. T. Bioestratigrafia do Cretáceo Marinho da Bacia de Campos, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.17, n.2, p. 147-153, 1987.
- AZEVEDO, R. L. M., GOMIDE, J., VIVIERS, M. C., HASHIMOTO, A. T. Geo-história da Bacia de Campos, Brasil: do Albiano ao Maastrichtiano. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.17, n. 2, 1987.
- BEURLIN, G., FREITAS, L. C. S., UESUGUI, N. *Paleoecologia do baixo de São Francisco I e II*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/CENPES/DIVEX /SEBIPE, 1987. Relatório interno.
- BRITO, I. M. *O Cretáceo e sua importância na geologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. (Série didática, v.3).
- BUKRY, D., BRAMLETTE, M. N. Coccolith age determinations, Leg. 3. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, Washington, v.3, p. 589-611, 1970.
- BUKRY, D. Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe. *Article, the University of Kansas Paleontological Contributions*, Kansas, col, v. 51, n. 2, p. 1-69, 1969.
- CEPEK, P., HAY, W. Calcareous nannoplankton and biostratigraphic subdivision of Upper Cretaceous. *Transactions of Gulf Coast Association Geological Society*, Corpus Christis, T.x, v. 19, n. 1, p. 323-336, 1969.
- CUNHA, A. A. S. *Bioestratigrafia dos nanofósseis calcários da sub-bacia de Mundaú (Bacia do Ceará)*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. Tese de mestrado.
- CUNHA, A. A. S., MARTINS, G. A., ANTUNES, R. L., MOREIRA, J. Reconhecimento do Andar Campaniano na Bacia de Campos. 1993. Relatório interno.
- FREITAS, L. C. S. *Nanofósseis calcários e sua distribuição (Aptiano-Mioceno) na Bacia de Sergipe e Alagoas*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1984. Tese de mestrado.
- GARTNER, S. Coccoliths and related calcareous nanofossils from upper cretaceous deposits of Texas and Arkansas. *Article, the University of Kansas Paleontological Contributions*, Kansas, col., v. 1, n.1, p. 1-56, 1968.
- GOMIDE, J. Bioestratigrafia do nanoplâncton calcário da Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 129-137, 1982.
- GOHARIAN, F. Étude micropaléontologique du Campanien type des charentes: conséquences stratigraphiques. *Revue de micropaléontologie*, Paris, v. 14, n. 1, p. 20-34, 1971.
- HARLAND, B. W. *et al. A geologic time scale*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 131 p. (Cambridge Earth Sciences Series).
- HATTNER, J. G., WIND, F. H., WISE Jr., S. W. The Santonian-Campanian boundary: comparison of nearshore-offshore calcareous nannoplankton assemblages. *Cahiers de Micropaléontologie*, Paris, v. 3, n. 1, p. 9-26, 1980.
- JIANG, M. *Biostratigraphy and geochronology of the Eagle Ford Shale, Austin Chalk, and Lower Taylor Marl in Texas based on calcareous nanofossils*. Texas: A & G University, 1989. Tese de Doutorado.
- LAMBERT, B. Étude de la nannoflore calcaire du Campanien charentais. *Cahiers de micropaléontologie*, Paris, v. 3, n.1, p. 39-53, 1980.
- NEUMANN, M. Observations micropaléontologiques à propos du Campanien et du Maastrichtien. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh*, [s. l.], v. 7, p. 417-427, 1980.
- PERCH-NIELSEN, K. Mesozoic calcareous nanofossils. In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B., PERCH-NIELSEN, K. (eds.) *Planktonic stratigraphy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. 554 p.
- PROTO-DECIMA, F., MEDIZZA, F., TODESCO, L. Southeastern Atlantic Leg 40, calcareous nanofossils. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, Washington, v. 40, p. 571-634, 1978.
- RICHTER, A. Sub-afloramento das discordâncias turonianas e campanianas no sul da Bacia de Campos. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 173-176, 1987.
- ROBASZYNSKI, F. *et al.* The Campanian-Maastrichtian boundary in the chalk facies close to the type-maastrichtian area. *Bulletin des Centres Recherchers Exploration Production Elf-Aquitane*, v. 9, n. 1, p. 1-113, 1985.
- ROTH, P. H. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean.

- Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, Washington, v. 44, p. 731-759, 1978.
- SÉRONIE, V. M. *Contribution à l'étude du Sénonien an Aquitaine Septentrionale, SES Stratotypes: Coniacien, Santonien, Campanien*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1972. p. 195. (Les Stratotypes français, n. 2).
- SISSINGH, W. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, Den Haag, v. 56, n. 1, p. 37-65, 1977.
- SISSINGH, W. Microfossil biostratigraphy and stage-stratotypes of the Cretaceous. *Geologie en Mijnbouw*, Den Haag, v. 57, n. 3, p. 433-440, 1978.
- SMITH, C. C. *Calcareous nannofossils and stratigraphy of Late Turonian, Coniacian and Early Santonian Age for the Eagle Ford and Austin Groups of Texas*. Washington: Government Printing Office, 1981. (Geological Survey - Professional Paper, n. 1057).
- THIERSTEIN, J. C. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 325-362, 1976.
- TROELSEN, J., QUADROS, L. P. Distribuição bioestratigráfica dos nanofósseis em sedimentos marinhos (Aptiano-Mioceno) do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, n. 43, p. 577-609, 1971. Suplemento.
- VAN HINTE, J. E. The Coniacian, Santonian and Campanian stratotypes. *Lethaia*, New York, v. 12, n. 1, p. 183-187, 1979.
- VAROL, O. Late Cretaceous/Paleocene calcareous nannofossils from the Kokasen Section (Zongulder, Northern Turkey). *N. Jb. Geol. Paleont. Abh.*, [s.l.], v. 166, n. 3, p. 431-460, 1983.
- VERBEEK, J. W. *Calcareous Nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, Southern Spain and France*. Utrecht, Neth.: State University of Utrecht, 1977. 157 p. (Urecht Micropaleontological Bulletin, v. 16).
- WANDERLEY, M. D. *Estudo de uma seção cretácica da Bacia Potiguar com base em nanofósseis calcários*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1987. Tese de Mestrado.
- WISE Jr., S. W. Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by Deep Sea Drilling Project Leg 71 in the Falkland Plateau Region. Southwest Atlantic Ocean. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, Washington, v. 71, p. 481-550, 1983.

EXPANDED ABSTRACT

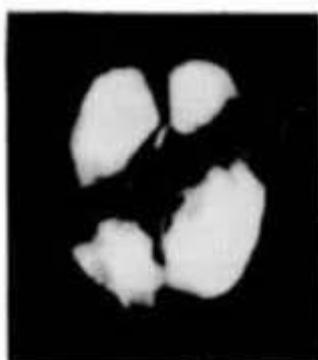
When identified by means of nannofossils, the base of the Campanian is usually placed between the appearance of *A. parvus* and the extinction of *L. grillii* and *M. furcatus*. According to most authors (Thierstein, 1976; Sissingh, 1977; Verbeek, 1977; Perch-Nielsen, 1985), the level of the appearance of *A. parvus* coincides with the Santonian/Campanian boundary, or may lie immediately below it. Extinction of *L. grillii* and/or *M. furcatus* is believed to have occurred in the oldest part of the Campanian. The Campanian/Maestrichtian boundary is placed between the appearance and extinction of *Quadrum trifidum*. A more precise individualization involves other species, however, some of which, according to certain researchers, display diachronous extinction. A number of authors (Bukry and Bramlette, 1970; Thierstein, 1976; Sissingh, 1977; Varol, 1983; Perch-Nielsen, 1985) hold that the species *E. eximius* and *R. anthophorus* became extinct at the end of the Campanian. Other authors (such as Proto-Decima, 1978; Lambert, 1980; Manivit, 1985) believe that these biological events may have taken place either at the end of the Campanian or at the beginning of the Maestrichtian, depending solely on the area studied. There have been several phases in identification and delimitation of the Campanian on the Brazilian continental margin. The first research studies identified the lower boundary at the level of extinction of *L. grillii* and *Petrobrasiella venata*.

The latter was later abandoned as an index species and the extinction of *M. furcatus* became the new datum, considered to be as or more important than the last occurrence of *L. grillii*. The dating of the biohorizons in question thus diverged from that found in the literature: these extinctions, rather than having occurred in Campanian times, were considered characteristic of the end of the Santonian, as suggested by correlations with other fossil groups (foraminifers and palynomorphs). To explain this diachronism, Antunes (1990) postulated the existence of a condensation zone in some basins, where "neo-Santonian deposits apparently merge with those of the beginning of the Campanian." At present, in line with concepts stated in the literature on nannofossils and with new information obtained through core and sidewall samples from Campos Basin wells, it is believed that the extinction of these species took place in Campanian times.

The upper limit of the Campanian was initially characterized by the extinction of *A. parvus*, later being identified by the final occurrence of *E. eximius*. Based on information from the latest Campos Basin studies, it is believed that this biological event took place near the end of the Campanian. According to current interpretations, the *A. parvus* zone (N-270) thus comprises the end of the Campanian and beginning of the Maestrichtian.



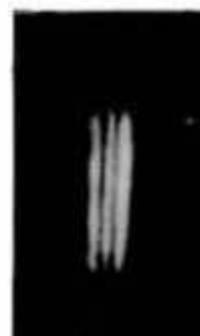
1a



1b



4a



5



4b



6



2a



2b



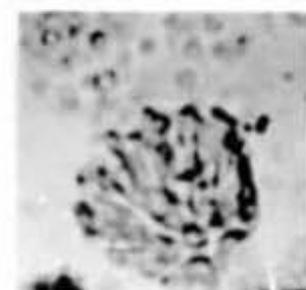
7a



7b



3a



3b



8



9

1a e 1b - *Aspidolithus ex. gr. parvus* (LP, NC 0° e 45°).

2a e 2b - *Eiffelithus eximius* (LP, NC 0° e 45°).

3a e 3b - *Petrobrasiella venata* (LP e LN).

4a e 4b - *Quadrum tritidum* (LP e LN).

5 - *Lithraphidites quadratus* (LP).

6 - *Marthasterites furcatus* (LP).

7a e 7b - *Quadrum nitidum* (LP e LN).

8 - *Lithastrinus grillii* (LP).

9 - *Lithastrinus floralis* (LP).

Obs: Aumento médio 3000 x.

LP - Luz polarizada. LN - Luz natural. NC - Nicóis cruzados.