

REVISÃO AO MICROSCÓPIO ÓPTICO DA MORFOESTRUTURA DOS NANOLITOS *INCERTAE SEDIS* DA SEÇÃO PALEOGÊNICA (PALEOCENO/EOCENO MÉDIO) DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

OPTICAL MICROSCOPE REVISION OF THE MORPHOSTRUCTURAL FEATURES OF NANNOLITHS *INCERTAE SEDIS* PRESENT ON PALEOCENE/MIDDLE EOCENE SECTION OF THE ESPÍRITO SANTO BASIN

Simone de Oliveira Costa¹ e Rogério Loureiro Antunes²

RESUMO - As espécies de nanolitos abordadas neste estudo, em sua maioria, apresentam reconhecida importância bioestratigráfica, tanto nos zoneamentos internacionais quanto naqueles adotados pela PETROBRAS em datações da seção paleogênica das bacias marginais. Os nanofósseis em questão foram documentados no intervalo Paleoceno / Eoceno Médio, durante a análise bioestratigráfica de amostras de calha de cinco poços exploratórios da Bacia do Espírito Santo. Este trabalho fundamenta-se principalmente na descrição detalhada destes nanolitos ao microscópio óptico (M.O.), objetivando otimizar sua utilização operacional em datações bioestratigráficas de rotina. Das nove espécies documentadas, uma é nova (*Ellipsolithus gomidei*), e outras duas são assinaladas pela primeira vez no País (*Ellipsolithus bollii* e *Trochastrites hohnensis*). As espécies são reunidas nos seguintes gêneros: *Ellipsolithus*, *Nannotetrina*, *Tribrachiatus* e *Trochastrites*. Todos estes gêneros são considerados *incertae sedis*, por não se incluírem nas famílias de nanofósseis conhecidas até o momento.

(Originais recebidos em 19.07.93).

ABSTRACT - Most of the nannolith species described in this paper present undoubtedly biostratigraphic importance both in international and PETROBRAS biozonal schemes. In the latter, they are used in routine dating of Paleogene strata in Brazilian marginal basins. The studied nanofossils have all been recovered from cuttings of the Paleocene / Meso Eocene section of wells in the Espírito Santo Basin (eastern Brazilian continental margin). The basic aim of this study is to present detailed O.M. (optical microscope) descriptions of these calcareous nanofossils in order to optimize their use in the routine biostratigraphic dating. Altogether, nine species have been identified, of which one is new (*Ellipsolithus gomidei*), and two other are recorded for the first time in Brazil (*Ellipsolithus bollii* and *Trochastrites hohnensis*). The identified species belong to the following genera: *Ellipsolithus*, *Nannotetrina*, *Tribrachiatus*, and *Trochastrites*. All of them are considered *incertae sedis*, because they can not be assigned to any nanofossil families recognized so far.

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

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Gerais

É apresentada uma revisão, ao microscópio óptico (M.O.), da morfoestrutura dos nanolitos considerados *incertae sedis*, documentados na Bacia do Espírito Santo, no intervalo Paleoceno / Eoceno Médio. Tais nanolitos são assim classificados por não se incluírem nas famílias de nanofósseis conhecidas até o momento.

Este estudo foi desenvolvido a partir da análise do conteúdo nanofossilífero de amostras de calha de cinco poços da porção emersa da Bacia do Espírito Santo. Foram também considerados os resultados das investigações bioestratigráficas realizadas por Antunes (1984, 1990), para cerca de 50 poços desta bacia, destacando-se entre eles o 1-LM-1-ES (localidade-tipo da espécie *Ellipsolithus gomidei* n. sp.). A localização dos poços estudados e a situação dos mesmos com relação às duas principais feições paleofisiográficas da bacia (*paleocanyons* de Fazenda Cedro e Regência) são ilustradas na figura 1.

1 - Consultora no 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.

2 - 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.

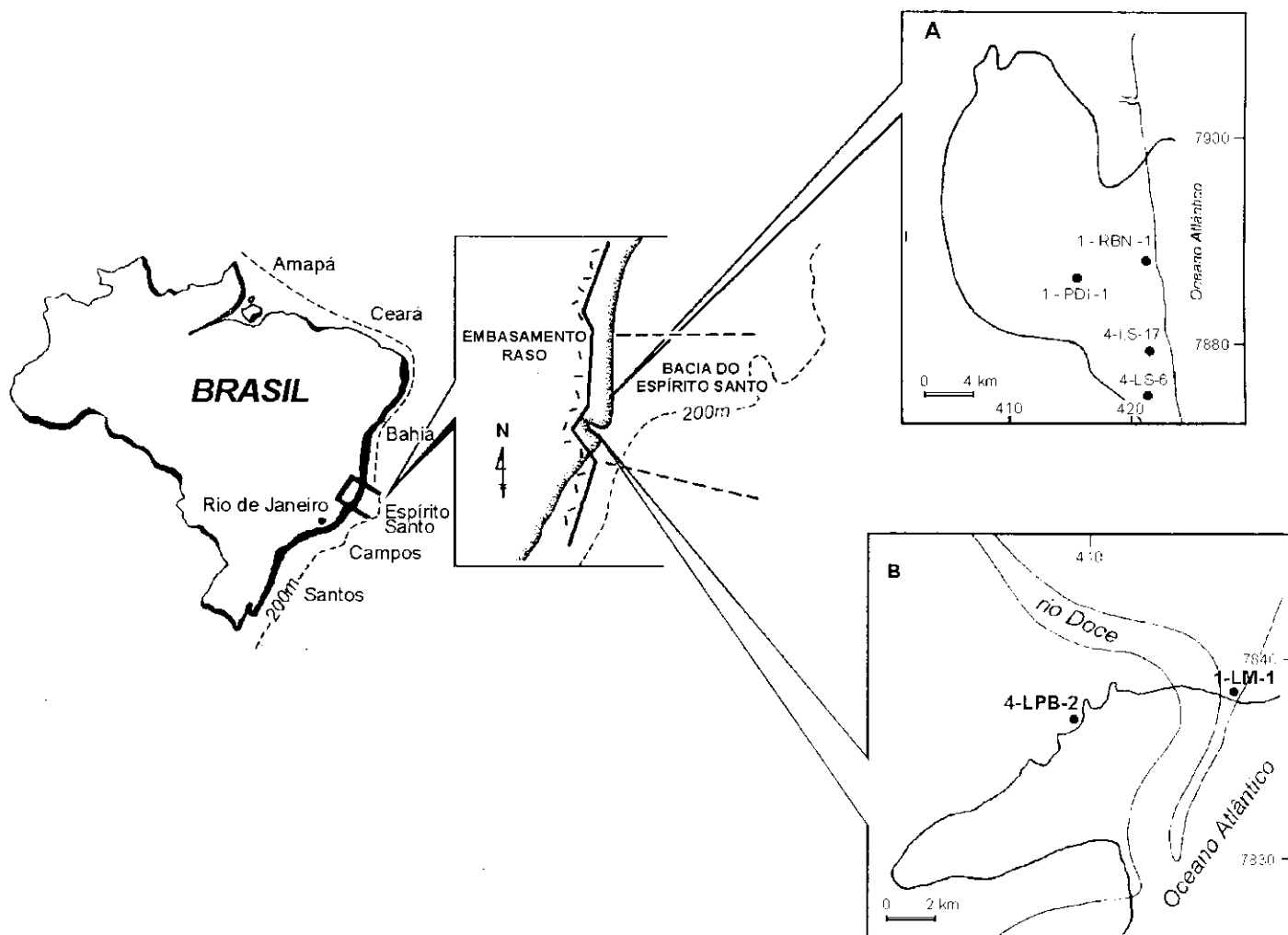


Fig. 1 - Mapa de situação da Bacia do Espírito Santo (modificado de Del Rey e Zemruscki, 1991) e localização dos poços estudados.
 Fig.1 - Location map of Espírito Santo Basin (modified after Del Rey and Zemruscki, 1991) showing analyzed wells.

Nesta pesquisa, objetiva-se descrever detalhadamente a morfoestrutura dos nanolitos *incertae sedis* ao M.O. Isso se faz necessário devido à falta de trabalhos publicados no exterior e no País acerca deste assunto específico. Conforme Costa (1992), de modo geral, na literatura especializada os nanofósseis geralmente são descritos ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), sendo as características morfoestruturais observáveis ao M.O. comentadas normalmente de maneira sucinta. Salienta-se, entretanto, que nos estudos rotineiros do paleonoplâncton, o equipamento comumente utilizado é o microscópio óptico. Em tais investigações que, na maioria das vezes objetivam a obtenção de datações bioestratigráficas precisas e expeditas, necessita-se do rápido reconhecimento dos nanofósseis diagnósticos e acessórios de determinado intervalo bioestratigráfico.

Assim, ao se focar os nanolitos *incertae sedis*, procurou-se reunir nas descrições um maior número de informações acerca do comportamento óptico destes nanofósseis a nível genérico e específico.

1.2 - Metodologia

As descrições apresentadas baseiam-se nos seguintes critérios: a) - conformação das unidades morfoestruturais; b) - tamanho do exemplar; c) - tipo de ornamentação; d) - comportamento óptico do exemplar entre nicóis paralelos e cruzados, neste caso geralmente posicionado a 0° e 45° dos planos de polarização. As descrições são ainda complementadas por um glossário com a terminologia utilizada para a caracterização dos nanolitos *incertae sedis* ao M.O. (item 1.3).

Os nanolitos *incertae sedis* reconhecidos pertencem às espécies *Ellipsolithus bollii* (primeiro registro no País), *E. distichus*, *E. lajollaensis*, *E. macelus*, *E. gomidei* (espécie nova), *Nannotetrina cristata*, *Tribrachiatulus bramlettei*, *T. orthostylus* e *Trochastrites hohnensis* (primeiro registro no País). De modo geral, os elipsolitos são elípticos a sub-retangulares em vista planar e exibem cor de interferência elevada; os nanotetrídeos, piramidais quadrangulares, de simetria radial; os nanolitos de *Tribrachiatulus* são trirradiados

ou hexarradiados em vista planar; e aqueles de *Trochastrites*, trirradiados e arqueados.

As espécies pesquisadas possuem, em sua maioria, importância bioestratigráfica reconhecida tanto nos zoneamentos internacionais (Martini, 1971; Okada e Bukry, 1980) quanto naqueles rotineiramente utilizados na PETROBRAS (Antunes, 1984, 1990; Cunha, 1991), por ocasião da datação dos sedimentos paleogênicos das bacias marginais brasileiras.

As considerações bioestratigráficas desta pesquisa baseiam-se na adoção dos *ranges* propostos por Perch-Nielsen (1985), especialmente quanto ao surgimento das espécies, e nas proposições de Antunes (1984, 1990) e Costa (1992), sumarizadas em seus zoneamentos para a porção emersa da Bacia do Espírito Santo. As biozonas propostas nos zoneamentos de Antunes (*op. cit.*) e adotadas no trabalho de Costa (*op. cit.*) são do tipo intervalo diferencial superior. Estas unidades possuem seus limites superiores definidos por meio de extinções sucessivas dos taxa nominativos, conforme preconizado pelo Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica (N.A.C.S.N., 1983, art. 50, fig. 4C2).

As lâminas analisadas, na sua totalidade, procedem do laminário do Setor de Bioestratigrafia e Paleoecologia do CENPES, e foram estudadas por Costa (1992) por ocasião de sua dissertação de mestrado. Foram processadas a partir de amostras de calha coletadas em intervalos de 15, 18 e 30 m., dos poços exploratórios relacionados na figura 1. As etapas de processamento destas amostras são descritas em detalhe por Costa (*op. cit.*). Ainda segundo esta autora, a escolha destes poços baseou-se no fato de os mesmos já terem sido estudados por Antunes (1984, 1990), que aborda respectivamente a história sedimentar dos *paleocanyons* de Fazenda Cedro e Regência, a partir da elaboração de seções bioestratigráficas com base em nanofósseis. Nestas seções, foram determinados quais poços melhor atenderiam aos objetivos daquele estudo, por abrangerem com representatividade os intervalos bioestratigráficos de interesse às investigações realizadas.

1.3 - Glossário da Terminologia Utilizada

Este glossário reúne, em ordem alfabética, a terminologia morfoestrutural dos nanolitos *incertae sedis* empregada neste trabalho. Salienta-se que tal terminologia é geralmente adotada por inúmeros autores em estudos ao MEV, sendo as definições ora apresentadas uma adaptação daquelas já mencionadas na literatura, com vistas à sua aplicação na caracterização simplificada dos nanolitos ao M.O.

Área Central - parte central do nanolito, visualizada no exemplar em vista planar.

Braço - unidade morfoestrutural de mesmo significado que

raio, na caracterização morfoestrutural dos nanolitos de *Nannotetrina*.

Cocolito - nanolito de afinidade taxonômica reconhecida que exibe formato circular ou elíptico em vista planar.

Cocolitoforídeo - organismo algálico da classe *Haptophyta* que secreta nanolitos, ao menos durante uma fase de seu ciclo de vida; os nanolitos são, em geral, externos ao cocolitoforídeo, ou ainda, mantidos no seu interior.

Crista - porção saliente e alongada de um nanolito, freqüentemente observada sobre os raios de *Trochastrites*, bem como ao redor e através da área central dos nanolitos de *Ellipsolithus*, conforme verificado nas estampas 3:4 e 1:2c.

Distal - diz-se da face ou estrutura do nanolito voltada originalmente para o exterior do cocolitoforídeo.

Elipsolito - nanolito *incertae sedis* formado por uma placa delgada única, de formato elíptico a sub-retangular.

Margem - estrutura mais externa, periférica, e limitante dos nanolitos em vista planar.

Nanolito - do ponto de vista morfoestrutural, terminologia amplamente utilizada com mesmo significado que nanofóssil calcário. Designação atribuída às diminutas placas calcíticas secretadas por algas cocolitoforídeas, envolvendo-as externamente ou, por vezes, portadas internamente pelas mesmas. Conforme Young (1992) e outros autores, nanolitos são nanofósseis calcários de afinidade incerta com os cocolitos.

Perfurações - diminutos orifícios presentes na área central de alguns nanolitos, quando esta se mostra fechada.

Projeção - extremidade livre de cada um dos raios dos nanolitos de *Nannotetrina*, que se estende além da margem dos mesmos (figs. 2 e 3).

Proximal - diz-se da face ou estrutura do nanolito voltada originalmente para o interior do cocolitoforídeo.

Raio - elemento formador dos nanolitos de *Nannotetrina*, *Tribrachiatius* e *Trochastrites*, bem como dos asterolitos em roseta (neste contexto, difere dos braços formadores dos asterolitos estelares).

Vista Lateral - observação do nanolito ao longo do seu eixo proximal-distal, perpendicularmente à vista planar.

Vista Planar - observação da face proximal ou distal do nanolito.

2 - CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL DO GÊNERO *ELLIPSOLITHUS* SULLIVAN, 1964

Espécie-tipo: *Coccolithites macellus* Bramlette e Sullivan, 1961.

Descrição: os nanolitos do gênero *ellipsolithus* são formados por uma placa delgada única, com margem e área central individualizadas, muito embora Perch-Nielsen (1985) admita, para estes nanolitos, a existência de um escudo proximal, que geralmente se mostra quebrado. Os elipsolitos possuem formato elíptico a sub-retangular em vista planar, com margens longitudinais aproximadamente retas e paralelas ou levemente arqueadas, cuja largura é quase sempre similar (raramente superior ou inferior) à da área central.

A área central é elíptica a sub-retangular, sempre circundada por uma crista marginal e atravessada longitudinalmente por uma crista mediana. Tais cristas mostram-se, via de regra, providas de cor de interferência um tanto mais elevada que a das partes circunjacentes. A área central quase sempre apresenta os lados longitudinais aproximadamente retos e paralelos ou arqueados. Nos exemplares bem preservados, mostra-se fechada e imperfurada, ou ainda, ornamentada com perfurações, quase sempre alinhadas ao longo da crista mediana.

No exemplar orientado a 45° dos planos de polarização, as linhas de extinção tornam-se nítidas, recurvando-se num "V" ou em "U" aberto a partir dos focos do elipsolito, com concavidade voltada para cada extremidade deste (exemplos na estampa 1, figs. 4a-b). Nesta posição, o eixo principal do elipsolito pode também apresentar-se extinto. No exemplar paralelizado a um daqueles planos, a crista mediana torna-se geralmente mais visível, e as linhas de extinção perdem sua nitidez, quase sempre difundindo-se ao longo das margens longitudinais do nanolito.

Entre polarizadores cruzados, os elipsolitos geralmente apresentam cor de interferência elevada. Com a inserção da placa de gipso, são observados quatro setores na margem, simétricos dois a dois, que apresentam tonalidade azul ou laranja, alternadamente. Entre nicóis paralelos, a visualização desses nanolitos é dificultada em função de sua reduzida espessura.

Caracterização em Nível Específico: conforme Perch-Nielsen (1985), a distinção entre as espécies de *Ellipsolithus* é feita em vista planar, principalmente por meio da conformação da área central. Neste trabalho, de acordo com Costa (1992), tal reconhecimento foi realizado pelos seguintes critérios:

- configuração dos lados longitudinais da área central (retos ou ligeiramente arqueados);
- área central fechada (perfurada ou imperfurada);
- tamanho das perfurações;
- tamanho do nanolito.

Discussão: *Ellipsolithus* foi atribuído às famílias *Prinsiaceae* e *Syracosphaeraceae*, respectivamente por Hay e Mohler (1967) e Perch-Nielsen (1971a). No entanto, Perch-Nielsen (1985) concluiu por considerar tal gênero *incertae sedis*, sendo este o tratamento taxonômico aqui adotado.

Ellipsolithus difere dos demais nanolitos por apresentar uma única placa de espessura reduzida, provida de cor de interferência geralmente elevada e formato nitidamente elíptico, alongado a sub-retangular.

2.1 - Caracterização Morfoestrutural das Espécies de *Ellipsolithus*

Ellipsolithus bollii Perch-Nielsen, 1977

estampa 1:1a-c

Ellipsolithus bollii Perch-Nielsen, 1977, p.749, estampa 43:1,3,5-7; estampa 49:6-8

Ellipsolithus bollii Perch-Nielsen - Perch-Nielsen, 1985, p.533, fig. texto 82:1-3,10.

Descrição: elipsolito de margens longitudinais levemente arqueadas. A largura da margem quase sempre equiparase à da área central.

Com formato elíptico e lados longitudinais levemente arqueados, a área central mostra-se circundada por uma crista de cor de interferência distintamente mais elevada que a das partes circunjacentes. Apresenta-se ornamentada com diminutas perfurações, alinhadas ao longo de cada lado de uma crista mediana nítida. Em todos os exemplares identificados, observaram-se dez perfurações ornamentando a área central. Utilizando-se a placa de gipso, tais estruturas da área central são salientadas, independentemente da orientação do nanolito em relação aos planos de polarização.

No exemplar orientado a 45° dos planos de polarização, as linhas de extinção difundem-se em "U" aberto a partir dos focos do elipsolito em direção à margem, subdividindo-a em quatro setores simétricos dois a dois, distintos a pouco distintos. Nesta posição, a área central mostra-se praticamente extinta, sendo melhor visualizada apenas no exemplar (sub) paralelizado a um dos planos de polarização.

Dimensões (exemplar único): eixo maior, 9 µm; eixo menor 6 µm; largura da margem e área central, 2 µm.

Discussão: *Ellipsolithus bollii* distingue-se de *E. distichus* principalmente no menor tamanho e na conformação da área central, ornamentada com diminutas perfurações. Em *E. distichus*, a área central apresenta maior tamanho, e possui perfurações geralmente maiores.

Difere de *E. lajollaensis* pelas seguintes característi-

cas: ligeiro arqueamento das margens longitudinais do elipsolito e dos lados da área central; cristas marginal e mediana da área central relativamente mais salientes; área central maior. As margens longitudinais e os lados da área central de *E. lajollaensis* são aproximadamente retos e paralelos, e as cristas são menos salientes. Sua área central é mais sub-retangular e menor que a da espécie em discussão.

Comparado a *E. macellus*, *E. bollii* difere principalmente na conformação da área central, circundada por uma crista um tanto mais proeminente e ornamentada com diminutas perfurações, alinhadas ao longo da crista mediana. Em *E. macellus*, a área central é limitada por crista mais delicada, sendo, além disso, imperfurada; no entanto, dois pequenos orifícios ocupam os focos do elipsolito, situados nas extremidades de uma crista mediana pouco distinta. Tal feição é desconhecida em *E. bollii*.

Para a imediata comparação e distinção entre *E. bollii* e os demais elipsolitos, consultar a estampa 1.

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Perch-Nielsen (1985), esta espécie restringe-se ao Paleoceno Superior, sendo documentada pelas biozonas NP5-NP6, de Martini (1971). Costa (1992) registrou a forma pela primeira vez no País, documentando-a também no Paleoceno, no intervalo compreendido pelas biozonas N310-N340 correlacionáveis, segundo Antunes (1990), com as zonas NP1/NP4-NP9 (parte inferior) de Martini (1971). A proposição desta autora é seguida neste trabalho.

***Ellipsolithus distichus* (Bramlette e Sullivan)
Sullivan, 1964**

estampa 1:2a-c,3a-b

Coccolithites distichus Bramlette e Sullivan, 1961, p.152, estampa 7:8.

Coccolithites distichus Stradner, 1963, p.76, estampa 9:3-4.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan) - Sullivan, 1964, p.184, estampa 5:4-6.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan) - Hay e Mohler, 1967, p.1530, estampa 201:1,2,4,5; estampa 202:6-8.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan) - Edwards e Perch-Nielsen, 1975, estampa 8:1.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan) - Perch-Nielsen, 1977, estampa 43:1.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan) - Romein, 1979, p.188.

Descrição: elipsolito alongado, de grande tamanho. Possui margens longitudinais quase retas e subparalelas. A área central, geralmente ocupando 2/3 do comprimento do elipsolito, apresenta formato elíptico e lados levemente arqueados. Mostra-se circundada por uma crista marginal distinta e ornamentada com perfurações normalmente nu-

merosas e largas. As perfurações alinham-se segundo os lados de uma crista mediana longitudinal, cuja largura variável ocasionalmente condiciona o tamanho das perfurações adjacentes. Nos exemplares observados, foram verificadas de 9 a 16 perfurações dispostas ao longo de uma crista mediana relativamente larga e nítida, ou, por vezes, estreita e pouco distinta.

As linhas de extinção difundem-se em "V" ou em "U" aberto a partir dos focos do elipsolito em direção à margem, onde configuram setores pouco distintos, no exemplar alinhado a 45° dos planos de polarização.

Dimensões: eixo maior, 13-14 µm; eixo menor, 10 µm; largura da margem, 4-3 µm; largura da área central, 2-3 µm.

Discussão: *Ellipsolithus distichus* difere de *E. bollii* pelas características mencionadas na discussão desta espécie. Ressalta-se, aqui, o maior tamanho e a conformação da área central de *E. distichus*, ornamentada com perfurações quase sempre maiores e mais numerosas, dispostas ao longo dos lados de uma crista mediana de largura variável.

Comparado a *E. lajollaensis*, *E. distichus* difere principalmente no maior tamanho e na conformação da área central. *E. lajollaensis* apresenta área central relativamente menor e sub-retangular, com lados aproximadamente retos e paralelos, ornamentada com diminutas perfurações.

E. distichus difere de *E. macellus* principalmente na conformação da área central. Em *E. macellus*, a área central é circundada por uma crista mais tênue, e apresenta-se imperfurada, exibindo apenas dois pequenos orifícios que ocupam os focos do elipsolito.

Para a imediata comparação e distinção entre *E. distichus* e os elipsolitos das espécies acima mencionadas, consultar a estampa 1.

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Perch-Nielsen (1985), esta espécie é registrada do Paleoceno Inferior ao Superior, ao longo das biozonas NP4-NP9 de Martini (1971). Segundo Antunes (1990), *E. distichus* é observado do Paleoceno ao Eoceno Inferior, no intervalo compreendido pelas biozonas N340-N405. Costa (1992) documenta esta forma no mesmo intervalo proposto por Antunes (*op. cit.*), cujas biozonas são correlacionáveis às bioinidades NP5-NP10 de Martini (*op. cit.*). Tais proposições são também seguidas neste estudo.

***Ellipsolithus lajollaensis* Bukry e Percival, 1971**

estampa 1:5a-c

Ellipsolithus lajollaensis Bukry e Percival, 1971, p.131, estampa 4:7-8.

Descrição: elipsolito sub-retangular, possuindo as margens longitudinais e os lados da área central aproximadamente retos e paralelos. A largura da margem freqüentemente

equipara-se à da área central.

A área central é ornamentada com diminutas e numerosas perfurações, alinhadas ao longo de uma crista mediana longitudinal. Nos exemplos aqui reconhecidos, foram verificadas de 9 a 12 perfurações na área central.

As linhas de extinção, em forma de "V", são nítidas e divergem dos focos do elipsolito em direção à margem, delimitando quatro setores simétricos dois a dois, no exemplar orientado a 45° dos planos de polarização. No elipsolito paralelizado a um destes planos, as linhas de extinção apresentam-se difusas na margem do nanolito, e as estruturas da área central mostram-se praticamente extintas.

Dimensões: eixo maior, 10 µm; eixo menor, 6 µm; largura da margem e da área central, 2 µm.

Discussão: *Ellipsolithus lajollaensis* distingue-se de *E. bollii* e *E. distichus* pelas características já mencionadas na discussão destas espécies. Ressalta-se em *E. lajollaensis* a conformação das margens longitudinais do elipsolito e dos lados da sua área central, aproximadamente retos e paralelos, conferindo-lhes formato sub-retangular. Comparado a *E. macellus*, difere essencialmente por apresentar a área central perfurada.

Para a imediata comparação e distinção entre o elipsolito da espécie em discussão e aqueles dos taxa acima mencionados, consultar a estampa 1.

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Bukry e Percival (1971), a forma é documentada no Eoceno Médio (parte inferior). Segundo Perch-Nielsen (1985), é também observada no Eoceno Médio, não mencionando a exata amplitude do taxon a esta época. Conforme Antunes (1990), *E. lajollaensis* é reconhecido do Eoceno Inferior ao Eoceno Médio, ao longo das biozonas N420-N450, correlacionáveis às zonas NP11-NP17, de Martini (1971). Neste estudo, são seguidas as considerações deste autor.

***Ellipsolithus macellus* (Bramlette e Sullivan)
Sullivan, 1964**

estampa 1:4a-c

Coccolithites macellus Bramlette e Sullivan, 1961, p.152, estampa 7:11-13.

Coccolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Stradner, 1963, p.75, estampa 8:7-9; fig. texto 3a-b.

non Coccolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Bramlette e Martini, 1964, estampa 1:21-22. [= *Ellipsolithus gomidei* n.sp.]

Ellipsolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Sullivan, 1964, p.184, estampa 5:3.

non Ellipsolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Martini, 1971, estampa 1:9-10. [= *Ellipsolithus gomidei* n.sp.]

Ellipsolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Perch-Nielsen, 1977, estampa 42:1-6; estampa 43:9.

Ellipsolithus macellus (Bramlette e Sullivan) - Romein, 1979, p.188.

Descrição: elipsolito alongado, possuindo margens longitudinais levemente arqueadas, e área central sub-retangular de lados aproximadamente retos e paralelos, circundada por uma crista marginal distinta a pouco distinta.

A área central é proeminente, estendendo-se geralmente por 2/3 do elipsolito. Mostra-se imperfurada, possuindo apenas dois orifícios. Cada um destes ocupa um dos focos do elipsolito, situados nas extremidades de uma delicada crista mediana longitudinal.

As linhas de extinção, no elipsolito orientado a 45° dos planos de polarização, divergem em "V" a partir dos focos em direção à margem, onde delimitam quatro setores simétricos dois a dois. Nesta posição, a crista mediana mostra-se também extinta. Já no exemplar quase paralelizado a um dos planos de polarização, as linhas de extinção abrem-se em "L" a partir dos focos do elipsolito em direção às suas margens, difundindo-se ao longo destas e definindo quadrantes diametralmente opostos e simétricos.

Dimensões: eixo maior, 10-14 µm; eixo menor, 6-10 µm; largura da margem, 3 µm; largura da área central, 4 µm.

Discussão: Bramlette e Sullivan (1961) mencionaram que alguns exemplares de *Ellipsolithus macellus* ocasionalmente exibem área central menor, circundada por uma crista pouco distinta. Romein (1979) citou que os exemplares menores da espécie em discussão seriam filogeneticamente mais primitivos, ao passo que Perch-Nielsen (1985) admitiu para *E. macellus* uma variação considerável em formato e tamanho. Verificou-se, aqui, que as formas menores são geralmente documentadas nos sedimentos de idade paleocênica; observou-se também que, em alguns espécimes, a crista limitante da área central mostrava-se pouco distinta.

Comparado a *Ellipsolithus bollii*, *E. distichus* e *E. lajollaensis* (descritos anteriormente), *E. macellus* distingue-se por meio das características já mencionadas nas discussões destes taxa. Ressalta-se, aqui, a conformação da área central, distintamente imperfurada, possuindo apenas dois orifícios, coincidentes com os focos do elipsolito.

Para a imediata comparação e distinção entre o elipsolito da espécie em discussão e aqueles dos taxa acima mencionados, consultar a estampa 1.

Distribuição Cronoestratigráfica: segundo Perch-Nielsen (1985), *E. macellus* distribui-se do Paleoceno Superior ao Eoceno Inferior, ao longo das biozonas NP4-NP12, de Martini (1971). Conforme Antunes (1990), esta espécie é também registrada do Paleoceno Superior ao Eoceno Inferior, no intervalo compreendido pelas biozonas N340-

N405. Costa (1992) documenta esta forma no mesmo intervalo proposto por Antunes (*op. cit.*), cujas biozonas são correlacionáveis às biounidades NP5-NP10 de Martini (*op. cit.*). Neste estudo, é corroborada a proposição do penúltimo autor.

Ellipsolithus gomidei n. sp.

estampa 1:6a-c, 7a-c

Coccolithus? macellus (non Bramlette e Sullivan) - Bramlette e Martini, 1964, estampa 1:21,22.

Ellipsolithus macellus (non Bramlette e Sullivan) - Martini, 1971, estampa 1:9,10.

Ellipsolithus sp. Antunes, 1990, estampa 5:9a-b.

Etimologia: em homenagem ao geólogo José Gomide, um dos primeiros especialistas em nanofósseis calcários da PETROBRÁS e do Brasil.

Diagnose: elipsolito sub-retangular, com margens longitudinais e lados da área central retos e paralelos. Área central sub-retangular, finamente perfurada e circundada por uma crista marginal distinta, de cor de interferência elevada.

Dimensões: eixo maior, 8-10 µm; eixo menor, 4-6 µm; largura da margem e da área central, 2 µm.

Descrição: elipsolito sub-retangular, com margens longitudinais e lados da área central retos e paralelos. A largura da margem geralmente é similar ou pouco inferior à da área central.

A área central, geralmente, ocupa cerca de 1/3 da totalidade do elipsolito. É circundada por uma crista marginal sempre distinta e de cor de interferência elevada. Mostra-se provida de uma delicada crista mediana, e finamente perfurada. Ao M.O., a disposição e o número das perfurações na área central dificilmente são visualizados, sendo estas características apenas observadas nos exemplares bem preservados.

As linhas de extinção sempre divergem dos focos do elipsolito em direção à margem, não raro delineando um "V" ou "U" aberto. Especialmente no exemplar orientado a 45° dos planos de polarização, as linhas de extinção subdividem a margem do elipsolito em quatro setores simétricos dois a dois. No exemplar paralelizado a um destes planos, configuram setores marginais extintos e difusos.

Discussão: na sua revisão de *Coccolithus macellus*, Bramlette e Martini (1964, estampa 1:21-22) atribuem-lhe um único exemplar ilustrado, que é aqui considerado co-específico com *Ellipsolithus gomidei*. O mesmo exemplar foi ilustrado por Martini (1971, estampa 1:9,10) ao definir a zona *Ellipsolithus macellus* (NP4). Antunes (1990, estampa 5:9a-b), em sua revisão da zona *Ellipsolithus* n. sp.,

ilustrou um único exemplar, o qual constitui-se no holótipo da espécie ora descrita.

Comparado às espécies de *Ellipsolithus* anteriormente descritas, *Ellipsolithus gomidei* distingue-se por apresentar as seguintes características: margens longitudinais do elipsolito e lados da área central distintamente retos e paralelos, conferindo-lhe nítido contorno sub-retangular; área central finamente perfurada e provida de crista mediana pouco distinta.

Para a imediata comparação e distinção entre *E. gomidei* e os demais elipsolitos aqui descritos (*E. bollii*, *E. distichus*, *E. lajollaensis*, *E. macellus*), consultar a estampa 1.

Holótipo: estampa 1:7a-c, lâmina B23-14 (EF S63), pertencente ao laminário de nanofósseis da PETROBRÁS e depositada no museu de macro e microfósseis do Centro de Pesquisas (CENPES), da PETROBRÁS.

Parátipo: estampa 1:6a-c, lâmina A24-12 (EF F51-3), pertencente ao laminário de nanofósseis da PETROBRÁS.

Localidades-tipo: holótipo - poço 1-LM-1-ES (Lagoa Monsarás); amostra de calha, 1 800-1 815 m, Bacia do Espírito Santo; coordenadas 19°33'43,93" S; 39°46'30,74" W. Parátipo - poço 1-PDI-1-ES (Ponta da Ilha); amostra de calha, 1 740 - 1 770 m, Bacia do Espírito Santo; coordenadas (UTM) x = 7887449, 18; y = 416878,02.

Estrato-tipo: Formação Urucutuca.

Distribuição Cronoestratigráfica: documentado no Paleoceno Inferior, sendo considerado fóssil nominativo da zona N310, segundo Antunes (1984,1990), sob a designação *Ellipsolithus* sp. Neste estudo, considera-se *Ellipsolithus gomidei* restrito ao intervalo bioestratigráfico proposto por Antunes (*op. cit.*), correlacionável segundo este autor às biozonas NP1/NP4 de Martini (1971). Neste contexto, admite-se ainda que *E. gomidei* possua amplitude estratigráfica bastante reduzida, não ultrapassando os limites da biounidade NP4 de Martini (*op. cit.*). Nesta pesquisa, é seguida esta última proposição.

3 - CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL DO GÊNERO *NANNOTETRINA* ACHUTAN E STRANDER, 1969

Espécie-tipo: *Nannotetraster fulgens* Stradner in Martini e Stradner, 1960.

Descrição: *Nannotetrina* abrange nanofósseis calcários radialmente simétricos, com formato piramidal de base e lados côncavos, cujo ápice corresponde à face distal, e a base à face proximal do nanolito (fig. 2).

A terminologia aplicada à caracterização morfoestrutural de *Nannotetrina* mostra-se confusa quanto ao emprego dos termos braço, raio e projeção, os dois primeiros ora considerados sinônimos. Recomenda-se, aqui,

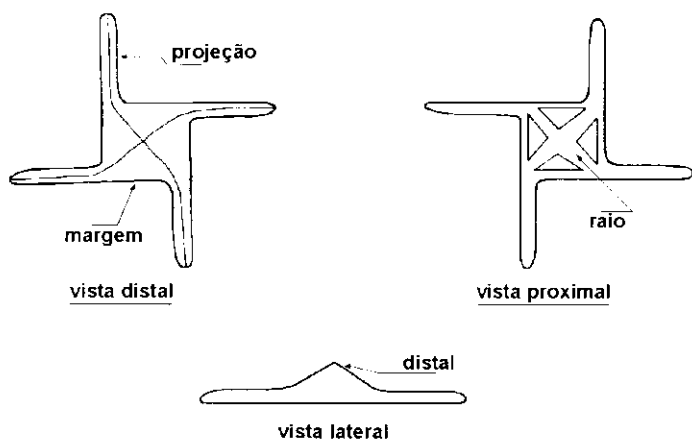


Fig. 2 - Estrutura dos nanolitos de *Nannotetrina* (modificado de Romein, 1979).

Fig. 2 - Structure of the nannoliths of genus *Nannotetrina* on plane and side views (modified after Romein, 1979).

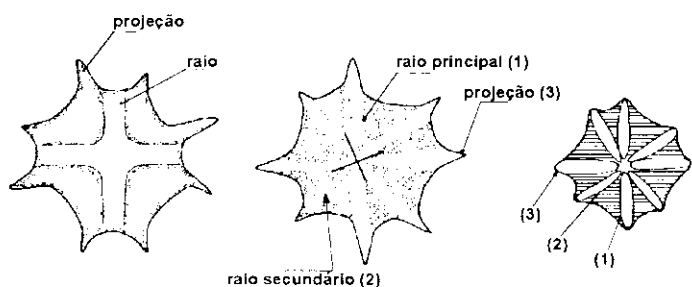


Fig. 3 - Unidades estruturais dos nanolitos de *Nannotetrina*: raios principal, secundário e projeção (modificado de Stradner, 1959; Martini e Stradner, 1960).

Fig. 3 - Structural units of the nannoliths of genus *Nannotetrina*: main and secondary rays and projections (modified after Stradner, 1959; Martini and Stradner, 1960).

a distinção apenas entre raios principais e secundários, reservando-se o termo projeção (ou projeção basal) à extremidade livre de um raio principal, ou ocasionalmente de um raio secundário, que se prolonga além da margem basal do nanolito (fig. 3).

Os raios principais divergem do ápice distal, dividindo o nanolito em quatro unidades radiais simétricas. Os raios secundários, quando presentes, são mais curtos e afilados do que os raios principais, deles se originando por bifurcação na região apical do nanolito (fig. 3).

As projeções basais são distintas a indistintamente orientadas, e de extremidade simples ou, por vezes, bifurcada, ornamentando a margem basal do nanolito. Esta apresenta formato quadrangular (eventualmente subcircular), podendo exibir ornamentação nodular nos espaços interradiais.

Entre nicóis paralelos, os raios mostram-se salientes em relação ao limite da margem basal. Entre polarizadores cruzados, o nanolito dificilmente é focado na íntegra, devido à sua conformação piramidal.

Caracterização em Nível Específico: neste trabalho, é reconhecida apenas a espécie *Nannotetrina cristata*, facilmente caracterizada pelas feições morfológicas indicadas em sua descrição (ver adiante). A distinção entre as espécies de *Nannotetrina* é feita principalmente pela morfologia e número dos raios, e, eventualmente, por meio da conformação da margem basal do nanolito.

Discussão: o gênero *Trochoaster* Klump, 1953 incluía inicialmente formas hoje referidas a *Nannotetrina*. Martini e Stradner (1960) criaram então o gênero *Nannotetraster*, e sinonimizaram com *Trochoaster* o gênero *Policladolithus* Deflandre, 1954. Finalmente, Achutan e Stradner (1969) reconheceram que *Nannotetraster* reuniria nanolitos estruturalmente distintos, dele separando os novos gêneros *Micula* e *Nannotetrina*. Além disso, estabeleceram a distinção entre *Nannotetrina* e *Chiphragmalithus* Bramlette e Sullivan, 1961 com base na presença de um aro saliente, de cor de interferência elevada, bordejando a margem basal das formas do segundo gênero.

Trochoaster distingue-se de *Nannotetrina* pelas seguintes características: biconvexidade, simetria hexarradial, porosidade e ornamentação representada por meio de nervuras bifurcantes anastomosadas.

3.1 - Caracterização Morfoestrutural da Espécie *Nannotetrina cristata*

Nannotetrina cristata (Martini) Perch-Nielsen, 1971b

estampa 2:1a-c, 2a-e

Trochoaster cristatus Martini, 1958, p.368, estampa 5:26.
Trochoaster cristatus (Martini) - Stradner, 1959, p.481, fig.texto 56-5.

Nannotetraster cristatus (Martini) - Martini e Stradner, 1960, p.266.

Nannotetraster cristatus (Martini) - Stradner e Papp, 1961, p.104, estampa 31:8,10; fig.texto 10:10.

Chiphragmalithus cristatus (Martini) - Bramlette e Sullivan, 1961, p.156, estampa 10:11-13.

Chiphragmalithus cristatus (Martini) - Radomski, 1968, p.557, estampa 48:10,11.

Nannotetrina cristata (Martini) - Perch-Nielsen, 1971b, p.66, estampa 56:9-12.

Nannotetrina cristata (Martini) - Perch-Nielsen, 1977, estampa 47:1-12.

Nannotetrina cristata (Martini) - Romein, 1979, p.199.

Descrição: nanolito em forma de pirâmide quadrangular baixa, distinta a pouco distinta, com base e lados côncavos. Apresenta-se dividido em partes simétricas por meio de quatro raios. Estes, divergindo do ápice distal do nanolito, originam uma estrutura em cruz de configuração ligeira-

mente distorcida. Descem suavemente à margem basal, bastante tênue e delicada, onde desenvolvem projeções bifurcadas junto às arestas da base do nanolito.

Os exemplares de *N. cristata* aqui documentados apresentam-se desprovidos dos nódulos inter-radiais mencionados por Aubry (1988)

Dimensões: comprimento dos raios, 8-11 µm.

Discussão: *Nannotetrina cristata* difere das demais espécies do gênero principalmente pelos seus quatro raios de extremidade basal bifurcada.

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Perch-Nielsen (1985), *N. cristata* restringe-se ao Eoceno Médio, sendo documentada ao longo das biozonas NP14 (topo) - NP15, de Martini (1971). Conforme Costa (1992), esta forma é reconhecida também no Eoceno Médio, no intervalo compreendido pelas biozonas N440-N450, correlacionáveis às zonas NP15-NP17, de Martini (*op. cit.*), de acordo com Antunes (1990). Esta última proposição é seguida neste estudo.

4 - CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL DO GÊNERO *TRIBRACHIATUS* SHAMRAI, 1963 EMEND. ROMEIN, 1979

Espécie-tipo: *Discoaster orthostylus* Bramlette e Riedel, 1954

Descrição: os nanolitos incluídos em *Tribrachiatus* são caracterizados por um arranjo morfoestrutural relativamente simples. São descritos aqui com base nas considerações morfoestruturais de Romein (1979) (fig. 4). Possuem formato trirradiado ou hexarradiado, sendo observados e classificados comumente em vista planar (fig. 4). Os raios são

trirradiados superpostos e rotacionados entre si, variando-se consideravelmente os ângulos entre raios superiores e inferiores. Desta superposição resultam nanolitos nitidamente tridimensionais, geralmente possuidores de faces côncavas distintas. Os raios nestes nanolitos ocasionalmente exibem espinhos laterais, e também afilam-se suavemente em direção à extremidade, que se mostra, na maioria das vezes, arredondada ou pontiaguda.

Entre polarizadores cruzados, os nanolitos de *Tribrachiatus* possuem cor de interferência variando de baixa (no exemplar observado em vista planar) a elevada (quando em vista lateral). Tanto os nanolitos trirradiados como os hexarradiados são melhor visualizados entre nicóis paralelos, com pequenas variações de foco e iluminação.

Caracterização em Nível Específico: o reconhecimento das espécies de *Tribrachiatus* foi realizado com base no arranjo trirradiado ou hexarradiado dos nanolitos e na configuração da extremidade de seus raios.

Discussão: de acordo com Romein (1979), Shamrai definiu *Tribrachiatus* para incluir nanolitos constituídos por uma única unidade calcítica, caracterizada por três raios regularmente espaçados entre si. Romein (*op. cit.*), por sua vez, numa emenda ao gênero inclui no mesmo nanolitos hexarradiados. Aqui é adotado o ponto de vista de Romein (1979), levando-se em conta que tais formas foram anteriormente atribuídas ao gênero *Marthasterites* Deflandre, 1959, considerado ultimamente por Romein (*op. cit.*), Perch-Nielsen (1985) e Aubry (1988) como restrito ao Cretáceo.

Comparados aos asterolitos, os nanolitos de *Tribrachiatus* diferem na estrutura dos raios, que se mostram desprovidos de suturas entre si.

4.1 - Caracterização Morfoestrutural das Espécies de *Tribrachiatus*

Tribrachiatus bramlettei (Brönnimann e Stradner) Proto Decima et al. 1975

estampa 3: 1a-d, 2a-b

Marthasterites bramlettei Brönnimann e Stradner, 1960, p.366, figs. 17-20, 23,24.

Marthasterites nunnii Gartner, 1971, p.116.

Tribrachiatus bramlettei (Brönnimann e Stradner) - Proto Decima et al. 1975, p.25, estampa 6:9.

Tribrachiatus nunnii (Gartner) - Romein, 1979, p.194.

Tribrachiatus bramlettei (Brönnimann e Stradner) - Perch-Nielsen, 1985, p.537, fig.texto 89:22,23; fig. texto 90:13.

Descrição: nanolito hexarradiado e nitidamente tridimensional, formado pela superposição de dois conjuntos trirradiados cujas envoltórias determinam triângulos

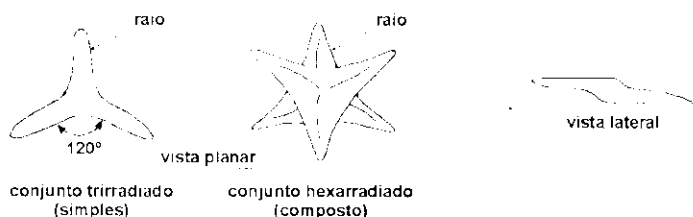


Fig. 4 - Estrutura dos nanolitos de *Tribrachiatus* (modificado de Romein, 1979).
Fig. 4 - Plane and side views of the structure of (triradiate and hexaradiate) nannoliths of genus *Tribrachiatus* (modified after Romein, 1979).

sub-cilíndricos e, quase sempre, afilam-se suavemente em direção à extremidade.

Os exemplares trirradiados são constituídos por raios dispostos a 120° um do outro, com extremidade geralmente arredondada ou bifurcada (fig. 4). Os nanolitos hexarradiados são constituídos por dois conjuntos

equiláteros. Possuem faces côncavas e formato estelar em vista planar, configurando um romboedro estreito e um tanto deformado em vista lateral. São observados preferencialmente em vista planar, entre nicóis paralelos, variando-se ligeiramente o foco e a iluminação. Os raios afixam-se suavemente, possuindo extremidade comumente arredondada, ou, por vezes, pontiaguda.

Com relação ao arranjo morfoestrutural, observa-se que os raios superiores e inferiores encontram-se intercalados e defasados de aproximadamente 60°, conferindo ao conjunto simetria hexarradial.

Em vista planar, entre polarizadores cruzados, exibe cor de interferência muito baixa, podendo mostrar-se elevada no nanolito observado em vista lateral.

Dimensão: diâmetro, 10 - 12 µm.

Discussão: *Tribrachiatulus bramlettei*, comparado a *T. contortus* (Stradner) Bukry, 1972, difere no ângulo de 60° entre os raios superiores e inferiores intercalados. Em *T. contortus*, o ângulo entre os raios alterna-se entre 40° e 80°.

Difere de *T. spineus* (Shafik e Stradner) Romein, 1979 na conformação dos raios, desprovidos de espinhos laterais nos nanolitos da espécie em discussão.

Com relação a *T. orthostylus*, *T. bramlettei* difere basicamente no arranjo hexarradial, possuindo raios de extremidade quase sempre arredondada, ou, por vezes, pontiaguda. *T. orthostylus* apresenta conformação trirradiada e raios de extremidade arredondada, pontiaguda ou bifurcada.

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Perch-Nielsen (1985), *Tribrachiatulus bramlettei* está restrito ao Eoceno Inferior, no intervalo compreendido pela zona NP10, de Martini (1971). Segundo Antunes (1990), a espécie é documentada do Paleoceno Superior ao Eoceno Inferior, pelas biozonas N350-N420 (base), correlacionáveis às zonas NP9-NP11, de Martini (*op.cit.*). Adota-se aqui a proposição de Antunes (*op. cit.*).

***Tribrachiatulus orthostylus* Shamrai, 1963**

estampa 3:3

Discoaster tribrachiatulus Bramlette e Riedel, 1954, p.397, estampa 38:11.

Marthasterites tribrachiatulus (Bramlette e Riedel) - Deflande, 1959, p.138, estampa 2:1.

Discoaster Tribrachiatulus robustus Stradner, 1959, p.477, figs. 4,9.

Marthasterites robustus (Stradner) - Stradner e Papp, 1961, p.109, estampa 34:7, fig. texto 11:4, 20:1.

Tribrachiatulus orthostylus - Shamrai, 1963, p.38, estampa 2:13,14 (nom. subst. pro *Discoaster tribrachiatulus* Bramlette e Riedel, I.C.B.N., arte. 55).

Tribrachiatulus orthostylus (Shamrai) - Romein, 1979, p.194.

Descrição: nanolito trirradiado, com raios dispostos a, aproximadamente, 120° entre si. Os raios são ligeiramente arqueados ou retos. Possuem lados paralelos ou afilados em direção à extremidade, que se apresenta arredondada, pontiaguda ou bifurcada.

Em razão de sua baixa cor de interferência em vista planar, o nanolito é melhor visualizado entre nicóis paralelos.

Alguns dos exemplares aqui observados são providos de raios com extremidade distintamente bifurcada, e apresentam dimensões superiores às dos espécimes ilustrados na literatura.

Dimensão: diâmetro, comumente 6 - 9 µm; ocasionalmente 12 - 15 µm.

Discussão: *Tribrachiatulus orthostylus*, comparado a *T. bramlettei* e aos demais nanolitos do gênero possuidores de conformação hexarradiada, difere essencialmente em seu arranjo trirradiado (ver discussão de *T. bramlettei*).

Distribuição Cronoestratigráfica: segundo Perch-Nielsen (1985), a espécie restringe-se ao Eoceno Inferior, no intervalo compreendido pelas biozonas NP10 (topo)-NP12, de Martini (1971). Conforme Antunes (1990), cuja proposição é seguida neste estudo, a forma é observada unicamente no Eoceno Inferior, nas zonas N405-N420, correlacionáveis às biozonas NP10-NP12, de Martini (*op. cit.*). Antunes (1990) ainda considera *T. orthostylus* fóssil diagnóstico da zona N420, e comenta que Bukry (1973) registrara este nanolito em sedimentos mesoeocênicos da Califórnia, o que não se verifica na plataforma continental brasileira.

5 - CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL DO GÊNERO TROCHASTRITES STRADNER, 1961

Espécie-tipo: *Discoaster bramlettei* Martini, 1958.

Descrição: nanolitos trirradiados e arqueados. Os raios são divergentes a partir do centro do nanolito, possuem extremidade bifurcada e são providos de uma crista mediana.

Caracterização em Nível Específico: neste trabalho, apenas a espécie *Trochasterites hohnensis* foi reconhecida. Por esta razão, não se estabelece aqui os critérios gerais para caracterização destes nanolitos em nível específico. As duas outras prováveis espécies de *Trochasterites* (*T. bramlettei* e *Discoaster diversus*) são reunidas e ilustradas por Aubry (1988).

Discussão: *Trochasterites* difere de *Tribrachiatulus* essencialmente na presença de cristas, que tipificam os raios de seus nanolitos. Comparado a *Discoaster*, distingue-se por

se constituir numa unidade calcítica única, onde os raios são desprovidos de suturas entre si.

Neste estudo, é seguido o ponto de vista de Perch-Nielsen (1985), que considera *Trochastrites* um gênero *incertae sedis*. Aubry (1988), por sua vez, comenta que os nanolitos deste gênero poderiam ser incluídos no grupo dos holococolitos, e acrescenta que representam um gênero isolado, documentado do Eoceno Superior ao Oligoceno.

5.1 - Caracterização Morfoestrutural da Espécie *Trochastrites hohnensis*

Trochastrites hohnensis (Martini) Bouché, 1962

estampa 3:4

Discoaster hohnensis Martini, 1958, p.358, estampa 2:10a,b. *Trochastrites hohnensis* (Martini) - Bouché, 1962, p.91, estampa 4:13-14.

Trochastrites hohnensis (Martini) - Aubry, 1983, estampa 4:24. *Trochastrites hohnensis* (Martini) - Perch-Nielsen, 1985, p.538, fig.texto 91:3,4.

Trochastrites hohnensis (Martini) - Aubry, 1988, p.39, figs. 4-7.

Descrição: nanolito trirradiado, de cor de interferência baixa em vista planar. Cada um dos raios é percorrido por uma crista mediana distinta. Os raios são relativamente largos e divergentes a partir do centro do nanolito segundo ângulos de 120° entre si. Possuem ainda extremidade bifurcada (em "V" aberto) e terminações arredondadas.

Dimensão (exemplar único): diâmetro do nanolito, 11 µm.

Discussão: comparado a ilustrações das duas outras espécies do gênero (*T. bramlettei* e *D. diversus*) reunidas por Aubry (1988), *Trochastrites hohnensis* difere na maior largura dos raios, na nitidez das cristas, e no padrão de bifurcação dos raios (em "V" aberto e distal em relação ao centro do nanolito).

Distribuição Cronoestratigráfica: conforme Perch-Nielsen (1985), a espécie está restrita à parte inferior do Eoceno Superior. Segundo Aubry (1983), esta forma é documentada no Eoceno Médio, pelas biozonas NP14-NP15, de Martini (1971). De acordo com Costa (1992), *T. hohnensis* é também registrado no Eoceno Médio, no intervalo compreendido pela zona N445, correlacionável às biozonas NP15-NP16 de Martini (*op. cit.*), conforme Antunes (1990). A proposição de Costa (*op. cit.*) é seguida neste estudo.

6 - CONCLUSÕES

Objetivou-se descrever detalhadamente, por meio do

M.O., os nanolitos *incertae sedis* registrados no intervalo Paleoceno / Eoceno Médio da Bacia do Espírito Santo. Foram pesquisados 13 taxa (entre gênero e espécies), para os quais elaboraram-se descrições reunindo suas principais características, quando observados ao M.O.

Descreveu-se uma nova espécie (*Ellipsolithus gomidei*) e duas outras foram documentadas pela primeira vez no País (*Ellipsolithus bollii* e *Trochastrites hohnensis*). *E. gomidei* é considerado fóssil-guia da zona N-310, que indica a base do Paleoceno.

Elaborou-se um glossário reunindo a terminologia morfoestrutural utilizada na descrição dos nanolitos *incertae sedis* aqui observados. As definições apresentadas consistem numa adaptação daquelas anteriormente mencionadas na literatura, visando à sua aplicação na caracterização dos nanolitos ao M.O.

AGRADECIMENTOS

À PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A., pela permissão para a elaboração e publicação deste trabalho. Aos geólogos Armando A. Scarparo Cunha, Luiz Carlos Veiga de Oliveira, José Henrique G. de Melo (todos do CENPES/DIVEX/SEBIPE) e Francisco Henrique de O. Lima (da PETROBRAS/DEXES/SELAG), pela revisão crítica do texto e sugestões apresentadas. Ao colega José Henrique, que colaborou ativamente na estruturação dos textos em língua inglesa. À PETROBRAS, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por terem viabilizado a elaboração da dissertação de mestrado da qual resultou este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHUTHAN, M.V., STRADNER, H. Calcareous nannoplankton from the wemmelian stratotype. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANKTONIC, Geneva, 1969. *Proceedings...* Leiden: E. Brill, 1969. v.1, p. 1 - 13.
- ANTUNES, R.L. Geohistória do paleocânion de Fazenda Cedro, Bacia do Espírito Santo-Brasil, segundo dados biocronoestratigráficos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. v. 2, p.670-684.
- ANTUNES, R.L. *Contribuição ao conhecimento geológico do paleocânion de Regência-Bacia do Espírito Santo: um estudo com base na bioestratigrafia dos nanofósseis calcários*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. Dissertação-Mestrado.
- AUBRY, M.P. *Corrélations biostratigraphiques entre les formations paléogènes épicontinentales de l'Europe du Nord-Ouest basées sur le nanoplancton calcaire*. Paris: Université Pierre et Marie Curie, 1983. 208p. Tese-Doutorado.

- AUBRY, M.P. *Handbook of Cenozoic calcareous nannoplankton, book 2 : ortholithae (holococcoliths, ceratoliths and others)*. New York : Micropaleontology Press, 1988. 279p.
- BOUCHÉ, P.M. Nannofossiles calcaires du Lutétien du bassin de Paris. *Revue de Micropaléontologie*, Paris, v.5, p.75-103, 1962.
- BRAMLETTE, M. N., RIEDEL, W. R. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to recent coccolithophores. *Journal of Paleontology*, Tulsa, v. 28, n.4, p.385-403, 1954.
- BRAMLETTE, M. N., SULLIVAN, F. R. Coccolithophorids and related nannoplankton of the Early Tertiary in California. *Micropaleontology*, New York, v.7, p.129-174, 1961.
- BRAMLETTE, M. N., MARTINI, E. The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. *Micropaleontology*, New York, v.10, n.3, p.292-329, 1964.
- BRÖNNIMANN, P., STRADNER, H. Die foraminiferen : und discoasteridenzonen von Kuba und ihre interkontinentale korrelation. *Erdöl Zeitschrift*, Wien, v. 76, n.10, p.364-369, 1960.
- BUKRY, D. Further comments on coccolith stratigraphy. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Leg 12*, Washington, v.12, p.1071-1083, 1972.
- BUKRY, D. Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, Washington, v. 15. p.685-703, 1973.
- BUKRY, D., PERCIVAL, S. F. New Tertiary calcareous nannofossils. *Tulane Studies Geology and Paleontology*, New Orleans, v.8, p.123-146, 1971.
- COSTA, S. O. *Caracterização morfoestrutural ao microscópio óptico dos nanofósseis calcários do intervalo Paleoceno/Eoceno Médio da Bacia do Espírito Santo*. Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992. Dissertação-Mestrado.
- CUNHA, A. A. S. Reconhecimento dos hiatus da seção terciária da Sub-bacia de Mundaú: (Bacia do Ceará) : um estudo baseado em nanofósseis calcários. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v.5, n.1/4, p.69-82, 1991.
- DEFLANDRE, G. Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Revue de Micropaléontologie*, Paris, v.2, p.127-152, 1959.
- DEFLANDRE, G., FERT, C. Observations sur les coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Anales de Paleontologie*, Paris, v.40, p.115-176, 1954.
- DEL REY, A. C. ZEMBRUSCKI, S. G. Estudo hidrogeotérmico das bacias do Espírito Santo e Mucuri. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v.5, n. 1/4, p.25-38, 1991.
- EDWARDS, A. R., PERCH-NIELSEN, K. Calcareous nannofossils from the southern Southwest Pacific. *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Leg 29*, Washington, v. 29, p.469-539, 1975.
- GARTNER Jr., S. Calcareous nannofossils from the JOIDES blake plateau cores and revision of Paleogene nannofossil zonation. *Tulane Studies Geology and Paleontology*, New Orleans, v.8, p.101-121, 1971.
- HAY, W.W., MOHLER, H. P. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocen-Eocene correlations. *Journal of Paleontology*, Tulsa, v.41, p.1505-1541, 1967.
- KLUMPP, B. Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des mittleren und oberen Eozäns. *Palaeontographica Abt. A*, Stuttgart, v.103, p.377-406, 1953.
- MARTINI, E. Discoasteriden und verwandte Formen in NW-deutsch Eozän (coccolithophorida). 1 Taxonomische untersuchungen. *Senckenbergiana Lethaea*, Frankfurt, v.39, p.353-388, 1958.
- MARTINI, E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In : FARINACCI, A. (Ed.) CONFERENCE ON PLANKTONIC MICROFOSSILS, 2, Roma, 1970. *Proceedings...* Roma : Edizioni Tecnoscienza, 1971. v.2, p.739-785.
- MARTINI, E., STRADNER, H. Nannotetraster eine stratigraphisch bedeutsame neue Discoasteridengattung. *Erdöl Zeitschrift*, Wien, v.76, p.266-270, 1960.
- NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE. North American Commission on stratigraphic nomenclature. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 67, n.5, p.841-875, 1983.
- OKADA, H., BUKRY, D. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973;1975). *Marine Micropaleontology*, Amsterdam, v.5, n.3, p.321-325, 1980.
- PERCH-NIELSEN, K. Durchsicht tertiärer coccolithen. In : FARINACCI, A. (Ed.) CONFERENCE OF PLANKTONIC MICROFOSSILS, 2, Roma, 1970. *Proceedings...* Roma : Edizioni Tecnoscienza, 1971a. v.2, p.939-980.
- PERCH-NIELSEN, K. Elektronenmikroskopische untersuchungen an coccolithen und verwandten formen aus dem Eozän von Dänemark. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, Copenhagen, v.18, n.3, p.1-76, 1971b.
- PERCH-NIELSEN, K. Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the western South Atlantic. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project Leg 39*, Washington, p.699-823, 1977.
- PERCH-NIELSEN, K. Mesozoic calcareous nannofossils/Cenozoic calcareous nannofossils. In : BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B., PERCH-NIELSEN, K. (Eds). *Plankton Stratigraphic*. Cambridge: Cambridge University of Press, 1985.

- PROTO DECIMA, F., ROTH, P. H., TODESCO, L. Nannoplankton calcareo del Paleocene e dell'Eocene della sezione di Possagno. *Schweizerische Palaeontologische Abhandlungen*, Basel, v. 97, p.35-55, 1975.
- RADOMSKI, A. Calcareous nannoplankton zones in Palaeogene of the western Polish Carpathians. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Warsaw, v.38, p.545-605, 1968.
- ROMEIN, A. J. T. Lineages in Early Paleogene calcareous nannoplankton. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, Utrecht, v.22, p.1-231, 1979.
- SHAMRAI, I. Certain forms of Upper Cretaceous and Paleogene coccoliths and discoasters from the southern Russian platform. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Geologiya i Razvedka*, Moscow, v.6, n.4, p.27-40, 1963.
- STRADNER, H. First report on the discoasters of the Tertiary of Austria and their stratigraphic use. In : WORLD PETROLEUM CONGRESS, 5, New York, 1963. *Proceedings...* New York, 1963.
- STRADNER, H. Vorkommen von nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. *Erdöl Zeitschrift*, Wien, p.77-78, 1961.
- STRADNER, H. Nannofloren. In : GOHRBRANDT, K., Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen foraminiferen. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft*, Wien, p.1-116, 1963.
- STRADNER, H., PAPP, A. Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung mit Hinweisen auf Mexico, Rumänien und Italien. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, Wien, v.7, p.1-159, 1961.
- SULLIVAN, F. R. Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges : I-Paleocene. *University of California Publications in Geological Sciences*, Berkeley, v.44, n.3, p.163-227, 1964.
- YOUNG, J. R. Report : terminology working group meeting. *International Nannoplankton Association Newsletter*, London, v.14, n.1, p.6-8, 1992.

ESTAMPA 1 / PLATE 1

Nanoliths incertae sedis: todas as formas são ilustradas em vista planar com ampliação média de 2 900x. Convenções: A ou B = código alfanumérico da lâmina; EF = coordenada England Finder. Orientação dos nicóis: direções do polarizador e analisador coincidentes com o comprimento e a largura da estampa, respectivamente. Iluminação do nanolito: n.c. = exemplar fotografado entre nicóis cruzados; n.p. = exemplar fotografado entre nicóis paralelos. Orientação do nanolito: 0° = exemplar com o eixo maior paralelo a um dos nicóis; \cong 0° = exemplar ligeiramente rotacionado em relação a um dos nicóis; 45° = exemplar com o eixo maior orientado a 45° dos nicóis.

Ellipsolithus bollii Perch-Nielsen, 1977.

Figs. 1a-c: 4LS-17-ES (2 001 - 2 019m), A25-11 (EF F49-1).
1a: n.c., 0°. 1b: n.c., \cong 0°. 1c: n.c., 45°.

Ellipsolithus distichus (Bramlette e Sullivan, 1961), Sullivan, 1964.

Figs. 2a-c: 4-LPB-2-ES (1 404 - 1 422 m), B21-20, (EF G49-4).
2a: n.c., \cong 0°. 2b: n.c., 45°. 2c: n.p., \cong 0°.

Figs. 3a-b: 4-LS-6-ES (2 190 - 2 205 m), A22-8, (EF U57-3).
3a: n.c., 45°. 3b: n.c., 0°.

Ellipsolithus macellus (Bramlette e Sullivan, 1961) Sullivan, 1964.

Figs. 4a-c: 3-LP-3-ES (1 481 m), B 23-6 (EF H63).

4a: n.c., 45°. 4b: n.c., \cong 0°. 4c: n.c., 0°.

*: indicação do foco no elipsolito.

Ellipsolithus lajollaensis Bukry e Percival, 1971.

Figs. 5a-c: 1-LPB-1A-ES (954 m), B25-1 (EF K62-4).

5a: n.c., 45°. 5b: n.c., 0°. 5c: n.p., 45°.

Ellipsolithus gomidei n. sp.

Figs. 6a-c: 1-LM-1-ES (1 800 m), B23-14 (EF S63).

6a: n.c., \cong 0°. 6b: n.c., 0°. 6c: n.p., 45°.

Figs. 7a-c: 1-PDI-1-ES (1 740 - 1 770 m), A24-12 (EF F51-3).

7a: n.c., 0°. 7b: c.n., 45°. 7c: n.c., \cong 0°.

Nannoliths incertae sedis: all forms are illustrated on plane view enlarged (an average of) 2 900 times. Conventional usage: A or B = alphanumeric code of the thin section; EF = England Finder coordinates. Orientation of the Nicol prism: polarizer and analyzer directions respectively coincident with plate length and breadth. Illumination of the nannolith: c.n. = specimen illustrated between crossed nicols; p.n. = specimen illustrated between parallel nicols. Orientation of the nannolith: 0° = longer axis of the specimen coincident with one of the Nicol prism directions; \cong 0° = specimen slightly rotated from polarizer/analyzer direction; 45° = longer axis of the specimen rotated 45° from Nicol prism direction.

Ellipsolithus bollii Perch-Nielsen, 1977.

Figs. 1a-c: 4-LS-17-ES (2 001 - 2 019 m), A25-11 (EF F49-1).
1a: c.n., 0°. 1b: c.n., \cong 0°. 1c: c.n., 45°.

Ellipsolithus distichus (Bramlette and Sullivan, 1961) Sullivan, 1964.

Figs. 2a-c: 4-LPB-2-ES (1 404 - 1 422 m), B21-20, (EF G49-4).
2a: c.n., \cong 0°. 2b: c.n., 45°. 2c: p.n., \cong 0°.

Figs. 3a-b: 4-LS-6-ES (2 190 - 2 205 m), A22-8, (EF U57-3).
3a: c.n., 45°. 3b: c.n., 0°.

Ellipsolithus macellus (Bramlette and Sullivan, 1961) Sullivan, 1964.

Figs. 4a-c: 3-LP-3-ES (1 481 m), B 23-6 (EF H63).

4a: c.n., 45°. 4b: c.n., \cong 0°. 4c: c.n., 0°.

*: indicates focus on the ellipsolith.

Ellipsolithus lajollaensis Bukry and Percival, 1971.

Fig. 5a-c: 1-LPB-1A-ES (954 m), B25-1 (EF K62-4).

5a: c.n., 45°. 5b: c.n., 0°. 5c: p.n., 45°.

Ellipsolithus gomidei n. sp.

Figs. 6a-c: 1-LM-1-ES (1 800 m), B23-14 (EF S63).

6a: c.n., \cong 0°. 6b: c.n., 0°. 6c: p.n., 45°.

Figs. 7a-c: 1-PDI-1-ES (1 740 - 1 770 m), A24-12 (EF F51-3).

7a: c.n., 0°. 7b: c.n., 45°. 7c: c.n., \cong 0°.

ESTAMPA 1



1A



2A



2B



1B



1C



2C



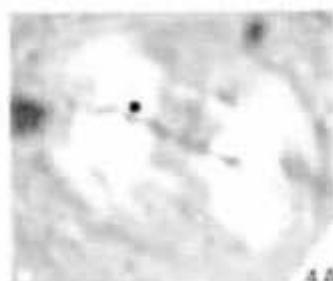
3A



3B



4C

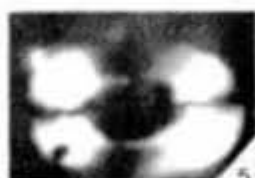


4A

● FOCO (FOCUS)



4B



5B



5C



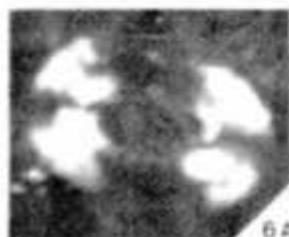
5A



6B



6C



6A



7A



7B



7C

ESTAMPA 2 / PLATE 2

Nanolitos de *Nannotetrina*: todas as formas são ilustradas em vista planar com ampliação média de 2 900x. Convenções: A = código alfanumérico da lâmina; EF = coordenada *England Finder*. Orientação dos nicóis: direções do polarizador e analisador coincidentes com o comprimento e a largura da estampa, respectivamente. Iluminação do nanolito: n.c. = exemplar fotografado entre nicóis cruzados; n.p. = exemplar fotografado entre nicóis paralelos. Orientação do nanolito: 0° = exemplar com o eixo maior paralelo a um dos nicóis.

Nannotetrina cristata (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971b.

Figs. 1a-c: 4-LS-17-ES (2 397 - 2 415 m), A25-17 (EF S60-2).
1a: n.c., 0° (foco na margem basal). 1b: n.c., 0° (foco nos raios). 1c: n.p., 0°.

Figs. 2a-e: 4-LS-17-ES (2 073 - 2 091 m), A25-12 (EF FINDER).
2a: n.c., 0°. 2b-e: n.p., 0° (gradação de foco desde os raios até a margem).

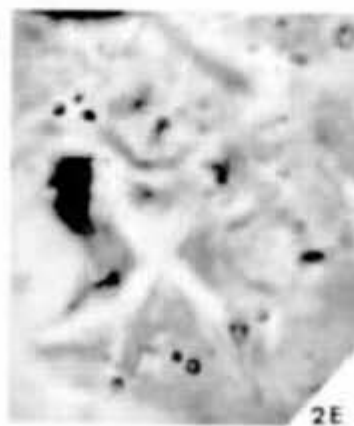
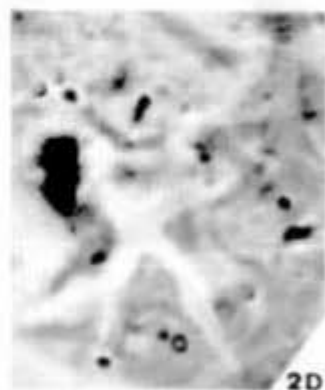
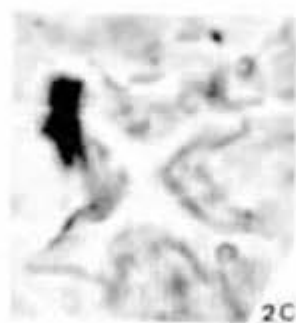
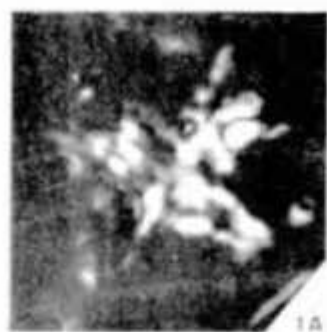
***Nannotetrina nannoliths*:** all forms are illustrated on plane view enlarged (an average of) 2 900 times. Conventional usage: A = alphanumeric code of the thin section; EF = English Finder coordinates. Orientation of the Nicol prism: polarizer and analyzer directions respectively coincident with plate length and breadth. Illumination of the nannolith: c.n. = specimen illustrated between crossed nicols; p.n. = specimen illustrated between parallel nicols. Orientation of the nannolith: 0° = longer axis of the specimen coincident with one of the Nicol prism directions.

Nannotetrina cristata (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971b.

Figs. 1a-c: 4-LS-17-ES (2 397 - 2 415 m), A25-17 (EF S60-2).
1a: c.n., 0° (focus on the basal margin). 1b: c.n., 0° (focus on the rays). 1c: p.n., 0°.

Figs. 2a-e: 4-LS-17-ES (2 073 - 2 091 m), A25-12 (EF FINDER).
2a: c.n., 0°. 2b-e: p.n., 0°. (focus moving from rays to margin).

ESTAMPA 2



ESTAMPA 3 / PLATE 3

Nanolitos dos gêneros *Tribrachiatus* e *Trochastrites*: exceto onde indicado em contrário, todas as formas são ilustradas em vista planar com ampliação média de 2 900x. Convenções: A = código alfanumérico da lâmina; EF = coordenada *England Finder*. Orientação dos nicóis: direções do polarizador e analisador coincidentes com o comprimento e a largura da estampa, respectivamente. Iluminação do nanolito: n.c. = exemplar fotografado entre nicóis cruzados; n.p. = exemplar fotografado entre nicóis paralelos. Orientação do nanolito: 0° = exemplar com o eixo maior paralelo a um dos nicóis.

Tribrachiatus bramlettei (Brönnimann e Stradner, 1960) Proto Decima *et al.* 1975.

Figs. 1a-d: 4-LPB-2-ES (1 332 - 1 350 m), B21-17 (EF P62-1).
1a: n.c., 0°. 1b-d: n.p., 0° (gradação de foco desde o conjunto trirradiado superior até o inferior).

Figs. 2a-b: 4-LPB-2-ES (1 402 - 1 422 m), B21-20 (EF P50-4).
2a: n.p., 0° (foco em plano pouco mais inferior). 2b: n.p., 0° (foco no conjunto trirradiado superior).

Tribrachiatus orthostylus Shamrai, 1963.

Fig. 3: 4-LPB-2-ES (1 260 - 1 270 m), A24-18 (EF E55-2). (2 100x).
3: n.p., 0°.

Trochastrites hohnensis (Martini, 1958) Bouché, 1962.

Fig. 4: 4-LS-17-ES (2 397 - 2 415 m), A25-17 (EF S60-2).
4: n.c., 0°.

Nannoliths of genera *Tribrachiatus* and *Trochastrites*: unless indicated otherwise, all forms are illustrated on plane view enlarged (an average of) 2 900 times. Conventional usage: A = alphanumeric code of the thin section; EF = English Finder coordinates. Orientation of the Nicol prism: polarizer and analyzer directions respectively coincident with plate length and breadth. Illumination of the nannolith: c.n. = specimen illustrated between crossed nicols; p.n. = specimen illustrated between parallel nicols. Orientation of the nannolith: 0° = longer axis of the specimen coincident with one of the Nicol prism directions.

Tribrachiatus bramlettei (Bönnimann and Stradner, 1960) Proto Decima *et al.* 1975.

Figs. 1a-d: 4-LPB-2-ES (1 332 - 1 350 m), B21-17 (EF P62-1).
1a: c.n., 0°. 1b-d: p.n., 0° (focus moving from upper set to the lower).

Figs. 2a-b: 4-LPB-2-ES (1 402 - 1 422 m), B21-20 (EF P50-4).
2a: p.n., 0° (focus on lower set). 2b: n.p., 0° (focus on upper set).

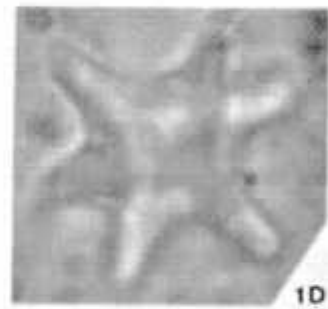
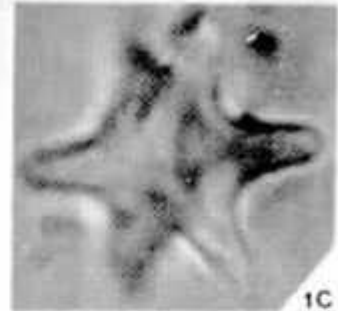
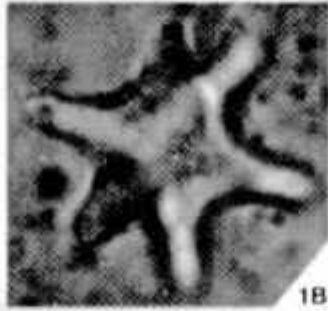
Tribrachiatus orthostylus Shamrai, 1963.

Fig. 3: 4-LPB-2-ES (1 260 - 1 270 m), A24-18 (EF E55-2). (enlarged 2 100 times)
3: p.n., 0°.

Trochastrites hohnensis (Martini, 1958) Bouché, 1962.

Fig. 4: 4-LS-17-ES (2 397 - 2 415 m), A25-17 (EF S60-2).
4: c.n., 0°.

ESTAMPA 3



EXPANDED ABSTRACT

This paper presents detailed O. M. (optical microscope) descriptions of the nannoliths belonging to genera *incertae sedis*, i.e., taxa that can not be included in any nannofossil families recognized to present time.

The study is mainly based on the analysis of Paleocene/Meso Eocene nannofossils from cuttings of five wells drilled onshore of the Espirito Santo basin. Results of previous biostratigraphic investigations carried out by Antunes (1984 and 1990) on 50 wells of this basin have also been taken into consideration.

The reasons for this study are the following: (a) scarcity of published papers on the subject; (b) need of objective criteria for the recognition of relevant species with the O. M., so as to optimize their use in routine biostratigraphy. According to Costa (1992), in most of the specialized literature, nannofossils are currently described with the scanning electron microscope (S.E.M.), whereas structural features observable with the O. M. receive too little attention. However, in the oil industry, the equipment most frequently employed in routine work on calcareous nannofossils is the optical microscope.

Descriptive criteria followed herein include: (a) the build and arrangement of structural units in the nannolith, (b) the specimen size, (c) the kind of ornamentation, and (d) optical behavior of the specimen in both transmitted light and cross-polarized light (with the longer axis of the nannolith either parallel to one of the nichols or rotated 45° away from them). The terminology employed in this study makes up a glossary intended to supplement the descriptions given in the text.

The nannoliths *incertae sedis* recognized herein comprise the following species:

(1) *Ellipsolithus bollii* Perch-Nielsen, 1977: pl. 1:1a-c. Ellipsolith with slightly arched longitudinal margins. Central area elliptic and perforated, with arched sides bounded by a distinct marginal ridge. Small perforations, aligned on each side of a distinct median ridge. This species is recorded for the first time in the Paleocene of Brazil, where it occurs in biozones N310-N340, correlative with Martini's (1971) zones NP1/NP4-NP9 (lower part).

(2) *Ellipsolithus distichus* (Bramlette & Sullivan) Sullivan, 1964: pl. 1:2a-c, 3a-b.

Large, elongate ellipsolith with longitudinal margins almost straight, subparallel. Central area elliptic, with slightly arched sides, ornamented with several large perforations aligned on each side of a median ridge of variable width. The species ranges from Paleocene to Early Eocene, in biozones N340-N405, which correlate with Martini's (1971) zones NP5-NP10.

(3) *Ellipsolithus lajollaensis* Bukry & Percival, 1971: pl. 1:5a-c.

Ellipsolith subrectangular, with longitudinal margins and sides of the central area nearly straight, parallel. Central area ornamented with numerous small perforations aligned on each side of a longitudinal ridge. With the ellipsolith's longer axis parallel to one of the nichols, the extinction lines appear diffuse on the margins of the nannolith, whereas structures in the central area remain extinct. The species is present from Early Eocene to Meso Eocene in biozones N420-N450, correlating with Martini's (1971) zones NP11-NP17.

(4) *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan) Sullivan, 1964: pl. 1:4a-c.

Elongate ellipsolith with slightly arched longitudinal margins and subrectangular central area, whose sides are nearly straight and parallel, and bounded by a distinct to faint marginal ridge. Central area prominent and imperforated, bearing only two small holes at

the ends of a delicate median ridge. The species is recorded from Late Paleocene to Early Eocene in biozones N340-N405, which correlate with Martini's (1971) zones NP5-NP10.

(5) *Ellipsolithus gomidei* n. sp.: pl. 1:6a-c, 7a-c.

Ellipsolith subrectangular. Longitudinal margins and straight, parallel sides of the central area. Central area subrectangular, finely perforated and surrounded by a distinct marginal ridge with high interference color. The species is restricted to the Early Paleocene, being the nominative fossil of zone N310 (formerly *Ellipsolithus* sp.). Its range does not exceed the limits of Martini's (1971) biozone NP4.

(6) *Nannotetrina cristata* (Martini) Perch-Nielsen, 1971b: pl. 2:1a-c, 2a-e.

Nannolith featuring a shallow, quadrangular pyramid with concave base and sides. Four rays arranged in a somewhat distorted cross divide the nannolith into symmetric parts, developing bifurcate projections at the basal corners. The species is limited to the Meso Eocene biozones N440-N450, correlative with Martini's (1971) zones NP15-NP17.

(7) *Tribrachiatus bamlettei* (Bronnimann & Stradner) Proto Decima et al. 1975: pl. 3:1a-d, 2a-b.

Nannolith star-shaped, hexaradiate with concave faces, made up of two superposed triradiate sets, whose wrappers configure equilateral triangles. Rays slightly tapered into usually rounded tips; rays of upper and lower sets alternate, displaced 60° from each other. The species ranges from Late Paleocene to Early Eocene, i.e., biozones N350-N420, which correlate with Martini's (1971) zones NP9-NP11.

(8) *Tribrachiatus orthostylus* (Bramlette & Riedel) Shamrai, 1963: pl. 3:3.

Triradiate nannolith with angle of 120° between rays. Rays slightly arched or straight, with parallel or tapered sides, and rounded, sharp or bifurcated tips. The species is restricted to the Early Eocene zones N405-N420, correlating with Martini's (1971) zones NP10-NP12.

(9) *Trochastrites hohnensis* (Martini) Bouché, 1962: pl. 3:4.

Triradiate nannolith with angle of 120° between rays and low interference color in planar view. Rays with distinct median ridge, bifurcated into "V" opened, rounded tips. The species occurs in the Meso Eocene, zone N445, which correlates with Martini's (1971) zones NP15-NP16.

Most of the nannofossils discussed above are of proved biostratigraphic importance both in international biozones (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980) and in zonal schemes routinely employed by PETROBRAS for the Paleogene of Brazilian marginal basins.

Biostratigraphic considerations in the present study are based on the adoption of ranges proposed by Perch-Nielsen (1985), especially those concerning the first appearance of the species. The propositions of Antunes (1984 and 1990) are also taken into account, followed by Costa (1992) for the onshore Espirito Santo Basin. Antunes biozones are interval zones of the 4C2 type in the sense of the North American Stratigraphic Code (N.A.C.S.N.), 1983, art. 50, fig. 4).

All thin sections investigated in this study belong to the nannofossil thin section collection of the Biostratigraphy and Paleoecology Sector (DIVEX/SEBIPE) of PETROBRAS Research Center (CENPES), Rio de Janeiro, Brazil.