

BIOESTRATIGRAFIA DOS NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO MESO- E NEOCRETÁCEO DA PORÇÃO EMERSA DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

Rogério Loureiro Antunes⁽¹⁾

RESUMO — O registro bioestratigráfico dos principais *taxa* de nanofósseis calcários dos sedimentos da porção emersa da Bacia do Espírito Santo possibilitou o reconhecimento de seis biozonas que abrangem, em tempo, o Meso- e o Neocretáceo. Tais biozonas, que correspondem a zonas de intervalo, têm os seus limites caracterizados pelas últimas ocorrências de determinadas entidades taxonômicas, à exceção da Zona *Lithastrinus grillii*, que é individualizada pela amplitude local do referido *taxon*. Do mais antigo para o mais novo, tem-se o seguinte empilhamento de biohorizontes: Zona *Nannoconus truitti*, Albiano; Zona *Lithastrinus grillii*, Turoniano (parte superior)/Santoniano; Zona *Eiffellithus eximius*, Campaniano; Zona *Broinsonia parca*, Maestrichtiano; Zona *Quadrum trifidum*, Maestrichtiano; Zona *Arkhangelskiella cymbiformis*, Maestrichtiano. A ausência de formas diagnósticas do Cenomaniano/Turoniano (parte inferior) impossibilitou o reconhecimento de biozonas desse intervalo estratigráfico.

(Originais recebidos em 15-XII-86.)

1 — INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido considerável o volume de informações bioestratigráficas concernentes aos microfósseis. Grande parte desses dados são oriundos dos sites perfurados pelo *Deep Sea Drilling Project* (DSDP) e possibilitam, cada vez mais, o melhor conhecimento das distribuições temporal e geográfica de tais microorganismos. Dentre esses, destacam-se os nanofósseis, que são pequenos fragmentos carbonáticos (0,1 a 30 μ), via de regra, provenientes da desagregação de algas calcáreas unicelulares plancônicas marinhas (coccolitofórideos).

Este trabalho propõe, formalmente, um zoneamento bioestratigráfico com base em nanofósseis, para os sedimentos depositados na porção atualmente emersa da Bacia do Espírito Santo durante o Meso- e Neocretáceo (figs. 1 e 2).

2 — TRABALHOS ANTERIORES

O estudo bioestratigráfico dos nanofósseis em sedimentos da costa brasileira teve início em 1968, com a exploração petrolífera no mar. Desde então, parte dos resultados foram e vêm sendo continuamente publicados, podendo-se citar os artigos de TROELSEN & QUADROS (1971), QUADROS & GOMIDE (1972),

GOMIDE (1981), SHIMABUKURO *et alii* (1985), RICHTER (1985), RICHTER (no prelo), FREITAS (1984), ANTUNES (1984) e AZEVEDO *et alii* (no prelo, a).

A maioria dos trabalhos posteriores a TROELSEN & QUADROS (*op. cit.*) destinou-se a detalhar bioestratigraficamente certos trechos da coluna sedimentar da plataforma continental brasileira. Exceções a esse enfoque são os estudos de RICHTER (*op. cit.*), que objetivaram o mapeamento de importantes discordâncias da Bacia de Campos; os de ANTUNES (*op. cit.*), que investigaram as várias fases de sedimentação e erosão do *paleocanyon* de Fazenda Cedro-Bacia do Espírito Santo; e, finalmente, o trabalho de AZEVEDO *et alii* (*op. cit.*), que correlacionou, para o Cretáceo Marinho da Bacia de Campos, os zoneamentos de foraminíferos, nanofósseis e palinórfos.

3 — METODOLOGIA EMPREGADA

A presente pesquisa foi elaborada a partir da análise, sob o microscópio óptico, do conteúdo de nanofósseis em seções delgadas, confeccionadas a partir de amostras de calha, laterais e testemunhos. Quarenta poços foram investigados, e as amostras de calha foram sistematicamente coletadas de 30 em 30 me-

¹ - Setor de Bioestratigrafia e Paleoecologia, Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.

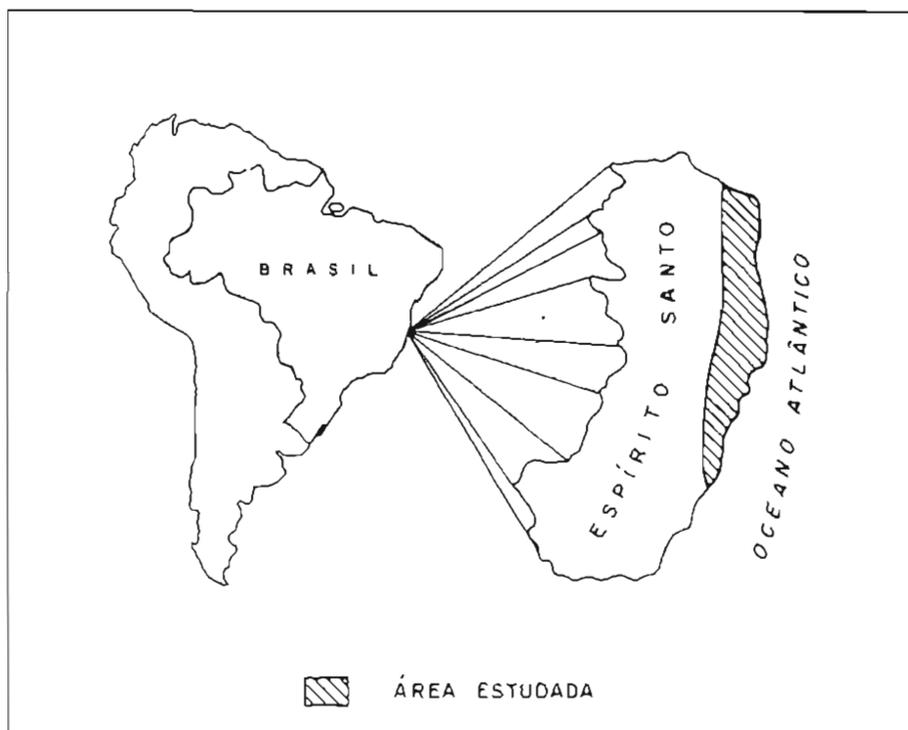


Fig. 1- Mapa de situação.

BACIA DO ESPÍRITO SANTO
(PORÇÃO EMERSA)

CRONO		BIO (NANOF.)	LITOESTRATIGRAFIA	SEQÜÊNCIA
CRETÁCEO SUPERIOR	MAESTR.	N-290	Fm. URUCUTUCA	MARINHO
		N-280		
		N-270		
	CAMP	N-265	Fm. MARIÇUCU	
	SANT.	N-260		
	CONIAC.			
	TURON			
	CENOM.	?		
ALBIANO	N-250	Mb. S. MATEUS, Mb. REGÊNCIA, Fm. BARRA NOVA, Mb. MATEUS		
CRETÁCEO INFERIOR	ALAGOAS / JIQUIÁ		Mb. ITAUNAS	LAGUNAR
	ARATU / R. SERRA		Mb. MUCURI	NÃO MARINHO
	PRÉ - CAMB.	—	+ + EMBASAMENTO + +	—

Fig. 2- Coluna geológica esquemática.

tros. Para melhor documentar as espécies mais importantes, foram feitas fotomicrografias (estampa 1).

A partir da distribuição vertical dos principais taxa (TROELSEN & QUADROS, 1971; THIERSTEIN, 1976; PERCH-NIELSEN, 1977; CEPEK, 1978; PROTO-DECIMA *et alii*, 1978; entre outros) elaborou-se o arcabouço bioestratigráfico da área, constituído de seis biozonas.

Todas as bioidades propostas são reconhecidas como zonas de intervalo, conforme define o artigo 50 do CÓDIGO NORTE AMERICANO DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA (1983). Todas as zonas, à exceção da *Lithastrinus grillii*, têm seus limites caracterizados pelo desaparecimento de entidades taxonômicas específicas. A biozona *L. grillii*, por sua vez, reconhecida pela amplitude local do fóssil que lhe empresta o nome, é a única que tem um de seus limites (base) definido em função da primeira ocorrência desse taxon.

A atribuição de idades absolutas às unidades cronoestratigráficas e às biozonas foi feita com base no trabalho de HURLAND *et alii* (1982).

4 - ZONEAMENTO

O quadro da figura 3 apresenta a biocronoestratigrafia estabelecida neste estudo. Da mais antiga para a mais nova, a sucessão de biozonas identificadas é a seguinte:

• Zona *Nannoconus truitti*

Definição: Topo caracterizado pela última ocorrência de *N. truitti* e outras espécies do gênero *Nannoconus*.

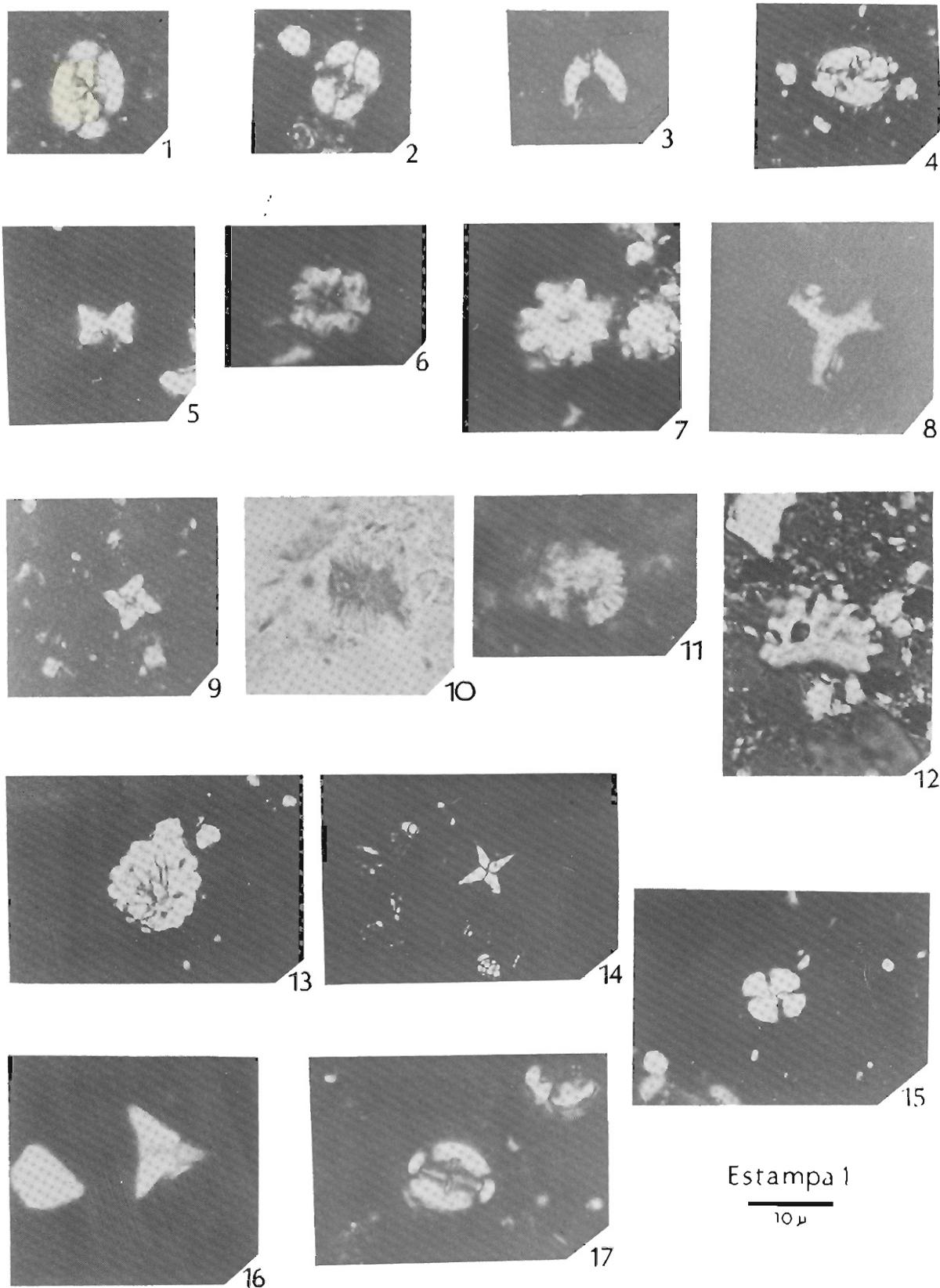
Autores: TROELSEN & QUADROS (1971)

Seção de referência: poço 3-RD-3-ES int. 1 995-2 115 m.

Principais formas associadas: *Watznaueria barnesae*, *Braarudosphaera africana*, *Cretarhabdulus crenulatus*, *Lithastrinus floralis*, *Parhabdolithus embergeri* e *Eiffellithus turriseiffeli*.

Idade: Albiano.

Observações: Originalmente, TROELSEN & QUADROS (1971) haviam proposto para esta biozona a Idade Aptiano Superior/Cenomaniano Inferior, sobretudo com base em investigações feitas na Bacia Sergipe-Alagoas. Tal proposição apoiou-se na contemporaneidade de *N. truitti* e *Nannoconus* spp. com foraminíferos planctônicos e amonóides



Estampa 1

10 μ

Estampa 1 - Foto 1 - *Arkhangelskiella cymbiformis*; foto 2 - *Broinsonia parca*; foto 3 - *Ceratholithoides kamptneri*; foto 4 - *Eiffellithus eximius*; fotos 5 e 6 - *Lithastrinus floralis*; foto 7 - *Lithastrinus grillii*; foto 8 - *Marthasterites furcatus*; foto 9 - *Micula mura*; fotos 10 e 11 - *Nannoconus* sp.; fotos 12 e 13 - *Petrobrasiella venata*; foto 14 - *Quadrum nitidum*; foto 15 - *Watznaueria barnesae*; foto 16 - *Quadrum trifidum*; foto 17 - *Vagalapilla matalosa*.

daquela referida idade. No entanto, PERCH-NIELSEN (1977), PROTO-DECIMA *et alii* (1978) e CEPEK (1978), analisando, respectivamente, as amostras dos Legs 39, 40 e 41 do DSDP (Atlântico Sul e Equatorial), registraram as últimas ocorrências das espécies de *Nannoconus* no Albiano Superior. Da mesma forma, AZEVEDO *et alii* (no prelo, a) também advogam que o desaparecimento do referido gênero, na Bacia de Campos, ter-se-ia dado no fim do Albiano, concomitantemente com o dos foraminíferos *Ticinella raynaudii* e *T. primula*.

Entretanto, é importante notar que a presença de espécies de *Nannoconus* em estratos do Cretáceo Superior (até o Campaniano) também é registrada na Bacia de Aquitaine – França (DERES & ACHÉRITEGUY, 1980).

A extinção total e abrupta do gênero *Nannoconus* ao término do Albiano, nesta parte do Atlântico Sul, parece estar relacionada, conforme acentua DIAS-BRITO (1982) e DIAS-BRITO (no prelo), a uma forte mudança climática ocorrida naquele tempo: o clima, de quente e seco, teria passado a quente e úmido. A partir do Cenomaniano, graças ao forte incremento na atuação do intemperismo químico nas áreas emersas, um substancial aumento no afluxo de terrígenos para a bacia se verificou, dificultando, sobremaneira, a franca proliferação das comunidades fitoplanctônicas calcáreas.

Portanto, o topo da Zona *N. trivittii* evidenciando o topo do Andar Albiano tem um caráter local. Trata-se, na verdade, de uma linha de tempo vinculada a fenômenos ecológicos locais, e não a processos essencialmente evolutivos.

• Zona *Lithastrinus grillii*.

Definição: Base caracterizada pela primeira ocorrência de *L. grillii* e topo assinalado pelas últimas ocorrências de *L. grillii* e *Marthasterites furcatus*.

Autores: TROELSEN & QUADROS (1971). Definição emendada por AZEVEDO *et alii* (no prelo, a).

Seção de referência: poço 1-FCL-1-ES, int. 1 500-1 850 m.

Principais formas associadas: Todas as da zona anterior, mais *Petrobrasiella venata*, *Micula staurophora*, *Eiffellithus emimius*, *Vagalapilla matalosa*, *Corollithion achylosum* e *Prediscosphaera cretacea*.

Idade: Turoniano (parte superior)/Santoniano.

Observações: RICHTER (no prelo) apresenta para a margem continental brasileira uma seqüência geral de biozonas de nanofósseis em que o Andar Tu-

roniano é inferido através da constatação da biozona informal *Corollithion achylosum*. Reconhecer essa biounidade na porção emersa da Bacia do Espírito Santo seria temerário, já que os exemplares de *C. achylosum*, nas amostras analisadas não são expressivos.

Em termos práticos, a base da Zona *L. grillii* é determinada pelo topo da biozona *N. trivittii*, embora esse procedimento possa acarretar erro no reconhecimento das idades. Isso porque, teoricamente, a base desta biounidade é definida pelo surgimento de *L. grillii*, praticamente impossível de ser registrado corretamente em amostras de calha.

Como será discutido posteriormente, a individualização de biozonas que indiquem o Cenomaniano/Turoniano (parte inferior) nesta porção do oceano Atlântico parece ser um problema de difícil solução quando se trabalha com nanofósseis calcários.

• Zona *Eiffellithus eximius*.

Definição: Base caracterizada pela última ocorrência de *L. grillii* e topo caracterizado pela última ocorrência de *E. eximius*.

Autores: BUKRY & BRAMLETTE (1970). Definição emendada por FREITAS (1984).

Seção de referência: Poço 3-RD-3-ES, int. 1 800-1 950 m.

Principais formas associadas: *W. barnesae*, *M. staurophora*, *Microrhabdulus decoratus*, *Cretarhabdus conicus*, *P. embergeri*, *Broinsonia parca*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Ceratholithoides aculeus*, *Cribosphaerella ehremergi* e *V. matalosa*.

Idade: Campaniano.

Observação: A zona *E. eximius* sofreu várias emendas em relação à sua proposição original: ROTH (1973); MANIVIT *et alii* (1977); PERCH-NIELSEN (1977); PROTO-DECIMA *et alii* (1978); e VAROL (1983). Finalmente, FREITAS (*op. cit.*) adaptou sua definição para o estudo de poços que contam, sobretudo, com amostras de calha.

• Zona *Broinsonia parca*.

Definição: Base caracterizada pela última ocorrência de *E. eximius* e topo caracterizado pela última ocorrência de *B. parca*.

Autores: TROELSEN & QUADROS (1971). Definição emendada neste trabalho.

Seção de referência: Poço 4-LS-5-ES, int. 2 250-2 340 m.

Principais formas associadas: Todas as da zona anterior, à exceção de *V. ma-*

talosa. São também observadas as espécies *Quadrum trifidum* e *Q. nitidum*.

Idade: Maestrichtiano.

Observação: RICHTER (no prelo) não apresenta essa biounidade no zoneamento da margem atlântica brasileira. No entanto, a mesma é mencionada por TROELSEN & QUADROS (*op. cit.*) e AZEVEDO *et alii* (no prelo, a), entre outros.

• Zona *Quadrum trifidum*.

Definição: Base caracterizada pela última ocorrência de *B. parca* e topo caracterizado pela última ocorrência de *Q. trifidum*.

Autores: BUKRY & BRAMLETTE (1970). Definição emendada por TROELSEN & QUADROS (1971).

Seção de referência: Poço 1-FCN-3-ES, int. 1 155-1 455 m.

Principais formas associadas: *W. barnesae*, *M. staurophora*, *Microrhabdulus decoratus*, *C. crenulatus*, *P. embergeri*, *A. cymbiformis*, *C. ehremergi*, *Q. nitidum* e *P. cretacea*.

Idade: Maestrichtiano.

Observação: De modo geral, os trabalhos internacionais – THIERSTEIN (1976), PROTO-DECIMA *et alii* (1978), entre outros – citam que a extinção de *B. parca* se deu posteriormente à de *Q. trifidum*. Entretanto, nas bacias da costa brasileira tem-se verificado justamente o contrário: o desaparecimento de *Q. trifidum* é posterior ao de *B. parca* – TROELSEN & QUADROS (1971), FREITAS (1984), e AZEVEDO *et alii* (no prelo, a) – o que permite que este *datum* sirva como limite inferior para a zona em epígrafe.

• Zona *Arkhangelskiella cymbiformis*.

Definição: Base caracterizada pela última ocorrência de *Q. trifidum* e topo caracterizado pela última ocorrência de *A. cymbiformis*.

Autores: TROELSEN & QUADROS (1971).

Seção de referência: 3-FC-4-ES, int. 810-1 470 m.

Principais formas associadas: Todas as da zona anterior, à exceção de *Q. nitidum*. São também observadas *Micula mura* e *Ceratholithoides kamptneri*.

Idade: Maestrichtiano (parte superior).

5 – O PROBLEMA CENOMANIANO/TURONIANO (PARTE INFERIOR)

Como já se mencionou anteriormente, não foi possível reconhecer qualquer

biozona que evidencie o intervalo Cenomaniano/Turoniano (parte inferior).

A dificuldade em se precisar esse intervalo de tempo tem sido sentida pelos vários bioestratígrafos que vêm analisando a distribuição dos nanofósseis do Atlântico Sul e Equatorial. PERCH-NIELSEN (1977), ao estudar as amostras do Leg 39 (DSDPI, identificou, no site 356 (Platô de São Paulo) logo acima do Albiano, a Idade Turoniano Superior. Da mesma forma, PROTO-DECIMA *et alii* (1978), nos testemunhos do Leg 40, também reconheceram, no site 364 (Bacia de Angola), sedimentos de Idade Turoniano Superior. Para o Atlântico Equatorial, CEPEK (1978) individualizou, nos sites do Leg 41, um pacote sedimentar de Idade Albiano Superior/Coniáciano Superior.

RICHTER (no prelo) assinala como indicativa desta faixa de tempo para a margem atlântica brasileira, a biozona informal *Podorhabdus albianus*. No entanto, como o próprio autor assinala, o reconhecimento dessa biounidade, na maioria das vezes, é um problema de difícil solução, face à acentuada pobreza de nanofósseis.

Várias são as hipóteses que tentam explicar a ausência de nanofósseis nesse intervalo:

- a) como foi amplamente divulgado na literatura, um evento global de anoxia é reconhecido para esse tempo. Assim, nos estágios mais avançados desse evento, teria havido a liberação, por parte da matéria orgânica, de ácido sulfídrico, o que teria provocado a acidificação do meio e a dissolução de partículas carbonáticas;
- b) a CCD, faixa que limita a precipitação e preservação de partículas carbonáticas, pode ter-se deslocado para menores profundidades. Desse modo, grande parte do conteúdo de nanofósseis ter-se-ia dissolvido;
- c) com a mudança climática pós-albiana postulada por DIAS-BRITO (no prelo), um forte influxo de detritos orgânicos e clásticos terrestres teria escoado para a bacia, tornando as águas turvas e impedindo, assim, a proliferação das comunidades fitoplanctônicas calcárias. Essa hipótese corrobora também a elevação da CCD, pois, como se sabe, em áreas onde há forte descarga de matéria orgânica, o topo da CCD tende a ocorrer a menores profundidades (HESS & BUTT, 1976);
- d) finalmente, a hipótese de um amplo

hiato ocorrido no Atlântico Sul não deve ser descartada, conforme acentua BOLLI (1978). Em relação à Bacia de Campos, AZEVEDO *et alii* (no prelo, b), postulam um hiato para explicar a ausência de sedimentos cenomanianos (inferior/médio).

6 — HIATOS

A porção emersa da Bacia do Espírito Santo encerra duas importantes feições geológicas: os *paleocanyons* de Regência e os de Fazenda Cedro. Tendo praticamente a mesma origem, esses *paleocanyons* foram esculpidos com a implantação do talude na bacia (PANTOJA *et alii*, 1984), logo após a deposição da zona *N. truitti*, que caracteriza o Albiano. O preenchimento dessas feições terminou no início do Eoceno Superior, tendo havido, ao longo de suas histórias deposicionais, inúmeros episódios erosivos (ANTUNES, 1983, 1984). Os do Cretáceo são representados por três significativas discordâncias que se situam, respectivamente, nos topos das biozonas *L. grillii* (fim do Santoniano), *E. eximius* (fim do Campaniano) e *Q. trifidum* (intra-Maestrichtiano).

Face à impossibilidade de reconhecimento de biozonas que caracterizem o intervalo Cenomaniano/Turoniano (parte inferior), fica inviável a inferência de descontinuidades nesse intervalo de tempo. Assim, com a resolução do presente zoneamento, só se registrou sedimentação contínua durante a deposição das biozonas *B. parca* e *Q. trifidum*, no Maestrichtiano.

7 — COMPARAÇÕES BICRONOESTRATIGRÁFICAS

Na figura 4, apresenta-se um quadro que correlaciona o zoneamento ora proposto com outros que foram reconhecidos em diferentes áreas do oceano Atlântico.

Pode-se observar que, com a adição da Zona *E. eximius*, o zoneamento aqui proposto fica um pouco mais detalhado que a seqüência de biozonas estabelecida por TROELSEN & QUADROS (1971) para a plataforma continental brasileira. Das cinco biounidades comuns, três tiveram seus limites cronoestratigráficos alterados, face às novas informações surgidas na literatura após a edição do mencionado trabalho.

Os demais zoneamentos (PROTO-DECIMA *et alii*, 1978 e CEPEK, 1978), por sua vez, são mais detalhados do que o

que neste trabalho é apresentado para a parte emersa da Bacia do Espírito Santo. Isso porque a maioria das biounidades neles contidas têm seus limites definidos em função das primeiras ocorrências de determinadas espécies, procedimento de definição inadequado quando se dispõe principalmente de amostras de calha. Os três arcabouços bioestratigráficos apresentam zonas comuns (*E. eximius*, *B. parca* e *Q. trifidum*). Entretanto, à exceção do topo da biounidade *Q. trifidum*, os demais limites não são coincidentes, já que, devido às emendas que sofreram, são definidos a partir de critérios diferentes.

AGRADECIMENTOS

O autor é grato à PETROBRÁS por permitir a publicação deste trabalho; agradece também ao colega Dimas Dias Brito pela revisão e análise crítica do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R. L. Geohistória do Paleocanyon de Fazenda Cedro, Bacia do Espírito Santo — Brasil, segundo dados biocronoestratigráficos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Rio de Janeiro, SBG, 1984. p. 670-84.
- ANTUNES, R. L. *Relatório de viagem n.º 3. Visita à Divisão de Interpretação (DINTER) do Distrito de Exploração do Sudeste (DESUD)*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES, 1983. Não publicado.
- ARTHUR, A. M. & SCHLANGER, O. S. Cretaceous "Oceanic Anoxic Events" as causal factors in development of reef reservoirs. *AAPG Bull.*, 63 (6): 870-85, 1979.
- AZEVEDO, R. L. M. *et alii*. Bioestratigrafia do Cretáceo Marinho da Bacia de Campos — Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. 9., 1986. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Paleontologia* [s.n.t.]. No prelo, a.
- AZEVEDO, R. L. M.; GOMIDE, J. & VIVIERS, M. C. Geostória da Bacia de Campos — Brasil: do Albiano ao Maestrichtiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. 9., 1986. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Paleontologia* [s.n.t.]. No prelo, b.
- BEURLIN, G. Bioestratigrafia e geostória da seção marinha da margem

IDADE		ZONAS RECONHECIDAS NESTE TRABALHO	TROELSEN & QUADROS (1971)	PROTO-DECIMA ET ALII(1978)	CEPEK (1978)
M.A.	ANDAR				
65,0					
69,0	MAESTRICHTIANO	A. cymbiformis (N - 290)	A. cymbiformis (N - 290)	M. muro	M. muro
				L. quadratus	L. quadratus
				A. cymbiformis	
?		Q. trifidum (N - 280)	T. n. trifidus (N - 280)	T. trifidus	T. trifidus
				B. parca? (N - 270)	
73,0	CAMPANIANO	E. eximius (N - 265)	B. parca (N - 270)	E. eximius	B. parca
					E. eximius
83,0	SANTONIANO			M. furcatus	G. obliquum
87,5	CONIACIANO	L. grillii (N - 260)	L. grillii (N - 260)	M. staurophora	M. decussata / T. pyramidis
88,5	TURONIANO			C. exiguum	C. exiguum
91,0	CENOMANIANO		N. truitti (N - 250)	L. alatus	L. alatus
97,5	ALBIANO	N. truitti (N - 250)		E. turrisseiffeli	E. turrisseiffeli

Troelsen e Quadros (1971) Plataforma Continental Brasileiro
 Proto-Decima et al (1978) "Leg 40" do DSDP
 Cepek (1978) "Leg 41" do DSDP

Fig. 4 - Comparação entre o zoneamento proposto e alguns observados na literatura.

- continental brasileira. *Bol. Téc. PETROBRÁS*, 25 (2): 77-83, 1982.
- BOLLI, H. M. Synthesis of the Leg 40 Biostratigraphy and Paleontology. In: CALIFORNIA, UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. *Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1978. v. 40, p. 1063-8.
- BUKRY, D. & BRAMLETTE, H. M. Coccolith Age Determinations Leg 3, Deep Sea Drilling Project. In: CALIFORNIA, UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. *Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1970. v. 3, p. 589-611.
- CEPEK, P. Mesozoic Calcareous Nannoplankton of the Eastern North Atlantic, Leg 41. In: CALIFORNIA, UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. *Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1978. v. 41, p. 667-87.
- DERES, F. & ACHERITIGUY, J. Biostratigraphie des Nannoconides. *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 4 (1): 1-53, 1980.
- DIAS-BRITO, D. A. Bacia de Campos no Mesocretáceo: uma contribuição à paleoceanografia do Atlântico Sul Primitivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. 9., 1986. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Paleontologia* [s.n.t.]. No prelo.
- DIAS-BRITO, D. Evolução paleoecológica da Bacia de Campos durante a deposição dos calcilutitos, margas e folhelhos da Formação Macaé (Albiano e Cenomaniano?). *Bol. Téc. PETROBRÁS*, 25 (2); p. 84-97, 1982.
- FREITAS, L. C. S. *Nanofósseis calcários e sua distribuição (Aptiano-Mioceno) na Bacia Sergipe-Alagoas*. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, 1984. Tese de mestrado.
- GOMIDE, J. Bioestratigrafia do nannoplâncton calcário da Bacia de Campos. In: REUNIÃO DE TÉCNICOS DA ARPEL. 43., Rio de Janeiro, 1981. *Novos critérios e métodos de exploração petrolífera*. Rio de Ja-

- neiro, 1981.
- HARLAND, B. W. *et alii*. *A geologic time scale*. Cambridge, Cambridge University Press, 1982. (Cambridge Science Series).
- HESS, R. & BUTT, A. Paleobathymetry of cretaceous turbidite basins of the East aps relative to the calcite compensation level. *J. Geol.*, 84 (2): 505-33, 1976.
- NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE. North American Commission on Stratigraphic nomenclature. 1983. *AAPG Bull.*, 67 (5): 841-75.
- MANNIVIT, H.; PERCH-NIELSEN, K. & PRINS, B. Mid cretaceous nanofossils biostratigraphy. *Proc. IGCP, Ser. B*, 80 (3): 169-81, 1977.
- PANTOJA, J. L. *et alii*. *Evolução geológica e modelos de acumulação no "Paleocanyon" de Fazenda Cedro - Bacia do Espírito Santo*. Macaé, PETROBRÁS / DESUD / DINTER / SERBAT, 1984. Relatório não publicado.
- PERCH-NIELSEN, K. Albian to pleistocene calcareous nanofossils from the Western South Atlantic, DSDP Leg 39. *In: CALIFORNIA UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1977. v. 39, p. 699-823.
- PROTO-DECIMA, F.; MEDIZZA, F. & TODESCO, L. Southeastern Atlantic, Leg 40 calcareous nanofossils. *In: CALIFORNIA UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1978. v. 40, p. 571-634.
- QUAÐROS, L. P. & GOMIDE, J. Nanofósseis calcários na Plataforma Continental do Brasil. *B. Téc. PETROBRÁS*, 15 (4): 339-54, 1982.
- RICHTER, A. J. Aplicação dos nanofósseis calcários no mapeamento da discordância pré-eocênica na Bacia de Campos. *In: Coletânea de trabalhos paleontológicos*. Brasília, 1985. p. 471-80. (BRASIL. DNPM, Série Geologia n.º 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, n.º 2).
- RICHTER, A. J. Subafloamento das discordâncias turoniana e campaniana no sul da Bacia de Campos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*. 9., 1986. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Paleontologia [s.n.t.]*. No prelo.
- ROTH, P. H. Calcareous nanofossils - Leg 17, Deep Sea Drilling Project. *In: CALIFORNIA UNIVERSITY. SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, La Jolla. Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, National Science Foundation, 1973. v. 17, p. 695-741.
- SHIMABUKURO, S.; RICHTER, J. A. & GOMIDE, J. Nanofósseis calcários: bioestratigrafia do Mioceno ao Pleistoceno na Plataforma Continental Brasileira. *In: BRASIL. DNPM. Coletânea de trabalhos paleontológicos*. Brasília, 1985. p. 491-501. (Brasil. DNPM, Série Geologia, n.º 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, n.º 2).
- SMITH, C. C. *Calcareous nannoplankton and stratigraphy of Late Turonian, Coniacian, and Early Santonian Age of the Eagle Ford and Austin Groups of Texas*. Washington, U. S. Government Printing Office, 1981. (E.U.U. Geological Survey. Professional Paper 1075).
- THIERSTEIN, R. H. Mesozoic Nannoplankton Biostratigraphy of Marine Sediments. *Marine Micropaleontol.*, 1: 325-62, 1976.
- TROELSEN & QUADROS, L. P. Distribuição bioestratigráfica dos nanofósseis em sedimentos marinhos (Aptiano-Mioceno) do Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 43: 577-609, 1971. *Palaont. Abh.* v. 166, n.º 3. p. 431-60.
- VAROL, O. Late Cretaceous - Paleocene Calcareous Nannofossils from the Kokaksen Section (Zonguldak, Northern Turkey). *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* v. 166, n.º 3. p. 431-60.

ABSTRACT

The Espírito Santo Basin is located southwest of the Brazilian coast, approximately between parallels 18 and 21 south. Part of its sedimentary column is presently emerse and, since it contains oil pools, has been undergoing exploration work since 1972.

The emerse part of the basin presents two important geological features: the Regência and the Fazenda Cedro paleocanyons. These features were sculptured immediately after the Albian and their damming occurred through to the beginning of the Late Eocene. Several phases of sedimentation, intermitted by various erosive cycles, are registered in the study of the depositional history of these paleocanyons.

This paper presents a biostratigraphic outline, based on calcareous nanofossils, for the Middle to Late Cretaceous sediments deposited in the presently

emerse part of the Espírito Santo Basin. All the proposed biounits are recognized as interval zones, according to the North American Stratigraphic Nomenclature Code (1983). Six biozones were recognized that, from the base to the top, were designated as follows:

a) *Nannoconus truitti* Zone: its top is characterized by the last occurrences of *N. truitti* and of *Nannoconus* spp.
Age: Albian

The disappearance of the *Nannoconus* species during the final period of the Albian in this part of the South Atlantic appears to be connected to local ecological phenomena, since occurrences of this species in Late Cretaceous sediments (through to the Campanian) are known in other parts of the world.

b) *Lithastrinus grillii* Zone: it is defined by the local amplitude of *L. grillii*. The disappearance of *Marthasterites*

furcatus also occurs at the top of this biozone.
Age: Late Turonian/Santonian.

The *L. grillii* biozone is the only one in this zonation to have its lower limit defined after the first occurrence of a taxon, due to the impossibility of recognizing nanofossils during Cenomanian/Early Turonian interval.

c) *Eiffellithus eximius* Zone: its base and top are individualized, respectively, by the last occurrences of *L. grillii* and *E. eximius*.
Age: Campanian.

d) *Broinsonia parca* Zone: base and top are limited, respectively, by the last occurrences of *E. eximius* and *B. parca*.
Age: Maestrichtian.

e) *Quadrum trifidum* Zone: its limits are established by the last occurrences of

B. parca (base) and *Q. trifidum* (top).
Age: Maestrichtian.

According to the literature on calcareous nannofossils, *B. parca* disappeared after *Q. trifidum*. However, studies carried out on the Cretaceous sediments of the Brazilian continental margin reveal just the contrary: according to the fossil record, *B. parca* disappeared previous to *Q. trifidum*. Therefore, this datum was considered to be the base of the *Q. trifidum* Zone.

f) *Arkhangelskiella cymbiformis* Zone: its base and top are characterized,

respectively, by the last occurrences of *Q. trifidum* and *A. cymbiformis*.
Age: Maestrichtian.

It was not possible to distinguish nannofossils that individualized the Cenomanian/Early Turonian interval. As a matter of fact, this difficulty is being encountered by various biostratigraphers who are studying the South Atlantic. Several hypothesis have been made to endeavor to explain the absence of these microfossils that may be used to diagnose this time interval: global occurrences of anoxia, the occurrence of CCD at lesser depths, a substantial increase of the inflow

of detritus into the basin that caused the water to become more turbid and, finally, the concept that a large gap occurs at this part of the Atlantic.

Three significant discontinuities were recorded in the studied section and are located at the top of the following biozones: *L. griffithii* (end of the Santonian), *E. eximius* (end of the Campanian) and *Q. trifidum* (intra-Maestrichtian). Thus, continuous sedimentation was only recorded during the deposition of the *B. parca* and *Q. trifidum* biozones.