



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

UTILIZAÇÃO DOS NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Cleber Fernandes Alves¹, Maria Dolores Wanderley²

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, IGEO, Depto. de Geologia,
ANP/ PRH-18. alvescf@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, CCMN, IGEO, Depto. de Geologia.
dolores@geologia.ufrj.br

Resumo – Nanofósseis calcários são placas carbonáticas, inferiores a 50 μ incluindo os cocólitos, produzidos por cocolitoforídeos e outras formas associadas que são organismos unicelulares, marinhos, planctônicos fotossintetizantes, amplamente empregados na indústria do petróleo, com vantagens particulares como seu tamanho diminuto, facilidade de preparo, abundância, taxa evolutiva e distribuição geográfica. Apresentam comprovada aplicação na exploração de hidrocarbonetos, como observado, por exemplo, na Bacia de Campos, em campos gigantes como o de Marlim e Albacora, contribuindo na interpretação da história geológica de nossas bacias sedimentares, atuando na correlação estratigráfica, determinação de idades, identificação de inconformidades e interpretações paleoecológicas.

Palavras-Chave: micropaleontologia, nanofósseis, bioestratigrafia, exploração, petróleo

Abstract – Calcareous nannofossils are carbonates plates smaller than 50 μ including cocoliths produced by cocolithophores and others uncertain sedis forms unicellulars, marines, and photosynthesis planktonics organisms, widely used in oil industry, with particular advantages like as the small size, easy preparation, abundance, evolutive rate and geographical distribution. They present verified application in the hydorcarbons exploration, *i.e.* Campos Basin, in giants fields Marlim and Albacora, provided in interpretations of the geological history of brazilian sedimentary basins, make them valuable in stratigraphical correlation, age determination, unconformity identification and palaeoecological interpretation.

Keywords: micropaleontology, calcareous nannofossils, biostratigraphy, exploration, petroleum

1. Introdução

A micropaleontologia na indústria de hidrocarbonetos é atualmente uma ferramenta geológica de sucesso e fundamental para a exploração, avaliação e desenvolvimento de estudos de campo e na solução de possíveis problemas de perfuração (tais como local de perfuração e profundidade final a ser atingida), avaliação na distribuição do reservatório (extensão da bacia) e reconhecimento de trapas e rochas-fonte, migração e acúmulo do óleo, além do reconhecimento da arquitetura, seqüência deposicional, histórico sedimentar, ambiente e fácies de uma bacia sedimentar e seu potencial petrolífero.

A micropaleontologia também fornece aspectos paleoecológicos importantes para a complementação de estudos exploratórios como a taxa de produtividade orgânica, oxigenação do ambiente, clima, temperatura, salinidade e profundidade.

O aspecto micropaleontológico mais importante entretanto, é o da segurança e precisão em datar e correlacionar os estratos rochosos, o que facilita as interpretações geológicas para a exploração e produção do óleo.

O presente estudo aborda de maneira sucinta os nanofósseis calcários (Figura 1) e suas características gerais, um dos grupos de maior importância e aplicabilidade bioestratigráfica na exploração de poços petrolíferos.

2. Nanofósseis Calcários

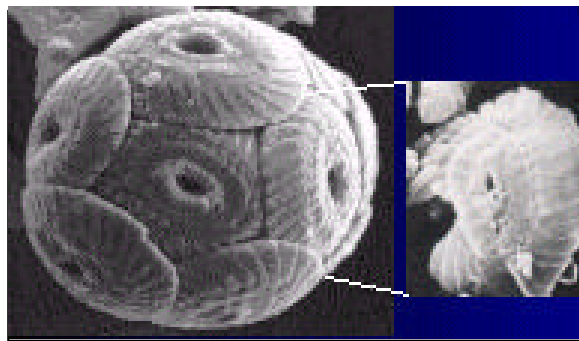


Figura 1: Cocosfera à esquerda e seu respectivo cocólito desagregado à direita. *Watznaueria barnesae*. Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Modificado de Bown, 1998.

Nanofósseis Calcários correspondem a um conjunto de partículas de composição carbonática, de origem orgânica, com dimensões inferiores a 50μ , apresentam uma ampla variedade de formas (geralmente plaquetas arredondadas) denominadas cocólitos como visto na Figura 2. São incluídos como nanofósseis além dos cocolitoforídeos fósseis, outras formas associadas, de origem indeterminada (*incertae sedis*).

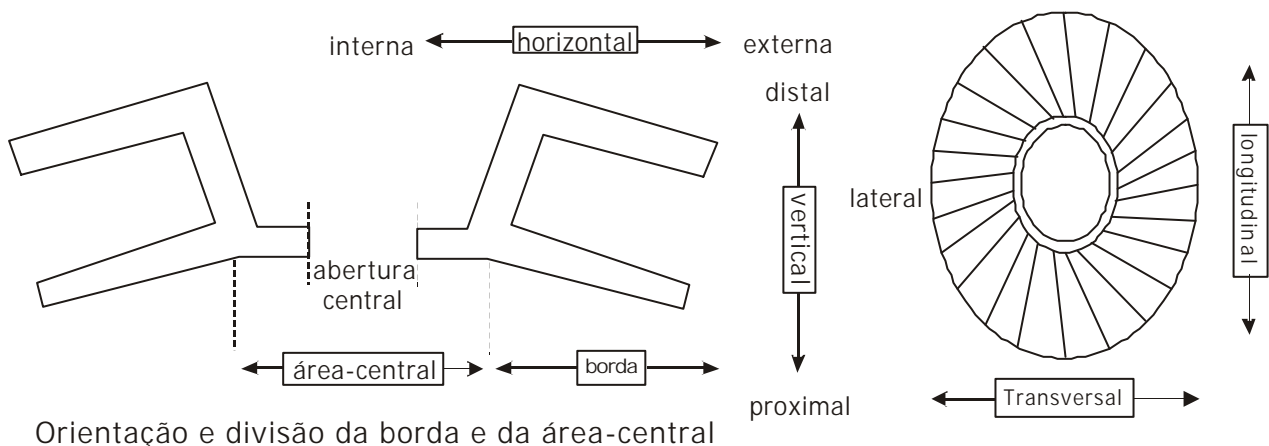


Figura 2: Morfologia de um cocólito, modificado de Young *et al.*, 1997.

Os cocolitoforídeos são organismos unicelulares, biflagelados, fotossintetizantes, normalmente planctônicos e predominantemente marinhos. O caráter único do grupo é a presença de placas externas (cocólitos) que formam, em conjunto, um envoltório celular (cocosfera). Após a morte, este envoltório é desprendido em placas (os cocólitos) que se depositam em relativa abundância no substrato oceânico, onde se preservam para o registro fóssil. São encontrados em

maior abundância e diversidade em sedimentos de granulometria fina, de ambientes de baixa energia, geralmente distantes da costa.

Seu primeiro registro é datado no Triássico Superior e seguem até os dias atuais (BOWN, 1998). São os principais produtores primários que convertem dióxido de carbono (CO_2) no oceano para carbonato de cálcio (CaCO_3).

Apresentam comprovada aplicabilidade em sedimentos marinhos, com bons resultados em estudos bioestratigráficos de detalhe como também para correlações a longa distância. Aliado ao fato de apresentarem uma ampla distribuição paleogeográfica e diversas formas guias, são facilmente recuperados da matriz sedimentar e preparados em laboratório, o que agiliza a interpretação das análises considerando-os excelentes ferramentas para a prospecção petrolífera.

Os fatores agora apresentados são compartilhados por outros grupos micropaleontológicos entretanto são os nanofósseis calcários que melhor caracterizam determinados aspectos.

2.1. Facilidade de preparo

Lâminas contendo material nanofossilífero pode ser preparado rapidamente até mesmo em embarcações, com a utilização de um simples e improvisado laboratório, um único grama de sedimento e um microscópio petrográfico potente pode-se obter resultados preliminares *in situ*.

Tal agilidade torna o preparo de lâminas de nanofósseis rotineiros em instituições de pesquisa e empresas petrolíferas, com baixos custos técnicos e rápidos resultados.

2.2. Tamanho Diminuto

Devido ao seu reduzido tamanho, os nanofósseis calcários são capazes de se preservarem por inteiro e, por seu formato, composição mineralógica, estrutura cristalográfica e comportamento de deposição, resistem, com certa moderação, a efeitos diagenéticos além de suportarem intactos a perfurações exploratórias, mesmo com fraturas nas rochas testemunhadas.

2.3. Abundância

Segundo Honjo (1976), cocolitoforídeos apresentam um ciclo de vida curto, entre quatro a dez dias em águas tropicais, com a presença de cerca de 10^4 indivíduos vivos por litro de água marinha, após a desagregação *post-mortem* do organismo, 92% dos cocólitos produzidos atingem o fundo do mar através de processos de transporte ilustrados pela Figura 3, podendo formar vasas oceânicas contendo entre 10^9 a 10^{12} nanofósseis por cm^3 de sedimento, perfazendo até mais de 90% da porção carbonática sedimentar (Schneidermann, 1973).

Vasas de nanofósseis calcários podem apresentar um significativo valor comercial nos reservatórios petrolíferos, como exemplo o Mar do Norte (Maliva e Dickson, 1992) onde as características de porosidade são controladas primariamente pela composição carbonática da matriz, constituída, principalmente, de nanofósseis. (Jones, 1996).

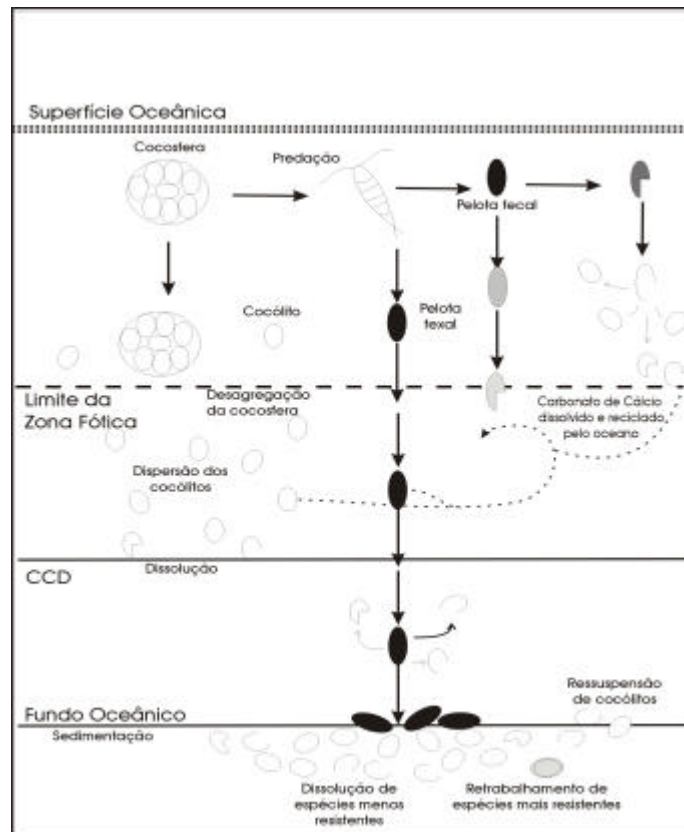


Figura 3: Processo de transportes e deposição dos cocólitos (modificado de Honjo, 1976 e Jones, 1996).

2.4. Taxa evolutiva e distribuição geográfica

Por apresentarem representantes com rápida diversificação biológica e elevada taxa evolutiva além de diversos exemplares cosmopolitas, são considerados fortes indicadores cronoestratigráficos para a aplicação petrolífera na datação de rochas e correlação entre poços.

3. Emprego dos nanofósseis na indústria do petróleo

3.1. Correlação Estratigráfica

Reconhecer assembléias fossilíferas, observar mudanças entre assembléias através de topos e bases definidas pelos principais bioeventos ao longo do tempo geológico permite com que os nanofósseis, juntamente com outras ferramentas geológicas, contribuam para a correlação de litofácies, mapeando e caracterizando a natureza e a extensão das acumulações petrolíferas. A ampla distribuição geográfica e a curta distância temporal possibilitam correlações estratigráficas de longas distâncias (Wanderley, 2000).

3.1. Determinação de idades

O conhecimento da distribuição nanofossilífera comparada com as divisões cronoestratigráficas da escala do tempo geológico é rotineiramente empregado nas indústrias do petróleo para o reconhecimento da idade em poços exploratórios. Para o Cenozóico, por exemplo, é amplamente utilizado no Brasil e em outros países as biozonas com base em nanofósseis calcários estabelecido por Martini (1971).

Tal datação é importante para a interpretação da evolução da bacia ou reservatório, trazendo indicativos de hiatos, reconstruindo a história tectônica, o tempo de formação da rocha selante, da trapa e da migração do hidrocarboneto.

3.4. Reconhecimento de Inconformidades

A identificação de inconformidades pode ser facilmente obtida através da bioestratigrafia de nanofósseis calcários, devido ao grande refinamento do arcabouço bioestratigráfico deste grupo e sua imediata precisão de biorizontes em contexto global. Dados bioestratigráficos de qualidade podem estimar tanto as seções existentes na região amostrada quanto caracterizar de maneira cronoestratigráfica possíveis eventos de inconformidades possibilitando o dimensionamento de hiatos pela comparação com biozonas padrão e a coluna do tempo geológico. Com isso visa-se mapear os limites de seqüências e identificar possíveis trapas estratigráficas para regiões petrolíferas.

3.5. Interpretações Paleoecológicas

Nanofósseis calcários vivem em ambientes marinhos abertos, com poucas espécies costeiras. São planctônicos fotossintetizantes vivendo portanto na zona fótica oceânica. Tais características indicam claramente sua importância na detecção de paleoambientes marinhos, respondendo rapidamente às variações de temperatura, salinidade, espessura da lâmina d'água, disponibilidade de nutrientes e a turbidez da água, ocasionando até mesmo florações anômalas (onde espécies oportunistas reproduzem-se de maneira elevada, reduzindo a diversificação ecológica) com grande expressão geológica na pesquisa de hidrocarbonetos, como o "*Braarudosphaera* chalk" importante marco estratigráfico oligocênico da Bacia de Campos, com expressiva camada geológica e distribuição geográfica em regiões do Atlântico. (Shimabukuro, 1994 *in* Antunes, 1997).

A interpretação da paleotemperatura através de estudos isotópicos, comparando a curva de isótopos de oxigênio com a presença significativa de espécies paleoindicadoras de ambiente como *Rhabdosphaera clavigera*, espécie indicadora de águas quentes (Wanderley e McManus, 2002) e *Florisphaera profunda*, indicadora de águas frias (Wanderley *et al.*, 2002) têm apresentado excelentes resultados para análises quantitativas em todo o Oceano Atlântico.

4.0. Perspectivas dos estudos nanofossilíferos

Desde a década de 70 os estudos com nanofósseis calcários tem sido usados com sucesso na exploração de petróleo no Brasil. Dentre as bacias sedimentares já estudadas através de seu conteúdo nanofossilífero destacam-se as bacias de Potiguar, Ceará, Sergipe-Alagoas, Bahia-Sul, Espírito Santo, Santos e principalmente Campos, principal área sedimentar brasileira de importância para o petróleo, onde gerou subsídios essenciais para o entendimento da história sedimentar da região e geometria dos depósitos turbidíticos de campos gigantes como os de Marlim e Albacora (Dias-Brito, 1989).

Nanofósseis calcários dispõe hoje no Brasil de arcabouços bioestratigráficos bem detalhados, onde são usados biozoneamentos refinados com base em eventos globais associados ao zoneamento para margem continental brasileira, conforme exemplifica a Figura 4.

Outra ramificação para os estudos micropaleontológicos são os métodos adequados de análises quantitativas, permitindo reconhecer o potencial dos nanofósseis calcários em estudos paleoecológicos.

O avanço tecnológico faz com que outras ferramentas geológicas associem-se à micropaleontologia, como a sísmica, a estratigrafia de seqüências, a perfuração de poços horizontais, a geoquímica e os estudos de isótopos de oxigênio e carbono, permitindo um estudo cada vez mais preciso da região a ser explorada e assim melhores resultados surgirão, minimizando custos e maximizando benefícios para a indústria de hidrocarbonetos no país.

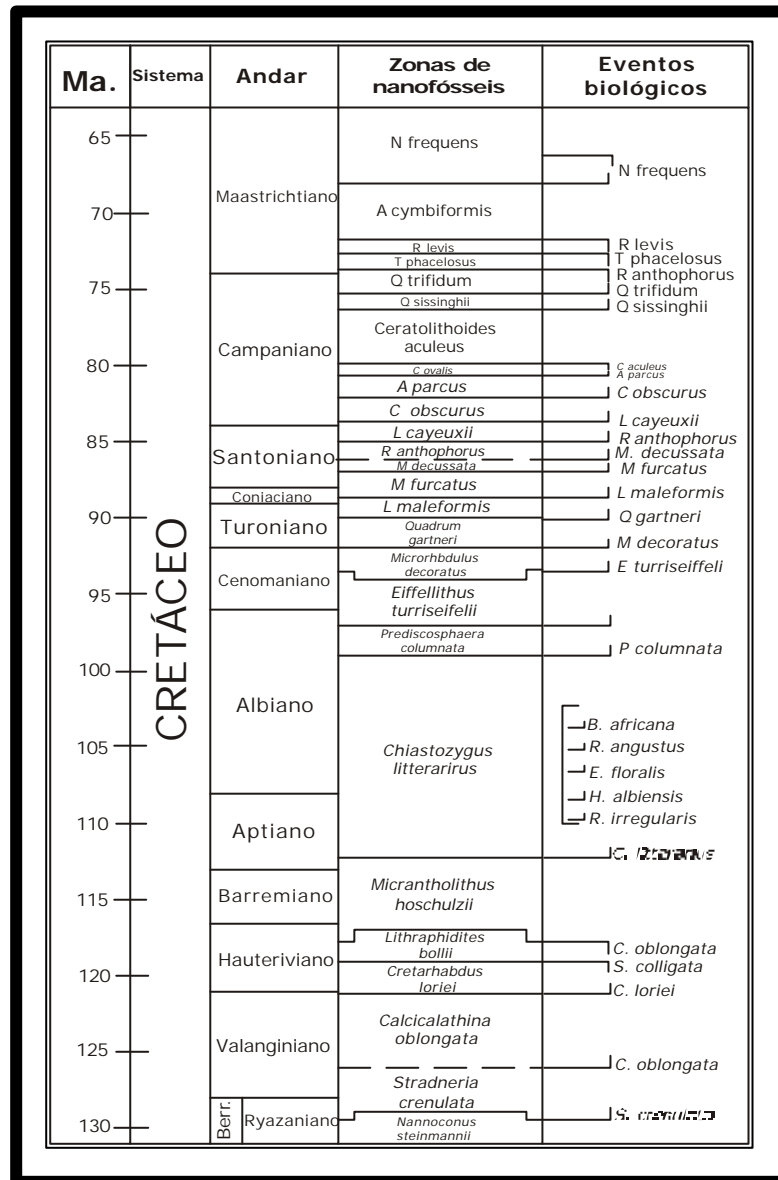


Figura 4: Zoneamento cretácico de nanofósseis para a margem continental brasileira, Antunes, 1997.

5. Referências

- ANTUNES, R. L. *Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários*. Instituto de Geociências-UFRJ, 1997.
- BOWN, P. B. *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. British Micropalaeontological Society Publications Series, 1998.
- DIAS-BRITO, D. A micropaleontologia na indústria do petróleo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 19, n. 2, p. 256-259, 1989.
- HONJO, S. Coccoliths: production, transportation and sedimentation. *Marine Micropaleontology*, v. 1, n. 1, p. 65-79, 1976.
- JENKINS, D. G. *Applied Micropalaeontology*. Kluwer Academic Publishers, 1993
- JONES, R. W. *Micropalaeontology in Petroleum Exploration*. Clarendon Press, 1996.

- MALIVA, R. G., DICKSON, J. A. D. Microfacies and diagenetic controls of porosity in Cretaceous/Tertiary chalks, Eldfisk Field, Norwegian North Sea. In: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 76, n.11 , p. 1825-38, 1992.
- MARTINI, E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: *Conference of Planktonic Microfossils*. Proceedings... Roma, v. 2, p. 739-785, 1971.
- SCHNEIDERMANN, N. Deposition of coccoliths in the compensation zone of the Atlantic Ocean. In: *Proceedings of Symposium on Calcareous Nannofossils*, Gulf Coast Section, Houston, USA, p. 140-151, 1973.
- SHIMABUKURO, S. “*Braarudosphaera* chalk”: investigações sobre a gênese de um marco estratigráfico. Porto Alegre, URGs, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, 1994.
- WANDERLEY, M. D. Microfósseis: Nanofósseis Calcários, Calpionelídeos, Tintinídeos e Técnicas de Preparação de Microfósseis. In: *Paleontologia*, CARVALHO, I. S. ed. Interciência, p. 185-199, 2000.
- WANDERLEY, M.D. , BARBOSA, V.P., ALVES, C.F. Biostratigraphic and Paleocceanographic analysis based on calcareous nannofossils and isotopic analysis from a Quaternary section situated in South Brazilian Continental Margin, Southwestern Atlantic Ocean. In: *I Simpósio Brasileiro de Oceanografia*. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2002.
- WANDERLEY, M.D., MACMANUS, J.F. Qualitative and quantitative analysis of calcareous nannofossils and isotopic analysis from a multicore situated in Southwestern Atlantic Ocean. In: International Paleontological Congress, Australia, p. 290-291, 2002.
- YOUNG, J.R., BERGEN, J. A., BOWN, P. R., BURNETT, J. A., FIORENTINO, A., JORDAN, R. W., KLEIJNE, A., VAN NIEL, B. E., TON ROMEIN, A. J., KATHARINA VON SALIS. Guidelines for Coccolith and Calcareous Nannofossil Terminology. *Paleontology*, v. 40, n. 4, p. 875-912, 1997.