

# 40<sup>o</sup> BOLETIM DO SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL

Águas de São Pedro - SP  
Agosto 18 - 22, 1996

Rio Claro - SP  
Agosto 23, 1996

Editores

Dimas Dias-Brito  
Rosemarie Rohn  
José Alexandre Perinotto

Realização

unesp



# VARIAÇÕES NO PALEOAMBIENTE DEPOSICIONAL DECORRENTES DE INGRESSÕES MARINHAS DURANTE A FASE *RIFT* DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

## CHANGES IN THE PALEOENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING THE RIFT STAGE OF THE ESPÍRITO SANTO BASIN

E.S.T. da FROTA <sup>1</sup>  
I.S. CARVALHO <sup>2</sup>

### ABSTRACT

*In this study, the transition from freshwater lacustrine to marine paleoenvironments in the Cricaré Formation is monitored using organic geochemistry data, such as total organic carbon and total sulfur contents, specific biological markers data, and carbon isotopic compositions of bitumen and kerogen. Near the base of the section studied, freshwater lacustrine strata are characterized by low pristane/phytane ratios (1.0), depleted <sup>13</sup>C for bitumen and kerogen (up to - 31.5‰), and the absence of C<sub>30</sub> steranes. Overlying the basal freshwater lacustrine interval and intercalated with two additional lacustrine intervals are three marine incursions each basically characterized by an increase in pristane/phytane ratios (1.5 to 2.4), more enriched <sup>13</sup>C for bitumen and kerogen, and the presence of C<sub>30</sub> steranes.*

### INTRODUÇÃO

A bacia do Espírito Santo localiza-se na costa leste brasileira entre os paralelos 18 e 21 sul aproximadamente. Limita-se a oeste com o embasamento e a leste com o complexo vulcânico de Abrolhos. Apresenta uma evolu-

ção típica de bacia de margem passiva, como as demais bacias da costa leste brasileira, e a sua história geológica pode ser subdividida em três megassequências: uma continental, uma transicional e uma marinha (Vieira et al. 1992).

A Formação Cricaré, que representa a megassequência continental, subdivide-se nos Membros Jaguaré, mais antigo, e Sernambi. A sedimentação do Membro Sernambi, composto predominantemente de folhelhos, carbonatos e margas, é de idade pré-Alagoas e deu-se principalmente em ambiente lacustre, com influência fluvial e presença de leques aluviais nas bordas dos grandes falhamentos. Secundariamente, nos altos não influenciados pelos terrígenos, depositaram-se coquinas e margas. Segundo Estrella et al. (1984), Rodrigues et al. (1988) e Trindade (1988) entre outros trabalhos com enfoque em dados geoquímicos, o ambiente inicialmente lacustre de água doce sofreu uma salinização gradual. Em trabalho recente, porém, Rodrigues (1995), também com base em dados geoquímicos, constatou a presença de compostos diagnósticos de algas marinhas, interpretando-os como um registro de entrada do mar.

<sup>1</sup> PETROBRÁS/CENPES/SEGEQ

<sup>2</sup> Instituto de Geociências UFRJ

O presente trabalho enfoca, sob o ponto de vista da geoquímica orgânica, as rochas do Membro Sernambi de um poço na porção sul da bacia, visando uma análise das variações ambientais e a identificação de eventos de influência marinha no paleoambiente deposicional. Para tal investigação foram utilizadas 37 amostras de calha coletadas entre 3000 e 3200m.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração de vários parâmetros geoquímicos permitiu a construção de um modelo para o paleoambiente deposicional desta seção, no qual um lago inicialmente de água doce transiciona para um ambiente sob forte influência marinha através de várias ingressões de água do mar. Foram detectados três intervalos com características predominantemente lacustres e três intervalos com influência marinha.

Os dados de carbono orgânico total (COT), de potencial gerador (pico S2 da pirólise) e de índice de hidrogênio (IH) mostram altos valores em todo o intervalo (COT=2 a 8%; S<sub>2</sub>=15 a 50 mg HC/g rocha e IH > 650 mg HC/g COT), o que indica ótimas condições de acumulação e preservação da matéria orgânica.

A relação entre o teor de enxofre e o teor de carbono orgânico, dada pela razão Carbono/Enxofre (Fig. 1.a), apresenta variações que sugerem mudanças na salinidade do ambiente (Berner & Raiswell 1984). Observa-se uma alternância de valores médios a altos e valores muito baixos que sugerem, respectivamente mais baixas e altas salinidades. O ambiente inicialmente de água doce recebeu vários pulsos de água salgada, intervalos B, D, F.

Foram medidos valores isotópicos do carbono do extra-órgânico e do querogênio (d<sup>13</sup>C ext e d<sup>13</sup>C que; Fig. 1.b). Verificou-se que esses parâmetros mostram uma excelente correlação entre si e que gradam para valores cada vez mais pesados da base para o topo da seção, sugerindo de uma maneira geral, um aumento gradual de restrição de CO<sub>2</sub> no sistema, o que, a princípio, parece estar associado a um aumento da salinidade sugerido pela relação do teor de carbono orgânico com o de enxofre. Inseridos nesta tendência observam-se intervalos com inflexões para valores mais negativos, C e E (Fig. 1), que sugerem tendência de volta às condições lacustres do intervalo basal, A, após cada entrada de água do mar, até prevalecerem, no topo da seção, as condições marinhas (intervalo F; Fig. 1).

A relação entre os isoprenóides pristano e fitano (Fig. 1.c) também mostra uma tendência geral de aumento dos valores da base, em torno de 1, para até 2,5 próximo ao topo, o que sugere uma gradação de condições mais reductoras para mais oxidantes. Entretanto esta tendência é

interrompida por inflexões para menores valores verificadas nos intervalos C e E, que coincidem com os aumentos das razões carbono/enxofre e diminuições das razões d<sup>13</sup>C, e que enfatizam a tendência de retorno às condições iniciais lacustres.

Esteranos regulares em C<sub>30</sub>, ou 24-*n*-propil-colestanos são compostos indicadores da contribuição de algas marinhas crisófitas da ordem *Sarcinochrysidales* (Raederstorff & Rohmer 1984 *apud* Peters & Moldowan 1993), pois se originam de colesteróis sintetizados por essas algas. A concentração relativa do 24-*n*-propil-colestanos foi estimada em relação ao esterano regular em C<sub>29</sub> pela razão C<sub>30</sub>/(C<sub>29</sub>+C<sub>30</sub>) (Fig. 1.d). Esta razão apresenta valor nulo na porção basal do intervalo indicando ausência de contribuição daquelas algas. Nos intervalos C e E os seus valores são próximos de zero sugerindo uma contribuição marinha muito fraca, condizente com a tendência observada pelos parâmetros discutidos anteriormente. Intercalados a esses intervalos verificam-se razões mais altas que evidenciam uma contribuição marinha efetiva decorrente das prováveis ingressões marinhas.

Os 4-metil-esteranos são compostos encontrados em sedimentos marinhos e lacustres que têm como principais precursores os dinoflagelados. Eles dividem-se em duas classes: uma com estrutura semelhante a dos esteranos como o 4-metil-24-etil-colestanos, e a dos dinosteranos (4,23,24-trimetil-colestanos). Em particular os dinoflagelados marinhos são considerados os precursores mais prováveis dos dinosteranos (Thomas 1990). A variação da razão esteranos/metil-esteranos (Fig. 1.e) mostra três inflexões positivas indicando uma diminuição da contribuição dos metil-esteranos. Os intervalos com maior contribuição de metil-esteranos são correspondentes aos eventos de influência marinha, sugerindo que a maior contribuição para a formação dos metil-esteranos nesta seção está provavelmente associada a dinoflagelados marinhos.

## CONCLUSÕES

- 1- Os parâmetros geoquímicos permitiram a identificação de variações nas condições paleoambientais decorrentes de invasões marinhas no sistema lacustre.
- 2- Os intervalos correspondentes às ingressões marinhas (B, D e F) caracterizam-se pelo aumento de salinidade, por condições menos restritas, mais oxidantes e pela contribuição de algas crisófitas e dinoflagelados.
- 3- O ambiente lacustre inicial (A) e os intervalos com tendência de retorno às condições lacustres após as ingressões marinhas (C e E) caracterizam-se por baixa salinidade, maior restrição e ausente ou inexpressiva contribuição de algas crisófitas e dinoflagelados.

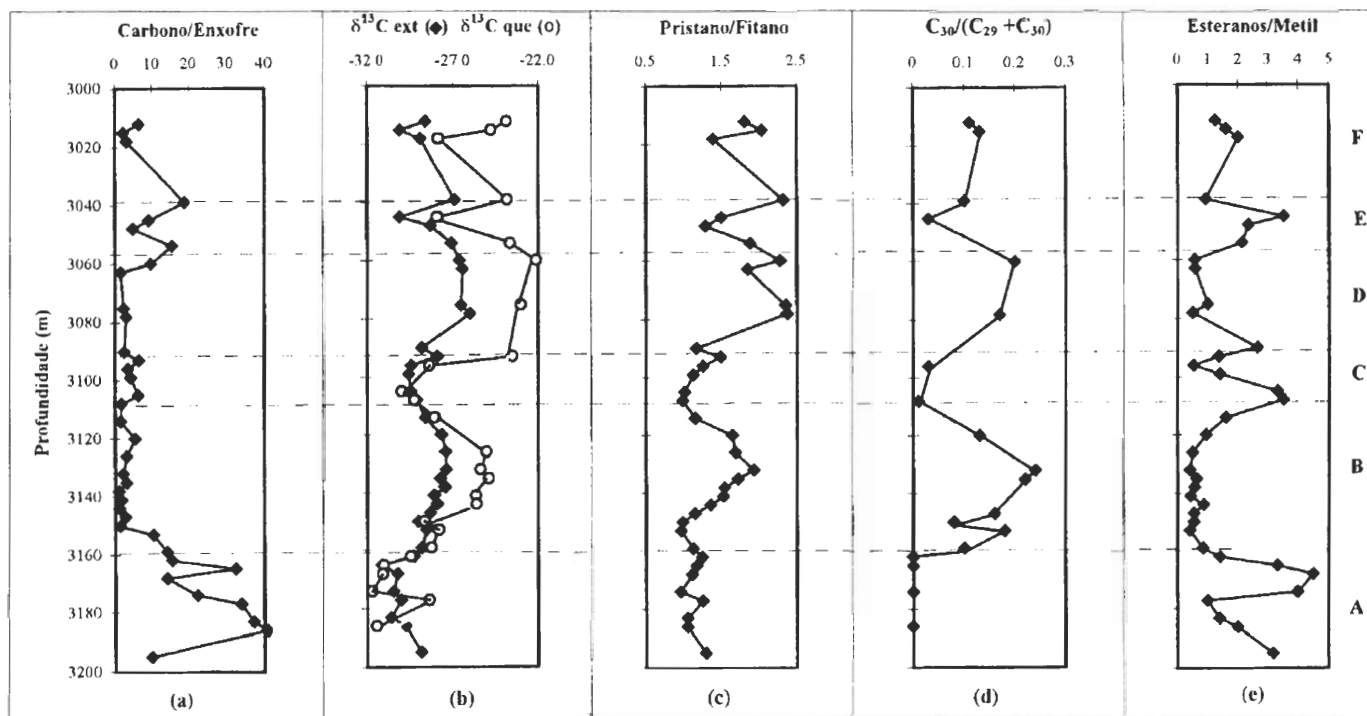


Figura 1 - Perfis geoquímicos mostrando a alternância de condições no paleoambiente deposicional; intervalos A, B, C, D, E e F; (Carbono = teor de carbono orgânico total; Enxofre = teor de enxofre total;  $\delta^{13}C_{ext}$  = razão isotópica do extrato;  $\delta^{13}C_{que}$  = razão isotópica do querogênio;  $C_{29}$  = esterano regular em  $C_{29}$ ;  $C_{30}$  = 24-n-propil-colestanos; Esteranos = esteranos regulares e Metil = 4-metil-esteranos).

4- A intercalação de condições lacustres e marinhas caracteriza uma gradação do ambiente lacustre para condições efetivamente marinhas, evidenciada por um contraste cada vez menor entre as características geoquímicas dos dois tipos de ambientes.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNER, R.A. & RAISWELL, R. 1984. C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. *Geology*, **12**: 365-368.

ESTRELLA, G.O.; MELLO, M.R.; GAGLIANONE, P.C.; AZEVEDO, R.L.M.; TSUBONE, K.; ROSSETTI, E.; CONCHA, J.M.; BRUNING, I.M.R.A. 1984. The Espírito Santo Basin (Brazil): source rock characterization and petroleum habitat. In: Demaison, G, & Murriss, R.J. eds. *Petroleum Geochemistry and Basin Evaluation*. Tulsa, AAPG, Memoir 35. p. 353-371.

PETERS, K.E. & MOLDOWAN, J.M. 1993. *The biomarker guide*. 1st. ed. New Jersey, Prentice Hall. 363 p.

RODRIGUES, R.; TRINDADE, L. A. F.; CARDOSO,

J.N.; AQUINO NETO, F.F. 1988. Biomarker Stratigraphy of the Lower Cretaceous of Espírito Santo Basin, Brazil. *Organic Geochemistry*, **13**: 707-714.

RODRIGUES, R. 1995. *A ocorrência de evidências marinhas (biomarcadores e isótopos estáveis de carbono) na seqüência sedimentar pré-Alagoas da Bacia do Espírito Santo*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. 16 p. (Relatório interno).

THOMAS J. 1990. *Biological markers in sediments with respect to geological time*. Bristol. 128 p. (PhD Thesis, University of Bristol).

TRINDADE, L.A.F. 1988. *Estratigrafia e Correlações Geoquímicas na Bacia do Espírito Santo*. Rio de Janeiro, 175 p. (Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

VIEIRA, R.A.B.; COSTA, L.A.R.; ALVES, R.G. 1992. *Bacias do Espírito Santo e Mucuri: estudo geológico e análise exploratória das porções onshore e nearshore*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. 147 p. (Relatório interno)