

Esta seção destina-se à reflexão, ao pensamento geocientífico da PETROBRÁS, a breves comunicações. É o espaço reservado para a discussão menos formal de matéria geológica e geofísica. Nela, os técnicos poderão expor seus pontos de vista a respeito de temas polêmicos, estimulando o salutar debate científico na Companhia; noticiar, através de breve comunicação, resultados relevantes obtidos em trabalhos ou pesquisas em desenvolvimento; analisar algum importante artigo surgido na literatura; apresentar retrospectivas históricas e reflexões em torno de matéria específica; analisar algum livro recém-editado e julgado interessante para a área exploratória; comentar eventos de interesse, ocorridos no Brasil ou no exterior; discutir, do ponto de vista geocientífico, as atuais e futuras tendências da exploração petrolífera no mundo.

BACIA DO SÃO FRANCISCO: PRÉ-CAMBRIANO BRASILEIRO COM HIDROCARBONETOS

Chang Hung Kiang^{1*}
Fernando Pellon de Miranda^{2*}
Henrique Della Plaza^{3*}
Eduardo Lopes de Freitas^{4*}
Joel Carneiro de Castro^{5*}
Nelson Adão Babinski^{6*}
Luiz Padilha de Quadros^{6*}
Alfredo Gonçalves^{6*}
Ubirajara Mello^{6*}
Waldir Guazzelli^{6*}

Bacias sedimentares pré-cambrianas são atualmente consideradas áreas fronteiriças na exploração de hidrocarbonetos. Somente na URSS, na Bacia de Irkutsk, tem-se notícia de sua extração comercial. Recentemente, atividades exploratórias e pesquisas científicas vêm-se desenvolvendo na Austrália, onde foram perfurados alguns poços em sedimentos do Proterozóico Médio (1,4 a 1,7 bilhões de anos), com recuperação de óleo.

A Bacia do São Francisco está localizada na região central do Brasil, englobando parte dos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia. A área aflorante é de aproxima-

damente 250 000 km², sendo que a área de interesse pode dobrar se considerarmos as unidades geológicas adjacentes. Vale ressaltar que, pelo menos, duas ocorrências rasas de gás — Montalvão (MG) e Alvorada do Norte (GO) — foram registradas durante a perfuração de poços artesianos, cuja origem termouímica foi comprovada pelo Centro de Pesquisas da PETROBRÁS.

Com base em estudos tectônicos e estratigráficos preexistentes, bem como em observações do grupo, deduz-se que a evolução geológica da área investigada pode ser resumida em um ciclo de Wilson completo. Durante o Proterozóico Médio/Superior, instalaram-se duas bacias extensionais nas extremidades opostas de um cráton, nas quais foram depositados os sedimentos do Supergrupo Espinhaço, a leste, e do Grupo Araxá/Formação Canastra, a oeste. Durante o Proterozóico Superior, na fase terminal do ciclo de Wilson, foram depositados, em uma bacia *foreland*, os sedimentos do Supergrupo São Francisco (grupos Macaúbas e Bambuí). Essa bacia instalou-se sobre o cráton, como resposta flexural à sobrecarga produzida pelas escamas de empurrão (*thrust sheets*) associadas ao fe-

- 1 - Setor de Geologia, Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.
- 2 - Setor de Geoquímica, Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.
- 3 - Setor de Bioestratigrafia e Paleontologia, Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.
- 4 - Petrobrás Internacional S.A.
- 5 - Setor de Bacias Interiores, Departamento de Exploração.
- 6 - Petrobrás Internacional S.A.

chamento dos "mares" Espinhaço e Canastra.

A sedimentação do Supergrupo Espinhaço, representativa da fase extensional a leste do cráton, pode ser subdividida em três unidades principais. A parte inferior compreende quartzitos grosseiros de origem fluvial. A parte média é representada por conglomerados diamantíferos, quartzitos e filitos, depositados em contexto *fandeltas* litorâneo dominado por mares e marinho raso dominado por ondas. A parte superior consiste em quartzitos e filitos formados em ambientes eólicos na base e em ambientes transicionais e marinhos rasos para o topo.

A bacia *foreland* abrange depósitos diamictíticos basais (Grupo Macaúbas) — de provável origem glacial — e uma espessa seção terrígeno-carbonática (Grupo Bambuí) composta de três ciclos sedimentares. O ciclo inferior é formado por calcários e dolomitos detríticos e bioconstruídos. O ciclo seguinte engloba terrígenos deltaicos na base, seguidos de terrígenos/carbonatos depositados em ambiente marinho dominado por ondas de tempestade e mares. O ciclo superior é formado por terrígenos depositados por ondas de tempestade em um mar epicontinental. Cada ciclo apresenta uma sedimentação progressivamente mais rasa para o topo (*shallowing upward*). No conjunto, os ciclos mais novos tornam-se progressivamente dominados por terrígenos, refletindo a aproximação gradual das áreas-fonte, relacionada ao avanço sucessivo das frentes de empurrão.

A identificação de níveis espessos muito ricos em carbono orgânico — com teores acima de 10% — constitui um dos fatores importantes para a prospectividade da bacia. O exato posicionamento estratigráfico desses níveis ainda não está bem definido, podendo localizar-se na base da bacia *foreland* e/ou no topo da sequência extensional subjacente. Análises isotópicas dos gases recuperados em Montalvânia e Alvorada do Norte indicam, além da origem termoquímica, maturidade diagenética avançada, dentro da janela de geração do gás seco ($R_o = 2,0$).

Neste trabalho, foram identificadas rochas-reservatório convencionais com condições permoporosas razoáveis. Além disso, a análise estrutural realizada a partir de imagens do satélite Landsat permitiu definir uma direção de fraturas potencialmente abertas, associadas ao

último evento compressivo, o que tenderia a favorecer o armazenamento de hidrocarbonetos em reservatórios fraturados.

A presença de uma ampla gama de estruturas, que caracteriza um regime tectônico compressivo, aliada às condições potencialmente favoráveis de geração e armazenamento, torna promissor o quadro preliminar apresentado para a prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do São Francisco.

BIOESTRATIGRAFIA QUANTITATIVA

Gerhard Beurlen¹

Recentemente, o Setor de Bioestratigrafia e Paleocologia do Centro de Pesquisas da PETROBRÁS (SEBIPE/DIVEX/CENPES) instituiu um grupo de trabalho para avaliar as vantagens ou desvantagens da metodologia estratigráfica que se tornou conhecida como "Bioestratigrafia Quantitativa".

O método está começando a ser utilizado com frequência crescente nos mais variados meios da pesquisa geológica. Sua elaboração e divulgação mais eficientes decorreram, provavelmente, de um projeto do Programa Internacional de Correlação Geológica da UNESCO, no qual colaboraram cientistas das mais variadas áreas da Geologia, notadamente da Geomatemática, Estratigrafia e Bioestratigrafia. Desse projeto, resultou o livro *Quantitative Stratigraphy* (GRADSTEIN *et alii*, 1985), editado pela UNESCO.

O nome Bioestratigrafia Quantitativa é enganador, pois leva o interessado a supor, num primeiro momento, que se trata de uma técnica estratigráfica nova. Na realidade, entretanto, essa denominação refere-se tão-somente a um tratamento probabilístico das informações paleontológicas, através de um programa

de computador, à semelhança do trabalho de análise estratigráfica que se realiza tradicionalmente com base em uma tabela de distribuição de organismos fósseis.

As vantagens imediatas da técnica residem na eliminação da subjetividade do bioestratígrafo e na possibilidade de se processar uma grande quantidade de informações paleontológicas em tempo relativamente curto. Além de eventos biológicos, quaisquer outros tipos de evento, como, por exemplo, marcos elétricos, refletores sísmicos, camadas-guia, podem ser incluídos na listagem, desde que adequadamente codificados.

Outra vantagem do programa é que, uma vez arquivados todos os dados, é possível correr outros programas — relativos à análise geostórica, por exemplo — sem aumento no trabalho manual a ser executado. Seus autores afirmam que, freqüentemente, a utilização do programa de análise probabilística permite estabelecer subdivisões estratigráficas mais refinadas do que seria possível pelos métodos de análise estratigráfica tradicionais.

O método consiste, basicamente, em dois programas (RASC e CASC). Enquanto o primeiro estabelece a seqüência vertical mais provável de uma série de eventos biológicos e/ou geológicos — entendendo-se como evento biológico o nível de extinção ou de aparecimento evolutivo dos fósseis encontrados em determinada seção —, o segundo estabelece a distância relativa entre dois eventos consecutivos.

O grupo de trabalho pretende não só correr os dois programas, utilizando para tanto uma seção cretácea previamente analisada bioestratigraficamente mediante seu conteúdo de nanofósseis calcários e foraminíferos planctônicos, como também comparar os resultados obtidos por intermédio dos dois métodos. Para o mês de novembro deste ano, prevê-se a vinda dos cinco autores do programa, que ministrarão um curso a esse respeito no âmbito da Divisão de Exploração do CENPES.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GRADSTEIN, F. M. *et alii*. *Quantitative stratigraphy*. Paris, Reidel Publishing Company, UNESCO, 1985.

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

EVOLUÇÃO DEPOSICIONAL E DISTRIBUIÇÃO DAS FÁCIES DO MACAÉ INFERIOR (EOMESOALBIANO, BACIA DE CAMPOS)

Lincoln Rumenos Guardado¹
Adali Ricardo Spadini²

Esta comunicação tem por objetivo consolidar o estágio atual do conhecimento quanto à evolução e distribuição das fácies do Macaé Inferior da Bacia de Campos.

A seqüência sedimentar do Macaé Inferior é constituída principalmente de carbonatos, predominando siliciclásticos na porção norte da bacia. O perfil típico da unidade (fig. 1) se caracteriza por apresentar dolomitos com intercalações de terrígenos na base e, a partir da porção média, calcários formados predominantemente por oncolitos. A espessura média da unidade oscila entre 800 e 900 m na maior parte da bacia.

Os carbonatos de plataforma rasa do Macaé Inferior foram de vital importância na história exploratória da Bacia de Campos, pois foi neles que ocorreu a primeira descoberta comercial de hidrocarbonetos (Campo de Garoupa, 1974). Com essa descoberta, Garoupa passou a ser o primeiro campo produtor de hidrocarbonetos em carbonatos de toda a plataforma continental brasileira. Os reservatórios do Macaé Inferior, os primeiros prospectos da bacia na década de 70, constituem, ainda hoje, importante objetivo exploratório. Até o fim do primeiro semestre de 1987, esses reservatórios eram produtores em seis importantes campos (Pampo, Garoupa, Linguado, Bicudo, Bonito e Enchova), representando 18% do volume de óleo *in place* da bacia. O controle dos campos apresenta, normalmente, caráter estrutural. Os aspectos estratigráficos, via variação de fácies, constituem um importante elemento na caracterização das acumulações.

A descoberta de Garoupa detonou um

- 1 - Setor de Interpretação Exploratória da Bacia de Campos, Divisão de Interpretação da Região Sul e Sudeste, Departamento de Exploração.
- 2 - Setor de Geologia para Exploração, Divisão de Geologia e Engenharia de Reservatórios, Centro de Pesquisas.

processo de análise sistemática desses reservatórios em termos de bacia. TES-SARI & TIBANA (1975) identificaram e definiram as fácies oncolíticas/oolíticas que formam a maior parte da seção carbonática, estabelecendo um primeiro modelo deposicional. O intervalo produtor constituiu o primeiro horizonte sistematicamente mapeado, via sísmica, na bacia (TSUBONE & POSSATO, 1977/8). CAROZZI *et alii* (1977) realizaram um trabalho mais amplo e estabeleceram um modelo diagenético-deposicional evolutivo para a formação, considerando que a distribuição das microfácies estava relacionada às estruturas halocinéticas. FALKENHEIN *et alii* (1981), estudando 32 poços, identificaram 17 microfácies no Macaé Inferior e interpretaram a seqüência como resultante da superposição de três modelos ambientais, representativos de três grandes episódios deposicionais sucessivos. BELTRAMI (1982), usando dados de poços e seções sísmicas, observou a distribuição das fácies de alta energia em faixas alongadas na direção NE/SW. Em vários trabalhos internos, foram descritos modelos para áreas específicas de campos produtores (BAUMGARTEN *et alii*, 1982; SPADINI &

PAUMER, 1983; BAUMGARTEN *et alii*, 1984).

A perfuração de uma quantidade significativa de poços que atravessam a Formação Macaé, aliada ao avanço no conhecimento da evolução estrutural, possibilitou um melhor entendimento das relações entre as estruturas pretéritas, a halocinese e a distribuição das fácies para o Macaé Inferior. Essas relações permitem identificar três episódios deposicionais distintos na evolução sedimentar da seqüência.

O início da deposição do Macaé deu-se em ambiente nerítico raso, imediatamente sobre os evaporitos que marcam o topo da Formação Lagoa Feia. A deposição na porção norte foi predominantemente siliciclástica, com a seqüência sendo formada por conglomerados e arenitos resultantes da atuação de um sistema de *fandeltas* (GUARDADO *et alii*, 1983). Na porção sul da bacia, desenvolveu-se uma sedimentação essencialmente carbonática, sujeita apenas a influxos intermitentes de terrígenos, restritos às porções proximais do sistema. A morfologia deposicional era a de uma rampa na qual se desenvolveram

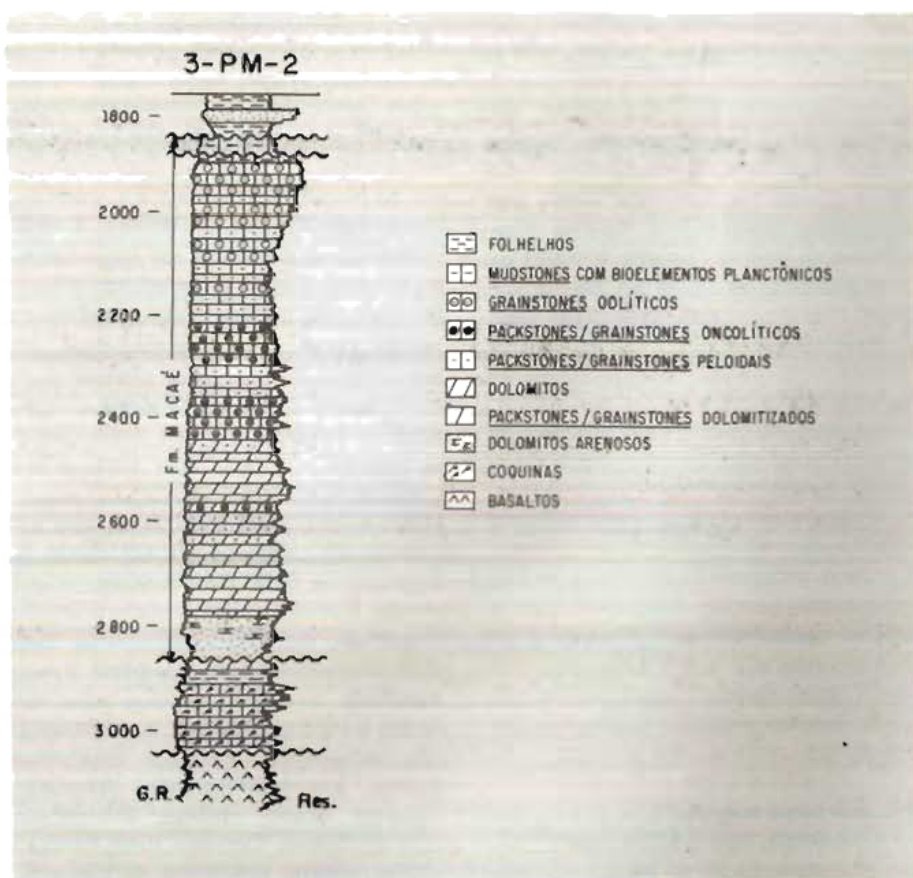


Fig. 1 - Perfil-tipo da Formação Macaé na parte sul da Bacia de Campos, mostrando o empilhamento das litofácies.

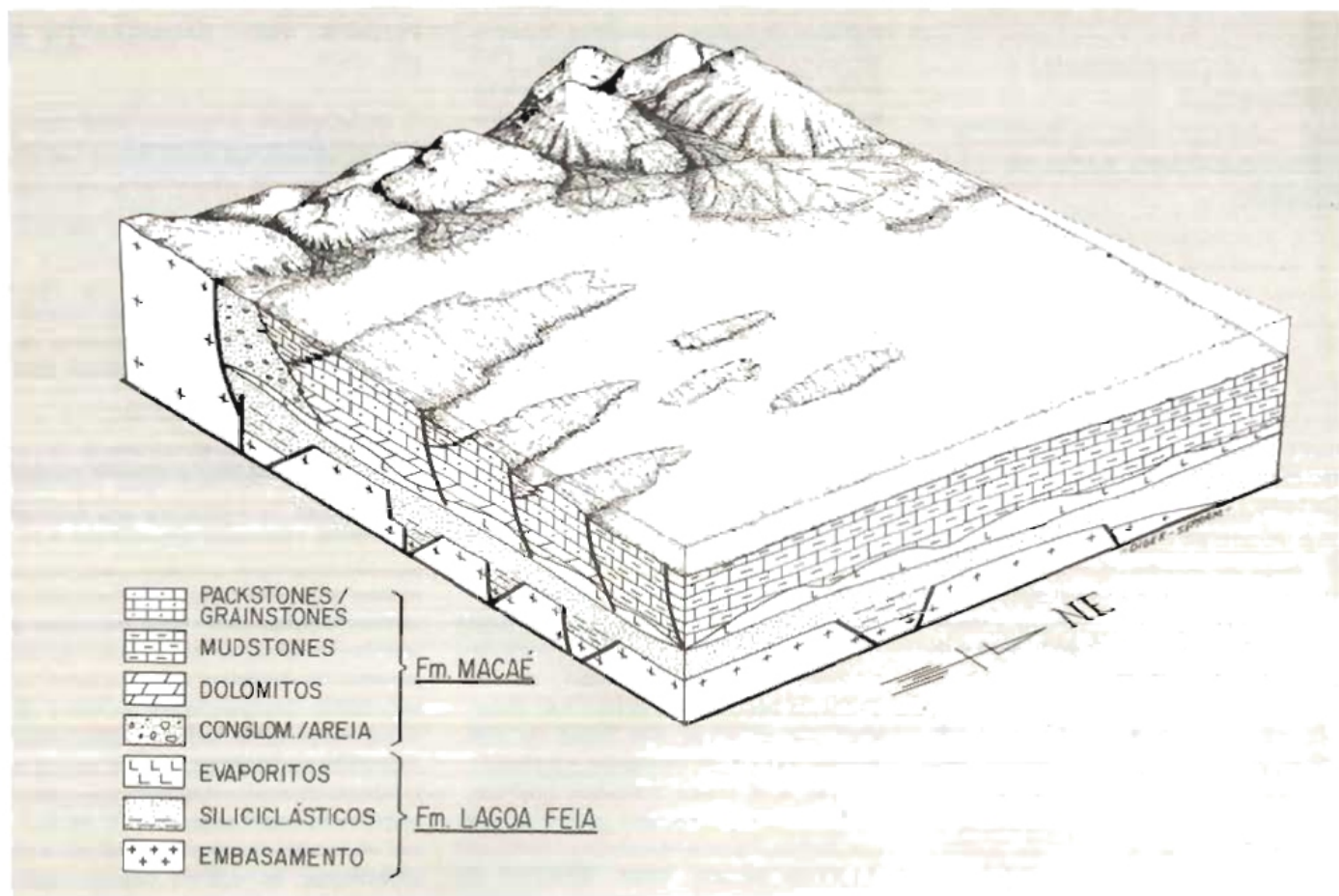


Fig. 2 - Paleogeografia ao final do Eomesoalbiano na Bacia de Campos.

vários ambientes: *tidal flat*, laguna, ilha de barreira, plataforma rasa, bancos *offshore* e periplataforma. O *tidal flat* é caracterizado por laminitos algais, que apresentam, comumente, feições diagnósticas, tais como *tepees* e gretas de ressecamento. As fácies de laguna são *mudstones* peletoidais, com miliólídeos e foraminíferos aglutinantes. As ilhas de barreira, que condicionam a formação da laguna, são constituídas por oolitos. Em direção ao mar aberto, o ambiente de plataforma rasa é formado por *mudstones* peletoidais com equinodermas, rotalídeos e pelecípodes. Altos *offshore* relacionados ao embasamento proporcionaram a deposição de *shoals* de alta energia. Nas porções mais profundas do sistema, depositaram-se calcilitos. Essa seqüência foi sujeita a intensa dolomitização, que afetou particularmente as fácies deposicionais de maior permeabilidade.

Em uma etapa seguinte, com a progressiva subsidência, observa-se grande expansão da sedimentação de plataforma rasa carbonática na área sul da bacia, já então caracterizada pela predominância de

grãos acrecionais organo-sedimentares (oncolitos), com ocorrência subordinada de pelóides e oolitos. Na parte meridional da plataforma carbonática, exemplificada pelo Campo de Pampo, a sedimentação era dominada por *grainstones/packstones*. Fácies de menor energia são formadas por pelóides finos, com poucos bioclastos. Na porção setentrional, como reflexo do mergulho regional para norte associado a um paleorrelevo estrutural ou deposicional local, depositaram-se calcissiltitos com uma biota pobre constituída de equinodermas, calcisferulídios e foraminíferos (formas com nanismo). Em bancos rasos adjacentes se depositavam fácies de alta energia (Campo de Garoupa). Fácies de granulação fina foram depositadas nas partes mais distais do sistema. Na área norte, a sedimentação terrígena continua ativa, inibindo o desenvolvimento da sedimentação carbonática, a qual se desenvolve apenas intermitentemente, formando camadas pouco espessas intercaladas com terrígenos. Ocorrem ainda camadas mistas, geradas por ondas de tempestade, compostas por siliciclasticos e grãos carbonáticos, principalmente oolitos e

bioclastos de moluscos.

Ao final do Macaé Inferior, falhamentos lístricos afetam a plataforma rasa nas porções mais *offshore*; a porção mais interior dos bancos rasos, por sua vez, não é afetada. Na porção agora estruturada, desenvolvem-se depressões relativamente profundas, adjacentes a bancos rasos. Essas diferenças topográficas são responsáveis pelas variações abruptas de fácies que marcam a fase final do Macaé Inferior e que constituem importante fator no controle estratigráfico dos campos produtores. Esse paleorrelevo foi ainda responsável pela captura de turbiditos no Nealbio, cujas espessuras variam de 60 m (Campo de Viola) a 30 m (área do 1-RJS-15), nos baixos herdados da deposição anterior e nas porções correspondentes aos altos do Macaé Inferior, respectivamente. Assim, uma diferença de relevo da ordem de 30 m pode ser inferida entre os bancos rasos e as depressões que constituíam a morfologia deposicional ao final do Eomesoalbio. Nesse tempo, amplia-se a diferença batimétrica entre a plataforma rasa e as porções distais do sistema.

Na porção norte da bacia, continuou a deposição siliciclástica. A paleogeografia ao final da deposição do Macaé Inferior é mostrada na figura 2.

OCORRÊNCIA DE ACRITARCHAE (MICROFÓSSEIS MARINHOS) EM SEDIMENTOS DO PRÉ-CAMBRIANO NA ÁREA DE JANUÁRIA, MG, BRASIL

Luiz Padilha de Quadros¹

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUMGARTEN, C. S. *et alii*. Projeto Garoupa. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX/CENPES, DEPRO, 1982. Relatório interno, 57.
- BAUMGARTEN, C. S. *et alii*. Projeto Bonito; relatório interno. PETROBRÁS. DEPEX/DEPRO/CENPES, 1984.
- BELTRAMI, C. V. Mapa paleogeográfico de progresso da Formação Macaé Inferior; nota técnica. DIVIB/SECA-SU, 1982.
- CAROZZI, A. V. *et alii*. Microfacies and depositional-diagenetic evolution of Macaé Carbonates (Albian-Cenomanian). Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPRO. DIVEX, 1977. (Relatório interno, 6013).
- CAROZZI, A. V. *et alii*. Depositional-diagenetic history of Macaé Reservoirs (Albian-Cenomanian), Campos Basin, offshore Rio de Janeiro, Brazil. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 63 (3): 429, 1979.
- FALKENHEIN, F. U. H. *et alii*. Petroleum geology of the Macaé Formation (Albian-Cenomanian), Campos Basin, Brazil (carbonates microfacies-depositional and diagenetic models — natural and experimental porosity). Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES, 1981. 140 p. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, 11).
- GUARDADO, L. R. *et alii*. *Estudo da seção de Água Rasa da Fm. Macaé na área N-NO da Bacia de Campos*; relatório interno. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1983.
- SPADINI, A. R. & PAUMER, M. L. Os reservatórios Macaé no Campo de Pampo: o meio poroso e a diagênese; relatório interno. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES, 1983.
- TESSARI, E. & TIBANA, P. Interpretação preliminar da evolução sedimentológica da Formação Macaé; relatório interno. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DIVEX, 1975.
- TSUBONE, K. & POSSATO, S. *Mapeamento regional da Fm. Macaé na Bacia de Campos*; Grupo de Análise da Bacia de Campos. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. DEPEX, SEGEL, 1977/8.

A PETROBRÁS iniciou, recentemente, um projeto na Bacia Proterozóica do São Francisco, visando a definir seu potencial petrolífero. O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), por sua vez, perfurou dezenas de poços nos sedimentos do Grupo Bambuí, em Minas Gerais, com o intuito de fornecer subsídios para a prospecção mineral. Dentre esses, foi selecionado o poço 1-PSB-13-MG (Projeto Sondagem Bambuí, Minas Gerais) para análises paleontológicas e geoquímicas, por estar em situação geológica estratégica da bacia.

Análises geoquímicas por métodos óticos evidenciaram, no poço 1-PSB-13-MG, intervalo 633-1 254 m, a presença de remanescentes orgânicos com diferentes formas (Aymar da Silva Santos, informação verbal). Examinado o material, concluímos tratar-se de *Acrítarchae*, principalmente dos gêneros *Kildinella*, *Vandalosphaeridium* e cf. *Stictosphaeridium*. Esses gêneros ocorrem em outras partes do mundo, como na Suécia, Groenlândia e Irlanda. De acordo com VIDAL (1981), esses gêneros distribuem-se do Neo-Rifeano até o Vendiano (Pré-Cambriano). Segundo a interpretação da Metalúrgica de Minas Gerais (METAMIG), as rochas que contêm esses *Acrítarchae* pertencem ao grupo Espinhaço. Assim sendo, essas rochas seriam de origem marinha e teriam idade absoluta ao redor de 650 milhões de anos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- VIDAL, G. Micropaleontology and biostratigraphy of the upper Proterozoic and lower Cambrian sequence in East Finnmark, northern Norway. *Norges geol. Unders.* 362: 1-53, 1981.

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

TEMPESTADES COMO AGENTES DE POLUIÇÃO AMBIENTAL E MORTANDADE EM MASSA NO PASSADO GEOLOGICO: CASO DAS FORMAÇÕES SANTANA (BACIA DO ARARIPE) E IRATI (BACIA DO PARANÁ)

Jorge Carlos Della Fávera¹

Têm sido notórias na literatura geológica brasileira descrições de seções sedimentares onde são sugeridos fenômenos de mortandade em massa. Destacam-se particularmente a Formação Santana (Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe) — famosa pelos fósseis de peixes em concreções calcárias (ictiólitos) — e a Formação Irati (Permiano, Bacia do Paraná), com estratos ricos em restos dos répteis aquáticos *Mesosaurus brasiliensis* e *Stereosternum tumidum*.

Levantamentos geológicos expeditos que fizemos em minas de gesso da região de Araripe, Pernambuco (Mina Lagoa de Dentro e outras), revelaram a existência de um horizonte basal à camada de folhelhos escuros com os ictiólitos, de grande extensão lateral. O exame mais acurado desta camada, de geometria tabular, que, em média, apresenta cerca de 20 cm de espessura, variando de arenito conglomerático na base, com restos de peixes e moluscos, até siltito no topo, revelou características de tempestitos. Internamente, pode-se visualizar uma estrutura do tipo *hummocky*, definidora dessa fácies.

Por outro lado, na localidade conhecida como Passo de São Borja, município de Rosário do Sul, Rio Grande do Sul — em afloramento clássico da Formação Irati, intercalado com os folhelhos pirobetuminosos —, ocorre um nível rico em restos de *Mesosaurus brasiliensis*. O exame de uma fotografia de um banco calcário situado abaixo desse nível (Ernesto Lavina, informação verbal) indica também muito claramente a presença de um tempestito carbonático, com a estrutura *hummocky*, em cuja base também ocorrem ossos desse réptil, com notável granodecrescência ascendente.

Em ambos os casos, trata-se de uma for-

1 - Divisão de Exploração, Centro de Pesquisas.

te indicação de que tempestades de grande intensidade produziram graves perturbações ecológicas, deflagrando processos que conduziram à mortandade em massa, em mais de um episódio, como é o caso da Formação Santana. Tanto nessa formação como na Irati, não são comuns indicações de ambientes marinhos francos. As fácies sedimentares e seu conteúdo fossilífero sugerem mais ambientes do tipo *lac-mer*, cuja ligação com áreas marinhas ou oceânicas seria muito precária ou efêmera. A presença de tempestitos nas duas formações não é incompatível com os contextos deposicionais sugeridos, já que suas extensões implicariam *fetchs* suficientes para a ge-

ração de grandes ondas de tempestade. Essas ondas poderiam revolver o fundo lamoso, de notável conteúdo orgânico, provocando envenenamento ambiental e mortandade em massa, a exemplo do que modernamente acontece, em menor escala, na Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro. Ademais, nessas ocasiões excepcionais, as eventuais barreiras, que porventura condicionavam os ambientes restritos das duas formações, poderiam ter sido removidas, introduzindo-se profundas modificações físico-químicas no meio, como variações na salinidade, temperatura, etc. A própria Formação Santana apresenta um nível carbonático extremamente delgado, aparentemente único, acima do intervalo com ictiólitos,

que se mostra portador de fósseis de organismos eurialinos, como equinodermatos (Diógenes Campos, informação verbal). Estas seriam, então, as possíveis testemunhas de uma efêmera *ingressão marinha*, seguindo-se ao rompimento das barreiras.

Assim, tempestades, cuja importância como agente geológico vem sendo reconhecida de maneira crescente nesses últimos anos, influenciando na formação de reservatórios para petróleo, passariam a desempenhar também papéis importantes na formação de rochas geradoras, como potencialmente o são os folhelhos orgânicos das duas formações ora comentadas.