ESTUDO FACIOLÓGICO DOS AFLORAMENTOS DE BOM DESPACHO (BA): RITMITOS E SEDIMENTOS DE ÁGUAS PROFUNDAS ASSOCIADOS

PEDRO VÍCTOR ZALÁN*, ANTÔNIO JOSÉ PINHEIRO RIVAS*, GILBERTO GERMANY HERTER*, JOSÉ CARLOS RABELO FROES*, MARIA DA GLÓRIA DA SILVA* e ADROALDO MENDES CAMÕES*

ABSTRACT Five sedimentary facies were distinguished in the two outcrops studied and were interpreted in the following manner: one facies represents the deposition at the bottom of the basin (black shale facies); three facies represent a turbiditic lobe (facies of sandy rhythmites, facies of shaly rhythmites, and facies of lenticular sandstones); and the last is a slumping facies representing a slope deposition (green shale facies). After this, the work proceeded with the integration of the data obtained with the lithostratigraphy of the Recôncavo Basin.

INTRODUÇÃO Este trabalho teve por objetivo o estudo faciológico de dois afloramentos situados na localidade de Bom Despacho, Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. Os afloramentos situam-se em praias localizadas nas vizinhanças do terminal do *ferry-boat* que liga a ilha a Salvador, estando um a sudeste (entre o terminal e a localidade de Gameleira) e o outro a nordeste (entre o terminal e a localidade de Porto Santo) (Fig. 1). A lavagem constante efetuada pelas marés originou excelentes exposições. Uma delas, a situada a sudeste, foi objeto de descrição por Ghignone (1978). Os afloramentos consistem em rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Recôncavo, desenvolvida durante o Jurássico Superior e Cretáceo Inferior.

O estudo faciológico de rochas sedimentares permite a caracterização e a separação de várias fácies. Delas podemos inferir os processos atuantes durante o transporte, a deposição, o período pós-deposicional (quando os sedimentos ainda estavam inconsolidados) e a diagênese dos sedimentos.

O trabalho constou do reconhecimento, individualização, descrição detalhada e levantamento estratigráfico das diversas fácies existentes nos afloramentos. Uma vez entendidas as fácies determinou-se o sistema deposicional responsável pela origem das mesmas. Considerações acerca de paleocorrentes, localização e proximidade das áreas-fonte foram também tecidas ao final deste estudo.

O embasamento teórico utilizado na realização desta pesquisa encontra-se amplamente divulgado na bibliografia geológica. O conceito de fácies sedimentares, seu reconhecimento e interpretação podem ser encontrados em Medeiros *et alii* (1971). Os mecanismos de transporte de sedimentos para águas profundas foram estudados por Middleton e Hampton (1976). Mais particularmente, as correntes de turbidez, os turbiditos e as fácies turbidíticas foram objetos de inúmeros trabalhos: Bouma (1962), Walker (1978), Apoluceno e Zalán (1979), etc. A geologia regional da Bacia do Recôncavo foi estudada por Viana (1971), Ghignone (1972) e Netto (1978).

GEOLOGIA LOCAL

a) RECONHECIMENTO DAS FÁCIES E SUAS DESCRIÇÕES

Cinco fácies diferentes foram reconhecidas nos dois afloramentos estudados. O reconhecimento e a individualização das fácies foram baseados na litologia, textura, estruturas sedimentares, geometria e paleocorrentes apresentadas por cada uma delas. Cada fácies foi denominada levando-se em conta a litologia e/ou estrutura mais marcante. A distribuição das cinco fácies pelos afloramentos é a seguinte:

- i) Afloramento a sudeste
 - 1) Fácies de ritmitos arenosos
 - 2) Fácies de ritmitos argilosos
 - 3) Fácies de arenitos lenticulares
- ii) Afloramento a noroeste
 - 4) Fácies de folhelhos verdes
 - 5) Fácies de folhelhos pretos

Cada fácies foi estudada detalhadamente em lâminas petrográficas, descrições macroscópicas, levantamento das estruturas sedimentares, geometria dos corpos, medição de paleocorrentes e tipos de contatos. Procedeu-se também a um levantamento estrutural/estratigráfico das seções com o intuito de se obter as relações espaciais entre as fácies. Os dados obtidos foram analisados em um subitem separado, visto que fornecem resultados interessantes.

Apresentamos a seguir a descrição detalhada de cada uma das cinco fácies.

1) FÁCIES DE RITMITOS ARENOSOS

Litologia Caracteriza-se pela alternância notável das camadas arenosas e argilosas, predominando as primeiras na proporção aproximada de 4/3 (Foto 1). Os arenitos possuem colorações claras (branco, amarelo, cinza), granulometria variável, predominando a faixa média/grosseira, por vezes conglomeráticos e com mui-

* Petrobrás/DEPEX/DIVIB/SECEPO
Av. Chile, 65 CEP 20035, Rio de Janeiro (RJ)

Figura 1 — Mapa de localização da área estudada e de direções de paleocorrentes (setas pretas)

tas estruturas sedimentares (*vide adiante*). Microscopicamente, caracterizam-se por apresentar textura homogênea, empacotamento normal, seleção moderada e mediana granulométrica areia média. Constituem-se granulometricamente de grãos fração areia (95%), silte (5%) e por vezes grãos cascalho (nunca superior a 5%). O arcabouço mineralógico, em média, é formado por: quartzo comum (85%), feldspato (10%, com predominância de K-feldspato sobre plagioclásio), fragmentos de rocha (5%, sílex e metamórficas quartzo feldspáticas). A matriz ocorre em porcentagens sempre muito inferiores a 5% e consiste em grãos tamanho silte de quartzo, feldspato e opacos. O cimento perfaz cerca de 10% em volume da rocha e consiste em calcita espática. Observa-se freqüentemente a presença de intraclastos de uma rocha carbonática oolítica, fragmentos de ostracóides e grãos subédricos de pirita. Considerando-se a classificação de Folk, esses arenitos têm em média uma composição subarcósica.

Os *folhelhos* são de dois tipos: o primeiro, muito mais abundante, é cinza-claro, raramente esverdeado, siltoso e freqüentemente gradacional com o topo dos arenitos. O segundo, muito mais raro, ocorre em camadas milimétricas e centimétricas em meio aos folhelhos anteriores. É preto betuminoso e extremamente fissil. Além desses, foi encontrada uma camada de *diamictito* cinza-claro/esverdeado, com seixos e grânulos de quartzo, folhelhos, feldspatos caulinizados, carvões e vegetais fósseis. Possui uma espessura de cerca de 30 cm intercalada em meio a arenitos com numerosos diques de areia e passando gradacionalmente a um delgado conglomerado no topo. *Dolomitos* escuros e argilosos ocorrem como concreções (septárias) e megaconcreções (métricas).

Disposição geométrica/estratigráfica/estrutural A caracterização mais marcante desta fácies é a intercalação monótona de arenitos e folhelhos, emprestando à fácies um caráter rítmico, razão pela qual assim foi denominada. Estruturalmente, ela é monótona, com uma estratificação bem desenvolvida, pouco perturbada por falhamentos normais e com um suave mergulho para nordeste (Foto 1). Estratigraficamente, ela encontra-se situada em meio a uma fácies de ritmitos extremamente

Foto 1 — Contato entre as fácies ritmito argiloso inferior e ritmitos arenosos

semelhantes a estes só que com predomínio de folhelhos (fácies de ritmitos argilosos). O contato com essa fácies, tanto na base como no topo, é gradacional.

Geometricamente, os arenitos apresentam-se em camadas com espessuras decimétricas e extensões de dezenas de metros. Localmente, essas camadas vão-se afinando gradualmente até sumir. Um fenômeno muito comum é o amalgamamento de duas ou três camadas arenosas formando uma mais espessa. O *diamictito* possui geometria idêntica, passando lateralmente para folhelhos siltosos.

Estruturas sedimentares Os arenitos desta fácies são muito ricos em estruturas sedimentares, uma lista das quais apresentamos a seguir: laminação paralela (regime de fluxo superior), estratificação cruzada, marcas onduladas, laminações convolutas, laminação paralela (regime de fluxo inferior), estruturas de escape de fluidos (pilares e outras), marcas de solas (estruturas de carga, estrias e turboglifos), pseudonódulos de arenitos (devido ao “afundamento” de bolsões de areia em meio à argila), *piled ripples*, aleitamento gradacional (muito raro), diques de areia (contorcidos ou não), estruturas de escorregamento (raras, Foto 6) e septárias (dolomitos).

Diversas medidas de paleocorrentes foram tomadas utilizando-se algumas dessas estruturas (estratificações cruzadas, marcas de sola). Os resultados serão analisados no subitem “medição de paleocorrentes”.

Processos sedimentares Uma característica diagnóstica dos processos sedimentares atuantes na deposição dos arenitos é a superposição diversas vezes observada das seguintes estruturas: laminação paralela (regime de fluxo superior), laminações cruzadas, onduladas e/ou convolutas, laminação paralela (regime de fluxo inferior) de arenitos muito finos e siltitos. Em dois locais esta seqüência é precedida por um nível conglomerático apresentando aleitamento gradacional normal. Toda essa seqüência é acompanhada por um decréscimo na granulometria, da base para o topo da camada. Tal seqüência de estruturas sedimentares caracteriza a seqüência de Bouma e identifica os agentes transportador e deposicional desses sedimentos: correntes de turbidez. Todas as outras estruturas confirmam tal interpretação visto que são freqüentemente associadas a turbiditos.

Assim sendo, os arenitos foram depositados principalmente por suspensão (há sempre uma componente de tração), nos regimes de fluxo superior (aleitamento gradacional e laminação paralela) e inferior (laminações cruzadas, onduladas, convolutas e paralela de siltitos e areias finas). Um único corpo apresenta a seqüência de Bouma completa ($T_a - e$), os outros a têm quase completa ($T_b - e$) enquanto corpos amalgamados geralmente estão incompletos (T_a , $T_a - b$, $T_a - c$) devido à erosão pelas corridas sobrepostas. A predominância é de arenitos com seqüência $T_b - e$, seguidos de arenitos $T_c - e$. Os folhelhos cinzentos representam a parte fina trazida pelas correntes de turbidez enquanto os folhelhos pretos provavelmente sejam oriundos da sedimentação normal da bacia, nas fases interturbidíticas. A espessura milimétrica desses últimos indica uma grande atividade de correntes de turbidez nessa época e nesse local.

2) FÁCIES DE RITMITOS ARGILOSOS

Trata-se da mesma fácies anterior só que com um predomínio de folhelhos. As litologias (tanto em composição quanto em textura), suas geometrias, a disposição estrutural, as estruturas sedimentares, as paleocorrentes e os processos atuantes são rigorosamente os mesmos das fácies de ritmitos arenosos. Os contatos entre elas são gradacionais e estabelecidos pelos autores mais ou menos arbitrariamente, em função da predominância de folhelhos ou arenitos.

3) FÁCIES DE ARENITOS LENTICULARES

Litologia Caracteriza-se pela presença de um espesso corpo de arenito (no máximo 1,50 m) de forma lenticular em meio a ritmitos argilosos semelhantes aos da fácies anterior (Foto 2). O arenito possui composição e textura parecidas com as dos arenitos das fácies de ritmitos. Camadas milimétricas de folhelhos ocorrem em seu interior.

Disposição geométrica/estratigráfica/estrutural A característica mais marcante desta fácies é a lenticularidade do corpo de arenito observável em apenas uma extremidade desta camada. A outra extremidade situa-se em uma parte do afloramento semidestruída pela erosão atual. Entretanto, na maré baixa, pode-se projetar este corpo em direção à praia e lá, em meio às camadas aflorantes, torna-se possível distinguir-se a base côncava para baixo deste arenito, quase que totalmente erodido. Abaixo desta lente ocorre uma outra camada mais delgada de arenito, com uma geometria também semelhante a uma lente, mas não tão evidente quanto a anterior.

Estratigraficamente, esta fácies situa-se na parte mais basal do afloramento em meio à fácies de ritmitos argilosos. Estruturalmente, esta lente acompanha a estratificação dos ritmitos e parece estar encaixada e alongada segundo uma direção nordeste—sudoeste.

Estruturas sedimentares Este arenito é semelhante aos arenitos da fácies de ritmitos, inclusive no tocante às estruturas sedimentares. Observam-se: laminação paralela (do regime de fluxo superior), laminações onduladas, cruzadas e convolutas, laminação em festão e laminação paralela (do regime de fluxo inferior).

Algumas direções de paleocorrentes foram tomadas obtendo-se um resultado compatível com as paleocorrentes medidas nas fácies de ritmitos (S40W, vide “*medida de paleocorrentes*”).

Processos sedimentares Devido à grande semelhança com as fácies anteriores, supõe-se que os processos de transporte e deposição atuantes tenham sido os mesmos, ou seja, correntes de turbidez. Entretanto, em vez de as corridas espalharem-se em forma de extensas camadas, parece-nos que aqui elas foram confinadas a uma região de geometria lenticular (canal?).

A camada é composta pelo amalgamamento de diversos arenitos turbidíticos. Utilizando-se a sequência de Bouma e as delgadas camadas de folhelhos existentes, pode-se observar a superposição de até três corridas distintas.

4) FÁCIES DE FOLHELHOS VERDES

Litologia Caracteriza-se pela presença, em quantidades quase iguais, de pelitos de coloração verde, cinza-esverdeado e cinza, e arenitos de coloração claras (branco, amarelo, cinza) de granulometria média a grossa, frequentemente conglomeráticos, mal selecionados e portadores de abundantes seixos centimétricos do folhelho anteriormente descrito. É de se ressaltar o fato de esses arenitos serem muito semelhantes aos arenitos das fácies de ritmitos do outro afloramento, caracterizados em maior detalhe na descrição dessas fácies.

Subordinadamente, ocorrem *dolomitos* cinza-escuros ou pretos finos e duros (vide descrição detalhada na *fácies seguinte*).

Disposição geométrica/estratigráfica/estrutural A característica mais marcante desta fácies são os intensos e generalizados fenômenos de escorregamentos que provocaram o aparecimento de inúmeras dobras de caráter complexo, de grandes e pequenas amplitudes (Foto 3), o isolamento de bolsões de areia em meio ao folhelho (pseudonódulos), a deformação de estruturas internas e o deslocamento e o rompimento de camadas de arenitos em diversos pedaços espalhados em meio ao folhelho.

Com o intuito de melhor exemplificarmos a intensidade desses fenômenos de escorregamento, descreveremos uma camada de arenito situada no extremo noroeste-

Foto 2 — Lente de arenito (fácies de arenitos lenticulares)

Foto 3 — Dobra de escorregamento na fácies de folhelhos verdes

te do afloramento. Trata-se de um turbidito com espessura de cerca de 1 m, apresentando uma seqüência de Bouma muito bem desenvolvida ($T_b - e$), permitindo sua fácil correlação entre vários pontos do afloramento. Em um círculo de raio igual a 10 m, pudemos observar esta camada em três posições completamente diferentes: a) em sua posição normal e quase horizontal; b) um pedaço dela encaixado no folhelho e em posição vertical; e c) um outro pedaço dela em posição completamente invertida, com o intervalo b no topo e o d/e na base (Foto 4).

Foto 4 — Vista parcial da camada fragmentada: uma parte dobrada e outra revirada. A seta indica o topo (fácies de folhelhos verdes)

A medição da direção dos eixos de algumas dobras assimétricas nos fornece a direção e o sentido dos escorregamentos perpendicular a esses eixos. Os escorregamentos apresentam notável uniformidade para S40°W.

Estratigraficamente, esta fácies ocorre em dois níveis intercalados com a fácies de folhelhos pretos. Estruturalmente, não se pode falar em mergulho das camadas já que nesse amontoado de folhelhos e arenitos rompidos e contorcidos as direções e os ângulos de mergulho são os mais variados possíveis.

A geometria dos corpos arenosos não pode ser muito bem definida. Muito embora a maioria dos corpos deva ter tido um formato original de camadas, chama-se a atenção para um espesso corpo de areia ocorrente no extremo sudeste do afloramento. Trata-se de um arenito grosseiro, com muitos seixos de folhelhos uniformemente distribuídos e poucas estruturas (laminação paralela), possuindo uma geometria alongada restrita à feição de um canal. Poderia representar um canal preenchido por areias residuais do *by-pass* nas quais o fluxo de grãos tenderia a homogeneizá-las. Os dolomititos ocorrem em concreções e em camadas centimétricas.

Estruturas sedimentares As estruturas sedimentares observadas nos arenitos desta fácies foram: laminação paralela (intervalo b de Bouma), raras laminações cruzadas, ondulada e convoluta (intervalo c de Bouma), raríssimas laminações paralelas (do regime de fluxo inferior, intervalo d/e) e freqüentes marcas de carga. Diques de areia são comuns assim como septárias.

Não foram tomadas medidas de sentidos de correntes devido ao fato de as camadas estarem altamente perturbadas pelos escorregamentos.

Processos sedimentares Os processos sedimentares atuantes na deposição desta fácies foram principalmente correntes de turbidez e talvez fluxo de grãos (nas areias canalizadas), em regimes de fluxo superior e inferior. Os arenitos turbidíticos apresentam predominantemente o intervalo b de Bouma e, às vezes, o intervalo c. Apenas uma camada de arenito apresentou uma seqüência mais completa ($T_b - e$), estando além disso amalgamada com outras corridas. Os folhelhos verdes podem representar a parte fina das correntes de turbidez ou então a sedimentação normal do talude. Presume-se que estes representem uma fácies de talude devido aos intensos fenômenos de escorregamento tão comuns nessas regiões e pela intercalação com fácies de fundo de bacia (*vide fácies a seguir*).

5) FÁCIES DE FOLHELHOS PRETOS

Litologia Caracteriza-se pela ampla predominância de folhelhos pretos, betuminosos, freqüentemente carbonosos (vegetais fósseis). Subordinadamente, ocorrem outras litologias, tais como: arenitos cinza-escuros, homogêneos, moderadamente selecionados, empacotamento fechado e com mediana granulométrica areia média. Granulometricamente, consistem em 95% de grãos fração areia e 5% de fração silte. O arcabouço mineralógico é formado por cerca de 65% de quartzo, em geral ondulado e apresentando às vezes inclusões aciculares de rutilo, 15% de feldspatos (plagioclásio > K-

feldspato), alguns já quase totalmente alterados (vacuolizados e caulinizados), 20% de fragmentos de rochas (sílex, calcário, metamórfica quartzo-feldspática e uma rocha rica em clorita e plagioclásio). A matriz ocorre em porcentagens nunca superiores a 5% e consiste em finas palhetas de clorita. Cimento (5% em volume) ocorre sob duas formas: *a)* intersticial carbonático e *b)* silicoso (anéis sintaxiais em torno dos grãos de quartzo). A presença desse crescimento secundário de quartzo, associada à predominância de contatos do tipo côncavo-convexo, é evidência de que a rocha sofreu *pressure-welding*. Ostracóides também estão presentes. Segundo a classificação de Folk, esses arenitos são do tipo litoarenito feldspático; *siltitos/argilitos* castanhos e cinza-escuros, maciços e duros; e *dolomitos* que microscopicamente podem ser denominados *microdoloespátitos*, com impurezas de silte em torno de 10%. É composto por um mosaico muito fino de romboedros de dolomita, onde flutuam grãos finos corroídos de quartzo, feldspato, opacos e palhetas de biotita. Os opacos estão liberando óxido de ferro, o que imprime à rocha uma tonalidade amarronzada. Segundo Cícero Pereira (*comunicação oral*), essas rochas seriam o produto da dolomitização de lamelas carbonáticas (micritas). Observam-se ainda raras camadas de arenitos mais claros semelhantes aos da fácies anterior.

Disposição geométrica/estratigráfica/estrutural Esta fácies ocorre intercalada com a fácies anterior, conforme será discutido mais adiante no subitem "Estratigrafia". Estruturalmente, a fácies é monótona. A estratificação das camadas é bem desenvolvida e pouco perturbada por falhamentos normais, com um suave mergulho para nordeste.

Geometricamente, os arenitos apresentam-se em camadas pouco espessas (decimétricas/centimétricas) e extensas (dezenas de metros), isoladas ou raramente amalgamadas com outras lateralmente ou em bolsões (Foto 5). Os siltitos/argilitos ocorrem em camadas centimétricas. Os dolomitos ocorrem como concreções, nódulos

Foto 5 — Diques de areias contorcidos na fácies de folhelhos pretos

ou como camadas centimétricas extensas. Todas essas litologias acham-se inclusas em espesso pacote de folhelhos pretos.

Estruturas sedimentares As estruturas sedimentares observadas nas litologias desta fácies foram: laminação paralela por tração (regime de fluxo superior) dada pela alternância de leitos arenosos de granulometrias diferentes, laminação paralela por suspensão (regime de fluxo superior) dada pela alternância de leitos siltosos e argilosos, laminação por suspensão (regime de fluxo superior) em arenitos laminados (intervalo *a* de Bouma), laminação cruzada de baixo ângulo, marcas de sola (*estrias, flutes, chevron* e cristas, e valas longitudinais), numerosos diques de areia com espessuras centimétricas e decimétricas, por vezes pouco contorcidos (Foto 5) e bolsões (*pseudonódulos*) de areias, isolados da camada original, formados pelo afundamento de marcas onduladas empilhadas (*piled load casted ripples*) em meio aos folhelhos pretos (Foto 6).

Foto 6 — *Piled load casted ripples* na fácies de folhelhos pretos

Algumas estruturas de marcas de sola foram utilizadas para medição de paleocorrentes (vide subitem "Medição de paleocorrentes").

Processos sedimentares Os processos sedimentares atuantes na deposição desses arenitos e siltitos/argilitos foram correntes de suspensão, provavelmente correntes de turbidez.

Os arenitos apresentam, na maioria das vezes, o intervalo *b* de Bouma e, raramente, o intervalo *c* muito mal desenvolvido (laminacões cruzadas de baixo ângulo). Os siltitos/argilitos poderiam representar turbiditos mais distais (intervalos *d/e*) enquanto faixas mais claras nos folhelhos seriam os resquícios de partes mais distais de pulsos turbidíticos. Entretanto há uma certa componente de tração associada a eles. Os sedimentos eram provavelmente altamente fluidizados devido à relativa ausência de estruturas nos arenitos e à grande quantidade de diques de areias.

Os folhelhos betuminosos representam a deposição normal de fundo de bacia (suspensão) em ambiente redutor.

b) ESTRATIGRAFIA

Como já foi dito, neste trabalho foram estudados dois afloramentos situados numa linha sudeste—noroeste, separados entre si por um vale no qual se situa a estação do *ferry-boat*. Não nos foi possível levantar a posição estratigráfica relativa dos dois afloramentos, visto que eles estão separados por uma larga faixa sem exposições de rochas. Além do mais, a região é cortada por numerosos falhamentos que originaram diversas estruturas tipo *horst* e *graben*. Fica, portanto, difícil a extração do comportamento faciológico-estrutural através desta faixa sem exposições. Entretanto, observamos que em ambos os afloramentos, de sudeste para noroeste, e, a despeito de todos os falhamentos e escorregamentos existentes, sobe-se na estratigrafia devido ao mergulho regional para nordeste.

Considerando-se que esse mergulho persista de um afloramento para outro e que os falhamentos porventura existentes entre eles possuam rejeitos de pequeno porte, poderíamos concluir que o afloramento situado a noroeste do terminal é estratigraficamente superior ao situado a sudeste.

Duas seções geológicas esquemáticas são apresentadas com o objetivo de ilustrar o comportamento faciológico-estrutural e o comportamento estratigráfico encontrados.

Na Fig. 2A, podemos observar o afloramento situado a sudeste do terminal. De sul para o norte,

começamos com uma fácies de ritmitos argilosos, a qual apresenta da base para o topo um aumento no teor e na espessura de suas areias, passando gradacionalmente para a fácies de ritmitos arenosos. Na parte mediana da primeira fácies, temos camadas de arenitos com geometria lenticular formando a fácies de areias lenticulares. A fácies de ritmitos arenosos continua apresentando espessamento ascendente até a parte mediana de sua espessura, quando então ocorre o auge da alimentação de areias, representado por diversas camadas de areias amalgamadas, com dois níveis conglomeráticos, formando um espesso corpo arenoso (1 m). Daí para cima, o teor de areias e suas espessuras começam a diminuir até que ocorre a passagem gradual para uma fácies superior de ritmitos argilosos. Duas falhas normais, uma de rejeito não muito bem definido, perturbam esta passagem. Daí em frente, a fácies de ritmitos argilosos predomina, apresentando-se sob a forma de um sinclinal suave.

A Fig. 2B representa o afloramento situado a noroeste do terminal. Neste, a complicação estrutural é um pouco maior. De sul para norte ocorre, inicialmente, a fácies de folhelho verde, altamente perturbada por estruturas de escorregamentos, em contato de falha com a fácies de folhelho preto. No bloco alto da falha, esta segunda fácies encontra-se capeada por um resquício da primeira. Continuando por dentro da fácies de folhelho preto, observa-se um *horst* no qual encontramos esta mesma fácies, só que agora sobreposta a outra fácies de folhelho verde, sem

Figura 2 — Seções geológicas esquemáticas dos afloramentos estudados: a sudeste do terminal do *ferry-boat* (2A) e a noroeste do terminal (2B).

escorregamentos evidentes. Entretanto, o afloramento permite apenas uma visão de alguns decímetros do topo desta segunda fácies de folhelhos verdes. Temos, portanto, duas fácies, uma superior, muito deformada, e outra inferior, mal exposta. Entre as duas ocorre a fácies de folhelhos pretos. Continuando em frente, podemos observar um *graben* basculado para norte, onde a situação descrita anteriormente se repete. Neste bloco, podemos observar bem o contato entre o topo dos folhelhos pretos e a base dos verdes, com aspecto gradacional. Uma nova fácies de folhelhos pretos aparece sobreposta à fácies de folhelhos verdes mais superior. Nova falha normal faz esta última fácies reaparecer, apresentando o maior grau de deformação observável no afloramento, com arenitos totalmente quebrados, em pedaços soltos em meio aos folhelhos, dobrados e/ou revirados.

c) MEDIÇÃO DE PALEOCORRENTES

Diversas medidas de paleocorrentes foram efetuadas com o intuito de se saber a procedência das correntes de turbidez responsáveis pelo transporte e pela deposição de grande parte dos sedimentos estudados. Diversas estruturas sedimentares, preservadas nos corpos de arenitos das diversas fácies, foram medidas com esse objetivo. As estruturas utilizadas foram: estratificação cruzada, marcas onduladas e associações de marcas de sola (marcas de estrias com *flute marks* e/ou *prod marks*; cristais e valas longitudinais com *flutes*; e marcas de *chevron* com *flutes*). Os resultados obtidos foram plotados em um diagrama de frequência (Fig. 3) e as direções preferenciais resultantes foram plotadas no mapa de localização (Fig. 1) para se dar uma idéia geográfica da proveniência dessas correntes.

Na Fig. 3, observa-se a existência de três sentidos preferenciais, situados dentro da faixa S35°E-S35°W,

Figura 3 — Diagrama de frequência das direções de paleocorrentes (23 medidas)

indicando claramente que as correntes vieram de norte para sul. O sentido principal é S30°E, nas vizinhanças da qual caíram 40% das medidas efetuadas. Seguem-se S5°W (20%) e S35°W (15%). Ressalte-se o fato de que todas essas medidas pertencem a arenitos das fácies de ritmitos (arenosos e argilosos) e de areias lenticulares. Não foram efetuadas medidas nas fácies de folhelho verde devido aos fenômenos de escorregamento que deslocaram completamente as camadas de suas posições originais. Muito interessante é o fato de que duas medidas anômalas (correntes para noroeste) pertencem aos arenitos escuros da fácies de folhelhos pretos. Aliando-se este fato à diferença textural nítida entre esta fácies e as demais, somos levados a pensar que a fácies de folhelho preto (ao menos seus arenitos) representa sedimentos de área-fonte diferente, situada a sudeste da área (falha do Salvador?).

INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL

Apresenta-se neste capítulo as interpretações em termos de sistemas e ambientes deposicionais para as diversas fácies estudadas. Concomitantemente, tenta-se o encaixe delas na coluna litoestratigráfica da bacia.

Fácies de folhelhos pretos Os folhelhos pretos betuminosos representam uma sedimentação de fundo de bacia, provavelmente lacustre, em águas não muito profundas (devido à presença de carvão e vegetais fósseis) e em ambiente redutor. Por diversas vezes, variações nas condições ambientais levaram à deposição de micritas, as quais foram posteriormente dolomitizadas. Ocasionalmente, a quietude do meio era perturbada pela incursão de correntes de turbidez, provenientes da falha do Salvador, e que provocaram a deposição de arenitos escuros. Inúmeros pulsos distais dessas correntes estão impressos nos folhelhos em forma de camadas milimétricas mais claras. A alta fluidização desses sedimentos levou à formação de diversos diques de areia. Frisa-se o fato de ser a área-fonte dessas correntes inteiramente diferente da área-fonte das correntes das demais fácies. A falha do Salvador foi apontada como sendo tal devido, principalmente, a dois fatos: a) as paleocorrentes medidas nos arenitos eram provenientes de sudeste e b) a composição mineralógica deles é fortemente influenciada pela mineralogia dos granulitos ocorrentes nas imediações da falha (quantidades abundantes de fragmentos de metamórfica rica em clorita, quartzo com extinção ondulante forte e quartzo com inclusões de rutilo).

Baseando-se em nossas descrições e nas descrições litoestratigráficas da Bahia do Recôncavo, conclui-se ser esta fácies representativa dos folhelhos da Formação Candeias. Os arenitos escuros pertencem, provavelmente, ao Membro Morro do Barro da Formação Salvador, que corresponde às partes distais dos conglomerados sintectônicos que ocorrem ao longo da borda leste da bacia. Acredita-se ser esta fácies predominante na época da deposição, tendo sua quietude deposicional perturbada diversas vezes pela atuação de outros processos sedimentares mais energéticos (correntes de turbidez, escorregamentos, etc.).

Fácies de ritmitos arenosos Como já foi visto anteriormente, os processos atuantes no transporte e na deposição desses sedimentos foram correntes de turbidez. Esta fácies representa, portanto, a implantação de uma fase energética de correntes de turbidez de caráter proximal. Tal caráter é evidenciado pela alta razão areia/folhelho e a grande quantidade de arenitos com sequência $T_b - e$. Os folhelhos cinzentos representam a parte fina trazida pelas correntes de turbidez. Os períodos de quietude foram raros, tendo em vista as pequenas quantidades e espessuras das camadas de folhelhos pretos serem representativas da sedimentação pelítica normal no fundo da bacia.

Diagnosticou-se um lobo turbidítico, apesar de não ter sido possível o encaixe do modelo observado em nenhum dos modelos de deposição turbidítica conhecidos na bibliografia (de Walker, de Mutti, etc.). Tal impossibilidade pode ser explicada pelo fato de os modelos clássicos lidarem geralmente com grandes leques submarinos, em águas marinhas profundas e alimentados a partir de um cânham. Em nosso caso, estamos em um ambiente lacustre, de águas não muito profundas e, acreditamos, desprovidos de cânhames alimentadores (não há evidências na bibliografia geológica regional). Partiu-se, então, para a elaboração de um modelo próprio.

Primeiramente, tentou-se localizar e identificar a área-fonte. Conforme a análise efetuada no subitem "Estratigrafia", as paleocorrentes indicam áreas-fonte ao norte da região. De acordo com os dados bibliográficos sobre a geologia regional, sabe-se que, oriundos do norte, lobos deltaicos do Grupo Ilhas progradavam para o interior do lago existente na época (Formação Candeias). Acredita-se que esses deltas tenham sido os fornecedores dos materiais carregados pelas correntes de turbidez. De acordo com o que temos enfatizado, a composição dos arenitos desta fácies (K-feldspatos, rochas carbonáticas oolíticas, abundante quartzo normal) é completamente diferente dos arenitos da fácies anterior. Tal fato se deve, em grande parte, às áreas-fonte diferentes. A ação de abalos (provavelmente de caráter sísmico) sobre as áreas das frentes deltaicas originariam as correntes de turbidez que se dirigiriam para as partes profundas do lago. A presença de fragmentos de carvão nesta fácies corrobora a hipótese de área-fonte deltaica para esses sedimentos.

Portanto, o modelo proposto é o de lobos turbidíticos depositados no sopé de taludes deltaicos. Fenômenos sísmicos abalariam as areias da frente deltaica, as quais, sob ação de correntes de turbidez, seriam carregadas para o fundo da bacia, depositando-se em torno de lobos deltaicos. O abandono desses lobos pela migração dos canais distributários reflete-se nos turbiditos pela diminuição ascendente no teor e na espessura das areias. Entretanto, esses espessamentos e afinamentos ascendentes podem também ser explicados pela mudança no material suprido pelos distributários devido a aumentos e diminuições na atividade tectônica, respectivamente.

Fácies de ritmitos argilosos De acordo com o modelo exposto, para as fácies anterior, a fácies de ritmitos argilosos inferior representaria a parte distal de um lobo

deltaico em processo gradual de implantação. A fácies de ritmitos arenosos sobreposta representa o auge da implantação do lobo causada, talvez, por uma maior atividade tectônica (maior intensidade das correntes de turbidez). Conforme os canais distributários vão migrando e abandonando o lobo deltaico e/ou a atividade tectônica diminui, a frequência das correntes de turbidez começa a diminuir gradualmente até surgir de novo a fácies de ritmitos argilosos superior.

Fácies de folhelhos verdes Grandes escorregamentos são geralmente associados à fácies de talude. A intercalação desta fácies com outra representativa de fundo de bacia indica que os folhelhos verdes e os arenitos, altamente perturbados representam materiais lançados para dentro da bacia pelos fenômenos de escorregamento ao longo de um talude subaquoso. Tal talude poderia ser a) o gradiente da frente deltaica ou b) um talude resultante de basculamento tectônico da bacia. A segunda hipótese parece ser a mais provável em vista da conhecida atividade tectônica da bacia. No caso da primeira hipótese, os folhelhos verdes representam argilas intercaladas com as areias da frente deltaica (Grupo Ilhas). No caso da segunda hipótese, os folhelhos verdes seriam os folhelhos Candeias em uma fácies não redutora intercalada com turbiditos de talude.

Devido à semelhança litológica-textural desta fácies com a de ritmitos, acreditamos que a fácies de folhelhos verdes represente o escorregamento de uma fácies semelhante aos dos ritmitos, ao longo de um talude formado pelo basculamento (local?) da bacia para sudoeste. Parte dos sedimentos estava ainda inconsolidada em vista da ocorrência de arenitos sem estrutura alguma (perdidas durante a movimentação) e com seixos de folhelho verde (adquiridos durante o escorregamento). Entretanto, tais arenitos poderiam representar sedimentos de canal depositados sob o regime de fluxo de grãos. Outra parte dos sedimentos já se encontrava consolidada em vista da ocorrência de camadas de arenito fragmentadas, com os fragmentos preservando as estruturas originais (geralmente seqüências de Bouma).

Fácies de arenitos lenticulares A presença de um corpo de arenito relativamente espesso e de geometria lenticular, composto pelo amalgamamento de várias corridas de turbiditos, em meio à fácies de ritmitos argilosos inferior, sugere a ocorrência de correntes de turbidez confinadas em uma região restrita, ou seja, em um canal. Teríamos, portanto, um canal de direção nordeste-sudoeste preenchido por correntes de turbidez provenientes de nordeste. Seria uma fácies acanalada do lobo turbidítico em estudo.

CONCLUSÕES À época da deposição dos sedimentos estudados, existia na Bacia do Recôncavo um grande lago de águas moderadamente fundas. A deposição normal desse lago, em suas partes mais profundas, era de lamas ricas em matéria orgânica, por vezes micríticas, em um ambiente redutor propício à preservação do conteúdo orgânico (Formação Candeias). Este lago era limitado em sua parte oriental pela falha do Salvador, a qual, em franca atividade tectônica, provocava a depo-

sição de cunhas de clásticos nas bordas da bacia (Formação Salvador) e originava correntes de turbidez que, ocasionalmente, chegavam até as partes mais profundas da bacia, depositando delgadas areias em meio às lamelas escuras (fácies folhelhos pretos) (Fig. 4).

Ao norte, deltas do Grupo Ilhas progradavam para o interior do lago e, juntamente com a atividade tectônica da bacia, perturbavam a calma sedimentação da Formação Candeias de dois modos: a) pelo lançamento de correntes de turbidez originadas nas frentes deltaicas e que depositavam lobos turbidíticos no interior da bacia (fácies de ritmitos arenosos e de arenitos lenticulares), e

pelos escorregamentos, ou da frente deltaica ou de turbiditos já depositados (fácies de folhelhos verdes).

Agradecimento Este trabalho foi realizado sob a coordenação e orientação do Prof. Rodi Ávila Medeiros, do Setor de Ensino da Petrobrás na Bahia. A ele se dirigem nossos agradecimentos, extensivos também à Sra. Ivonildes Fonseca, pela datilografia do trabalho, e ao Sr. José Hélio de Carvalho, pela confecção dos desenhos. Agradecemos também ao Prof. Francisco Celso Ponte pelas sugestões e críticas apresentadas durante a revisão deste trabalho.

Figura 4 — Bloco-diagrama mostrando as relações entre as diversas fácies estudadas à época da deposição.

BIBLIOGRAFIA

- APOLUCENÔ NETO, A. F. e ZALÁN, P. V. — 1979 — Reconhecimento de Turbiditos através de Perfis Elétricos. Exemplos das Bacias Costeiras do Nordeste do Brasil. Anais do IX Simpósio de Geologia do Nordeste (no prelo), Natal.
- BOUMA, A. H. — 1962 — "Sedimentology of Some Flysch Deposits". Amsterdam, Elsevier Publ. Co., 169 pp.
- FOLK, R. L. ANDREWS, P. B. e LEWIS, D. W. — 1970 — Detrital Sedimentary Rock Classification and Nomenclature for use in New Zealand. *N. Z. J. Geol. Geophys.* 13:937-968.
- GHIGNONE J. I. — 1972 — A Evolução Estrutural do Recôncavo durante o Tempo Candeias. *Revista Brasileira de Geociências* 2, pp. 35-50.
- GHIGNONE, J. I. — 1978 — Os Turbiditos de Bom Despacho, Bahia. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, vol. 8, pp. 793-798.
- MIDDLETON, G. V. e HAMPTON, M. A. — 1976 — "Subaqueous sediment transport and deposition by sediment gravity flows". In D. J. Stanley and D. J. P. Swift (eds), "Marine Sediment Transport and Environmental Management". New York, Wiley Intersci., pp. 197-218.

- MEDEIROS, R. A., SCHALLER, H. e FRIEDMAN, G. M. — 1971 — Fácies Sedimentares. *Bol. Ciência — Técnica — Petróleo*, CENPES Rio de Janeiro.
- NETTO, A. S. T. — 1978 — A Implantação da Fase Rift na Bacia do Recôncavo. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, vol. 1, pp. 506-517.
- VIANA, C. F. e outros — 1971 — Revisão Estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 14, (3/4): 157-192.
- WALKER, R. G. — 1978 — Deep-Water Sandstone Facies and Ancient Submarine Fans: Models for Exploration for Stratigraphic Traps. *AAPG Bull.*, vol. 62/6, pp. 932-966.

Recebido em 29 de dezembro de 1980.