

Bacia da Foz do Amazonas

Jorge de Jesus Picanço de Figueiredo¹, Pedro Víctor Zalán², Emilson Fernandes Soares¹

Palavras-chave: Bacia da Foz do Amazonas | Estratigrafia | carta estratigráfica

Keywords: Foz do Amazonas Basin | Stratigraphy | stratigraphic chart

introdução

A Bacia da Foz do Amazonas corresponde à mais extrema bacia ao norte da margem continental brasileira, situando-se em frente a todo o litoral do Estado do Amapá e parte do litoral noroeste do Estado do Pará. Sua área é de 268.000 km² (Brandão e Feijó, 1994). Sua exploração processou-se basicamente durante as décadas de 70 e 80, em águas rasas. A retomada do processo exploratório na Foz do Amazonas no final dos anos 90 consistiu de extensa

aquisição sísmica 2D e 3D e de uma breve campanha de perfuração de quatro poços exploratórios (três em águas profundas, entre 2001 e 2004). Estes poços visaram basicamente o Cone do Amazonas, a seção superior do Cenozóico (Neógeno e parte do Paleógeno) da Bacia da Foz do Amazonas depositada pelo Rio Amazonas nos últimos 11 Ma.

Apesar de mais de 60 poços perfurados na bacia, apenas três estão localizados em águas profundas, no Cone do Amazonas. As seções do Neocretáceo (Fase Drifte, marinho franco) e parte do Eocretáceo (Fase Rife) só foram amostradas,

¹ E&P Exploração/Interpretação e Avaliação da Margem Equatorial e Bacias Interiores/Interpretação
e-mail: picanco@petrobras.com.br

² E&P Exploração/Gestão de Projetos Exploratórios/NNE

por poços, nas águas rasas da porção noroeste da bacia. A Bacia da Foz do Amazonas, em particular, teve seu último poço em águas rasas perfurado em 1987 (1-APS-53). Conseqüentemente, nenhum dado estratigráfico novo relativo à seção pré-eocênica advindo de poços foi incorporado ao conhecimento geológico desta bacia da margem equatorial desde a publicação pioneira da Petrobras sobre as cartas estratigráficas das bacias brasileiras (Brandão e Feijó, 1994).

Os dados aqui apresentados para a Fase Rifte da bacia são baseados predominantemente nos resultados de projetos diversos contratados pela Petrobras e, obviamente, em trabalhos publicados anteriormente. Para a Fase Drifte, os resultados apresentados são fruto de cuidadosa reinterpretação dos dados de poços existentes, amarrados com as linhas sísmicas disponíveis, à luz dos conceitos mais modernos da estratigrafia de seqüências. Particularmente, os poços de águas profundas permitiram uma reinterpretação deste banco de dados sob a luz dos avanços científicos das últimas duas décadas.

A Fase Rifte da Bacia da Foz do Amazonas é constituída por três grábens principais, alongados paralelamente à direção NNO-SSE. São denominados, de oeste para leste, de: Cassiporé, Cassiporezinho e Externo. Os dois primeiros são clássicos semi-grábens confinados entre altos do embasamento, apresentando borda falhada a oeste (maioria das falhas sintéticas, mergulhando para nordeste/leste) e borda flexural a leste. O Gráben Externo ocorre em porções mais distais e sua continuação/extensão em direção às águas profundas não pode ser visualizada com clareza nas linhas sísmicas.

A Fase Drifte iniciou-se no final do Albiano (*circa* 102 Ma) e transcorre até o tempo presente. Três domínios litoestratigráficos são claramente identificados nessa fase: entre o final do Albiano e o Neopaleoceno (Selandiano) ocorre um domínio de deposição siliciclástica. A partir de Selandiano até o topo do Mesomioceno instalou-se uma plataforma mista (carbonato-siliciclástica). Do Neomioceno (10,7 Ma) até o Presente desenvolveu-se uma portentosa edificação sedimentar conhecida como o “Cone do Amazonas”. A interpretação da evolução cronoestratigráfica da seção Drifte permitiu a individualização de 11 seqüências de 2ª ordem de acordo com Mitchum e Van Wagoner (1991).

A nomenclatura utilizada para a litoestratigrafia foi mantida semelhante à utilizada por Brandão e Feijó (1994), até hoje a mais completa revisão da estratigrafia da Bacia da Foz do Amazonas.

embasamento

Os Grábens do Cassiporezinho e Externo da Bacia da Foz do Amazonas foram implantados sobre a Faixa Móvel Rokelides, um cinturão de dobramentos e cavalgamentos de idade neoproterozóica de direção NNO-SSE que se formou durante a amalgamação do supercontinente Gondwana (Evento Orogenético Brasileiro). A Faixa Rokelides ocorre na área como resultado da junção entre a Faixa Araguaia e a Faixa Gurupi mais a sul (ambas de idade brasileira e situadas no entorno dos Crátos Amazônico e de São Luís). O nome Rokelides provém da extensão desta faixa móvel amalgamada na África. Por serem zonas lineares constituídas de fortes anisotropias laterais, as faixas móveis são zonas preferenciais para a instalação de riftes durante o processo de quebraamento continental e propagação de rupturas. Sua composição compreende rochas metasedimentares e metavulcânicas de origem infracrustal e supracrustal, com idades originais variando do Arqueano ao Neoproterozóico.

O Gráben do Cassiporé, de direção NO-SE, implantou-se como um ramo isolado, divergente em relação aos outros dois, em meio ao Cráton das Guianas, constituído pelo Complexo Guianense (gnaisses, granitóides, migmatitos, granulitos e ortoanfibolitos). Nesse domínio aparecem também, as rochas plutônicas ácidas e as supracrustais do Paleoproterozóico.

Superseqüência Pré-Rifte

Arenitos castanho-avermelhados intercalados com lavas basálticas ocorrem como uma seqüência plano-paralela, refletiva, de espessura constante, no assoalho dos três grábens. Em termos de litoestratigrafia corresponde à Formação Calçoene (Brandão e Feijó, 1994). Recentes

datações dos basaltos pelo método Ar-Ar apontam idades entre 235 e 194 Ma, indicando assim uma idade mesotriássica a eojurássica para a deposição desta unidade. A espessura máxima estimada para esta superseqüência é de 1.000 m (Brandão e Feijó, 1994).

A extensão areal subjacente a todos os grábens, sua ocorrência em alto estrutural separando os Grábens de Cassiporezinho e Externo, sua sismofácies de "trilhos", a ausência de crescimentos ou de variações bruscas de espessura e a presença de rochas ígneas básicas apontam para uma seqüência depositada em uma bacia do tipo *sag* Pré-Rifte, em condições intracratônicas desérticas. Este é o paleoambiente deposicional esperado para o interior do supercontinente Gondwana às vésperas de seu quebramento e ruptura.

Superseqüência Rifte

Seqüências K20-K40 e K50

A pequena quantidade de poços que penetraram nos sedimentos rifte, a falta de dados bioestratigráficos mais precisos e o não-reconhecimento de uma discordância significativa na sísmica não permitiram a separação das Seqüências K20-K40 (Rifte I) e K50 (Rifte II) nos grábens subjacentes da Bacia da Foz do Amazonas. Mesmo a ocorrência de uma fase de rifteamento neocomiana-barremiana é inferida nesta bacia, tendo em vista a sua localização entre o Rifte do Marajó (onde sedimentos rifte dessa idade são comprovados em poços), a sul; e o Platô de Demerara, a norte, onde sua ocorrência também é comprovada por poços. A idade máxima neocomiana para esta fase de rifteamento é também inferida pela idade do rifte, imediatamente a norte, no Platô de Demerara. As maiores espessuras dessas seqüências ocorrem nos Grábens do Cassiporezinho e Externo.

Em termos de litoestratigrafia, esta unidade corresponde à Formação Cassiporé, constituída por intercalações de folhelhos cinza-escuros, arenitos cinzentos muito finos a finos, seleção moderada e arenitos finos a médios, bem selecionados (Brandão e Feijó, 1994). Uma litofácies seme-

lhante à da Formação Codó, de idade neo-aptiana, bem caracterizada pela associação composta predominantemente por folhelhos e calcilitos, bem como pela sua assinatura elétrica, foi perfurada nos Grábens de Cassiporé e Externo pelos poços APS-18 e APS-49, respectivamente. A idade neo-aptiana foi atestada apenas no último. Litologicamente, a fácies Codó é representada no APS-49 por folhelhos cinza-escuros, calcíferos e carbonosos, e no APS-18 por intercalações de folhelhos, siltitos, arenitos e calcilitos. Em termos de caráter sísmico, a litofácies Codó é caracterizada, a exemplo das outras bacias estudadas, por refletores contínuos, plano-paralelos, com altos contrastes de impedância acústica. Sua ocorrência marca sempre o topo das seqüências Rifte I e II e é restrita ao interior dos grábens. Crescimentos visíveis em sua sismofácies atestam seu caráter sinrifte no Gráben do Cassiporezinho. Assim sendo, a litofácies Codó marca a presença indubitável da Seqüência Rifte II dentro destes grábens. Seu contato superior é uma discordância sobre a qual repousam em *onlap* os refletores da seqüência sobrejacente, e seu contato inferior com a Seqüência Rifte I é concordante.

Incorpora-se, neste trabalho, uma mudança na coluna estratigráfica da bacia, em relação à apresentada por Brandão e Feijó (1994). A Formação Codó, pelas razões descritas acima, é introduzida em meio à Formação Cassiporé na idade Neopaptiana. A Formação Cassiporé foi utilizada por Brandão e Feijó (1994) para designar todas as rochas sedimentares da Seqüência Rifte, do Barremiano ao Albiano. Este uso é mantido neste trabalho, com a inserção da litofácies da Formação Codó (representante do Rifte II) no meio da Formação Cassiporé (cujas litofácies representam os Riftes I e III).

Seqüência K60

A propagação do rifteamento, do Aptiano para o Albiano, parece ter sido em padrão *backstepping*, isto é, o depocentro da Seqüência K60 (Rifte III) ocorre deslocado em relação ao depocentro das Seqüências Rifte I + II em direção à borda falhada, para oeste. Assim sendo, os máximos de espessura destas diferentes fases sinrifte não se superpõem. A maior espessura da Seqüência Rifte III ocorre no Gráben do Cassiporé, enquanto as maiores espessuras das Seqüências Rifte I e II ocorrem nos Grábens do Cassiporezinho e Externo. A Seqüência III é composta, pre-

dominantemente, por arenitos intercalados com folhelhos e siltitos, bem datados como neo-aptianos a albianos. Os ambientes deposicionais são interpretados como continental, transicional a marinho (recorrentes incursões marinhas). Em sísmica, seus refletores são fracos e descontínuos. Entretanto, o crescimento de suas espessuras em direção às falhas de borda é notável. Em termos de litoestratigrafia foram também englobados sob a denominação de Formação Cassiporé (Brandão e Feijó, 1994).

O topo desta seqüência é claramente uma discordância angular entre seus estratos basculados, rotacionados e falhados, e os estratos de uma nítida seqüência do tipo *sag* Pós-Rifte, com refletores de amplitude moderada a forte, contínuos, subhorizontais e com espessamento gradual em direção *offshore*. Seu contato inferior é igualmente discordante, repousando em *onlap* sobre as litofácies da Formação Codó (os estratos da Seqüência Rifte III encontram-se menos rotacionados do que os estratos das Seqüências Rifte I e II subjacentes).

Brandão e Feijó (1994) estimam para toda a Fase Rifte (sua Formação Cassiporé) uma espessura máxima de 7.000 m. De maneira mais precisa, seções sísmicas convertidas em profundidade indicam para as Seqüências I e II da Bacia do Marajó espessuras máximas de 6.000 m e para a Seqüência III 4.000 m.

Superseqüência Drifte

As interpretações mais recentes posicionam o final da fase Rifte na Bacia da Foz do Amazonas próxima do final do Albiano. A partir daí, iniciou-se a sedimentação marinha franca com a deposição de uma coluna sedimentar siliciclástica que se propagou por todo o Neocretáceo e só foi interrompida no Neopaleoceno (Selandiano) com a instalação de uma plataforma carbonático-siliciclástica. Esta por sua vez atravessou todo o Paleógeno (desde o Neopaleoceno) e parte do Neógeno até ser completamente obstruída pela chegada dos sedimentos terrígenos trazidos pelo Rio Amazonas no Neomioceno (10,7 Ma, Tortoniano), que foram os responsáveis pela formação do Cone do Amazonas.

A fase Drifte, que engloba os três domínios citados acima, foi dividida por Brandão e Feijó

(1994) em nove seqüências, que foram interpretadas como sendo de 3ª ordem, assim distribuídas: quatro no Neocretáceo e cinco no Cenozóico. Neste trabalho foram individualizadas onze seqüências deposicionais, sendo quatro até a base do Maastrichtiano e sete deste ponto até o Recente. Da mesma forma, como interpretado pelos autores acima citados, não foi identificada, no presente trabalho, nenhuma discordância próxima ao limite Cretáceo-Paleógeno. Portanto, nenhum limite de seqüência foi reconhecido neste tempo. De outra forma, ao contrário de Brandão e Feijó (1994), as seqüências individualizadas e apresentadas neste trabalho, com tempo de duração variando entre 5 Ma, a mais curta, e 18 milhões de anos, a mais longa, foram classificadas como de 2ª ordem (Mitchum e Van Wagoner, 1991).

O padrão deposicional para a fase Drifte sugerido na carta de Brandão e Feijó (1994) é de tendência geral transgressiva através do tempo geológico. Também neste ponto diverge o presente trabalho, uma vez que foram interpretados três grandes momentos de afogamento da bacia intercalados por fases regressivas. O primeiro ocorreu logo após o término da fase rifte, no final do Albiano e início do Cenomaniano. O segundo se deu no Paleoceno, seguindo uma tendência já presente deste o Campaniano, porém, não suplantando a do Albiano. O terceiro, e maior de todos, ocorreu no Eomioceno. Este último perpetuou-se no registro geológico sob a forma da Formação Pirabas (a Formação Pirabas não é reconhecida na Bacia da Foz do Amazonas; os calcários cronoequivalentes aos da Formação Pirabas estão contidos na porção miocênica da Formação Amapá) encontrada, continente adentro, a uma distância de aproximadamente 200 km a partir da linha de costa atual (Rosseti, 2001). Após esse máximo afogamento iniciou-se uma fase de progradação com novo recuo da linha de costa durante o qual foram depositados os sedimentos coevos aos da Formação Barreiras, identificada no continente (Rosseti, 2001). Neste contexto, o Cone do Amazonas é crono-correlato ao que este autor denominou de “pós-Barreiras”.

Intercalando-se aos máximos de afogamentos ocorreram máximos regressivos durante os quais foram expostas as seqüências mais antigas. Entre o Albiano e o Paleoceno, a máxima regressão, pela interpretação corrente, teria

acontecido no Campaniano, por volta de 80 Ma (Gradstein *et al.* 2004) (todas as idades absolutas referidas neste trabalho são baseadas em Gradstein *et al.* 2004). Entre o Paleoceno e o Eo-mioceno, o evento erosivo de maior magnitude teria ocorrido imediatamente após a máxima transgressão, ou seja, ainda no Paleoceno, por volta de 59 Ma.

As onze seqüências de 2ª ordem identificadas neste trabalho enquadram-se, dessa forma, em um padrão de mais baixa freqüência de longas tendências transgressivas e regressivas e permeiam os três domínios litoestratigráficos relatados anteriormente. A metodologia que permitiu a identificação das seqüências de 2ª ordem baseou-se em interpretações bioestratigráficas através da técnica de correlação gráfica (Wescott *et al.* 1998; Neal *et al.* 1998; Aubry, 1995). Em uma segunda etapa, as interpretações foram cruzadas com dados sísmicos para se ratificar, ou não, os eventos de afogamento e erosão. Como resultado desse trabalho apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta para as onze seqüências identificadas.

Seqüência K70

Marca o início da deposição Drifte. Seu limite inferior é determinado pela discordância do *break up* (final da fase Rifte, ~102 Ma) e o superior por uma discordância na base do Cenomaniano, em torno de 99 Ma. O posicionamento dessa discordância, como de outras descritas doravante, foi feito cruzando-se as informações sobre hiatos deposicionais, obtidas nos *crossplots* (tempo geológico *versus* profundidade) de dados bioestratigráficos, com a curva de Haq (1988), recalibrada para Gradstein *et al.* (2004). Nesse caso (discordância do Cenomaniano) existe uma boa correlação entre o hiato deposicional observado e uma queda no nível global dos mares registrada na curva referida.

A Seqüência K70 descrita neste trabalho é caracterizada por um afogamento generalizado da bacia. Após o Albiano, somente no Mioceno o mar voltou a cobrir uma grande extensão da bacia. Tal fato é constatado em alguns poços onde os sedimentos do Mioceno repousam diretamente sobre aqueles do Albiano. A duração estimada da Seqüência K70, interpretada com base no posicionamento das discordâncias que a limitam sobre a co-

luna geocronológica de Gradstein *et al.* (2004), é de aproximadamente 3 Ma.

O registro geológico encontrado nos poços que perfuraram essa seqüência revela a predominância de folhelhos e siltitos em detrimentos de arenitos. Isso sugere que os sistemas alimentadores da bacia ou estavam distantes, em direção ao continente, ou não possuíam as características necessárias para entregar um forte aporte de sedimentos grosseiros à bacia.

Seqüência K82-K86

Começando na base do Cenomaniano, a Seqüência K82-K86 sobrepõe-se à K70, porém, não em toda a sua extensão, denotando o caráter regressivo da deposição após o afogamento do Albiano. O limite superior desta seqüência é uma discordância posicionada na porção intermediária do Turoniano, por volta de 91 Ma. Neste caso existe uma excelente correlação entre o hiato deposicional e uma forte queda no nível global dos mares registrada na curva de Haq (1988) recalibrada para Gradstein *et al.* (2004) naquela idade. Um outro fator que poderia ser relacionado como causa ou, pelo menos, como amplificador dessa discordância é um evento magmático ocorrido na bacia durante o Turoniano, registrado no poço PAS 24 e datado por Ar-Ar em 90 Ma. O tempo de duração sugerido para a Seqüência K82-K86, baseado em critérios semelhantes aos utilizados para a Seqüência K70, é em torno de 8 Ma.

Análises paleoambientais em poços perfurados nas porções de águas rasas da bacia atual indicam ambiente marinho raso para os sedimentos da Seqüência K82-K86. Todavia, a ocorrência de siltitos e folhelhos, inclusive com características de deposição em ambientes anóxicos, ainda supera os arenitos, sugerindo, como no caso anterior, ou distância dos sistemas alimentadores ou baixa energia dos mesmos.

Seqüência K88-K90

A última seqüência da fase regressiva do Neocretáceo, com tempo de duração de, aproximadamente, 11 Ma, é limitada em seu topo por uma discordância na porção intermediária do Campaniano, em torno de 80 Ma.

Também no caso da discordância do Campaniano existe uma boa correlação entre o hiato observado no registro geológico e uma queda no nível global dos mares registrada na curva de Haq (1988), recalibrada para Gradstein *et al.* (2004). A discordância em questão é de grande importância na história geológica da bacia, pois além de marcar um ponto de inflexão no padrão deposicional de regressivo para transgressivo, representa a máxima regressão registrada no Neocretáceo. Além disso, ressalta-se o fato de que após essa discordância ocorreu uma drástica mudança no conteúdo litológico da região de águas rasas da bacia, onde a deposição de sedimentos grosseiros (arenitos), diferentemente das seqüências anteriores, tornou-se preponderante sobrepujando a sedimentação de finos (folhelhos e siltitos). A Seqüência K88-K90 posicionada abaixo da discordância do Campaniano ainda possui um conteúdo litológico semelhante ao da Seqüência K88-K90, qual seja os folhelhos, siltitos e arenitos intercalados. Onde amostrados por poços, os dois primeiros sobrepõem-se ao terceiro.

Seqüência K100-K120

Após o topo da Seqüência K88-K90, no Campaniano (~80 Ma), só foi identificada outra discordância próxima à base do Maastrichtiano (~70 Ma). Como a primeira discordância marca, caracteristicamente, o topo da Seqüência K88-K90 e a segunda a base da Seqüência K130-E20 nas bacias da Margem Equatorial, optou-se, neste trabalho, por se agrupar as Seqüências K100 a K120 em uma só com tempo de duração em torno de 10 Ma.

A discordância do topo da Seqüência K100-K120 não possui correlação com nenhuma queda no nível global dos mares registrada na curva referida anteriormente, porém, recentes estudos anteriores indicam um evento de soerguimento das áreas continentais da Margem Equatorial exatamente em torno de 70 Ma. Este evento tectônico pode, dessa forma, estar relacionado à causa da discordância que marca o topo da Seqüência K100-K120. Essa seqüência também difere das anteriores por possuir um padrão deposicional transgressivo e um conteúdo litológico predominantemente arenoso, onde amostrado por poços.

Seqüência K130-E20

Esta seqüência se inicia no Cretáceo (base do Maastrichtiano, ~70 Ma) e propaga-se até o Neopaleoceno (meio do Thanetiano, ~58 Ma) com tempo de duração em torno de 12 Ma. Durante o seu desenvolvimento ocorreu um dos máximos de afogamento da bacia, após o qual iniciou-se a propagação dos carbonatos em um tempo próximo à passagem entre o Eopaleoceno e o Neopaleoceno. Cruzando-se os dados de hiatus deposicionais com a curva de Haq (1988) observa-se uma boa correlação dos primeiros com uma acentuada queda no nível dos mares no estágio Thanetiano (~58 Ma). Neste ponto foi posicionada a discordância do topo da Seqüência K130-E20, que marca o máximo regressivo do Cenozóico. A partir daí, a deposição ocorreu continuamente com tendência transgressiva até o Mesomioceno.

Seqüência E30-E50

As Seqüências E30 a E50 foram agrupadas em uma única, que foi individualizada entre a discordância do Thanetiano e outra ocorrida no Eoceno médio (Lutetiano, ~42 Ma). Com tempo de duração de aproximadamente 18 Ma, a Seqüência E30-E50 experimentou certa complexidade deposicional uma vez que a chegada de sedimentos siliciclásticos, ocorrida durante o Ypresiano, na porção sudeste da bacia, interrompeu localmente o desenvolvimento dos carbonatos que se propagavam desde o Neopaleoceno.

A deposição desses siliciclásticos ocorreu de forma intermitente aos carbonatos até o final do Mesomioceno e provocou uma diferenciação deposicional ao longo do *strike* da bacia que resultou na construção de uma plataforma mista (carbonática/siliciclástica) na metade sudeste, concomitante ao desenvolvimento de uma plataforma tipicamente carbonática na metade noroeste. Na porção sudeste, a Seqüência E30-E50 começou sob o domínio de carbonatos. Logo após o início do Ypresiano, a deposição mudou para predominantemente siliciclástica e continuou assim até o final desse estágio quando os carbonatos voltaram a ter a supremacia por aproximadamente 2/3 do tempo total do estágio seguinte (Lutetiano). No terço superior do Lutetiano, os siliciclásticos voltaram e permaneceram como majoritários até o

final da Seqüência E30-E50. Para além da E30-E50, observa-se a continuação da dominação dos siliciclásticos até o Neo-oligoceno. Uma vez mais, a sedimentação carbonática sobrepujou os terrígenos. Desta feita até a chegada do Cone do Amazonas no Neomioceno.

Seqüência E60

A Seqüência E60 foi individualizada entre as discordâncias do Lutetiano (~42 Ma) e outra no limite entre o Bartoniano e o Priaboniano (~37 Ma). Essas duas discordâncias, como outras descritas anteriormente, foram interpretadas com base no cruzamento de dados de hiatus deposicionais com a curva de variação global do nível dos mares. Todavia, dados de poço recentemente perfurado em águas profundas na Foz do Amazonas corroboraram seu posicionamento e reforçaram a metodologia utilizada neste trabalho para o posicionamento de discordâncias na coluna cronostratigráfica. A Seqüência E60 foi toda depositada sob o domínio de siliciclásticos na porção SE da bacia, enquanto na porção NO a seção coeva é predominantemente carbonática.

Seqüência E70

Com limites entre a base do Priaboniano (~37 Ma) e a base do Chatiano (~28,5 Ma) a amplitude temporal da Seqüência E70 é bem superior a da Seqüência E60. O conteúdo litoestratigráfico, porém, é o mesmo da seqüência anterior. A predominância de terrígenos no SE e carbonatos no NO, analisando dados da seção sedimentar entre o Eoceno médio e a base do Cone, depositada no talude inferior/bacia profunda da Foz do Amazonas, mostram que existe uma boa correlação entre os eventos geológicos (discordâncias, inundações máximas etc) previamente interpretados, baseados unicamente em informações obtidas na plataforma, com aqueles observados na seção coeva depositada em águas profundas da bacia. A interpretação do posicionamento das discordâncias que limitam as Seqüências E60, E70, E80-N10 e N20-N30, entre o Eoceno médio e a base do Cone, é assim reforçada.

Seqüência E80-N10

O topo da Seqüência E80-N10 é marcado pelo evento discordante próximo ao limite entre o Eo-

mioceno e Mesomioceno (Burdigaliano, ~16,5 Ma). Evidências sobre a presença dessa discordância foram encontradas tanto nas interpretações já relatadas anteriormente, quanto em informações obtidas na bibliografia publicada. Rossetti (2001) em estudos geológicos de superfície em área contígua à Bacia da Foz do Amazonas interpretou grandes eventos erosivos na região nos tempos: base do Chatiano; topo do Burdigaliano e a base do Tortoniano.

Neste contexto, a Seqüência E80-N10 individualizada neste trabalho tem base na discordância do Chatiano (~28,5 Ma) e o topo na discordância do Burdigaliano (~16,5 Ma) com uma duração de cerca de 12 Ma. Ao contrário das duas anteriores, ela foi depositada totalmente sob o domínio dos carbonatos (excetuando-se apenas a sua base). Durante a Seqüência E80-N10 ocorreu a máxima inundação da bacia. A Formação Pirabas está, temporalmente, contida na Seqüência E80-N10.

Seqüência N20-N30

A discordância próxima da base do Tortoniano (aqui se reposiciona a discordância para próximo da base e não exatamente nela) (~10,7 Ma) que marca o topo da Seqüência N20-N30 é a discordância mais bem documentada na Foz do Amazonas. Imageada com bastante clareza em sísmica, é ratificada por dados de poços (águas rasas e profundas) podendo ainda ser observada em superfície (Rossetti, 2001). Circunscrita quase que totalmente ao Mesomioceno, durante o transcurso da Seqüência N20-N30 ocorreu a progradação dos sistemas deposicionais costeiros após a máxima inundação do Eomioceno, que são registrados nas porções proximais da Margem Equatorial, hoje totalmente sobre o continente (Formação Barreiras) (Rossetti, 2001). Todavia, ao mesmo tempo da deposição da Formação Barreiras, nas porções proximais, continuava a deposição de carbonatos nas porções distais, daí o porquê de na Foz do Amazonas serem encontrados, predominantemente, carbonatos no Mesomioceno.

Seqüência N40-N60

A última seqüência da Bacia da Foz do Amazonas iniciou-se *circa* 10,7 Ma (conforme explicado anteriormente) e continua até o Recente. Esta se-

qüência, apesar de representar apenas cerca de 10% do tempo da fase Pós-Rifte da Bacia, contém o terceiro grande domínio litoestratigráfico (o Cone do Amazonas), e sozinha é responsável por mais de 50% do volume de sedimentos depositados na bacia desde o final do Albiano. Como o principal foco da recente fase exploratória na Foz do Amazonas incidiu sobre o “Cone”, a Seqüência de 2ª ordem N40-N60 pode ser mais bem detalhada e subdividida em 11 seqüências de 3ª ordem (Pasley *et al.* 2004).

tectonismo na Fase Drifte

Após um evento de ruptura continental definitiva, as bacias costeiras formadas nas margens dos continentes ficam submetidas a um regime de esforços intraplaca que é uma conseqüência da natureza do tipo de margem sob a qual determinada bacia foi instalada. A Foz do Amazonas, instalada sob uma margem do tipo transformante, tem sido submetida, em sua fase Drifte, tanto às conseqüências dos eventos tectônicos causados pelo processo de espalhamento do Oceano Atlântico, cujos principais agentes são as ramificações das zonas de fraturas para o interior da bacia (*Saint Paul*, no caso da Foz do Amazonas), quanto ao esforço devido à compressão ocorrida na margem oeste do continente sul-americano, causador do soerguimento da Cordilheira dos Andes. Os primeiros eventos, ou seja, aqueles devidos ao espalhamento oceânico possuem muito mais um caráter transformador da configuração do conteúdo deposicional da bacia do que propriamente um caráter motriz do processo deposicional. Os eventos episódicos de soerguimento na Cordilheira dos Andes, de outra forma, por agirem diretamente sobre as áreas fontes que fornecem sedimentos para a bacia, têm desempenhado um papel de suma importância no processo de preenchimento sedimentar da Foz do Amazonas.

Recentes estudos em Traços de Fissão em Apatitas têm demonstrado uma boa correlação entre eventos registrados em sedimentos e interpretados como de soerguimentos das áreas fontes e os principais picos de soerguimento dos Andes relatados na bibliografia. Destes, o mais

importante para a evolução sedimentar na Foz do Amazonas foi o soerguimento ocorrido no Mesomioceno denominado Tectônica Quéchu II, que alterou o padrão da drenagem na Amazônia Ocidental resultando na formação do moderno Rio Amazonas (Hoorn *et al.* 1995) com a conseqüente formação do Cone do Amazonas na Bacia da Foz do Amazonas.

Outro elemento tectônico importante para a sedimentação em bacias costeiras é o soerguimento flexural da borda da bacia em função da carga sedimentar. Este elemento foi particularmente importante para a sedimentação Plio-Pleistocênica na Foz do Amazonas.

referências bibliográficas

AUBRY, M. P. **From chronology to stratigraphy: interpreting the lower and middle Eocene stratigraphic record in the Atlantic Ocean:** geochronology time-scale and global stratigraphic correlation. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1995. p. 213-274. (SEPM. Special Publication, 54).

BRANDÃO, J. A. S. L.; FEIJÓ, F. J. Bacia da Foz do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 91-99, jan./mar. 1994.

GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G.; SMITH, A. G. **A geologic time.** Cambridge: Cambridge University Press, 2004, 610 p.

HAQ, B. U.; HARDENBOL, J.; VAIL, P. R. **Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change.** IN WILGUES, C. K.; HASTINGS, B. S.; POSAMENTIER, H. W.; VAN WAGONER, J. C.; ROSS, C. A.; KENDALL, C. G. S. G. (Ed.). **Sea-level changes: an integrated approach.** Houston: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1988. p. 71-108. (SEPM. Special Publication, 42).

HOORN, C.; GUERRERO, J.; SARMIENTO, G. A.; LORENTE, M. A. Andean tectonics as a cause for

changing drainage patterns in miocene, northern South America. **Geology**, Boulder, v. 23, n. 3, p. 237-240, Mar.1995.

MITCHUM JUNIOR, R. M.; VAN WAGONER, J. C. High-frequency sequences and their stacking patterns: sequence-stratigraphic evidence of high-frequency eustatic cycles. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 70, p. 131-160, 1991.

NEAL, J.E., STEIN, J. A., GAMBER, J. H. **Nested stratigraphic cycles and depositional systems of the paleogene Central North Sea**: mesozoic and cenozoic sequence stratigraphy of European Basins. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1998. p. 261-288. (SEPM. Special Publication, 60).

PASLEY, M. A.; SHEPHERD, D. B.; POCKNALL, D. T.; BOYD, K. P.; ANDRADE, V.; FIGUEIREDO, J. J. P. Sequence stratigraphy and basin evolution of the Foz do Amazonas Basin, Brazil. In: AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION, 2004, Cancun. **Book of Abstracts**. Houston: American Association of Petroleum Geologists. 2004. 1 CD-ROM.

ROSSETTI, D. F. Late cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 14, p. 77-89, 2001.

WESCOTT, W. A.; KREBS, W. N.; SIKORA, P. J.; BOUCHER, P. J.; STEIN, J. A. Modern application of biostratigraphy in exploration and production. **The Leading Edge**, Tulsa, v. 17, p. 1204-1210, Sep. 1998.

Ma	GEOCRONOLOGIA			NATUREZA DA SEDIMENTAÇÃO	AMBIENTE DEPOSICIONAL	DISCORDÂNCIAS	LITOESTRATIGRAFIA			ESPESSURA MÁXIMA (m)	SEQÜÊNCIAS								
	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE				GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO										
0	PLEISTOCENO			REGRESSIVO	PLATAFORMA	TALUDE PROF.		TUCUNARÉ		9000	N40 - N60								
	PLIOCENO																		
10	NEÓGENO	MIOCENO	NEO	GELASIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		MARAJÓ	AMAPÁ	4000	E80 - N10								
			EO	ZANCLEANO															
			NEO	MESSINIANO															
			NEO	TORTONIANO															
			MESO	SERRAVALIANO															
			MESO	LANGHIANO															
			EO	BURDIGALIANO															
20			EO	AQUITANIANO							N20 - N30								
30	PALEÓGENO	OLIGOCENO	NEO	CHATTIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		MARAJÓ	AMAPÁ	4000	E70								
			EO	RUPELIANO															
			NEO	PRIABONIANO															
			NEO	BARTONIANO															
40		EOCENO	MESO	LUTETIANO								TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		MARAJÓ	AMAPÁ	4000	E60	
			EO	YPRESIANO															
			EO	THANETIANO															
50	PALEOCENO	NEO	SELANDIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		MARAJÓ	AMAPÁ	4000	E30 - E50									
		EO	DANIANO																
		EO	DANIANO																
60	CRETÁCEO	NEO									MAASTRICHTIANO								TRANSGRESSIVO
												CAMPANIANO							
												SANTONIANO							
												CONIACIANO							
					TURONIANO														
					CENOMANIANO														
					ALBIANO														
					ALAGOAS														
					JIQUIÁ														
					BARREMIANO														
70	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K100-K120								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
80	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K88-K90								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
90	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K82-K86								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
100	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K70								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
110	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K60								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
120	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K50								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
130	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K40								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
140	CRETÁCEO	EO		ALBIANO	TRANSGRESSIVO	TALUDE PROFUNDO		LIMOEIRO		2500	K40								
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
												BARREMIANO							
												ARATU							
												HAUTE-RIVIANO							
												VALANGINIANO							
												RIO DA SERRA							
												ALAGOAS							
												JIQUIÁ							
194	J	T		ALBIANO	CONT.	DESÉRTICO	TOPO PRÉ-RIFTE	CALÇOENE		1000	T-J								
200																			
235																			
542	PRÉ-CAMBRIANO			EMBASAMENTO															

