

Bacia de Barreirinhas

Ivo Trosdorf Junior¹, Pedro Víctor Zalán², Jorge de Jesus Picanço de Figueiredo¹,
Emilson Fernandes Soares¹

Palavras-chave: Bacia de Barreirinhas | Estratigrafia | carta estratigráfica

Keywords: Barreirinhas Basin | Stratigraphy | stratigraphic chart

introdução

A Bacia de Barreirinhas situa-se na Margem Equatorial Brasileira, tanto em terra quanto no mar, aproximadamente entre os meridianos 44°O e 42°O e os paralelos de 0° e 3° S. Ocupa uma área de aproximadamente 46.000 km², dos quais 8.500 km² são emersos, com a porção marítima estendendo-se até à cota batimétrica de 3.000 metros. A leste, o Alto de Tutóia representa o seu limite com a Sub-bacia de Piauí-Camocim (Bacia do Ceará); a sul, limita-se com o embasamento raso através de falhas de borda que a separam da Plataforma de Sobradinho. A oeste, a Plataforma de Ilha de Santana constitui uma barreira, a partir da qual a bacia estende-se para as águas rasas e profundas. Seu limite noroeste é, no momento, arbitrário e tem sido classicamente referido ao meridiano de 44°O. Na realidade, não existe nenhuma feição geológica que justifique a separação das bacias de Barreirinhas e Pará-Maranhão nesta região.

A origem e evolução dessa bacia, associada à separação transformante dos continentes sul-americano e africano, foi alvo de estudo de diversos autores e projetos (Pamplona, 1969; Azevedo, 1986;

Azevedo *et al.* 1985; Szatmari *et al.* 1985; Szatmari *et al.* 1987; Soares Jr., 2002; Zalán *et al.* 2004). A bacia tem sido considerada como um clássico exemplo de bacia transtensional rômbrica (Azevedo, 1991) associada à movimentação dextral e projeção em crosta continental da Zona de Fratura Oceânica Romanche, que a corta praticamente pela metade, estendendo-se para oeste até à Ilha de São Luís.

A exploração da bacia foi concentrada nas décadas de 60, 70 e 80, com resultados pouco encorajadores. Em função disso, a exploração da bacia encontra-se suspensa há mais de 20 anos. O último poço perfurado na parte terrestre foi em 1987, enquanto na parte marítima o último poço aconteceu em 1988. Conseqüentemente, nenhum dado estratigráfico novo advindo de poços foi incorporado ao conhecimento geológico dessa bacia da margem equatorial desde a publicação pioneira da Petrobras sobre as cartas estratigráficas das bacias brasileiras (Feijó, 1994). Os dados aqui apresentados para a Fase Rifte da bacia são baseados nos resultados de projetos diversos contratados pela Petrobras e, obviamente, em trabalhos publicados anteriormente. Para a Fase Drifte, os resultados apresentados são frutos de cuidadosa reinterpretção dos dados de poços existentes, amarrados

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

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

com as linhas sísmicas disponíveis, à luz dos conceitos mais modernos da estratigrafia de seqüências. A nomenclatura utilizada para a litoestratigrafia da bacia foi mantida semelhante à utilizada por Feijó (1994).

O preenchimento sedimentar da bacia é complexo. Inicia-se com depósitos basais atribuíveis ao Paleozóico, parte de seqüências intracratônicas pretéritas que se estendiam sobre as plataformas pré-cambrianas do Gondwana e que foram capturadas dentro dos grábens iniciais da bacia. Seguem-se depósitos sinrifte (trans-tensionais) e inter-rifte de idades aptiana e albiana, cobertos por seqüências drifte (Neo-Albiano ao Recente) típicas de subsidência termal de margem passiva.

A Bacia de Barreirinhas iniciou-se onde hoje é a sua porção marítima através de rifteamento de idade aptiana (Seqüência K40, Rifte II). Durante o Albiano (Seqüência K60, Rifte III), o rifteamento propagou-se para oeste/sudoeste, em padrão *backstepping*, formando a porção terrestre da bacia e as adjacentes bacias de Ilha Nova, São Luís e Bragança-Viseu. Entre esses dois eventos, caracterizados por depocentros bem nítidos e camadas de crescimento, ocorre uma seção de espessura homogênea constituída por refletores plano-paralelos, sem tectônica sin-sedimentar, de idade aptiana, atribuíveis à Formação Codó. Por suas características tectono-sedimentares, esta seqüência indica uma interrupção no processo de rifteamento e pode ser interpretada como tendo sido depositada em uma bacia do tipo *sag* pós-rifte II ou *sag* pré-rifte III. Escolhemos adotar a segunda hipótese neste trabalho devido ao fato dessa seqüência ocorrer tanto na parte marítima da bacia (acima do Rifte II e abaixo do Rifte III) quanto na parte terrestre (onde só ocorre o Rifte III).

A fase drifte inicia-se no final do Neo-Albiano e se estende até o Recente. A interpretação da evolução crono-estratigráfica da seção pós-rifte permitiu o reconhecimento de 12 seqüências de 2ª ordem, de acordo com os conceitos descritos por Mitchum e Van Wagoner (1991). Uma particularidade da Bacia de Barreirinhas é a espessa seção drifte depositada sobre a crosta oceânica (>10 km), que pode ser encontrada na porção de águas profundas e ultra-profundas da bacia.

embasamento

A Bacia de Barreirinhas desenvolveu-se sobre três grandes elementos do embasamento, de oeste para leste: Cráton de São Luís (parte arqueana), Faixa Gurupi

(neoproterozóica) e Província Borborema. A Zona de Fratura Oceânica Romanche, à qual a gênese da bacia está intimamente ligada, nucleou-se no contato entre a parte arqueana do Cráton de São Luís e a Faixa Gurupi. O Alto de Tutóia, limite oriental da bacia, desenvolve-se acima do contato entre a Faixa Gurupi e a Província Borborema. A sul da Zona de Fratura Romanche, a bacia encontra-se fortemente deformada por estruturas transpressionais de idade cenomaniana, que diminuem de intensidade à medida que se aproxima a borda falhada sul, na Plataforma de Sobradinho. A norte da Zona de Fratura Romanche, a Bacia de Barreirinhas adquire um formato típico de bacia de margem passiva, passando quase que imperceptivelmente para a Bacia do Pará-Maranhão.

Superseqüência Intracratônica

Uma espessa seqüência de refletores plano-paralelos pode ser vista na parte inferior das seções sísmicas que cortam a Bacia de Barreirinhas, tanto em terra quanto em mar. A idade devoniana para esta seqüência é indicada por dados de poços que penetraram arenitos e folhelhos devonianos na parte terrestre e pela sua conhecida ocorrência na margem continental conjugada africana (Gana), onde arenitos devonianos são produtores no campo de Takoradi. Litoestratigraficamente, corresponderiam ao Grupo Canindé, constituído, da base para o topo, pelas formações Itaim, Pimenteiras e Cabeças. Pela espessura sísmica significativa apresentada por esta unidade, não se pode descartar a possibilidade da ocorrência de rochas sedimentares e vulcânicas, mais velhas ou mais novas que o Devoniano, correlacionáveis ao preenchimento sedimentar da Bacia do Parnaíba.

Superseqüência Rifte

Seqüência K40

A Seqüência K40 (Rifte II) corresponde a arenitos e folhelhos de idade aptiana que ocorrem somente na parte marítima da Bacia de Barreirinhas. Seu mapa de

isópacas sísmicas mostra alguns depocentros pouco desenvolvidos controlados por grandes falhas de bordas de direção NO-SE e O-E, com blocos baixos a NE e N. Como esta seqüência não havia sido ainda reconhecida na época da publicação da última carta estratigráfica (Feijó, 1994), e muitos poucos poços a atravessam na parte marítima (1 no Alto de Tutóia e 3 na sub-bacia adjacente de Piauí-Camocim), ela aparece no presente trabalho como unidade litoestratigráfica sem denominação formal, à espera de uma maior quantidade de descrições litológicas e datações paleontológicas para sua melhor definição.

Seqüência K50

A Formação Codó foi identificada pela associação litológica de calcilitos e folhelhos lagunares (em alguns poços tanto na parte terrestre quanto marítima) e pela assinatura sísmica na atual porção marítima de Barreirinhas e em Piauí-Camocim, onde ocorre com espessura relativamente constante. Sua localização entre as duas fases de rifteamento e feições sismoestratigráficas caracterizam esta sucessão como depositada em uma bacia tipo *sag* inter-riftes. Como explicado acima, optou-se neste trabalho considerá-la como um depósito relacionado a uma bacia *sag* pré-rifte. Essa unidade também não havia sido reconhecida na coluna estratigráfica publicada por Feijó (1994); entretanto, suas litologias e assinatura sísmica são características da unidade litoestratigráfica Codó e, portanto, adotamos usar esta terminologia no presente trabalho.

Seqüência K60

A Seqüência K60 (Rifte III - Albiano) corresponde a sedimentos siliciclásticos continentais a parálicos na parte sul da Bacia de Barreirinhas, passando a carbonatos, folhelhos e arenitos marinhos nas porções centrais e distais destas bacias.

Litoestratigraficamente, correspondem aos grupos Canárias e Caju. Segundo Feijó (1994), fazem parte do Grupo Canárias os folhelhos cinza-escuros da Formação Arpoador, os arenitos grossos cinzentos da Formação Bom Gosto, os folhelhos cinza-escuros da Formação Tutóia e os arenitos médios cinzentos da Formação Barro Duro. O Grupo Canárias representa leques deltaicos depositados em ambiente marinho. O Grupo Caju é composto por calcarenitos bioclásticos e oncolíticos da Formação Bonfim e calcilito creme da Formação Preguiças, sedimen-

tados em ambiente nerítico de alta e baixa energia, respectivamente (Feijó, 1994).

Uma novidade aqui introduzida é a ocorrência dos carbonatos do Grupo Caju tanto na seção sinrifte III quanto na seção drifte. Nas cartas anteriores, os carbonatos ocorriam apenas na seção drifte. Na parte terrestre, observa-se freqüentemente nas linhas sísmicas a ocorrência dos carbonatos em seções que apresentam crescimentos consideráveis próximos às falhas. Deve-se, portanto, trabalhar com modelos deposicionais onde o desenvolvimento dos carbonatos se dê nas quinas estruturalmente mais altas dos blocos falhados rotacionados, como a exemplo dos riftes cenozóicos do Golfo de Suez.

Como mencionado anteriormente, a discordância que capeia os pacotes sinrifte tem idade próxima de 102 Ma.

Superseqüência Drifte

Os dados mais recentes posicionam o final da fase rifte da Bacia de Barreirinhas no Neo-Albiano, em torno de 102 Ma. Três principais estágios da evolução tectono-sedimentar da seção drifte podem ser identificados:

I) o primeiro com sedimentação predominantemente carbonática;

II) o segundo com o predomínio de sedimentação siliciclástica, em bacia tipicamente de margem passiva;

III) o último, com o retorno da sedimentação carbonática associada à transgressão do mar de Pirabas no Mioceno.

Feijó (1994) resume em três grandes seqüências deposicionais, com ciclos transgressivo-regressivos, o preenchimento da seção drifte da bacia. A primeira se estende do Neo-Albiano até o Cenomaniano (representada pelo Grupo Caju); a segunda, do Turoniano ao Oligoceno (Grupo Humberto de Campos); e, a última, do Mioceno ao Recente (Formação Pirabas).

As 12 seqüências individualizadas e apresentadas neste trabalho, com tempo de duração variando entre 1,6 Ma (a mais curta) e 17,5 Ma (a mais longa) são classificadas como de 2ª ordem (Mitchum e Van Wagoner, 1991). As duas primeiras seqüências após o *break-up* (K70 e K82, Albiano Superior-Cenomaniano) e a metade da seqüência K84-K86 (Cenomaniano-Turoniano) es-

tão litoestratigraficamente inseridas dentro do contexto do Grupo Caju. Do Turoniano ao Oligoceno Inferior (metade superior da K84-K86 até a metade inferior da E80-N10), reconhecemos sete seqüências de 2ª ordem (Grupo Humberto de Campos). As últimas seqüências identificadas (metade superior da E80-N10 até a N60) estão associadas à transgressão do mar de Pirabas. Essa foi a última grande transgressão ocorrida na margem equatorial, e perpetuou-se no registro geológico sob a forma dos carbonatos da Formação Pirabas, que podem ser encontrados há uma distância de aproximadamente 200 km a partir da linha de costa atual (Rosseti, 2001). Após esse afogamento máximo, inicia-se uma fase de progradação com novo recuo da linha de costa durante a qual foram depositados os sedimentos da Formação Barreiras (Rosseti, 2001).

A metodologia aplicada neste trabalho e que permitiu a identificação das seqüências de 2ª ordem baseia-se em interpretações bioestratigráficas através da técnica de correlação gráfica (Wescott *et al.* 1988; Neal *et al.* 1998; Aubry, 1995). Posteriormente, as interpretações foram cruzadas com dados sísmicos visando ratificar os eventos de afogamento e, principalmente, de erosão. Como resultado desse trabalho, apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta para as doze seqüências identificadas.

Seqüência K70

A Seqüência K70 marca o início da deposição drifte. Seu limite inferior é determinado pela discordância do *break-up* (~ 102 Ma) e o superior, por uma discordância no topo do Albiano (~ 99,5 Ma). O posicionamento dessa discordância, como o de outras descritas, deve-se ao cruzamento de informações sobre os hiatos deposicionais, obtidos nos gráficos de tempo geológico *versus* profundidade de dados bioestratigráficos, com a curva de eustasia global, recalibrada para Gradstein *et al.* (2004).

O paleorelevo da seção rifte influenciou a deposição da seqüência K70. Adicionalmente, esforços da tectônica transcorrente E-W submeteram a bacia a elevadas taxas de subsidência e deposição, como mostram os poços na porção terrestre da bacia. A confluência dos fatores acima descritos impôs à bacia condições paleobatimétricas distintas das que são normalmente encontradas nas bacias da margem leste para o período logo após o *break-up* (por exemplo: Aptiano da Bacia de Campos). Profundidades acima de 200 m (batial superior) são interpretadas em diversos poços proximais da plataforma do Maranhão e,

sísmicamente, na seção já sobre crosta oceânica pode-se observar padrões de sedimentação indicativos de deposição em águas profundas e ultra-profundas.

O registro geológico encontrado nos poços que perfuraram essa seqüência indica a deposição de uma plataforma mista formada por calcarenitos bioclásticos e oncolíticos (Formação Bomfim), calcilitos, margas e folhelhos da Formação Preguiças e os clásticos depositados em ambiente marinho raso da Formação Peria, que podem ser correlacionados com a parte da Formação Açú, da Bacia Potiguar (Feijó, 1994).

Seqüência K82

A Seqüência K82 possui duração aproximada de 3,5 Ma, e está inserida no contexto deposicional do Grupo Caju. Na porção emersa da Bacia de Barreirinhas, esta seqüência é caracterizada pela presença de calcarenitos bioclásticos e oncolíticos da plataforma carbonática da Formação Bomfim.

Contudo, semelhantemente ao constatado na seqüência K70, altos estruturais herdados da fase rifte (por exemplo: altos de Rio Negro/Espigão – Queimados e do Mandacaru Leste) ainda influenciam e condicionam a sedimentação dessa seqüência. Altas taxas de deposição podem ser encontradas no baixo de Barreirinhas, que, por sua vez, se encontra fortemente controlado pela falha homônima. Além disso, terminações em *onlap* são observadas no Alto de Tutóia, que serviu de anteparo à deposição da seqüência K82 e a separa da Bacia do Ceará.

Seqüência K84-K86

O limite superior desta seqüência é caracterizado por uma discordância posicionada na porção intermediária do Turoniano, por volta de 91,5 Ma. O hiato deposicional associado à discordância do Turoniano possui excelente correlação com uma importante queda global do nível dos mares registrada na curva de eustasia global. Poços perfurados na porção emersa e de águas rasas da Bacia de Barreirinhas que atingiram essa seqüência mostram a ausência da porção inferior do Turoniano, estando, provavelmente, preservada na porção de águas profundas da bacia.

Adicionalmente, pode-se observar o afogamento da plataforma carbonática da Formação Bomfim e a instalação de uma plataforma predominantemente siliciclástica no final da Seqüência K84-K86. A partir desse ponto tem-se, portanto, o início de um período de subsidência predominantemente termal, com reativa-

ções esporádicas de falhas anteriores ao longo da fase de drifte continental.

Seqüência K88-K90

A Seqüência K88-K90 possui duração de cerca de 12 Ma e é limitada no topo por discordância na porção intermediária do Campaniano (discordância do Campaniano Médio), em torno de 79,5 Ma. Esta discordância também apresenta excelente correlação com a curva de eustasia global, onde, nesse período, há um rebaixamento do nível dos mares.

A Seqüência K88-K90 caracteriza-se pelo desenvolvimento do leque deltaico da Formação Areinhas na região de plataforma. Sedimentação carbonática incipiente também é observada em alguns poços da Bacia de Barreirinhas, mas esta é rapidamente soterrada pelos finos da frente deltaica. A Margem Equatorial Brasileira possui duas discordâncias principais: a do *break-up* e a do Campaniano Médio. A discordância do Campaniano Médio separa duas megaseqüências e marca a mudança do comportamento estratigráfico predominantemente retrogradacional (transgressivo, controlado pela variação do nível do mar) para progradação (regressivo, controlado pela variação do nível do mar e o aporte de sedimentos).

Seqüência K100-K120

A Seqüência K100-K120 tem duração aproximada de 9,5 Ma. Seu topo é marcado por uma discordância a 70 Ma, que não apresenta correlação com nenhum rebaixamento global do nível dos mares, conforme registrado na curva de eustasia global. Contudo, estudos recentes em Traços de Fissão em Apatitas mostraram um evento de soerguimento das áreas continentais da Margem Equatorial exatamente em torno de 70 Ma. Dessa forma, este evento tectônico deve estar relacionado à causa da discordância que marca o topo da Seqüência K100-K120.

O tectonismo do Maastrichtiano influenciou praticamente todas as bacias da Margem Equatorial e pode ser observado até na Bacia da Foz do Amazonas, que dista mais de 600 km da Bacia de Barreirinhas. Zalán (2004), refinando as fases da evolução fanerozóica da Plataforma Sul-Americana de Almeida (1967, 1969), mostra que entre 65 e 74 Ma ocorreu uma orogenia pré-Andina na Cordilheira Central (Colômbia), que, por sua vez, pode estar associada ao soerguimento generalizado na Margem Equatorial a 70 Ma.

Devido à discordância do Maastrichtiano, um expressivo hiato deposicional é observado na bacia, restringindo a ocorrência da Seqüência K100-K120 às porções mais distais da Bacia de Barreirinhas.

Seqüência K130-E20

Esta seqüência começa no final do Cretáceo Superior (~ 70 Ma) e se estende até o Paleoceno Superior (~ 58,5 Ma), com duração de cerca de 11,5 Ma. O limite superior é marcado por uma nova discordância, cujo cruzamento com a curva de eustasia global mostra boa correlação com uma acentuada queda no nível global dos mares.

Dados de poços indicam que uma incipiente plataforma carbonática teve início nesta idade. Contudo, a mesma foi colmatada pelo rápido avanço de frentes deltaicas da Formação Areinhas. Além disso, na porção de águas profundas da Bacia de Barreirinhas, já sobre crosta oceânica, tem-se início um processo de tectônica gravitacional responsável pela formação de amplas frentes de empurrão. Concomitantemente, há a alteração da fisiografia do assoalho marinho da época com a formação de altos (sujeitos à erosão) e baixos estruturais a montante das frentes de empurrão, que se tornariam regiões preferenciais de captação de sedimentos durante a deposição da Seqüência K130-E20.

Seqüência E30-E50

Com duração de aproximadamente 17 Ma, a Seqüência E30-E50 se desenvolve entre as discordâncias do Paleoceno (~ 58 Ma) e a do Eoceno Médio (~ 41,5 Ma). Neste período, ocorre a deposição de uma plataforma mista (carbonato *versus* siliciclástico) representada pelos arenitos deltaicos da Formação Areinhas e os carbonatos da Formação Ilha de Santana. Ademais, a tectônica gravitacional continua se desenvolvendo sob a forma de grandes falhas lítricas na região de plataforma/talude e falhas de empurrão na porção distal.

Semelhantemente à Seqüência K130-E20, a Seqüência E30-E50 não ocorre na atual porção emersa da bacia. Diversos eventos erosivos do Eoceno Médio, representados neste trabalho apenas pela discordância do Eoceno Médio (Lutetiano), são responsáveis pela ausência dessa seqüência na parte emersa da Bacia de Barreirinhas.

Diferentemente de Feijó (1994), que registra a ocorrência dos carbonatos da Formação Ilha de

Santana perenemente a partir do Turoniano/Coniaciano até o início da Formação Pirabas (Mioceno), neste trabalho interpreta-se a instalação definitiva dessas rochas apenas na Seqüência E30-E50. Anteriormente, apenas alguns núcleos isolados de sedimentação carbonática são reconhecidos.

Adicionalmente, em sísmica, existem algumas evidências de magmatismo básico no Eoceno Médio, que pode estar associado ao magmatismo observado na Bacia do Pará-Maranhão. Neste mesmo período ocorre o vulcanismo Royal Charlotte, no Arco de Cabo Frio e em Abrolhos (Zalán, 2004). Contudo, uma correlação direta entre esses eventos torna-se difícil devido à completa ausência de amostras para datação radiométrica.

Seqüência E60-E70

A Seqüência E60-E70 se desenvolve entre as discordâncias do Eoceno Médio (~ 41,5 Ma) e a do Oligoceno Inferior (~ 28,5 Ma). As duas discordâncias foram interpretadas com o cruzamento dos dados de hiatos deposicionais e a curva de variação global do nível dos mares.

A Seqüência E60-E70 mantém o caráter regressivo presente nas seqüências anteriores e, semelhantemente ao observado na seqüência E30-E50, ocorre o desenvolvimento de uma plataforma mista (carbonato *versus* siliciclástico). Há evidências no Oligoceno de reativação de um sistema de lineamentos de direção N55E, produzindo movimentos verticais de blocos falhados na Bacia de Barreirinhas, que colocariam rochas sedimentares em estágio diagenético avançado próximas à superfície.

A discordância do Oligoceno Inferior marca uma importante mudança no padrão de sedimentação na Bacia de Barreirinhas, saindo de um longo período de deposição dentro de um contexto marinho regressivo, para um período marinho transgressivo presente em toda a Margem Equatorial.

Seqüência E80-N10

A Seqüência E80-N10 foi individualizada entre as discordâncias do Oligoceno Inferior (~ 28,5 Ma) e a do Mioceno Inferior (~ 16,5 Ma). Evidências sobre a presença da discordância do Mioceno Inferior também são encontradas na Bacia da Foz do Amazonas. Neste contexto, a Seqüência E80-N10 apresenta duração aproximada de 12 Ma.

Durante a deposição da Seqüência E80-N10, ocorre um grande evento transgressivo em toda a Mar-

gem Equatorial, associado ao mar de Pirabas, com a deposição de uma extensa plataforma carbonática (Formação Pirabas), recobrendo discordantemente as rochas do Grupo Humberto de Campos.

Seqüência N20-N30

A discordância do Mioceno Superior (~ 11,6 Ma), que marca o topo da Seqüência N20-N30, é uma das discordâncias mais evidentes da Margem Equatorial. Esta discordância é bem imageada pela sísmica e ratificada por dados de poços, podendo ainda ser observada em superfície (Rossetti, 2001).

A Seqüência N20-N30 está quase que totalmente restrita ao Mioceno Médio (andares Langhiano e Serravaliano). Durante a deposição dessa seqüência, ocorre um novo afogamento e avanço da plataforma carbonática da Formação Pirabas.

Seqüência N40-N50

Esta seqüência é caracterizada pelo rápido avanço da plataforma carbonática da Formação Pirabas, inclusive ultrapassando os limites da bacia.

Adicionalmente, há a progradação dos sistemas deposicionais costeiros, presentes em toda a Margem Equatorial, representados pela Formação Barreiras (Rossetti, 2001).

Seqüência N60

Constituída por sedimentos arenosos e argilosos depositados em cordões litorâneos ao longo da costa e pelo extravasamento da rede de drenagem. Na porção *offshore* da bacia, a seqüência é representada pelos argilitos e sedimentos argilosos inconsolidados do fundo oceânico.

agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Anna Rosa do Amaral Lira, Edgar Liandrat e João Luiz Caldeira, pela leitura e críticas sempre construtivas feitas ao texto e à carta. Também agradecemos aos editores do Boletim de Geociências da Petrobras pela oportunidade e incentivo dispensado.

referências bibliográficas

- ALMEIDA, F. F. M. **Origem e evolução da plataforma brasileira**. Rio de Janeiro: Divisão de Geologia e Mineralogia, 1967. 36 p. (DNPM. DGM. Boletim, 241).
- ALMEIDA, F. F. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., 1969, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. p. 24-46.
- AUBRY, M.P. From chronology to stratigraphy: interpreting the lower and middle Eocene stratigraphic record in the Atlantic Ocean. In: BERGGREN, W. A.; KENT, D. V.; AUBRY, M.P.; HARDENBOL, J. (Ed.). **Geochronology time scale and global stratigraphic correlation**. Tulsa, Okla.: Society for Sedimentary Geology, 1995. p. 213-274. (SSG. Special Publication, 54).
- AZEVEDO, R. P. Interpretação geodinâmica da evolução mesozóica da Bacia de Barreirinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. **Anais do...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986. v. 3, p. 1115-1130.
- AZEVEDO, R. P.; ROSSETTI, E. L.; NEPOMUCENO FILHO, F.; CAPUTO, M. V. Modelamento tectônico, origem e evolução da Bacia de Barreirinhas. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 2., 1985, Belém. **Anais do...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1985. v. 1, p. 208-221.
- AZEVEDO, R. P. **Tectonic evolution of brazilian equatorial continental margin basins**. 1991. 492 f. Thesis (PhD. Sci) – University of London, London, 1991.
- FEIJÓ, F. J. Bacia de Barreirinhas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 103-105, jan./mar. 1994.
- GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G.; SMITH, A. G. **A geologic time scale 2004**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 589 p. il.
- MITCHUM JR, 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, n. 2-4, 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. In: GRACIANSKY, P. C.; HARDENBOL, J.; JACQUIN, T.; VAIL, P. R. (Ed.). **Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of european basins**. Tulsa, Okla.: Society for Sedimentary Geology, 1998. p. 261-288. (SSG. Special Publication, 60).
- PAMPLONA, H. R. P. Litoestratigrafia da Bacia Cretácea de Barreirinhas. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 261-290, 1969.
- ROSSETTI, D. F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. **Journal of South American Earth Science**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 77-89, Apr. 2001.
- SOARES JUNIOR, A. V. **Paleografia e evolução da paisagem do nordeste do Estado do Pará e nordeste do Maranhão: Cretáceo ao Holoceno**. 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.
- SZATMARI, P.; ZANOTTO, O.; FRANÇOLIN, J. B. L.; WOLFF, S. Rifting and Early Tectonic Evolution of the Equatorial Atlantic. In: ANNUAL MEETING OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 98., 1985, Orlando. **Abstracts**. Boulder, Co: GSA, 1985. 731 p.
- SZATMARI, P.; ZANOTTO, O.; FRANÇOLIN, J. B. L.; WOLFF, S. Evolução tectônica da Margem Equatorial Brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 180-188, 1987.
- 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**, v. 17, n. 9, p. 1204-1210, Sep. 1998.
- ZALÁN, P. V. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 595-612.
- ZALÁN P. V.; PALAGI, P. R.; SEVERINO, M. C.; MARTINS, F. A. L.; FERREIRA, E. P. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Barreirinhas. **Phoenix**, v. 6, n. 64, 2004.



