

Bacia de Pernambuco-Paraíba

**Valéria Centurion Córdoba¹, Emanuel Ferraz Jardim de Sá², Debora do Carmo Sousa²,
Alex Francisco Antunes²**

Palavras-chave: Bacia de Pernambuco-Paraíba | Estratigrafia | carta estratigráfica

Keywords: Pernambuco-Paraiba Basin | Stratigraphy | stratigraphic chart

introdução

A carta estratigráfica da Bacia Pernambuco-Paraíba (BPP) consolida os resultados obtidos por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, no âmbito do projeto “Avaliação do Potencial Petrolífero da Bacia de Pernambuco-Paraíba”. Esse projeto foi objeto de contrato da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis/Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Fundação Norte Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (ANP/UFRN/FUNPEC), e nele foi incluído a análise de toda a base de dados públicos disponíveis na Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis/Banco de Dados de Exploração e Produção (ANP/BDEP), além de outros dados geológicos e geofísicos obtidos pela equipe. Posteriormente, foi possível estudar um conjunto de linhas sísmicas proprietárias abrangendo a Sub-bacia de Pernambuco e a porção norte da Sub-bacia de Alagoas. Tais linhas foram disponibilizadas pela empresa Veritas do Brasil S.A.

mediante solicitação da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP). Seguindo instruções para uniformização da editoração, os quatro autores acima nominados são aqueles responsáveis pelo trabalho de elaboração da carta e do texto explicativo. Desse modo, é importante referir e agradecer a participação, em etapas prévias, de outros pesquisadores que foram co-responsáveis pela aquisição, discussão e interpretação de partes dos dados aqui apresentados: Renato Marcos Darros de Matos (Aurizônia), Liliane Rabelo Cruz (Petrobras), Camilla Bezerra de Almeida (todos então, ou atualmente, no Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - PPGG/UFRN), Ademilson Fagundes de Brito (OilFinders), Paulo Marcos de Paula Vasconcelos (University of Queensland), Paulo de Tarso Araripe (ANP), Mário Ferreira Lima Filho (Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco - PPG/UFPE) e Virgínio H. M. Lopes Neumann (Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco - PPG/UFPE).

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Ciências Exatas e da Terra/Departamento de Geologia.
e-mail: vcordoba@ufrnet.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Centro de Ciências Exatas e da Terra/Departamento de Geologia.

A Bacia de Pernambuco-Paraíba é constituída por duas sub-bacias, de Pernambuco (abreviada por SBPE e também conhecida como Bacia do Cabo, a sul) e da Paraíba (SBPB, a norte). O limite dessas sub-bacias é posicionado ao longo do extremo leste do Lineamento Pernambuco, com base na assinatura gravimétrica em *offshore* e nas diferenças nas colunas estratigráficas das porções emersas das mesmas. O alto que limita a Sub-bacia de Pernambuco com a Bacia Potiguar corresponde à Plataforma de Touros; a sul, o Alto de Maragogi limita a Sub-bacia de Pernambuco com a Bacia Sergipe-Alagoas.

Tendo em vista as citadas diferenças, e a necessidade de representá-las em uma única carta, a mesma constitui um modelo idealizado do arcabouço estratigráfico, projetando para uma mesma seção transversal, hipotética, unidades estratigráficas e feições geológicas que se distribuem longitudinalmente ao longo de ambas as sub-bacias. Seguindo a linha editorial, essa descrição enfatiza seqüências deposicionais e os principais eventos magmáticos, tectônicos e erosivos reconhecidos ou inferidos na bacia.

A construção da carta estratigráfica aqui apresentada envolveu a integração de uma base de dados bastante heterogênea: dados de geologia de superfície e de subsuperfície (mapas, poucos poços profundos e testemunhados) e dados sísmicos restritos na porção emersa, em contraste com a inexistência de dados de poços e um acervo razoável (Sub-bacia de Pernambuco) ou limitado (Sub-bacia de Paraíba) de dados sísmicos na porção submersa da bacia, além de uma ampla cobertura de dados gravimétricos. As seqüências deposicionais e suas respectivas discordâncias-limites, caracterizadas em sua maior parte pelos trabalhos no continente, foram rastreadas para as porções mais distais da bacia, utilizando critérios sísmoestratigráficos e correlações com bacias vizinhas. Assim, uma parcela das discussões aqui apresentadas é de cunho especulativo ou preditivo. É importante ressaltar que as unidades e superfícies cronoestratigráficas identificadas em afloramentos e testemunhos na porção terrestre da bacia não são necessariamente reconhecidas nas linhas sísmicas do segmento *offshore*, em virtude das diferenças de escala e das resoluções inerentes a cada método de investigação. Cabe ainda mencionar que o estudo da Bacia de Pernambuco-Paraíba viabilizou a aquisição de um expressivo conjunto de datações geocronológicas de rochas ígneas na Sub-bacia de Pernambuco. Analisados sob o prisma das relações de campo dessas rochas, tais

dados fornecem marcos cronoestratigráficos precisos e trazem implicações importantes para a evolução dessa bacia e vizinhas.

A carta estratigráfica ilustra cinco discordâncias mais expressivas, representadas por superfícies de erosão e/ou não deposição que apresentam boa continuidade através da bacia, ocorrendo desde as porções proximais até as distais. A discordância mais antiga corresponde à não conformidade que delimita a unidade basal da coluna sedimentar (mais especificamente, horizontes da Seqüência Rifte) em relação ao topo do embasamento cristalino. A idade mínima para essa discordância pode ser estimada com base na ocorrência da palinozona P-260 (idade Mesoaptiano), como o registro fóssilífero mais antigo da unidade sobreposta. Deve ser ressaltado, todavia, que o poço no qual foi obtido esse dado (o Poço do Cupe) não atingiu o embasamento e, assim, o primeiro registro sedimentar da bacia pode ser ainda mais antigo.

Como citado anteriormente, ocorre a Discordância do Albiano/Cenomaniano, que delimita no topo a seqüência de rochas vulcanossedimentares afetadas pela deformação distensional associada ao evento de rifteamento Sul-Atlântico, caracterizando-se, assim, como a discordância Rifte-Drifte (*breakup unconformity*) nessa região.

As outras três discordâncias mais jovens, do Turoniano superior, do Maastrichiano superior/Danianiano e do Mioceno inferior, foram originadas no estágio de deriva continental, quando as flutuações glacio-eustáticas passaram a ter um papel fundamental na construção do arcabouço cronoestratigráfico.

Além das três discordâncias Pós-Rifte, a carta estratigráfica ilustra, de forma preditiva, mais duas discordâncias que, apesar de não serem evidentes nas linhas sísmicas, possuem grande importância nas bacias vizinhas: as discordâncias do Campaniano inferior e do Oligoceno.

As cinco discordâncias de maior expressão separam cinco seqüências deposicionais e, no caso da mais antiga, faz a sua delimitação em relação ao embasamento cristalino. Essas seqüências envolvem, cada qual, um intervalo de duração entre 10 a 50 Ma, o que as coloca na classe dos ciclos de 2ª ordem, de acordo com a hierarquia de ciclos proposta por Vail *et al.* (1991).

As seqüências deposicionais e suas respectivas unidades litoestratigráficas estão apresentadas a seguir, sendo individualizadas de acordo com os estágios tectônicos Rifte e Drifte. Ao contrário das ba-

cias a sul (Sergipe-Alagoas), não são conhecidas evidências de unidades Pré-Rifte no assoalho dos depocentros, possibilidade essa que não pode ser descartada ao nível atual de conhecimento da BPP. Em termos de paleogeografia, as unidades relacionadas ao estágio Rifte ocorrem na Sub-bacia de Pernambuco ao longo de três zonas distintas, em estruturas orientadas na direção NNE (Almeida *et al.* 2005; Brito *et al.* 2006):

i) os grábens do setor continental e de águas rasas (ou grábens ocidentais), aí incluídos os grábens do Cupe e de Piedade;

ii) o Alto do Maracatu, mais a leste;

iii) um extenso gráben (o gráben oriental) que se prolonga além da Sub-bacia de Pernambuco, e outros depocentros mais a leste, em pleno domínio do Platô de Pernambuco. Dados gravimétricos e sísmicos permitem inferir a extensão desses depocentros em direção norte, na Sub-bacia da Paraíba (ver adiante).

Tendo em vista a impossibilidade atual de propor seções tipo para as seqüências que ocorrem predominantemente em *offshore*, em virtude da falta de poços para referência, foi adotada a solução, quando possível, de utilizar (e na prática, estender a área de ocorrência) as denominações de unidades correlatas na vizinha Bacia Sergipe-Alagoas.

Superseqüência Rifte

Seqüência K40-K70

A Seqüência K40-K70 (Rifte) corresponde litoestratigraficamente à Formação Cabo (incluindo uma seção evaporítica de provável idade neoptiana/eoalbiana) e as rochas da Suíte Magmática Ipojuca, aflorante na Sub-bacia de Pernambuco e mapeada pela sísmica no setor *offshore* de ambas as sub-bacias. A esse estágio ainda se reportam as seqüências vulcanosedimentares situadas na região limítrofe entre as crostas continental e oceânica, com assinatura sísmica característica e comumente referidas como *seaward-dipping reflections-SDRs* (vide Tectônica e Magmatismo).

O registro bioestratigráfico mais antigo obtido nas rochas da Formação Cabo corresponde à palinozona P-260, identificada na base (2.953 m) do Poço

do Cupe (2-CPE-01-PE), a sul de Recife, o que indica que a deposição sin-rifte já estaria em curso *circa* 115 Ma (Mesoaptiano). Esse poço não atingiu o embasamento, e a sísmica permite estimar a ocorrência de mais 0,5 a 1 km de rochas sedimentares sotopostas. O magmatismo da Suíte Ipojuca, penecontemporâneo à deposição da Formação Cabo, foi datado entre 105 a 100 Ma (idades ^{40}Ar - ^{39}Ar em minerais e rocha total), o que confere a Superseqüência Rifte uma duração aproximada, ou mínima, de pelo menos 15 Ma. Essa seqüência é limitada acima por uma expressiva discordância (discordância Rifte-Drifte), que teria erodido pelo menos 1 a 2 km da Formação Cabo (Almeida *et al.* 2005), incluindo intercalações de rochas vulcânicas da Suíte Ipojuca. Esse evento erosivo foi responsável pela exumação do Granito do Cabo, anterior à deposição dos estratos mais basais da Seqüência Drifte Transgressiva sobreposta, no continente. Nesse setor (borda continental) da bacia, a idade máxima estimada para essa discordância é de 102 Ma (a idade ^{40}Ar - ^{39}Ar do Granito do Cabo), ou um pouco mais jovem (com base nas idades ^{40}Ar - ^{39}Ar ou por traços de fissão em zircão, das vulcânicas sotopostas à discordância, entre 100 a 98 Ma) (Nascimento, 2003). A oportunidade ímpar de obter datações radiométricas (efetuadas no Ages Laboratory, University of Queensland) de rochas ígneas intercaladas (derrames e piroclásticas) ou intrusivas na Superseqüência Rifte (em especial na sua porção superior, aflorante) permitiu evidenciar que a Fase Rifte, nessa bacia, perdurou até o Neo-Albiano. Partindo do pressuposto de que a ruptura da crosta continental e a conseqüente criação de crosta oceânica ocorreram após o estágio Rifte, pode-se afirmar que na Bacia de Pernambuco-Paraíba tais eventos tenham ocorrido no limiar Neo-Albiano/Eocenomaniaco. Sendo assim, e considerando que nas bacias vizinhas (Sergipe-Alagoas/porção centro-sul e Potiguar) a formação de crosta oceânica tem idade mais antiga (provavelmente Neo-Aptiana), conclui-se que a região hoje ocupada pela Bacia de Pernambuco-Paraíba representava o último elo entre os continentes Sul-Americano e Africano.

A Superseqüência Rifte, caracterizada na Sub-bacia de Pernambuco por exposições e poços no continente (i) e no setor marítimo (ii e iii) pelas linhas sísmicas, é composta por sistemas de leques aluviais e lacustres depositados em contexto tectonicamente ativo, indicado pela ocorrência de falhas de borda acompanhadas por espessas cunhas de conglomerados, feições de crescimento dos pacotes sedimenta-

res e pelo alojamento sintectônico de rochas subvulcânicas encaixadas na Formação Cabo.

Em termos de associação faciológica, o poço do Cupe apresenta dois intervalos bastante distintos. Na porção inferior, a partir de 2.000 m até a sua profundidade final, ocorrem camadas de conglomerados com espessuras de dezenas a centenas de metros, intercalados com camadas mais delgadas de folhelhos e arenitos. Os testemunhos retirados nessa porção do poço amostraram alguns níveis de folhelhos negros, intensamente bioturbados, o que pode indicar condições de deposição em águas lacustres mais profundas. Este intervalo corresponde às palinozonas P260 e P270, equivalendo cronoestratigraficamente ao Andar Aptiano. A porção superior, que se estende da profundidade de 61 m (limite da Formação Cabo com a Formação Estiva, neste poço) até os 2.000 m, é praticamente toda composta por camadas de arenitos, algumas chegando a apresentar 400 m de espessura. Ocorrem ainda, intercalados aos arenitos, níveis de folhelhos e argilitos. Os testemunhos dessa porção evidenciam que alguns destes níveis de folhelhos contêm restos vegetais, o que pode sugerir deposição em águas mais rasas. Este intervalo compreende a palinozona P280, apresentando idade eoalbianiana. O poço de Piedade (9-JG-01-PE), que também amostrou parte da Superseqüência Rifte, é bastante semelhante.

A ocorrência de intervalos, cujo caráter da sedimentação se revela significativamente distinto, permite inferir que a Superseqüência Rifte depositou-se sob forte controle cíclico, em que se alternavam condições de deposição em águas lacustres profundas a rasas. As fácies que ocorrem nos intervalos mais basais de ambos os poços atestam que, durante a época da sua deposição, a paleogeografia era delimitada por lagos profundos, com sedimentação gravitacional por leques aluviais/deltaicos. Por outro lado, o predomínio de fácies areníticas, nos intervalos mais superiores destes poços, demonstra uma forte tendência ao assoreamento destes lagos por sistemas de leques aluviais e/ou flúvio-deltaicos. Esta mudança no cenário deposicional, causada pela relativa quiescência da tectônica ao final do estágio Rifte, pode também ter tido influência do aquecimento do clima, como sugere a Curva Global de Variação Eustática (Haq *et al.* 1988), que neste intervalo de tempo se mostra ascendente.

A interpretação sísmica em *offshore* caracterizou uma seção evaporítica (denominação provisória neste texto) intercalada na porção superior da

Superseqüência Rifte. Face às datações no continente, acima referidas (vulcânicas e, em decorrência, suas encaixantes sedimentares), uma idade eoalbianiana a neo-aptiana pode ser tentativamente inferida para a seção evaporítica. Esta seção foi interpretada como tendo sido formada a partir da implantação de bacias evaporíticas associadas a um braço de mar epicontinental, que, em decorrência de um clima mais quente, embora úmido, teria sido submetido à intensa evaporação.

As rochas evaporíticas formadas nesta etapa foram reconhecidas em linhas sísmicas atravessando um importante depocentro no setor de águas profundas da bacia (Platô de Pernambuco), o gráben oriental (Brito *et al.* 2006). Sua caracterização é facilitada quando desenvolvem formas diapíricas e estruturas associadas, que afetam a coluna sedimentar subjacente, ao nível da Seqüência Drifte Transgressiva, e até da Seqüência Drifte Regressiva Inferior.

Na análise sísmica foi possível identificar sismofácies com padrões *hummocky* e divergente na seção inferior da Seqüência Rifte que indicam processos deposicionais por escorregamentos de massas e por fluxos gravitacionais, sindeposicionais. Estas sismofácies são típicas dos estágios iniciais do rifteamento e indicam o domínio de sistemas de leques aluviais/deltaicos e de turbiditos lacustres. Na seção superior, foram identificadas sismofácies com padrão *free* que podem indicar a ocorrência de sistemas fluviais, além de sismofácies com padrões paralelos e descontínuos, que sugerem a ocorrência de deltas progradantes.

Na Sub-bacia de Pernambuco, dados sísmicos e gravimétricos integrados permitiram distinguir, em *offshore*, a ocorrência de semi-grábens cujo preenchimento é comparável à Seqüência Rifte da Sub-bacia de Pernambuco. A designação litoestratigráfica de Formação Cabo é adotada preliminarmente para estes depósitos. Os depocentros estão alinhados com aqueles que ocorrem no Platô de Pernambuco e, desta região no rumo norte, continuam até a borda oriental da Plataforma de Touros (Jardim de Sá *et al.* 2006).

Em síntese, as interpretações tecidas com base na análise dos poços e no mapeamento sísmico confirmam a existência de uma fase inicial de desenvolvimento do rifte, onde a atividade tectônica é mais intensa e de uma fase final caracterizada por uma diminuição da atividade das falhas de borda da bacia, o que conduz a taxas menores de criação de espaço para acomodação e o conseqüente assoreamento dos depocentros lacustres.

Por fim, cabe ressaltar que a representação gráfica da Supersequência Rifte na carta estratigráfica procurou retratar o modelo de deposição em uma estrutura de meio-gráben, sem escala horizontal definida, onde a margem falhada foi posicionada no lado continental e a margem flexural em direção a águas profundas, em termos da batimetria atual. Seguindo este modelo, prevê-se que o hiato erosional no topo da Supersequência Rifte (associado à discordância do Neo-albiano) tende a ser maior em direção à margem flexural.

Supersequência Drifte

Esta supersequência foi aqui subdividida em dois grandes conjuntos de seqüências: Transgressivas (K82-K130) e Regressivas (E10-N50).

Seqüências K82-K86 e K88-K130

A Seqüência Drifte Transgressiva foi dividida em duas seqüências de mais alta frequência, denominadas de Seqüência K82-K86 (Drifte Transgressiva Inferior) do Cenomaniano inferior/Turoniano inferior e Seqüência K88-K130 (Drifte Transgressiva Superior) correspondente ao Turoniano superior a Maastrichtiano superior. Tais seqüências são limitadas, no topo, pela discordância do Maastrichtiano.

Seqüência K82-K86

Esta seqüência foi bem caracterizada na Sub-bacia de Pernambuco emergida, com base em afloramentos e poços, estando representada pela Formação Estiva. Nas porções *offshore* das sub-bacias de Pernambuco e da Paraíba foi interpretada sismicamente. Especificamente na Sub-bacia da Paraíba, uma seqüência de provável equivalência pode ser inferida em linhas sísmicas *dip* na plataforma continental, dispostas desde o norte de Recife (região de Itamaracá) até João Pessoa. No caso em apreço, a referida seqüência ocorre sobreposta, em discordância angular, aos depósitos associados a Supersequência Rifte, sendo capeados por um conspicuo refletor cuja posição estratigráfica permite correlacioná-lo à discordância do Turoniano superior.

A Seqüência K82-K86 é representada por sistemas deposicionais que incluem leques costeiros e deltas nas porções proximais, gradando para uma plataforma carbonática de águas rasas e baixa energia, em *offshore*. Na Sub-bacia de Pernambuco, esta plataforma corresponde litoestratigraficamente à Formação Estiva, que é composta por calcários maciços, microcristalinos e dolomitizados, em associação com siltitos/argilitos escuros e folhelhos esverdeados.

Admite-se que a idade mais provável para implantação da plataforma carbonática Estiva, segundo dados paleontológicos obtidos na porção *onshore*, seja o Cenomaniano inferior, com limite máximo em 100-98 Ma (idade das rochas ígneas sotopostas, mais jovens, da Seqüência Rifte).

Considerando o contexto deposicional que marcou o início da sedimentação em condições de margem passiva em outras bacias brasileiras, pode-se inferir, de forma comparativa, que o início da deposição da Seqüência K82-K86, na Sub-bacia de Pernambuco, era caracterizado por uma paleomorfolgia em rampa homoclinal, onde sistemas carbonáticos de águas rasas e de alta energia se interdigitavam, em direção à costa, com sistemas deposicionais siliciclásticos. Como as condições de deposição ainda eram bastante restritas, é provável que estas rochas contivessem uma biota pouco variada com predomínio de grãos envelopados, como oolitos e oncolitos. Com o avanço do processo transgressivo, a ambiência deposicional provavelmente foi sendo modificada, passando a prevalecer um sistema plataformal de águas rasas, porém, de baixa energia. Esta porção mais superior e mais jovem da Seqüência K82-K86 deve corresponder àquela que se encontra aflorante ou subaflorante na porção *onshore* da Sub-bacia de Pernambuco representada pelas rochas dolomíticas e siliciclásticas da Formação Estiva.

Com base nos modelos de estratigrafia de seqüências para rampas carbonáticas, admite-se que a Seqüência K82-K86 seja formada predominantemente pelos tratos de sistemas transgressivos e de nível de mar alto e que o trato de sistemas de nível de mar alto encontre-se ausente ou pouco expressivo. O trato de sistemas transgressivos da Seqüência K82-K86 apresenta uma geometria retrogradacional, adquirida pelo deslocamento gradual dos cinturões de fácies em direção às porções mais proximais da bacia e culmina em uma superfície de inundação máxima, que foi relacionada à passagem do Cenomaniano para o Turoniano, momento que registra um importante evento global de anoxia. O trato de sistemas de nível de mar alto é marcado pela

migração dos cinturões de fácies em direção à bacia, de forma agradacional a progradacional.

Seqüência K88-K130

Esta seqüência corresponde, na Sub-bacia da Paraíba, às formações Beberibe, Itamaracá e Gramame. Na Sub-bacia de Pernambuco, esta seqüência ocorre preferencialmente em *offshore* e foi caracterizada sismicamente, à exceção do registro paleontológico nos carbonatos do Poço de Piedade (Lima Filho 1998; Lima Filho e Silva Santos, 2001). Neste caso, trata-se de fácies carbonáticas híbridas que, embora incluídas originalmente na Formação Estiva, são aqui reinterpretadas como correlatas às formações Itamaracá e Gramame. Esta mudança levou em consideração a existência de uma importante discordância que, originalmente posicionada na porção mediana da Formação Estiva, é aqui interpretada como a base da Seqüência K88-K130.

A Curva Global de Variação Eustática do Nível do Mar (Haq *et al.* 1988) revela uma tendência regressiva desse intervalo, a partir do Turoniano superior. Apesar disso, na Bacia de Pernambuco-Paraíba, esta mudança se deu de forma mais sutil e gradual. O padrão fortemente transgressivo que prevaleceu na seqüência anterior provavelmente se manteve até o Campaniano superior, culminando em um pico máximo expresso por um nível fosfático. A partir daí, o padrão transgressivo cedeu lugar a um padrão agradacional. A imposição, no entanto, de uma tendência fortemente regressiva ocorreu apenas no final do Cretáceo.

Nas linhas sísmicas, pode ser observado que os refletores que representam os estratos mais superiores dessa seção truncam o limite superior dessa seqüência, na forma de *toplaps* e truncamentos erosionais, revelando que a discordância do Maastrichtiano superior/Daniano preservou estratos mais jovens nas porções mais distais das sub-bacias.

O intervalo envolvido na deposição da Seqüência K88-K130, que vai do Turoniano superior ao Maastrichtiano superior/Daniano, corresponde, na Curva Global de Variação Relativa do *Onlap* Costeiro (Haq *et al.* 1988) a duas superseqüências separadas por uma importante discordância do Eocampaniano, com idade *circa* 80 Ma. De forma comparativa, pode ser inferido que a Seqüência K88-K130 também constitui uma seqüência composta por duas seqüências de mais alta freqüência, separadas por uma discor-

dância, inferida como do Campaniano inferior. A existência de uma importante discordância do Campaniano inferior já foi comprovada nas bacias vizinhas (Potiguar e Sergipe-Alagoas).

Com base na análise sísmica e tendo como referência as seqüências deposicionais carbonáticas cronocorrelatas na Bacia Potiguar, pode-se admitir que a Seqüência K88-K130, na Bacia de Pernambuco-Paraíba, tenha mantido a paleomorfologia de rampa que condicionou a sedimentação da Seqüência K82-K86. Assim sendo, prevê-se que tal seqüência seja formada por dois tratos de sistemas: o trato de sistemas transgressivo, mais basal e notadamente o mais importante e, a seguir, com uma tendência um pouco mais agradacional, o trato de sistemas de nível de mar alto. O trato de sistemas de nível de mar baixo não foi reconhecido nas linhas sísmicas, o que corrobora tal interpretação. De forma preditiva, pode-se ainda inferir que a superfície de máxima inundação marinha, que marca a transição entre ambos os tratos de sistemas da Seqüência K88-K130, nas sub-bacias investigadas, seja a superfície de inundação do Campaniano superior que na Curva Global de Variação Relativa do *Onlap* Costeiro (Haq *et al.* 1988) apresenta idade de 78 Ma.

Na Sub-bacia da Paraíba, o trato de sistemas transgressivos da Seqüência K88-K130 é representado por arenitos conglomeráticos a conglomerados finos de matriz siltico-argilosa, de sistemas fluviais meandantes, incluídos na Formação Beberibe, que interdigitam-se vertical e lateralmente com arenitos finos a médios, calcíferos e com rico conteúdo fóssilífero, dos sistemas litorâneos da Formação Itamaracá. Estas fácies possivelmente gradam, em direção a *offshore*, para rochas carbonáticas e pelíticas de plataforma aberta. Infere-se que tais rochas constituam os primeiros registros, nas porções mais distais da Sub-bacia da Paraíba, da plataforma carbonática Gramame. Ao final da deposição deste trato de sistemas foram implantados sistemas lagunares e estuarinos nas regiões costeiras, representados pelos arenitos calcíferos das porções intermediária e superior da Formação Itamaracá. Juntamente com o avanço das fácies litorâneas para a costa, os sedimentos carbonáticos, que provavelmente ocupavam uma área mais restrita na plataforma, devem ter avançado no mesmo sentido, ampliando assim a extensão da plataforma carbonática Gramame. Este trato culmina com uma importante superfície de máxima inundação marinha, representada por um nível fosfático que ocorre no topo da Formação Itamaracá, já na transição para a For-

mação Gramame. Este nível é caracterizado pela associação de foraminíferos bentônicos e de algas verdes com foraminíferos planctônicos. Esta mistura de biota é creditada a correntes sazonais de ressurgência, de águas ricas em nutrientes, das porções mais profundas para as mais rasas da plataforma. Tal nível fosfático é reconhecido regionalmente como uma expressiva anomalia de raios-gama, podendo ser relacionado a outros níveis de fosfato existentes no Campaniano, nas bacias vizinhas (Matsuda 1988; Matsuda e Viviers 1989).

Sobre esta superfície de máxima inundação depositou-se o trato de sistemas de nível de mar alto da Seqüência K88-K130, que é marcado por uma tendência de empilhamento agradacional a progradacional, sendo representado pelas rochas carbonáticas do topo da Formação Gramame. Esta formação, de idade campaniana-maastrichtiana, é composta predominantemente por *grainstones* a *packstones* maciços, por vezes intensamente dolomitizados e/ou contendo grãos siliciclásticos, e por *mudstones* e margas, com intensa bioturbação. Estas rochas são compostas por uma biota variada, e tal fato corroborou para a interpretação de que as mesmas se depositaram sob condições de mar aberto, em águas quentes e calmas e com lâmina d'água entre 100 a 200 m. O final deste trato de sistemas provavelmente é marcado por taxas relativamente menores de subida eustática do nível do mar e por uma diminuição gradativa na taxa de acomodação, o que gerou a migração dos cinturões de fácies para o interior da bacia, num padrão progradacional. Tal fato pôde ser comprovado pela ocorrência, em alguns poços no setor *onshore* da bacia, de níveis de arenitos calcíferos intercalados com as rochas carbonáticas típicas da Formação Gramame, na porção mais superior desta seqüência. Estes níveis representam o avanço dos sedimentos litorâneos por sobre os sedimentos carbonáticos de plataforma.

Seqüências E10-N10 e N20-N50

A Seqüência Drifte Regressiva é marcada pelo estabelecimento pleno das condições de deposição em ambiente marinho aberto. Neste contexto paleoambiental desenvolveram-se nas sub-bacias investigadas plataformas com fisiografia de borda, talude e bacia, onde a deposição se processou desde o con-

tinente, passando pelas águas marinhas rasas até as porções abissais. Em águas marinhas rasas, a sedimentação é representada por sedimentos siliciclásticos de sistemas deposicionais transicionais, que passam por sistemas deposicionais carbonáticos com grande diversidade biológica, construções recifais e/ou bancos carbonáticos na borda da plataforma, até os sistemas de leques submarinos nas porções mais profundas de talude e bacia. Sistemas fluviais representando a sedimentação continental passaram a compor este cenário deposicional nos momentos iniciais da deposição desta seqüência.

A Seqüência Drifte Regressiva foi dividida em duas seqüências de ordem superior, denominadas de Seqüência E10-N10 (Drifte Regressiva Inferior), de idade Paleoceno inferior/Mioceno inferior e a Seqüência N20-N50 (Drifte Regressiva Superior) do Mioceno médio/Plioceno, separadas por uma importante discordância do Mioceno inferior. Esta divisão teve como suporte a identificação, nas linhas sísmicas, de um refletor mais expressivo, que marca a transição entre um conjunto de refletores com caráter progradacional, que corresponde à Seqüência E10-N10, para outro conjunto com caráter agradacional, relacionado à Seqüência N20-N50.

Seqüência E10-N10

Esta seqüência apresenta como representantes litoestratigráficos as formações Algoduais, Marituba, Mosqueiro e Calumbi, na Sub-bacia de Pernambuco, e as formações Marituba, Maria Farinha e Calumbi na Sub-bacia da Paraíba.

Na Sub-bacia de Pernambuco, esta seqüência é formada por sistemas fluviais, transicionais e marinhos rasos e profundos. Os sistemas fluviais que compõem a Formação Algoduais compreendem conglomerados predominantemente polimíticos e arenitos com intercalações de argilitos, possuindo um padrão entrelaçado a meandrante. Para esta unidade, caracteristicamente afossilífera, Lima Filho (1998) propôs uma idade no intervalo Cretáceo superior – Paleógeno. Todavia, a ocorrência de apatita detrítica nesta formação, com idade de 78 ± 6 Ma pelo método de traços de fissão, sugere que, ao final do Cretáceo superior, a sua área fonte já estaria exumada e exposta à erosão. Conseqüentemente, e pelo baixo grau de litificação, a idade de deposição deve ser mais jovem, possivelmente paleógena.

Na Sub-bacia da Paraíba, por sua vez, a Seqüência E10-N10 é formada por sistemas marinhos rasos a profundos, não incluindo sistemas fluviais. Na porção *onshore* desta sub-bacia, a seqüência é representada pelas rochas carbonáticas de plataforma e borda de plataforma da Formação Maria Farinha, que representa uma prolífera plataforma carbonática, composta essencialmente por *grainstones* a *packstones* bioclásticos.

Na porção *offshore* de ambas as sub-bacias, estratos avaliados como equivalentes aos sistemas fluviais da Formação Algodoads, na Sub-bacia de Pernambuco, ou correlatos aos sistemas carbonáticos da Formação Maria Farinha, na Sub-bacia da Paraíba, encontram-se representados sismicamente por um conjunto de clinofomas dispostas em *downlap* sobre a discordância inferior, do Maastrichtiano superior/Daniano, e em *toplap* com relação à discordância superior, do Mioceno inferior. Para nomear litoestratigraficamente as rochas carbonáticas plataformais que ocorrem somente em *offshore* na Sub-bacia de Pernambuco, optou-se por utilizar a designação da unidade equivalente na Sub-bacia da Paraíba, neste caso, a Formação Maria Farinha. Para classificar os folhelhos pelágicos e turbiditos de talude e bacia que ocorrem nas porções mais distais de ambas as sub-bacias, foi adotado o nome da unidade cronoestratigráfica correspondente na Bacia Sergipe-Alagoas, a Formação Calumbi. Foi interpretado ainda, com base no padrão de empilhamento progradacional identificado sismicamente que, ao final desta seqüência, ocorrem sistemas siliciclásticos costeiros, que vieram a receber a denominação de Formação Marituba, nome também derivado da Bacia Sergipe-Alagoas.

Esta seqüência se desenvolveu sob uma paleomorfologia de plataforma com borda, talude e bacia. Sendo assim, infere-se que a mesma seja formada pelo trato de sistemas de nível de mar baixo, com seus típicos sistemas de leques submarinos e a cunha de nível de mar baixo, e pelos tratos de sistemas transgressivos e de nível de mar alto. Nas linhas sísmicas, não foi possível reconhecer as superfícies-chave, que separam estes tratos de sistemas.

Seqüência N20-N50

O início da deposição desta seqüência, no Mioceno inferior/médio, marca a mudança das condições prevalentes durante toda a deposição da seqüência sotoposta, onde a taxa de aporte sedi-

mentar excedia amplamente a taxa de criação de espaço de acomodação, para condições de deposição onde predomina um equilíbrio entre as taxas de aporte sedimentar e a de criação de espaço de acomodação. A Sub-bacia de Pernambuco inclui as formações Barreiras, Marituba, Mosqueiro e Calumbi, e a Sub-bacia da Paraíba as formações Barreiras, Marituba, Maria Farinha e Calumbi.

A Seqüência N20-N50 é representada por vários sistemas deposicionais, integrados em uma ampla plataforma com borda. Neste panorama deposicional, sistemas continentais representados por depósitos de leques aluviais e fluviais relacionados à Formação Barreiras gradavam nas regiões litorâneas para depósitos siliciclásticos de sistemas transicionais, denominados (segundo a explanação da seqüência anterior) de Formação Marituba. Os sistemas deposicionais marinhos são representados por depósitos carbonáticos plataformais e de borda de plataforma e por folhelhos e raros turbiditos de talude e bacia. Estes sistemas marinhos foram relacionados, respectivamente, às formações Maria Farinha e Calumbi, também segundo a explicação anterior.

Considerando que a Seqüência N20-N50 possui como limite inferior uma discordância produzida por um pronunciado recuo do nível do mar e que se desenvolveu em uma paleomorfologia de plataforma com borda, pode-se especular que a Seqüência N20-N50 na Bacia de Pernambuco-Paraíba seja composta pelos tratos de sistemas de nível de mar baixo, transgressivo e de nível de mar alto.

Durante a deposição do trato de sistemas de nível de mar baixo, com o recuo do *onlap* costeiro e da linha de costa para as porções mais distais, provavelmente desenvolveram-se sistemas de leques submarinos no talude e bacia, seguidos pela deposição de uma cunha clástica, de forma progradante, representando a parte tardia do rebaixamento eustático. O trato de sistemas transgressivo é marcado pelo avanço dos cinturões de fácies para as porções mais proximais, culminando com a superfície de máxima inundação marinha. Durante este episódio, é provável que o aporte de sedimentos siliciclásticos tenha diminuído, contido nas áreas costeiras, e que nas regiões plataformais tenha dominado uma sedimentação carbonática pura. Durante a deposição do trato de sistemas de nível de mar alto, houve uma redução da taxa de criação do espaço de acomodação, concomitante com o avanço dos cinturões de fácies para a bacia. Esta situação deve ter imprimido condições de sedimentação mista, com sedimentos siliciclásticos e carbonáticos interdigitando-se em águas plataformais, além da geração de bioconstruções de corais, sejam na forma de manchas recifais na plataforma ou

como recifes de barreira nas margens da mesma. Durante toda a deposição desta seqüência, sedimentos de leques aluviais e fluviais, relacionados à Formação Barreiras, ocuparam as regiões mais proximais da bacia.

Seqüência N60

A Seqüência N60 ocorre na parte emersa da bacia, constituída pelos sedimentos de planícies próximo à foz dos rios, principalmente Sirinhaem, Capibaribe e Paraíba e por cordões litorâneos ao longo da costa.

tectônica e magmatismo

Na evolução da Bacia Pernambuco-Paraíba, desde o estágio Rifte até o estágio Drifte (incluindo as fases Transgressiva e Regressiva), ocorreram processos deformacionais e magmáticos que contribuíram para o arcabouço ou estão presentes no registro estratigráfico. Com base na geometria das estruturas, assinatura cinemática, relações cronológicas e provável mecanismo gerador, três eventos deformacionais são reconhecidos.

O evento sinrifte (ou simplesmente Rifte) é traduzido por uma deformação distensional, com eixo de máxima distensão na direção NW-SE. Falhas normais em arranjo lítrico ou dominó, com direção NE, e combinadas a falhas de transferência (em geral, de rejeito oblíquo) NW, são as estruturas características deste estágio de evolução. O registro cinemático descrito tem como base as exposições da Superseqüência Rifte na Sub-bacia de Pernambuco (Almeida *et al.* 2005). Na Sub-bacia da Paraíba, falhas sinrifte são reconhecidas em *offshore* pela sísmica.

Um segundo evento (Pós-Rifte), é representado também por estruturas distensionais, todavia reconhecidas em unidades mais jovens, sobrepostas à discordância rifte-rifte (na Sub-bacia de Pernambuco) ou cronologicamente equivalentes (Seqüência Drifte Transgressiva Superior e Regressiva, na Sub-bacia da Paraíba). As falhas normais são mapeadas tanto em terra quanto em linhas sísmicas no mar, e, muito freqüentemente, constituem falhas peliculares ou ocorrem na continuidade das falhas sinrifte. O eixo principal de distensão varia entre WNW, na Sub-bacia de Pernambuco; a NE/ENE, na Sub-bacia da

Paraíba, e um controle por mecanismo gravitacional (colapso da plataforma-talude) pode ser aventado. O diapirismo salino em águas profundas da Sub-bacia de Pernambuco está inserido neste contexto. Todavia, na Sub-bacia da Paraíba, entre Recife e Natal, ocorrem estruturas de grábens com distensão NE/ENE, cujas falhas afetam tanto as unidades do Cretáceo superior (até o Campaniano) como o próprio embasamento cristalino. Reativações deste regime cinemático chegam a afetar a Formação Barreiras.

O terceiro evento distinguido envolve distensão longitudinal às bacias, em geral mediando a direção N-S (a NNE). Na Bacia Sergipe-Alagoas, um importante evento deformacional, com tal cinemática, é de idade pré-Formação Barreiras. Na Bacia de Pernambuco-Paraíba, esta cinemática é definida por falhas normais E-W a ENE, além de falhas de rejeito direcional, ou oblíquas, com direções NE e NW. A cinemática de distensão N-S \pm compressão E-W pode ser relacionada ao campo de tensões de escala continental, que afeta a Placa Sul-Americana desde o Cretáceo superior.

Dado à carência de marcadores estratigráficos ou geocronológicos, a exata cronologia entre os eventos Pós-Rifte ainda é pouco conhecida. Muito provavelmente, esses eventos são em parte pencontemporâneos, mas relacionados a causas distintas, de escala regional (colapso da margem continental) ou distribuído por toda a placa.

Ao longo da Bacia Pernambuco-Paraíba, são assinaladas ocorrências de rochas ígneas de contexto sin a tardirifte (a Suíte Magmática Ipojuca, no setor emerso e plataforma adjacente da Sub-bacia de Pernambuco; os SDRs, no limite com a crosta oceânica) e Pós-Rifte (a província de corpos magmáticos no Platô de Pernambuco e ocorrências restritas no embasamento ladeando a Sub-bacia da Paraíba).

A Suíte Magmática Ipojuca (SMI) engloba basaltos, traqui-andesitos e traquitos, riolitos, piroclásticas e o Granito do Cabo de Santo Agostinho. Este conjunto de litotipos ígneos está filiado a dois magmas parentais distintos, básico e ácido, pelo menos em parte coexistentes, ambos de afinidade alcalina (Nascimento 2003). A presença de derrames e camadas piroclásticas intercaladas na Formação Cabo, junto com corpos hipabissais (soleiras, diques e *plugs*, além do plúton epizonal) nela intrusivos, indicam que o magmatismo foi pencontemporâneo à deposição daqueles sedimentos (pelo menos ao nível aflorante no continente) e à tectônica rifte. O controle desses corpos por falhas sinrifte é evidenciado em vários exemplos de campo (Almeida *et al.* 2005).

Várias amostras desses corpos foram datadas pelos métodos ^{40}Ar - ^{39}Ar e traços de fissão em zircão, resultando em um dos melhores conjuntos de idades disponíveis em bacias da margem continental brasileira (Nascimento 2003). A distribuição das datações permite estimar que os diversos componentes da SMI (basaltos, traquitos, riolitos e o Granito do Cabo) foram formados no intervalo de tempo 105 a 100 (± 2) Ma, correspondente ao Meso-Neoalbio. Em decorrência, a mesma idade pode ser inferida para a seção superior da Formação Cabo. Por outro lado, os dados palinológicos dos poços do Cupe e Piedade indicam um intervalo Mesoptiano à base do Albiano (palinozonas P-260 a P-280) para os níveis inferiores a medianos desta formação, que são capeados por uma zona estéril que pode corresponder ao intervalo Meso/Neo-Albiano (pós-P-280) inferido a partir das idades das rochas da SMI.

Na região limítrofe entre as crostas continental e oceânica, no Platô de Pernambuco, mas também ao longo da Sub-bacia da Paraíba, a reinterpretação de algumas linhas sísmicas estudadas no Projeto Pernambuco-Paraíba permite identificar a ocorrência dos *seaward-dipping reflectors* (SDRs). Com base em vários exemplos descritos na literatura, tais feições correspondem a seqüências vulcanossedimentares (provavelmente vulcânicas básicas intercaladas com sedimentos silicilásticos de proveniência continental) cuja idade coincide com um estágio tardio, ou terminal, do rifte, e a consequente criação de assoalho oceânico. No caso da Bacia de Pernambuco-Paraíba, tais seqüências estão capeadas por sedimentos de provável idade paleógena/neógena (Seqüência Regressiva) e, pelo menos em parte, parecem estar assentadas sobre o substrato oceânico.

No Platô de Pernambuco, o exame das linhas sísmicas permite interpretar a ocorrência de outros tipos de corpos magmáticos, de forma tabular (soleiras), encaixados nas Seqüências Rifte e Drifte Transgressiva, mais provavelmente definindo uma província ígnea mais jovem, em comparação com a SMI.

Esta província ígnea na Sub-bacia de Pernambuco marítima é referida como os Altos Magmáticos do Platô de Pernambuco. Marcantes anomalias magnéticas e gravimétricas estão associadas com estes altos batimétricos, que ocorrem no domínio de crosta continental, sob águas profundas e ultraprofundas. Tais rochas podem corresponder a grandes plútons ou a enxames de corpos menores, freqüentemente tabulares. Duas hipóteses principais podem ser colocadas para a origem destas feições:

i) Os altos seriam dominados por construções magmáticas Pós-Rifte, possivelmente de idade neocretácea, em sua maior parte intrusivas no embasamento cristalino. Esta hipótese, relacionável à atividade de plumas intraplaca, é mais simples e parece contemplar melhor as relações de *onlap* da seqüência terciária nas bordas dos altos;

ii) Numa hipótese atualmente avaliada como de menor probabilidade, os altos seriam de origem tectonomagmática, relacionada ao rifteamento, com soerguimento da crosta inferior granulítica intrudida por plútons granitóides neoproterozóicos/brasilianos (expostos na margem continental), e/ou por corpos ígneos sinrifteamento, equivalentes plutônicos dos litotipos dominantes na Suíte Ipojuca (sienogabros/dioritos a monzonitos/monzodioritos).

Finalmente, ainda deve ser citada a ocorrência, eventual e pontual, de rochas básicas/alcalinas de idade neocretácea a terciária, especialmente na Sub-bacia da Paraíba, tendo como exemplos e análogos, no continente, a intrusão alcalina de Itapororoca e os basaltos alcalinos correlatos à Suíte Macau.

agradecimentos

Agradecimentos à Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) e a Veritas do Brasil S.A. pelo apoio e permissão para divulgação dos resultados dos projetos, como também a Petrobras, em nome de Gilmar Vital Bueno, Hamilton Duncan Rangel e Edison José Milani, pelo honroso convite para participação neste volume e pelas discussões técnicas ocorridas durante a preparação da carta estratigráfica.

referências bibliográficas

ALMEIDA, C. B.; CRUZ, L. R.; JARDIM DE SÁ, E. F.; VASCONCELOS, P. M. P.; MEDEIROS, W. E. Tectônica e relações estratigráficas na Sub-bacia de Pernambuco, NE do Brasil: contribuição ao conhecimento do rifte Sul-Atlântico. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 167-180, maio/nov. 2005.

BRITO, A. F.; ANTUNES, A. F.; JARDIM DE SÁ, E. F.; MEDEIROS, W. E.; CÓRDOBA, V. C.; SOUSA, D. C.; ARARIPE, P. T. Reinterpretação sísmica e gravimétrica no Platô de Pernambuco: altos e depocentros, evidências de uma seção evaporítica e implicações exploratórias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracajú. **Anais**. Bahia: Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Bahia-Sergipe Aracaju, 2006. 14 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, 1998. p. 71-108. (SEPM. Special Publication, 42).

JARDIM DE SÁ, E. F.; MEDEIROS, W. E.; ANTUNES, A. F.; ALVES DA SILVA, F. C.; CÓRDOBA, V. C.; OLIVEIRA, R. G. O extremo norte do rifte sul-atlântico: integração geologia e geofísica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracajú. **Anais**. Bahia: Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Bahia-Sergipe Aracaju, 2006. 17 p.

LIMA FILHO, M. F. **Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco**. 1998. 139 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

LIMA FILHO, M. F.; SILVA SANTOS, P. R. Biocronoestratigrafia da Bacia Pernambuco – implicações ambientais e paleogeográficas. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, v. 2, p. 84-85. 2001.

MATSUDA, N. S.; VIVIERS, M. C. Caracterização do marco radioativo da parte superior da Formação Jandaíra na Bacia Potiguar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11., 1989, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1989, p. 1029-1041.

MATSUDA, N. S. **Caracterização petrográfica, mineralógica e paleoambiental da anomalia radioativa associada às rochas carbonáticas do Cratéreo Superior da Bacia Potiguar, Rio Grande do Norte, Brasil**. 1988, 131 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1988.

NASCIMENTO, M. A. L. **Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da Província Magmática do Cabo e suas**

relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco (NE do Brasil). 2003, 235 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

VAIL, P. R.; AUDERMAD, F.; BROWMAN, S. A.; EISNER, P. N.; PEREZ-CRUZ, C. The stratigraphy signatures of tectonics, eustacy and sedimentology: an overview. In: EINSELE, G.; RICKEN, W.; SEILACHER, A. (Ed.) **Cycles and events in stratigraphy**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p. 617-659.

bibliografia

FEIJÓ, F. J. Bacia Pernambuco-Paraíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 143-147, jan./mar. 1994.

JARDIM DE SÁ, E. F.; CRUZ, L. R.; ALMEIDA, C. B.; MEDEIROS, W. E.; MOREIRA, J. A. M.; FIGUEIREDO, E. M. Tectônica pós-rifte na Sub-bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Anais**. Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004. 1 CD-ROM.

JARDIM DE SÁ, E. F.; ALMEIDA, C. B.; RABÊLO CRUZ, L.; NASCIMENTO, M. A. L.; ANTUNES, A. F.; ALVES DA SILVA, F. C. Controle estrutural no alojamento de rochas vulcânicas: exemplos e implicações na Bacia Pernambuco-Paraíba, NE do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10., 2005, Curitiba. **Boletim de resumos expandidos**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005. p. 75-77.

NASCIMENTO, M. A. L.; VASCONCELOS, P. M.; SOUZA, Z. S.; JARDIM DE SÁ, E. F.; CARMO, I. O.; THIEDE, D. ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology of the Cabo Magmatic Province, Pernambuco Basin, NE Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Anais**. Salvador: Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, 2003. p. 624-628.

RABÊLO CRUZ, L.; CÓRDOBA, V. C.; MATOS, R. M. D.; JARDIM DE SÁ, E. F.; ALMEIDA, C. B.; GUEDES, I. M. G.; LIMA FILHO, M. F. Revisão lito-estratigráfica da Sub-bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Anais**. Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004. 1 CD-ROM.





