RECONSTRUÇÕES PALEOAMBIENTAIS DO JURO-CRETÁCEO
NO NORDESTE ORIENTAL BRASILEIRODÉLZIO DE LIMA MACHADO JÚNIOR*, LAURO KAZUMI DEHIRA*,
CELSO DAL RÉ CARNEIRO** e FERNANDO F.M. DE ALMEIDA**

ABSTRACT JURO-CRETACEOUS PALEO GEOGRAPHIC RECONSTRUCTION MAPS OF NORTH-EASTERN BRAZIL. Juro-Cretaceous paleogeographic reconstruction maps of North-eastern Brazil are presented and discussed. Several sedimentary basins have been developed during this time interval as a result of the Mesozoic tectono-magmatic activation of the South American Platform. An Upper Jurassic stretching of the crust generated a large subsident area (Dom João Stage). Following this phase, a Neocomian rifting (Rio da Serra and Aratu stages) was generated by activation of regional faults and ancient shear zones. As a result of those processes, interior rifts were generated as the Médio Rio Jaguaribe, Rio do Peixe, Recôncavo-Tucano-Jatobá and Araripe basins, as well as the coastal basins. The continental Neocomian sediments on interior basins are considered as affecting a large area submitted to erosion between the end of this stage and the Aptian. It is discussed some noticeable geological differences in the history of the continental basins when compared to the coastal ones. After the Cenomanian, the tectonic movements have been decreased, contrasting with the intense activity during the Neocomian.

RESUMO As bacias sedimentares interiores do Nordeste brasileiro situam-se entre as principais feições desenvolvidas durante a Ativação Mesozóica nessa região. Como resultado da intensa movimentação tectônica junto aos principais sistemas de falhamento e zonas de cisalhamento antigas, estruturaram-se diversos pequenos riftes, tais como o conjunto de bacias do Médio Rio Jaguaribe, a Bacia do Rio do Peixe, o sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá e a Bacia do Araripe, sincrônicos aos riftes implantados no segmento crustal que compreende as atuais bacias costeiras. As primeiras são remanescentes preservados de uma sedimentação continental do Cretáceo Inferior, possivelmente de maior expressão em área, mostrando histórias sedimentares semelhantes entre si e com os riftes costeiros. O registro sedimentar dessas bacias oferece elementos para uma interpretação tentativa da paleogeografia da região nordestina, apresentada em mapas de reconstrução paleoambiental para o intervalo que compreende os andares Dom João, Rio da Serra/Aratu, Alagoas e Albo-Cenomaniano.

INTRODUÇÃO A história evolutiva do Nordeste brasileiro durante o Fanerozóico foi marcada por diversos ciclos de sedimentação associados a uma série de episódios tectônicos singulares. De modo mais acentuado que no restante da Plataforma Sul-Americana, a ativação tectono-magmática mesozóica gerou nessa área, além de outras feições, diversos riftes cretáceos interiores que vêm de há muito despertando o interesse dos pesquisadores. Como decorrência, a literatura foi enriquecida com maior número de trabalhos de reconstruções paleoambientais que no restante da plataforma.

Ghignone (1972), quando da realização de um simpósio sobre a paleogeografia dos litorais sul-americano e africano (Ponte *et al.* 1972), apresentou importante reconstrução paleoambiental baseada nos conhecimentos geológicos da época. Seu estudo envolveu extensiva correlação entre as diversas áreas sedimentares conhecidas, paleozóicas e mesozóicas (Fig. 1).

Conclusões similares foram obtidas por Lima (1978), que focalizou o registro sedimentar das diversas bacias do Nordeste. Outros autores, como Viana (1966), Braun (1966, 1969), Santos & Valença (1968), Petri (1974), Castro *et al.* (1982), Rolim & Mabesoone (1982) e Zalán (1983) apresentam reconstituições paleogeográficas em áreas restritas. O trabalho mais recente, de Petri (1987) focalizou todo o território brasileiro durante o Cretáceo, com relativo destaque para o Nordeste, especialmente ao longo da plataforma continental. Os principais fenômenos referidos integram-se no contexto da Ativação Mesozóica da plataforma (Almeida 1972), antes denominada Reativação Wealdeniana pelo mesmo autor em 1967.

Buscando recompor, em maior escala, os eventos rela-

cionados à ativação, o presente estudo focaliza a estrutura e o preenchimento das bacias sedimentares do Nordeste oriental. São analisados dados geológicos e interpretações mais recentes sobre a evolução tectônica regional, no sentido de montar uma hipotética reconstrução dos ambientes sedimentares, sua extensão e evolução durante a segunda metade do Mesozóico.

INTERVALO CONSIDERADO O estudo focaliza a evolução da área continental a partir do início dos fenômenos da Ativação (Andar Dom João) até o período no qual passaram a prevalecer condições francamente marinhas de sedimentação na margem continental imersa (Albo-Cenomaniano). Os mapas elaborados originalmente em escala 1:2.500.000 (IPT 1988), reproduzidos neste artigo, utilizam os símbolos e ornamentos da figura 2.

As denominações de andares cronoestratigráficos seguem as recomendações de Arai *et al.* (1987), adotadas no âmbito da Petrobrás e que, por serem mais completas que as de Brito (1984, 1986 e 1987), servem de base para os limites absolutos de tempo geológico aqui adotados. A correlação com intervalos absolutos da escala internacional, por sua vez, segue os valores indicados por Harland *et al.* (1982).

RECONSTRUÇÕES PALEOAMBIENTAIS Quatro divisões principais englobam os mapas a seguir referidos, correspondentes aos andares Dom João, Rio da Serra-Aratu, Alagoas Inferior e Albo-Cenomaniano.

Andar Dom João Entre o Triássico e o Jurássico Médio-Superior, precedendo o tectonismo gerador dos riftes continentais, o Nordeste brasileiro esteve sujeito a um conti-

* Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT, Divisão de Geologia e Recursos Minerais. Cidade Universitária, Caixa Postal 7141, CEP 05508, São Paulo, SP

** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT e Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Figura 1 – Reconstruções paleogeográficas do Nordeste (modificado de Ghignone 1972)

Figure 1 – Phanerozoic paleogeographic reconstruction maps of Eastern Brazil (modified from Ghignone 1972)

Figura 2 – Quadro correlativo da paleogeografia do Nordeste e estágios da Ativação Mesozóica. A legenda refere-se às figuras seguintes

Figure 2 – Paleogeographic correlation chart of Northeastern Brazil and stages of the Mesozoic Activation. The symbols refer to the following figures

nuado processo erosivo, responsável pela eliminação da maior parte da cobertura paleozóica. Diversos autores (Estrella 1972, Ponte *et al.* 1972, Asmus 1975) admitiram um estágio de intumescência crustal similar ao modelo de Dewey & Bird (1970) entre o final do Permiano e o término do Jurássico. Segundo interpretações de Asmus & Porto (1980) teriam existido na área da atual costa brasileira duas feições positivas dispostas na região em que se formaria, após o final do Aptiano, o Oceano Atlântico. Uma estaria localizada junto aos atuais litorais de Pernambuco e Paraíba e a outra compreendida na região submersa entre Florianópolis e o Rio de Janeiro. Extensa depressão N-S ter-se-ia desenvolvido durante o Jurássico Superior na região interdômica (Depressão Afro-Brasileira, segundo Ponte *et al.* 1972, Asmus & Porto 1980), acolhendo sedimentos das áreas positivas limitantes. Sobre essa vasta bacia sedimentar implantou-se parte do sistema de riftes cretáceos nordestinos.

A aceitação pouco generalizada do modelo de intumescência crustal deve-se ao aparecimento de novas concepções envolvendo deslocamentos horizontais expressivos acompanhando a separação continental.

Nesse sentido, um mecanismo capaz de explicar a existência da vasta área subsidente do Jurássico Superior indicada na figura 3 envolve um período inicial de estiramento crustal precedendo um estágio de ruptura (rifting). Tal mecanismo foi detalhado, na área da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá, por Milani (1987), que atribuiu ao estágio de adelgaçamento crustal a delimitação das áreas negativas dessa bacia intracratônica.

Os sedimentos do Andar Dom João apresentam remanescentes nas bacias Recôncavo-Tucano-Jatobá, Sergipe-Alagoas e Araripe; estão ainda presentes na Bacia do Congo, compondo as séries M'Vone e N'Dombo e na Bacia de Cabinda em Angola (Viana 1966, Netto 1978). Folhelhos avermelhados e arenitos imaturos de origem continental, característicos dessa fase, distribuem-se pelas formações Aliança e Sergi, do Grupo Brotas da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá e Bananeiras e Serraria, da porção superior do Subgrupo Igreja Nova na Bacia Sergipe-Alagoas.

Diante dessa ampla distribuição, na análise estratigráfica do Andar Dom João é forçoso considerar os limites de uma única bacia, que se assemelha à Depressão Afro-Brasileira (Fig. 3). A concepção sugere homogeneidade no ambiente sedimentar ao longo de áreas maiores que as mostradas em reconstruções anteriores (Ponte *et al.* 1972) sobre a antiga bacia sedimentar neojurássica. Esta é, de fato, uma característica conspícua aliada à similaridade de conteúdo em ostracodes não-marinhos encontrados nas bacias do Araripe, Sergipe-Alagoas, Recôncavo-Tucano-Jatobá, no Brasil, e Congo, no lado africano (Braun 1966, Viana 1966, Ghignone *et al.* 1986).

Não se conhecem feições diagnósticas de tectonismo e magmatismo ativo nessa extensa bacia sedimentar durante o Neojurássico. Na Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá, o preenchimento inicial é representado por folhelhos vermelhos da Formação Aliança em ambiente lacustre raso não necessariamente contínuo. A deposição envolveu área restrita, constituída por embasamento pré-cambriano e camadas paleozóicas. Sobre pelitos remanescentes da Formação Aliança (membros Afligidos, inferior, e Capianga, superior) alternam-se depósitos arenosos resultantes de sistemas flúvio-eólicos, anastomosados, constituindo o Membro Boipeba. O conjunto indica um fluxo sedimentar variável que acompanhou as oscilações na subsidência da bacia. O avanço dos arenitos flúvio-eólicos correspondentes à Formação Sergi é resultado de derradeira mudança no aporte clástico durante o Neojurássico. O processo evoluiu para a colmatação dos leques fluviais rumo à Bacia do Recôncavo.

A natureza dos depósitos permite reconhecer algumas feições morfológicas predominantes. A constante coloração

vermelho-ocre das rochas da Formação Aliança e a extensão considerável da bacia poderiam ser explicadas por uma natureza uniforme da área-fonte. Para tão grandes distâncias, não há vestígios, no Pré-Cambriano, circundante de uma unidade litológica tão homogênea que possa ter originado os sedimentos. Por outro lado, a existência de horizontes lateríticos cobrindo as áreas-fonte, fornecedores de material para *red beds*, é fato reconhecido em outros continentes. Segundo Ghignone (1979), seria essa a hipótese mais provável para a gênese dos sedimentos.

Os pelitos representariam, portanto, o dissecamento dos perfis superficiais dos terrenos ricos em material argiloso, enquanto a presença de clásticos de textura grossa e imaturos (Membro Boipeba e Formação Sergi) representaria o avanço da erosão remontante que expôs o substrato rochoso de áreas-fontes marginais.

Um assoreamento precoce na parte norte da bacia pode ser inferido de direções de paleocorrentes indicativas de fluxo para NNW encontradas na base da Formação Sergi. A partir desse nível estratigráfico, os sentidos se invertem para SSW (Netto 1978), possivelmente devido a pulso subsidente, situado a sul. É exatamente a sul da Bacia do Recôncavo que ocorre a área de maior subsidência e possança dos estratos, enquanto a norte se encontra uma maior participação de seções clásticas imaturas da Formação Sergi, relativamente aos pelitos Aliança. A retomada da subsidência na área do Recôncavo e Tucano Sul provoca a instalação de outro sistema, provavelmente lacustrino, representado pelos folhelhos basais da Formação Itaparica.

Andares Rio da Serra e Aratu No início do Neocômião, a intensa movimentação tectônica resultante da Ativação Mesozóica segmentou o Nordeste oriental em diversos riftes controlados por falhas pré-cambrianas e alimentados pelas redes de drenagem então existentes em duas áreas principais (Fig. 4): uma a norte, associada à primeira fase de formação do Atlântico na região equatorial, e outra a sudeste, ligada à formação do Atlântico Sul. A primeira compreende o Gráben de Pendência (Bacia Potiguar) e seus correlatos por toda a faixa SW (bacias do Médio Rio Jaguaribe, Rio do Peixe e Araripe). Ao contrário das atuais bacias do Recôncavo, Tucano, Jatobá, Araripe e Sergipe-Alagoas, cujas histórias pré-rifte são marcadas pelos registros sedimentares do Andar Dom João, as demais bacias mesozóicas, interiores ou costeiras, apresentam seqüências formadas apenas a partir do período de maior movimentação, que equivale aos andares Rio da Serra e Aratu.

Duas áreas sedimentares principais evoluíram individualmente a sul do paralelo 8°S e constituíram as bacias Recôncavo-Tucano-Jatobá e Sergipe-Alagoas; ambas representam riftes ligados ao desenvolvimento da Microplaca do Nordeste brasileiro, constituindo-se, respectivamente, em seus limites W e SE (Lana & Milani 1986).

BACIA SERGIPE-ALAGOAS O arranjo de blocos e o padrão de falhas da Bacia Sergipe-Alagoas são consistentes com a atuação de um binário cisalhante na direção N45E (Lana 1985) no estágio inicial de formação da bacia (Fig. 5). Durante o intervalo Rio da Serra-Jiquiá, teria prevalecido um desenvolvimento transtensional que estruturou toda a bacia. Progressivamente, no Andar Alagoas, instalaram-se dois regimes distintos concentrados em diferentes setores da bacia: um transpressional no segmento alagoano e outro distensional na porção sergipana (Fig. 5C). Tais condições governaram o início da deriva na região (Lana 1985).

A tectônica transtensional determinou a formação de um conjunto de blocos justapostos, orientados segundo a direção N-S. São blocos limitados por falhas sincrônicas de dupla natureza – transcorrente e de gravidade – respectivamente pertencentes aos sistemas N45E e N-S. Constituem pequenos

Figura 3 – Mapa de reconstrução paleogeográfica do Andar Dom João
Figure 3 – Paleogeographic reconstruction map for the Dom João Stage

Figura 4 – Mapa de reconstrução paleogeográfica dos andares Rio da Serra e Aratu (área detalhada segundo isótopos de arenitos sugerindo lobos deltaicos, modificada de Horschutz et al. 1973)

Figure 4 – Paleogeographic reconstruction map for the Rio da Serra/Aratu stages (detailed area showing isopercentage of sandstone suggesting deltaic lobes, modified from Horschutz et al. 1973)

Figura 5 – Evolução esquemática da deformação na Bacia Sergipe-Alagoas (modificado de Lana 1985)

Figure 5 – Diagramatic evolution of deformation in Sergipe-Alagoas Basin (modified from Lana 1985)

riftes escalonados que tiveram preenchimentos aparentemente individualizados, refletidos no padrão de isópacas do período considerado (Fig. 4).

No conjunto, o preenchimento sedimentar na porção conhecida da bacia obedece a um sentido predominante de oeste para leste, subordinadamente N-S, concentrado principalmente no segmento alagoano. De fato, o traçado das isópacas mostra existir feição positiva na parte NW, no período. Prováveis movimentações posteriores segmentaram a bacia por meio de falhas de gravidade nos limites S e N (Souza 1972).

A sedimentação da parte inicial do período é marcada pela sequência de folhelhos, com intercalações de arenitos finos, siltitos e calcários da Formação Barra de Itiúba. Inicialmente, a deposição deu-se em continuidade à evolução neojurássica, como reflexo de mais um pulso subsidente na bacia Dom João, talvez com alguma movimentação de pequena escala junto a falhas de rejeito discreto. Entretanto, a partir do Rio da Serra Médio inicia-se um estágio de ampla movimentação vertical, no qual passaram a prevalecer sistemas fluviais, flúvio-deltaicos e de talude que marcam a fase rifte. A sedimentação sintectônica é caracterizada pelos fanglomerados da Formação Rio Pitanga que ocorrem junto às principais falhas marginais e adjacentes aos altos regionais da Bacia Sergipe-Alagoas, como mostra a figura 4. Esses conglomerados formam cunhas clásticas que gradam lateralmente aos leitos psamo-pelíticos da Formação Penedo.

SISTEMA RECÔNCAVO-TUCANO-JATOBÁ É notável a semelhança no desenvolvimento das bacias Sergipe-Alagoas e Recôncavo-Tucano-Jatobá, em função de uma paleogeografia comparável. No segmento sul (bacias do Recôncavo e Tucano Sul) verifica-se a retomada da subsidência também no Rio da Serra Médio, tal como em Sergipe-Alagoas. O assoreamento dessas bacias, predominantemente no sentido W-E, conduziu à formação do pacote de arenitos do Membro Água Grande, progradante sobre os folhelhos basais.

A manutenção da subsidência em ambas as bacias, alimentada talvez por uma tectônica discreta na borda leste, é responsável pela continuada sedimentação pelítica nesse trecho das bacias, transicionando para o Membro Tauá da Formação Candeias. A partir do intervalo médio do Rio da Serra, passa a atuar a tectônica de transferência (Milani & Davison 1988), responsável pelo colapso diferencial de blocos ao longo da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá. Nesses semigrábens são reconhecidas cunhas de fanglomerados (equivalentes à Formação Salvador e suas fácies distais, denominadas Membro Morro do Barro), delineando as principais falhas ativas do período (Fig. 4). Os fortes gradientes deram origem aos turbiditos dos membros Gomo e Maracangalha, concentrados principalmente em Recôncavo e Tucano Sul.

Na figura 6, a presença de uma estrutura-em-flor positiva foi interpretada por Milani & Davison (1988) como indicativa de transcorrência, exercendo papel transferente para a subsidência de blocos de áreas vizinhas. O tectonismo levou ao soerguimento e erosão das áreas situadas a norte do Recôncavo e Tucano Sul, após depositada a Formação Itaparica. Na figura 6, o adelgaçamento da Formação Candeias rumo NW é evidência da atividade do Alto de Vaza-Barris durante o período. Ghignone (1979) admitiu movimentação positiva da área referente à Bacia Tucano Centro, responsável pela eliminação de boa parte dos folhelhos Itaparica e atingindo localmente porções do Arenito Sergi. O material teria sido redepositado em Tucano Sul e Recôncavo como uma unidade tabular (Membro Água Grande), capeadora da Formação Itaparica.

Outra feição positiva, ativa a partir do final da deposição Sergi, teria segmentado a Bacia Brotas isolando a área do Araripe a NW e do Recôncavo-Tucano-Jatobá a SE. É aqui representada como um arco regional denominado Salgueiro-Floresta, cuja existência já havia sido postulada por Braun (1966). Embora sua real natureza seja ainda incerta, o alto parece ter servido de área-fonte para bacias formadas ao final

Figura 6 - Perfil esquemático NW-SE através do Arco de Vaza-Barris (modificado de Cupertino & Magnavita 1987)
 Figure 6 - Schematic NW-SE profile across the Vaza-Barris Arch (modified from Cupertino & Magnavita 1987)

da sedimentação neojurássica. Do soerguimento continuado da região durante o início do Neocomiano decorreria a não-deposição da Formação Itaparica nas bacias de Jatobá e Tucano Norte, com erosão do topo das unidades neojurássicas e o mencionado afinamento do Candeias para norte. De fato, nesta porção é incompleto o registro sedimentar de boa parte da seção neocomiana inferior do Recôncavo e Tucano Sul, estando os sedimentos da Formação Candeias (Bacia do Tucano Norte) localmente em discordância angular sobre a Formação Sergi (Braun 1966.).

Após o período de mais intensa movimentação tectônica (Andar Rio da Serra), houve no Andar Aratu diminuição da taxa de subsidência na Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá e maior equilíbrio entre deposição e taxa de afundamento. Isso modificou o fluxo sedimentar nas bacias, provocando o avanço dos sistemas deltaicos prográdantes sobre os leques subaquáticos e subaéreos ativos no andar anterior. A Formação Pojuca caracteriza o período, sendo nela reconhecíveis alguns marcos estratigráficos condizentes com uma faciologia deltaica, como as camadas Santiago e Cambuqui (Horschutz *et al.* 1973, Ghignone 1979). No destaque apresentado na figura 4 acha-se exemplificada uma provável situação paleogeográfica para o Andar Aratu com sua faciologia esquemática (seg. Horschutz *et al.* 1973). A contribuição das áreas-fontes da metade norte revela o afundamento do bloco correspondente à Bacia do Recôncavo, a sul, balizado pela ativação contínua da Falha de Salvador. Sabe-se que as falhas correspondentes na porção norte da Fossa Bahiana estiveram ativas, como a Falha de Salvador, devendo-se esperar um quadro paleogeográfico semelhante para as bacias de Tucano (Sul, Centro e Norte) e Jatobá. Entretanto, tal desenvolvimento pode ter sido retardado nessas últimas, tendo em vista uma menor subsidência durante o Andar Rio da Serra. A diminuição da espessura da coluna sedimentar da Formação Candeias, rumo norte, é acompanhada de predomínio de clásticos psamíticos sobre a fração pelítica.

COBERTURAS INTERIORES O conjunto de riftes alinhados segundo NE, que ocorre a NW do Arco Salgueiro-Floresta (Fig. 4), estruturou-se durante o Neocomiano, datando também dessa época seu preenchimento sedimentar. Desses riftes, apenas os do Araripe mostram registros de uma fase sedimentar anterior, reconhecivelmente do Andar Dom João, portanto num contexto tectônico diferente do Neocomiano. Matos (1987) aplicou um modelo de transcorrência e transferência para falhas pré-cambrianas ativadas, associando-o a deslocamentos verticais de blocos (Fig. 7).

Apesar de conhecida desde fins do século passado, apenas nos anos 60 a Bacia do Araripe teve sua estratigrafia definida (Beurlen 1962), embora este autor não se tenha aprofundado no aspecto paleoambiental. Braun (1966) reconheceu expressivo tectonismo no pacote correspondente à Formação Missão Velha de Beurlen (1962), responsável pela discordância angular e erosiva que a separa dos estratos aptiano-albianos sobrepostos.

Ghignone *et al.* (1986) reconheceram a leste da Bacia do Araripe (Sub-bacia Crato) o intervalo Rio da Serra-Aratu-Buracica semelhante ao que ocorre no Recôncavo, de acordo com seu conteúdo fossilífero. Campanha (1987), com base no zoneamento bioestratigráfico estabelecido em um poço da parte oeste da Bacia do Araripe (Sub-bacia Feira Nova), determinou a presença dos andares Rio da Serra, Buracica, Jiquiá e Alagoas, constituindo o Andar Aratu um intervalo bioestratigráfico estéril. À exceção do Andar Alagoas, são centinais os sedimentos analisados pela autora.

Em toda a região litorânea às bacias do Médio Rio Jaguaribe e Rio do Peixe até a Bacia Potiguar, inexistem remanescentes do Andar Dom João. Aproximadamente onde se situa o Lineamento de Patos, a norte do Araripe, acha-se o limite da antiga Bacia Brotas (Fig. 3).

O registro sedimentar das bacias do Médio Rio Jaguaribe e Rio do Peixe, condizente com um sistema fluvial a flúvio-lacustre, desenvolveu-se sob alternância de períodos de maior movimentação tectônica e outros de quiescência, a partir do Andar Rio da Serra. Braun (1969) reconheceu na Bacia do Rio do Peixe uma fauna de ostracodes que permite inferir o intervalo de idade do Berriasiano ao Barremiano para sua sedimentação, extrapolável para a Bacia de Iguatu em função de registros fósseis similares.

Aparentemente, os pequenos riftes tiveram história própria e eventualmente mantiveram ligação física em virtude do contexto sedimentar vigente. A semelhança litológica encontrada decorre do regime tectônico e dos processos climáticos e sedimentares atuantes. Assim, nas bacias de Iguatu e Rio do Peixe as unidades basais rítmicas predominantemente clásticas de textura grossa representam o início do preenchimento sedimentar, quando a atividade tectônica era mais destacada e os gradientes, mais pronunciados. Os sedimentos presentes na Bacia do Rio do Peixe constituem verdadeiros fanglomerados, na borda sul ligados à Falha de Malta.

Nesta configuração é de esperar uma individualização das bacias como pequenos lagos tectônicos para onde se dirigia a rede de drenagem da época. Sucedendo esses estratos ocorre um pacote rítmico em que predomina a fração fina, com níveis calcíferos, marcas de ondas, paleogretas de contração e camadas contendo pegadas de dinossauros (na Bacia do Rio do Peixe), indicando um estágio de assoreamento avançado, com seguidas exposições subaéreas sob regime de baixa energia. É uma situação de menor subsidência, que teria permitido a distribuição dos sedimentos para fora dos limites das bacias (Fig. 4).

BACIAS MARGINAIS A NORTE DO LINEAMENTO DE PERNAMBUCO Na área da Bacia Potiguar, o contorno e o preenchimento do Gráben de Pendência se devem à ativação de dois sistemas principais de falhas em seus limites SE e SW, respectivamente, Carnaubais (de caráter transcorrente) e Apodi (de gravidade). O contorno das isópacas da figura 4 indica também os principais depocentros e as áreas positivas da época internas à Bacia Potiguar (altos de Macau e Quixaba).

A atuação dos dois sistemas de falhas foi contemporânea à Linha de Charneira de Areia Branca, no limite NW do Gráben de Pendência. Esta se caracteriza como zona flexurada, associada a um conjunto de blocos escalonados por falhas de gravidade de pequeno rejeito. O rifte da base da Bacia Potiguar tem, pois, a feição de um semigráben basculado para SE.

O preenchimento do Gráben de Pendência deu-se principalmente pelas frentes SE e SW, onde se concentram espessas cunhas de fanglomerados, e NW, de onde prográdaram os principais leques subaquáticos em direção SSE. A configuração desse lago esboçava os atuais contornos da margem equatorial sul-americana, pois o sistema de falhas a NW já deveria estar ativo durante o Andar Rio da Serra.

A atual Bacia Pernambuco-Paraíba situa-se numa área que sofreu por último os esforços distensivos relacionados à Ativação Mesozóica no Nordeste Oriental. Entretanto, nos segmentos situados a sul e leste do Recife há evidências de estruturação eocretácea. Alguns autores (Asmus & Carvalho 1978, Ojeda 1981, Alves & Costa 1986) admitiram idade neocomiana para a porção basal dos sedimentos da Bacia Pernambuco-Paraíba. Os resultados de uma sondagem da Petrobrás no gráben a sul de Recife indicam idade aptiana para a sequência testada (perto de 3.000 m) sem contudo atingir o embasamento.

Os depósitos relacionados à Formação Cabo acumularam-se em ambiente continental sob vigência de um regime fluvial com o desenvolvimento de leques aluviais controlados por tectonismo, associando-se ao preenchimento de um gráben a sul de Recife e outro no Platô de Pernambuco, reconhecidos por Alves & Costa (1986). Esses grábens representariam

Figura 7 – Condicionantes tectônicas das bacias do Médio Rio Jaguaribe, Rio do Peixe e Araripe (modificado de Matos 1987)
 Figure 7 – Tectonic conditionings of the Médio Rio Jaguaribe, Rio do Peixe and Araripe basins (modified from Matos 1987)

os últimos blocos abatidos da Bacia Sergipe-Alagoas para norte, ainda que dela separados pelo Alto de Maragogi (Fig. 6). Não se conhece feição semelhante na área a norte de Recife, o que sugere que o rifteamento mesozóico da margem oriental brasileira foi limitado, a norte, pela presença do Lineamento de Pernambuco.

Andar Alagoas A passagem Jiquiá-Alagoas no Nordeste brasileiro é bem marcada pelo registro sedimentar e pelas grandes feições tectônicas geradas na Ativação Mesozóica. O estágio de intenso tectonismo foi aos poucos sucedido por um período de maior quiescência tectônica na maior parte da Província Borborema. Concentrou-se no segmento equatorial o rifteamento que antes se concentrava nas porções central e oriental.

A Bacia Sergipe-Alagoas passa a ter outro comportamento tectônico com predomínio dos esforços distensivos responsáveis por taxas elevadas de subsidência e sedimentação (Fig. 5). Com o término da evolução transpressiva, o basculamento para WNW da sequência neocomiana proporcionou a exposição de boa parte de seus sedimentos e o desenvolvimento da Linha de Charneira Alagoas, que representa um alto longitudinal à Bacia Sergipe-Alagoas. A feição separa uma porção mais elevada, no lado do continente, com substrato de rochas neocomianas, de outra mais deprimida, com cerca de 10.000 m de detritos, situada na atual faixa submersa. O fenômeno deu origem também à superfície erosiva pré-aptiana. Sobre os baixos dessa superfície iniciou-se a deposição da Formação Muribeca, resultante da invasão marinha e formação de um golfo proto-oceânico ao longo da costa brasileira.

O PROBLEMA DE CORRELAÇÃO DOS EVAPORITOS DO ARARIPE

A deposição da Formação Muribeca é relacionada, no tempo, com a Formação Marizal da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá. Litologicamente, esta última se assemelha com a porção clástica da Formação Muribeca de ambiente essencialmente continental (depósitos de cones e leques aluviais, planícies aluviais com fácies lacustres, figura 8). Um regime fluvial predominou na deposição dos clastos psamo-péfiticos da Formação Muribeca (Membro Carmópolis) determinando uma granodrecrescência em direção ao topo do depósito. O caráter transicional da Fase Golfo acha-se presente na Formação Muribeca em dois níveis distintos de evaporitos (Ojeda 1983), separados por unidades clásticas do Membro Maceió: Evaporitos Paripueira, inferior, composto principalmente por halita e Evaporitos Ibura, superior, contendo diversos tipos de sais solúveis.

As camadas dos Evaporitos Paripueira marcam o primeiro ingresso do Atlântico Sul na área do antigo rifte Neocomiano. A morfologia regional determinou a entrada do mar inicialmente nos baixos adjacentes à Linha de Charneira Alagoas (baixos de Mosqueiro e Alagoas), local onde se encontram as maiores espessuras dos sais e da própria Formação Muribeca (Fig. 8). A composição anormalmente salgada do mar era controlada por uma alimentação de água intermitente vinda de sul. Formavam-se lagos onde se depositaram os sais, intercalados com folhelhos. Com o assoreamento do segmento inferior à Linha de Charneira Alagoas, a subsidência da bacia a partir do Alagoas Médio, condicionou novas bacias evaporíticas numa área maior, continente adentro, onde se encontram depósitos do Membro Ibura. São sedimentos mais diversificados que refletem a abrangência de regime climático, em aridez e restrição ambiental. Sais crescentemente mais solúveis concentram-se a partir dos limites da bacia para seu interior, onde se atingem condições extremas de salinidade, variando de anidrita, halita, silvita, silvinita a taquidrita.

Classicamente, os evaporitos, e por extensão a Formação Muribeca, representam os estratos típicos do Andar Alagoas. A posição das unidades salíferas desta formação foi discutida por Uesugui (1987), que reconheceu idade Eo e Meso-Ala-

goas para os evaporitos Paripueira e Neo-Alagoas para os do Membro Ibura.

A natureza particular das seqüências evaporíticas nordestinas (formações Muribeca, Santana e Codó) levou os primeiros pesquisadores da região a efetuar correlações à distância, baseadas na natureza química dos sedimentos. As primeiras interpretações para os evaporitos da Bacia do Araripe pressupunham um ingresso marinho, proveniente da Bacia do Parnaíba, situada a NW (Braun 1966, Beurlen 1971b), ou de SE, da área de Sergipe-Alagoas (Beurlen 1971a).

Braun (1966) julgou os calcários que ocorrem nas serras do Tonã (Bacia de Tucano norte) e Negra (Bacia de Jatobá) correlacionáveis aos da Formação Santana da Bacia do Araripe. Nesses dois locais os mesmos se acham sobrepostos à Formação Marizal, de idade Alagoas.

Mabesoone (1986) interpretou os calcários da base da Formação Santana como evoluídos em ambiente continental, origem esta confirmada por Appi *et al.* (1986) em função do conteúdo polínico dos estratos. Os últimos autores reconhecem duas seqüências na Bacia do Araripe, a inferior contendo pólenes da zona P-270 (Alagoas) e a superior correlacionável à zona de transição Alagoas/Albiano, ambas continentais. A Formação Santana situa-se na porção superior da segunda seqüência, contendo fósseis no topo, que indicam eventuais ingressões marinhas ao final da deposição Santana (equinodermas e foraminíferos).

Petri (1987) admitiu ingresso de água salgada a partir da Bacia Potiguar, passando pela faixa ocupada atualmente pelos pequenos riftes neocomianos a SW, até atingir a Bacia do Araripe. Embora dependente de confirmação, a idéia é coerente para o Albiano, como resultado do início da grande transgressão marinha cretácica verificada em escala global. Restaria determinar a verdadeira origem dos evaporitos Santana se a partir do confinamento de água doce ou salgada.

A figura 9 representa um possível contorno de deposição da Formação Santana (Neo-Alagoas/Eo-Albiano), com ingressões marinhas, a partir da Bacia Potiguar, de acordo com Petri (1987). Uma área-fonte a W teria dado origem a uma contribuição terrígena interdigitada com horizontes gipsíferos, segundo Lima (1987).

Na área da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá reconhece-se no Alagoas um período de quietude tectônica generalizada. A última manifestação tectônica no Neocomiano foi o basculamento de blocos que afetou parte da seqüência até então depositada. Sobre esses terrenos arrasados, a Formação Marizal, do Eo-Alagoas, constitui-se produto de vários sistemas fluviais que eventualmente transgrediram os antigos limites da Fossa Bahiana, pois que também ocorrem a NW, na Bacia de Mirandiba. A grande variação lateral de espessura e de fácies (conglomerados, arenitos arcóianos, folhelhos e eventuais lentes calcárias), associada ao elevado grau de imaturidade dos constituintes clásticos, indica um regime torrencial de deposição sob contínua exposição aérea.

Por si só, a atual distribuição da Formação Marizal não permite supor uma ampla bacia sedimentar estendendo-se da área de Jatobá à região de Mirandiba. A feição positiva do Arco Salgueiro-Floresta ainda constituía divisor de águas no Eo-Alagoas, sendo limitada a sul por sistema de falhas subsidiárias do Lineamento de Pernambuco, de reconhecida movimentação no Neocomiano.

A mudança do regime de esforços no Nordeste Oriental a partir do Alagoas, em função do deslocamento do pólo de rotação entre os continentes sul-americano e africano, propiciou distensão norte-sul na área do Atlântico equatorial, levando à formação das bacias São Luís, Barreirinhas e Ceará (Françolin & Szatmari 1987). Remonta a essa época o extenso falhamento que limita as bacias em sua parte sul, estendendo-se desde o Alto de Fortaleza, no Ceará, à Bacia de Barreirinhas, no litoral do Maranhão. O preenchimento do Rifte do Ceará iniciou-se, até onde os dados de sondagens o comprovam, no

Figura 8 – Mapa de reconstrução paleogeográfica do Andar Alagoas Inferior
Figure 8 – Paleogeographic reconstruction map for the Lower Alagoas Stage

Figura 9 – Provável paleogeografia da Bacia do Araripe no Eo-Albiano

Figure 9 – Probable paleogeographic reconstruction of the Araripe Basin during the Eo-Albian

Eo-Alagoas, não estando descartada, porém, uma idade neocomiana, pois, devido à elevada espessura, as unidades basais à bacia ainda não foram atingidas por perfuração (Zalán *et al.* 1985). De acordo com Zalán (1983) a unidade inferior, denominada Sequência I, corresponde a clásticos sintectônicos resultantes da ativação de falha(s) da borda sul. A elas relacionam-se espessas cunhas de fanglomerados que gradam para *red beds* distais; por outro lado, derrames de basaltos foram contemporâneos à deposição da Sequência I. Na porção axial da bacia, segundo a direção E-W, são encontrados lamitos intercalados com arenitos de textura granodrecrescente em direção ao topo da sequência. Trata-se de depósitos de sistema fluvial meandrante intercalados a folhelhos de ambiente lacustre (Zalán *et al.* 1985). Na figura 8 acham-se relacionadas as principais feições do Alagoas no Atlântico equatorial.

Albo-Cenomaniano A principal mudança nas bacias costeiras no início do Neocretáceo é a deposição de unidades essencialmente marinhas, após uma razoável separação dos continentes sul-americano e africano. A passagem Albiano-Cenomaniano, bem caracterizada nas bacias Potiguar, Sergipe-Alagoas e porção sul de Pernambuco-Paraíba, é pobremente representada na área continental devido ao predomínio de extensiva sedimentação flúvio-eólica que dificulta uma integração paleogeográfica.

Foi reconhecida na área da Bacia Potiguar uma unidade carbonática submersa denominada Formação Ponta do Mel (Tibana & Terra 1981), separada de outra de idade turoniana/maestrichtiana por um delgado horizonte de folhelhos e arenitos (Membro Quebradas da Formação Ubarana). A última unidade carbonática (Formação Jandaíra) aflora amplamente na área da Bacia Potiguar emersa e recobre superfície erosiva resultante de evento regressivo do final do Albiano.

A primeira transgressão marinha na área da Bacia Potiguar é representada pelas fácies de caráter transicional da Formação Alagamar (membros Galinhos e Aracati). As condições climáticas adequadas e a ausência de aporte detrítico favoreceram a implantação da plataforma carbonática representada pela Formação Ponta do Mel, em posição estratigráfica ime-

diatamente sobreposta às fácies transicionais da Formação Alagamar (Fig. 10). A Formação Ponta do Mel mostra-se interdigitada à sequência flúvio-deltaica representada pela Formação Açu, presente em todo o flanco sul da Bacia Potiguar.

Em amostras dragadas na área do Platô de Pernambuco já haviam sido identificadas por Tibana & Jobin (*apud* Asmus & Carvalho 1978), algas vermelhas solenoporáceas correlacionáveis em espécie e idade com exemplares da Formação Riachuelo na Bacia Sergipe-Alagoas. Isso indica avanço do mar rumo norte, ultrapassando o limite do antigo golfo proto-oceânico, que no Aptiano teria sido o Alto de Maragogi. Da mesma forma, Tibana & Terra (1981) reconheceram algas vermelhas solenoporáceas constituintes da fauna da Formação Ponta do Mel, postulando uma ligação marinha da Bacia Potiguar com a Bacia Sergipe-Alagoas já desde o Albiano, devido à semelhança entre esta última e amostras recuperadas da área do Platô de Pernambuco (Fig. 10).

A idade da ligação entre o Atlântico setentrional e o meridional, por meio da área da Bacia Pernambuco-Paraíba, discutida por diversos autores, não foi ainda estabelecida (Dias-Brito 1987). Entretanto, a presença de plataformas carbonáticas síncronas e imediatamente acima das unidades transicionais (evaporitos e depósitos correlatos) ao longo das bacias costeiras da margem leste brasileira (Fig. 10) confirma um regime transgressivo generalizado a partir do Neo-Albiano. Particularmente, a sul do Recife, na área da Bacia Pernambuco-Paraíba, os representantes carbonáticos (Formação Estiva) jazem sobre unidades clásticas de origem continental (Formação Cabo) pois não houve aí deposição evaporítica, durante o curto tempo em que se processou a separação continental nessa área.

Comparando-se os depósitos marinhos da Bacia Sergipe-Alagoas, a partir do Albiano, com os da Bacia Potiguar, verifica-se similaridade na associação clástico-bioquímica. A fácies psefítica da Formação Riachuelo, conhecida como Membro Angico, denota a ativação de falhas de borda (a NW), durante o estágio oceânico. Constituem novos depósitos de fanglomerados limitantes da bacia albiana que se interdigitam distalmente com os folhelhos calcíferos e calcilitos do Membro Taquari, basal à sequência (Schaller 1969, Cainelli *et al.* 1987) e com calcarenitos e fácies de biolitos algálicos relacionados, que constituem o Membro Marum.

Na área equatorial, as sub-bacias que compõem a Bacia do Ceará mostram também reflexos de subsidência e conseqüente invasão marinha no início do Albiano (Souza *et al.* 1979, Zalán & Warne 1985).

Zalán (1983) reconheceu uma fase transicional indicativa da entrada de águas marinhas, com base no surgimento de fauna típica (dinoflagelados e foraminíferos), ocorrência de coquinas e maior incidência de níveis carbonáticos intercalados nos terrígenos na área de Acaraú e Piauí-Camocim. Mais bem representada nas bacias da margem leste, tal fase inclui ocorrências de evaporitos em algumas porções das sub-bacias de Piauí-Camocim, Acaraú e Mundaú (Zalán & Warne 1985).

A implantação de ambiente marinho na porção equatorial originou plataforma carbonática menos expressiva que nas bacias Potiguar e Sergipe-Alagoas; sua idade albiana-cenomaniana foi determinada por Souza *et al.* (1979). Esses autores atribuíram a pequena espessura dos depósitos a uma taxa de subsidência relativamente mais elevada, que rapidamente teria levado o fundo das bacias a ultrapassar o limite da zona fótica, preservando plataformas não muito espessas sobre os paleoaltos, bem como margas e folhelhos nas porções mais profundas.

A relação entre idades dos diversos depósitos carbonáticos ao longo do litoral nordestino permitiu a elaboração da figura 10. Durante o Albiano implantou-se um mar epicontinental raso que teve como margem as atuais bacias costeiras brasileiras e do oeste africano. Entretanto, algumas fácies de maior profundidade são relacionadas às plataformas carbonáticas das

Figura 10 – Mapa de reconstrução paleogeográfica do intervalo albo-cenomaniano
Figure 10 – Paleogeographic reconstruction of the Albo-Cenomanian interval

bacias do Ceará, Potiguar (Formação Ubarana) e Sergipe-Alagoas (Membro Taquari da Formação Riachuelo), o que sugere substancial afastamento dos continentes africano e sul-americano e a existência de um verdadeiro oceano entre eles já no final do Albiano.

No interior do continente, alguns depósitos reliquiais de sedimentação predominantemente arenosa estão aparentemente inter-relacionados. Trata-se dos depósitos das Formações Exu e Serra Negra, que, além de litologicamente semelhantes, possuem posição estratigráfica superior aos depósitos eo-albianos da base da Chapada do Araripe e Serra Negra. Tal correlação sugere que a tendência subsidente tenha continuado nessas áreas durante a passagem do Cretáceo Inferior para o Superior, alterando-se apenas a natureza dos depósitos. Relações similares existem na plataforma continental, respectivamente entre as formações Agu e Alagamar na Bacia Potiguar, e entre o Membro Angico (Formação Riachuelo) e Formação Muribeca, em Sergipe-Alagoas, apesar das dificuldades de correlação entre arenitos continentais devido ao insuficiente controle fossilífero. Alguns autores correlacionam os arenitos do interior nordestino (Exu e Serra Negra) com as camadas das formações Urucuia e Itapecuru (Braun 1966, Ghignone 1972, 1979, Mabesoone & Castro 1975). Isso indica uma última ocasião de subsidência no Nordeste relacionada ao início do Cretáceo Superior (Cenomaniano) que encobriu uma superfície nivelada anteriormente (Superfície pós-Gondwana de King 1956). Trata-se, essencialmente, de arenitos flúvio-eólicos com grande distribuição em área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS A individualização das bacias mesozóicas do Nordeste Oriental brasileiro decorreu de uma série de eventos tectono-sedimentares diversificados no tempo e no espaço, em que a influência das estruturas do embasamento exerceu papel tão importante quanto o das mudanças ambientais e climáticas.

No início da fase de estiramento crustal, que precedeu a separação dos continentes (Neojurássico), as estruturas do embasamento pouco influíram no aparecimento de depressões. Nota-se, mesmo assim, a coincidência entre os traços de foliação N-S das rochas transamazônicas e os limites da área sedimentar rasa que então se formou na parte interior ao continente. A Bacia Brotas, ligada ao Andar Dom João, pode ser delimitada de modo aproximado; sua borda setentrional coincide aproximadamente com o Lineamento de Patos. As estruturas relacionadas ao Ciclo Brasileiro, recobertas indistintamente pelos sedimentos do andar, revelam a ausência de deslocamentos significativos de blocos menores graças ao fraco tectonismo vigente.

Há muitas evidências favoráveis à hipótese de evolução dos andares Rio da Serra e Aratu sob condições transtensionais e transpressionais. No intervalo, tornou-se significativo o papel das descontinuidades antigas, particularmente as falhas. O

incremento dos movimentos de rotação das massas continentais e segmentos destas provocou ativações de falhas antigas, gerando-se riftes restritos a norte do Lineamento Pernambuco e os sistemas de grábens que constituíram as bacias de Recôncavo-Tucano-Jatobá, Sergipe-Alagoas e Potiguar. Uma diversidade de áreas subsidentes associou-se no tempo a outras áreas de tendência positiva que lhes serviram de área-fonte. O Arco Salgueiro-Floresta, ainda mal caracterizado, é uma dessas estruturas. Clásticos de textura grosseira predominam nas seções sedimentares do período, que também refletem alta razão da coluna depositada em relação a áreas deprimidas, devido à intensa atividade tectônica reinante.

Com exceção do Recôncavo, durante o Alagoas Inferior, prossegue nas bacias costeiras a atuação de falhas de borda, favorecendo a sedimentação, agora de caráter transicional, na Bacia Sergipe-Alagoas. Sincronicamente, estruturava-se a margem equatorial; a Bacia do Ceará, durante o Eo-Alagoas, recebia sedimentação predominantemente terrígena, rapidamente substituída por sedimentos de ambientes transicionais.

A ausência de depósitos do Eo-Alagoas no interior nordestino sugere erosão ou não-deposição ao longo de vasto território. É reconhecido o basculamento do pacote neocômiano nessa área, separado por notável discordância entre as formações Santana e Exu. A deposição evaporítica na região da Bacia do Araripe resultou da restrição de uma massa d'água em ambiente continental e clima árido entre o Aptiano e o Albiano. Admite-se que a influência marinha tenha sido discreta.

Na passagem do Albiano para o Cenomaniano ocorre extensa sedimentação no continente, com fraca influência tectônica. Nas bacias costeiras instala-se extensa plataforma carbonática vinculada a condições marinhas, que se haviam tornado predominantes. No Neocretáceo, a margem continental do Nordeste definiu-se como segmento crustal passivo, isento de fenômenos tectônicos de maior escala.

Agradecimentos O presente estudo foi viabilizado graças ao suporte oferecido integralmente pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). A Petrobrás forneceu numerosos mapas e relatórios inéditos bem como criou condições para que dois dos autores (FFMA e CDRC) participassem de seus seminários internos. Os autores registram seus agradecimentos aos geólogos Dr. Giuseppe Bacoccoli, Laércio Gonzaga de França Aranha, do Depex, e Dr. Hung Kiang Chang e Dimas Dias-Brito, do Cenpes, pelo apoio; ao assistente-aluno Ronaldo Malheiros Figueira e à desenhista Mirna Mancini Ferracini, ambos do IPT. Agradecemos ainda aos revisores do texto inicial, pela RBG, Prof. Dr. James Markus Mabesoone e Dr. Antônio Sérgio Teixeira Netto, cujas observações e comentários críticos permitiram melhorá-lo de modo substancial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p.1-36. (Bol. 241).
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1972. Tectono-magmatic activation of South American Platform and associated mineralizations. In: INTERN. GEOL. CONGRESS., 24th, Montreal, 1972. *Proceedings...* IUGS, Montreal. Section III, P. 339-346.
- ALVES, E.C. & COSTA, M.P.A. 1986. Interpretação sísmo-estratigráfica da porção norte do Platô de Pernambuco e suas possíveis correlações com a Bacia de Pernambuco-Parafba. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG, v.1, p. 286-297.
- APPI, C.J.; HASHIMOTO, E.; FREITAS, E.L. 1986. Fácies sedimentares e seqüências deposicionais no Neo-Alagoas da Chapada do Araripe. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Bol. Resumos...* Goiânia, SBG p. 47.
- ARAI, M.; HASHIMOTO, A.T.; UESUGUI, N. 1987. *Sobre o relatório "Sedimentos do Neojurássico-Eocretáceo do Brasil e a escala cronoestratigráfica internacional" de M.S.P. REGALI & C.F. VIANA: Discussão científica e proposta de novo quadro correlativo, ainda preliminar*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Divex/Sebipe, 12 p.
- ASMUS, H.E. 1975. Controle estrutural da deposição mesozóica nas bacias da margem continental brasileira. *Rev. Bras. Geoc.*, 5(3):160-175.

- ASMUS, H.E. & CARVALHO, J.C. 1978. Condicionamento tectônico da sedimentação nas bacias marginais do nordeste do Brasil (Sergipe/Alagoas e Pernambuco/Parafba). In: Petrobrás, *Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep. p. 7-24 (Projeto Remac 4).
- ASMUS, H. E. & PORTO, R. 1980. Diferenças nos estágios iniciais da evolução tectônica da margem continental leste brasileira; possíveis causas e implicações. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31. Baln. Camboriú, 1980. *Anais...* Baln. Camboriú, SBG. v.1, p.225-239.
- BEURLIN, K. 1962. A Geologia da Chapada do Araripe. *An. Acad. bras. Ciênc.* 34:365-370.
- BEURLIN, K. 1971a. Bacias sedimentares no Bloco Brasileiro. *Estudos Sedimentológicos*, 1(2):7-32.
- BEURLIN, K. 1971b. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *An. Acad. bras. Ciênc.*, 43:411-415.
- BRAUN, O.P.G. 1966. *Estratigrafia dos sedimentos da parte inferior da região Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, DNP/DMG. 76 p. (Boletim 236).
- BRAUN, O.P.G. 1969. *Geologia da Bacia do Rio do Peixe - Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Prospe/DNP. 23p. (Rel. Int.)
- BRITO, I.M. 1984. The upper lower Cretaceous in Brazil, its divisions and boundaries. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 56:287-293.
- BRITO, I.M. 1986. O Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. In: SME/SGRM. *Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia*. SME/SGRM. p. 59-77 (Textos Básicos 7).
- BRITO, I.M. 1987. As unidades litoestratigráficas da passagem Jurássico-Cretáceo no Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2):81-85.
- CAINELLI, C.; BABINSKI, N.A.; SANTOS R.G.R. dos; UESUGUI, N. 1987. Sedimentos albo-santonianos da Bacia Sergipe-Alagoas: ambientes de sedimentação e perspectivas petrolíferas. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2):135-138.
- CAMPANHA, V.A. 1987. *Análise bioestratigráfica do poço 2-AP-1-CE*. São Paulo, IPT. (Relat. 24 769).
- CUPERTINO, J.A. & MAGNAVITA, L.P. 1987. Configuração estrutural das bacias do Tucano e Jatobá. In: SEMIN. TECT. PETROBRÁS, 1, Rio de Janeiro, 1987. *Atas...* Rio de Janeiro, Petrobrás, p. 238-246. (Tectos I).
- DEWEY, J.F. & BIRD, J.M. 1970. Mountain belts and the new global tectonics. *J. Geophys. Res.*, 75(14):2625-2646.
- DIAS-BRITO, D. 1987. A Bacia de Campos no Mesocretáceo: uma contribuição à paleoceanografia do Atlântico Sul primitivo. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2):162-167.
- ESTRELLA, G.O. 1972. O estágio "rift" nas bacias marginais do leste brasileiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém, SBG. v.3, p.29-34.
- FRANCOLIN, J.B.L. & SZATMARI, P. 1987. Mecanismo de rifteamento na porção oriental da margem norte brasileira. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2):195-207.
- GHIGNONE, J.I. 1972. A evolução estrutural do Recôncavo durante o tempo Candeias. *Rev. Bras. Geoc.*, 2(1):35-50.
- GHIGNONE, J.I. 1972. Ensaios de paleogeologia do nordeste e as seqüências sedimentares. In: CONGR. BRAS. GEOL., 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém, SBG. v.2, p.21-28.
- GHIGNONE, J.I. 1979. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia. In: INDA, H.A.V., org. *Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia*. v.1, p.24-113.
- GHIGNONE, J.I.; COUTO, E.A.; ASSINE, M.L. 1986. Estratigrafia e estrutura das Bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v.1, p. 271-285.
- HARLAND, W.B.; COX, A.V.; LEWELLYN, P.G.; PICKTON, C.A.G.; SMITH, A.G.; WALTERS, R. 1982. *A geologic time scale*. Cambridge Univ. Press. 131 p.
- HORSCHUTZ, P.M.C.; DELLA FÁVERA, J.C.; PASSOS, L.J. 1973. Sedimentação deltaica das seqüências Santiago e Cambuqui, Formação Pojuca, Bacia do Recôncavo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 27, Aracaju, 1973. *Anais...* Aracaju, SBG. v. 3, p. 315-338.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A.-IPT. 1988. *A Reativação Wealdeniana no Brasil: uma revisão sobre o Nordeste Oriental*. São Paulo. (Rel. IPT).
- KING, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, 18(2):147-266.
- LANA, M.C. 1985. *Rifteamento na Bacia Sergipe-Alagoas, Brasil*. Ouro Preto, 124p. (Dissertação de Mestrado, UFOP).
- LANA, M.C. & MILANI, E.J. 1986. A microplaca do Nordeste Brasileiro - um elemento dinâmico no rifteamento cretácico inferior. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v. 3, p.1131-1144.
- LIMA, M.R. 1978. O paleoambiente deposicional da Formação Santana (Grupo Araripe) segundo evidências palinológicas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG. v.2, p. 970-974.
- MATOS, R.M.D. 1987. Sistema de rifts cretáceos do Nordeste brasileiro. In: SEMIN. TECT. PETROBRÁS, 1, Rio de Janeiro, 1987. *Atas...* Rio de Janeiro, Depex/Cenpes. p. 126-159.
- MABESONE, J.M. & CASTRO, C. 1975. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. *Bol. Soc. Bras. Geol., Núcleo Nordeste, Recife* (3):5-36.
- MILANI, E.J. 1987. *Aspectos da evolução tectônica das bacias do Recôncavo e Tucano Sul, Bahia, Brasil*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes. (Ciência-Técnica-Petróleo, Seção de Exploração, 18) 61 p.
- MILANI, E.J. & DAVISON, I. 1987. Basement control of transfer tectonics in Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift, Northeast Brazil. *Tectonophysics* (submitted).
- NETTO, A.S.T. 1978. A implantação da Fase Rift na Bacia do Recôncavo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG. v. 1, p.506-517.
- OJEDA, H.A.O. y. 1981. Estrutura, estratigrafia e evolução das bacias marginais brasileiras. *Rev. Bras. Geoc.*, 11(4):257-273.
- OJEDA, H.A.O. y & FUGITA, A.M. 1974. Bacia Sergipe-Alagoas: geologia regional e perspectivas petrolíferas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG. v. 1, p. 137-158.
- PETRI, S. 1974. Sequences and correlations of brazilian late Paleozoic and Mesozoic deposits. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG. v. 2, p.17-29.
- PETRI, S. 1987. Cretaceous paleogeographic maps of Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59:117-168.
- PONTE, F.C. et al. 1971. *Evolução paleogeográfica do Brasil Oriental e África Ocidental*. Salvador, Petrobrás (Rel. Int.).
- PONTE, F.C. (coord.) et al. 1972. *Análise comparativa da paleogeologia dos litorais Atlântico e Africano*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Setup/CPEG IV. (Rel. Int.).
- ROLIM, J.L. & MABESONE, J.M. 1982. Um modelo de grande rio para as bacias rift do Recôncavo Tucano-Jatobá (Purbeckiano-Aptiano, nordeste do Brasil). In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG. v.4, p. 1406-1412.
- SANTOS, R.S. & VALENÇA, J.G. 1968. A Formação Santana e sua paleoictiofauna. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 40(3):339-360.
- SCHALLER, H. 1969. Revisão estratigráfica da Bacia Sergipe/Alagoas. *Bol. Tec. Petrobrás*, 12(1):21-86.
- SOUZA, S.M.; ARAÚJO, M.B.; FISHER, W.L.; BROWN JR., L.F. 1979. *Seismic stratigraphic evaluation of petroleum prospects, Eastern Ceará basin, Brazil*. Petrobrás (Intern. Rep.).
- TIBANA, P. & TERRA, G.S. 1981. Seqüências carbonáticas do Cretáceo na Bacia Potiguar. *Bol. Petrobrás*, 24(3):174-183.
- UESUGUI, N. 1987. Posição estratigráfica dos evaporitos da Bacia de Sergipe-Alagoas. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2):131-134.
- VIANA, C.F. 1966. Correspondência entre os ostracodes das séries Cocobeach (Gabão) e Bahia (Brasil). *Bol. Têc. Petrobrás*, 9(3-4):367-382.
- ZALÁN, P.V. 1983. *Stratigraphy and petroleum potential of the Acaraú and Piauí-Carmocin Sub-basins, Ceará Basin, Offshore northeastern Brazil*. Colorado. 155 p. (M.Sc. Thesis).
- ZALÁN, P.V. & WARME, J.E. 1985. *Tectonics and sedimentation of the Piauí-Carmocin Sub-basin, Ceará Basin, Offshore Northeastern Brazil*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep. 71 p. (Série Ciência-Técnica-Petróleo, 17).
- ZALÁN, P.V.; NELSON, E.P.; WARME, J.E.; DAVIS, T.L. 1985. *The Piauí Basin: rifting and wrenching in a equatorial atlantic transform basin*. The Soc. of Econ. Paleont. and Mineralogists. p. 177-192 (Spec. Public. 37).

MANUSCRITO 563

Recebido em 30 de junho de 1988

Revisão do autor em 10 de julho de 1989

Revisão aceita em 10 de julho de 1989