

Anais da

Academia Brasileira de Ciências



MCMXVI

Vol. 64, Nº 3, 1992

Geologia das Bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes (Nordeste do Brasil)

ISMAR DE SOUZA CARVALHO e GIUSEPPE LEONARDI

Instituto de Geociências, C.C.M.N., Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 21910 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ

*Manuscrito recebido em 12 de dezembro de 1990; aceito para publicação em 28 de outubro de 1991
credenciado por DIÓGENES DE ALMEIDA CAMPOS*

ABSTRACT

In northeastern Brazil the evolution of some early Cretaceous basins is found to have occurred during the transcurrents displacements of the east-west trending Patos-Paraíba and northeast-southeast trending Portalegre fault system, at the beginning of the South America – Africa drifting.

In this study the present geological knowledge of some of the basins, namely, those in western Paraíba state – the Pombal, Sousa, Uiraúna, Brejo das Freiras and Vertentes basins – is discussed. The sediments in these areas are micro and macrolastic material derived from fluvial and lacustrine sources; whereas the paleobiological evidence consists of invertebrates (conchostraceans and ostracods), vertebrates (fish scales and bones), pollens and plant remains. The invertebrate ichnofossils and the dinosaur trackways are also frequent at the sedimentary rocks of this area.

Key words: bacias cretácicas, estratigrafia das bacias interiores, paleontologia

INTRODUÇÃO

Na região nordeste do Brasil, nos estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, são encontradas diversas áreas sedimentares, cuja idade e origem têm sido objeto de controvérsia.

Refletindo as condições tectônicas durante a separação da América do Sul e África, estas áreas sedimentares são em realidade pequenas bacias cuja formação e desenvolvimento são controladas pela reativação dos falhamentos do embasamento pré-Cambriano.

Neste estudo, apresentamos uma síntese do conhecimento atual sobre a geologia e paleontologia das bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes, cuja história geológica se interrelaciona com os processos

tectônicos do Cretáceo, ligados à abertura do Oceano Atlântico.

HISTÓRICO SOBRE AS PESQUISAS NA “BACIA DO RIO DO PEIXE”

As informações mais antigas sobre a existência de uma área sedimentar nas proximidades de Sousa, datam de 1854. Jacques Brunnet, médico e naturalista francês, em viagem pelo interior nordestino, realizou as primeiras coletas de rochas sedimentares na região que compreende a “bacia sedimentar do Rio do Peixe” (Crandall, 1910).

As primeiras descrições megascópicas das litologias encontradas nesta área sedimentar e nas rochas que constituem seu embasamento, foram fornecidas por Crandall (1910). Este autor reconhece a idade cretácica da bacia com base na

similaridade dos aspectos litológicos das localidades do Ceará datadas como pertencentes a este período geológico. Apesar de ainda não conhecer os limites exatos da bacia, notou que não havia ligação com qualquer outra área cretácica, considerando apenas possível a existência de uma continuidade à oeste com as camadas da "série Araripe".

Devido à ausência de fósseis, no mapeamento geológico apresentado por Branner (1919), as rochas adjacentes à cidade de Sousa foram mapeadas como pertencentes ao Eoceno.

A questão da idade de deposição dos sedimentos que constituem a bacia e de sua ligação ou não com áreas sedimentares próximas – em especial a Bacia do Araripe – sempre foram os problemas mais discutidos ao se tentar enquadrar esta região sedimentar no contexto evolutivo das bacias do nordeste brasileiro. Neste aspecto, o estudo de Sopper (1923, p. 37) é bastante elucidativo. Considerou que a "Bacia do Rio do Peixe" é uma área isolada no meio de uma grande extensão de rochas cristalinas. Em sua descrição dos diferentes tipos de rochas sedimentares, verificou que ocorria uma distribuição preferencial destas dentro da bacia:

"Pode-se dizer geralmente, entretanto, que as margens da bacia, ou aquella parte mais proxima do contacto com as rochas crystallinas, é composta de um arenito mais grosso do que nas partes que lhe ficam immediatamente abaixo. De facto, a parte mais proxima do contacto é um conglomerado... Em muitas partes do valle, achei estas camadas argilosas intercaladas no meio do arenito. É ella mais comum na parte baixa da bacia, isto é, ella é encontrada de um extremo a outro; porém, em qualquer secção atravez do valle, esta argilla se encontra provavelmente em maior quantidade, próximo ao rio ou na parte mais baixa."

Inegavelmente, suas observações sobre a distribuição das litofacies conferem ao seu estudo um caráter bastante moderno e dinâmico no âmbito da análise das variações faciológicas. Sopper (1923) através de analogias baseadas no caráter litológico das formações cretácicas do litoral paraibano e da Chapada do Araripe, con-

siderou como provável uma idade cretácica para a bacia.

Com a descoberta de fósseis (invertebrados) e icnofósseis de vertebrados por Luciano Jacques de Moraes em 1924, é dada uma nova ênfase aos estudos geológicos na região. A presença de pegadas de dinossauros permitiu a esse autor caracterizar a bacia como de idade Cretáceo Inferior. Suas ponderações sobre os produtores das pistas de Passagem da Pedra levaram-no a inferir que as pegadas "plantígradas" teriam sido produzidas por dinossauros das subordens Ceratopsia ou Stegosauria, e as digitígradas teriam relação com os Theropoda ou Ornithopoda. Seus estudos sobre as duas pistas de Passagem da Pedra, fazem dele o pioneiro no campo das pesquisas icnológicas no Brasil.

O problema da continuidade lateral com outras unidades litoestratigráficas do interior nordestino, levou Maury (1934) a considerar a "Bacia do Rio do Peixe" como de origem lacustre, o que se coadunaria com as pegadas de dinossauros e os "bivalves" por ela descritos (*Diplodon lucianoï*). Foi a primeira integração de dados referentes à bacia, numa tentativa de reconstituição paleoambiental desta área sedimentar.

Somente durante a década de 60 são retomados os estudos nesta região. Braun (1966, 1969), Beurlen & Mabesoone (1969) reconheceram conchostráceos, ostracodes, fragmentos vegetais e restos ósseos. Em 1969, Braun em relatório interno do Departamento Nacional da Produção Mineral apresentou um mapa geológico na escala 1:100.000, estabelecendo uma coluna estratigráfica e definindo as principais estruturas geológicas da "Bacia do Rio do Peixe".

Nos últimos vinte anos, a Universidade Federal de Pernambuco vem desenvolvendo sistematicamente trabalhos de mapeamento geológico e estudos paleontológicos nesta região e nas áreas sedimentares adjacentes. Geraldo da Costa Barros Muniz, Ivan Medeiros Tinoco, Janes Markus Mabesoone, têm contribuído de forma expressiva para a interpretação dos antigos ambientes de sedimentação.

Dando continuidade ao trabalho de prospecção, os pesquisadores do Museu Câmara

Cascudo (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), Claude Luiz de Aguiar Santos e Maria de Fátima C.F. dos Santos, têm descoberto novos icnofósseis de tetrápodes na Bacia de Sousa. Tais estudos, além de permitirem o conhecimento de grupos paleozoológicos não representados por restos esqueléticos, têm conduzido a uma reconstituição paleogeográfica detalhada das bacias do oeste paraibano.

DISCUSSÃO SOBRE AS RELAÇÕES GEOLÓGICAS ENTRE AS BACIAS CRETÁICAS DO INTERIOR DO NORDESTE

As hipóteses de Moraes (1924), Beurlen & Mabesoone (1969), Ghignone (1972), Dantas & Caula (1982), Cordani *et alii* (1984), Rand (1984), e Lima & Coelho (1987) que consideram as pequenas bacias do interior nordestino aprisionadas em falhas do embasamento (Figura 1) como frações de uma cobertura antiga mais extensa, não se coadunam com as observações detalhadas de campo (Carvalho, 1989) e a análise dos mapas geológicos desta região (vide Amaral, 1983).

Ao longo da Zona de Cisalhamento Portalegre, no Estado do Rio Grande do Norte, encontram-se as bacias de Gangorra, Pau dos Ferros e Rio Nazaré. São grabens encaixados em rochas graníticas por falhas de gravidade. A Bacia do Rio Nazaré (Coronel João Pessoa, RN), é caracterizada por uma seqüência de sedimentos terrígenos continentais de natureza predominantemente clástica, correlacionável aos das formações Sousa e Piranhas. Os escassos dados litológicos das outras duas bacias indicam a presença de arenitos grossos (Lins, 1987).

No Estado do Ceará, ocorrem as bacias de Iguatú, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó dispostas paralelamente à Zona de Cisalhamento Portalegre, de acordo com o alinhamento nordeste do embasamento Pré-Cambriano.

Apesar de terem seqüências deposicionais próprias, essas áreas sedimentares têm sua origem e desenvolvimento controlados pelas condições tectônicas reinantes durante o Jurássico Superior-Cretáceo Inferior. França *et al.* (1985, in Lins, 1987) apresentam uma evolução tectono-sedimen-

tar para as bacias Potiguar e "Rio do Peixe", onde associam reativações de falhas antigas NE/SW a movimentos transcorrentes dextrais. Como demonstrado por Lins (1987), independente do regime de transcorrência ocorrerão esforços tracionais, ocasionando falhas normais com abertura de grabens. Os processos geológicos e tectônicos do Cretáceo, diretamente ligados à abertura do Oceano Atlântico, com o subsequente deslocamento do bloco brasileiro para oeste, impuseram estruturas tectônicas novas ao bloco brasileiro e modificaram de modo fundamental as estruturas originais do embasamento (Beurlen, 1967a, 1967b).

Assim sendo, as diversas bacias cretácicas do interior nordestino, paralelas ao alinhamento Patos-Paraíba (E-W) ou Portalegre (NE-SW) estariam relacionadas a um mesmo mecanismo de formação, onde suas fases de rifteamento se deram durante a separação dos continentes sul-americano e africano.

BACIAS DE POMBAL, SOUSA, UIRAÚNA - BREJO DAS FREIRAS E VERTENTES

1. GENERALIDADES

Uma zona de falhamentos de direção E-W com largura de aproximadamente 30 Km, estendendo-se desde a região de João Pessoa até Sousa (Estado da Paraíba), denominada Lineamento Patos (Kegel, 1959 in Kegel, 1965) ou Paraíba (Ebert, 1962 in Kegel, 1965) contém, em sua porção terminal à oeste, uma série de pequenas bacias sedimentares condicionadas à orientação das rochas pré-cambrianas encerradas neste lineamento. São as bacias de Pomبال, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes (Figura 2), localizadas nos municípios de Pomبال, Sousa, Antenor Navarro, Uiraúna, Poço, Triunfo, Santa Helena (Estado da Paraíba) e Umari (Estado do Ceará).

Apesar de comumente consideradas como uma única bacia (Bacia do Rio do Peixe), dividida em três sub-bacias que refletiriam uma cobertura sedimentar única, fracionada por esforços tectônicos, as seqüências deposicionais destas

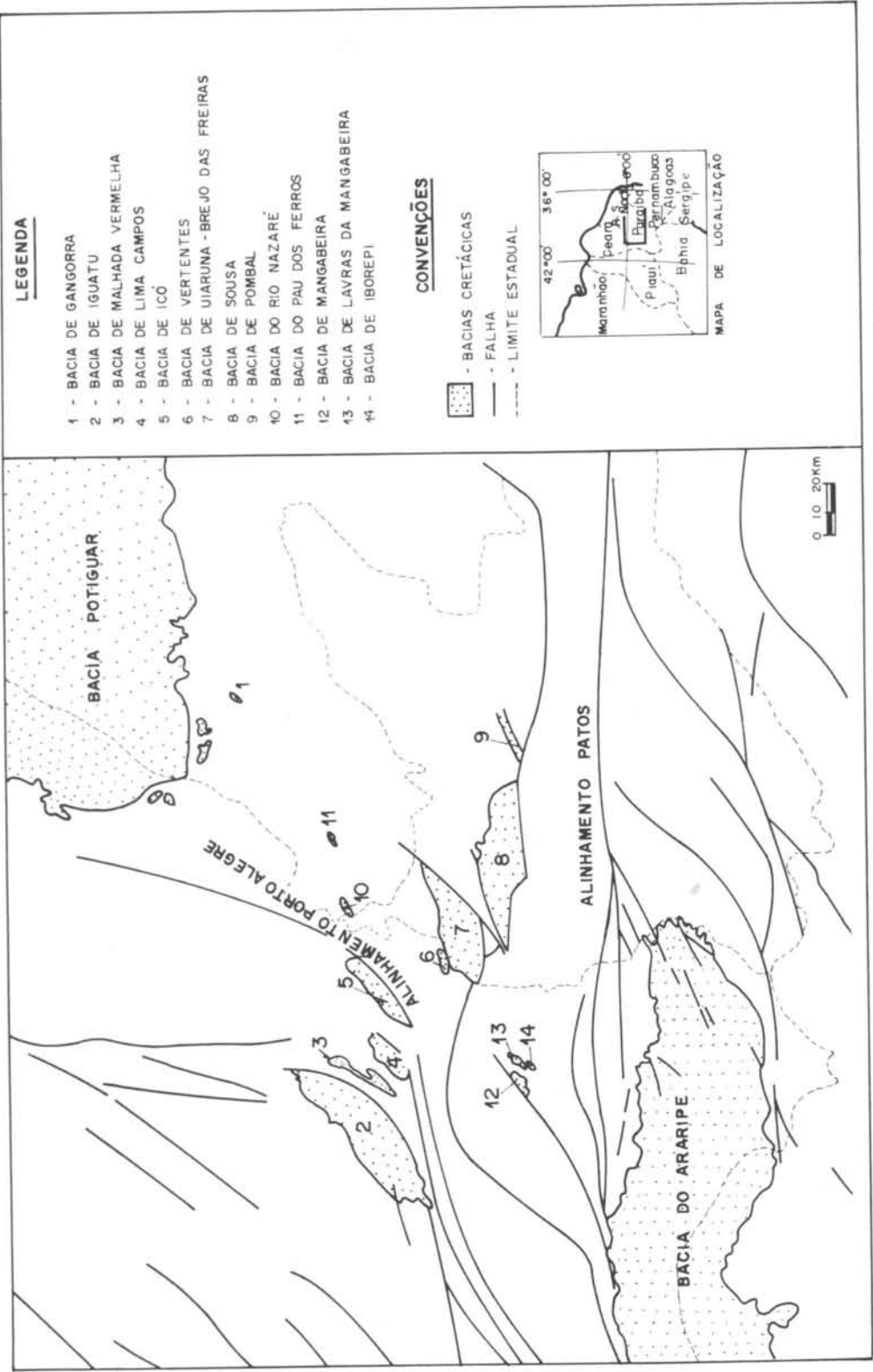


Fig. 1 — Mapa de distribuição das bacias cretácicas do interior do Nordeste. Modificado da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, 1974, Folha SB.24-Jaguaribe.

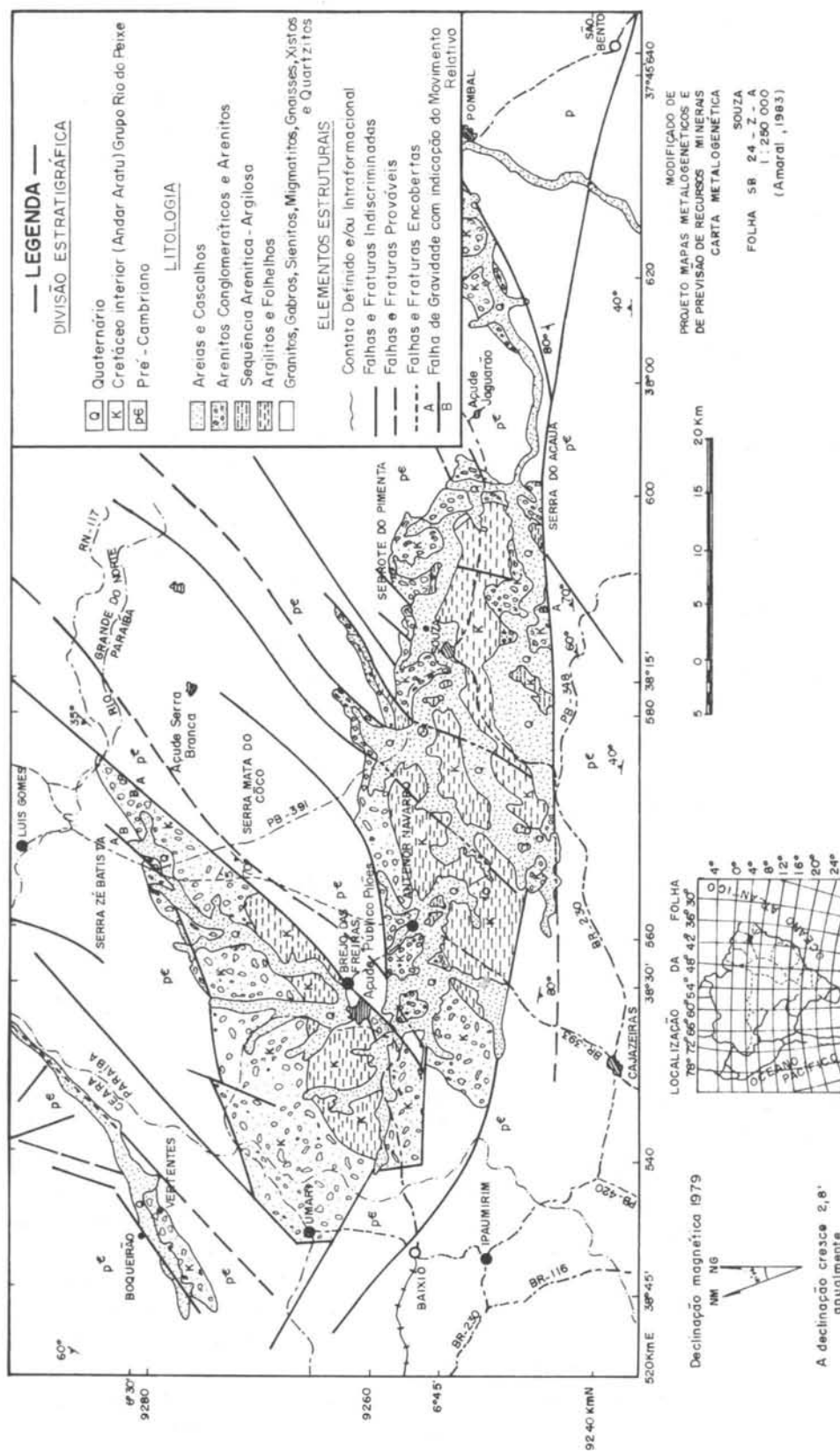


Fig. 2 — Mapa geológico das bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras (Triunfo) e Vertentes. Modificado da Carta Metalogenética do Programa de Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, 1983, Folha SB.24-Z-A.

áreas permitem entretanto considerá-las como bacias sedimentares individualizadas e com uma história geológica própria (Estampa I).

A morfologia da região apresenta-se como depressões extensas dentro do cristalino, o qual tem os bordos elevados ao redor das áreas sedimentares (Mabesoone & Campanha, 1973/1974) em função do controle por falhamentos.

2. CARACTERÍSTICAS DAS ROCHAS DO EMBASAMENTO

As rochas pré-cambrianas, em especial as metamórficas, apresentam duas direções preferenciais do "trend" regional, uma NE-SW e outra E-W, ocupando a porção meridional na zona transversal do lineamento Patos, separadas entre si pela Falha Tatajuba-Malta (Amaral, 1983).

Nas bacias de Pombal, Sousa e porção de Uiraúna-Brejo das Freiras ocorre um nítido predomínio dos núcleos antigos (Primeira Unidade Geotectônica de Amaral, 1983) caracterizados por um complexo migmatítico-granítico compreendendo um conjunto de litotipos de alto grau metamórfico (fácies anfibolito e mais raramente granulito) com predominância marcante de migmatitos diversos e granitos, além de glabros, dioritos e orto-anfibolitos.

Na porção noroeste da Bacia de Sousa e nordeste de Uiraúna-Brejo das Freiras o domínio das rochas do embasamento é atribuível a uma Segunda Unidade Geotectônica (Amaral, 1983) a qual engloba uma sequência parametamórfica heterogênea, parcial ou totalmente migmatizada, composta por gnaisses diversos intercalados com faixas de migmatitos, para-anfibolitos, metarcóseos, quartzitos, calcários cristalinos e rochas calcissilicáticas mineralizadas em scheelita.

A pequena Bacia de Vertentes tem como litologias do embasamento uma sequência caracterizada por rochas de baixo grau metamórfico (quartzitos, xistos e filitos) e rochas plutônicas granulares.

3. LITOESTRATIGRAFIA

A primeira organização crono-litoestratigráfica dos sedimentos cretácicos do oeste paraibano deve-se a Moraes (1924), o qual agrupou-os na Série Rio do Peixe.

Braun (1969, 1970) subdivide a coluna estratigráfica desta região em três unidades informais:

Unidade A: constituída predominantemente por conglomerados, arenitos grosseiros com estratificação cruzada, arcósios e arenitos finos.

Unidade B: arenitos finos a médios, arroxeados e esverdeados, margas e calcários argilosos com intercalações de siltitos, lamitos e folhelhos; possui níveis fossilíferos com abundância de ostracodes e conchostráceos. Ocorrem também vegetais, restos ósseos e palinóforos nos sedimentos silticos e nos folhelhos esverdeados.

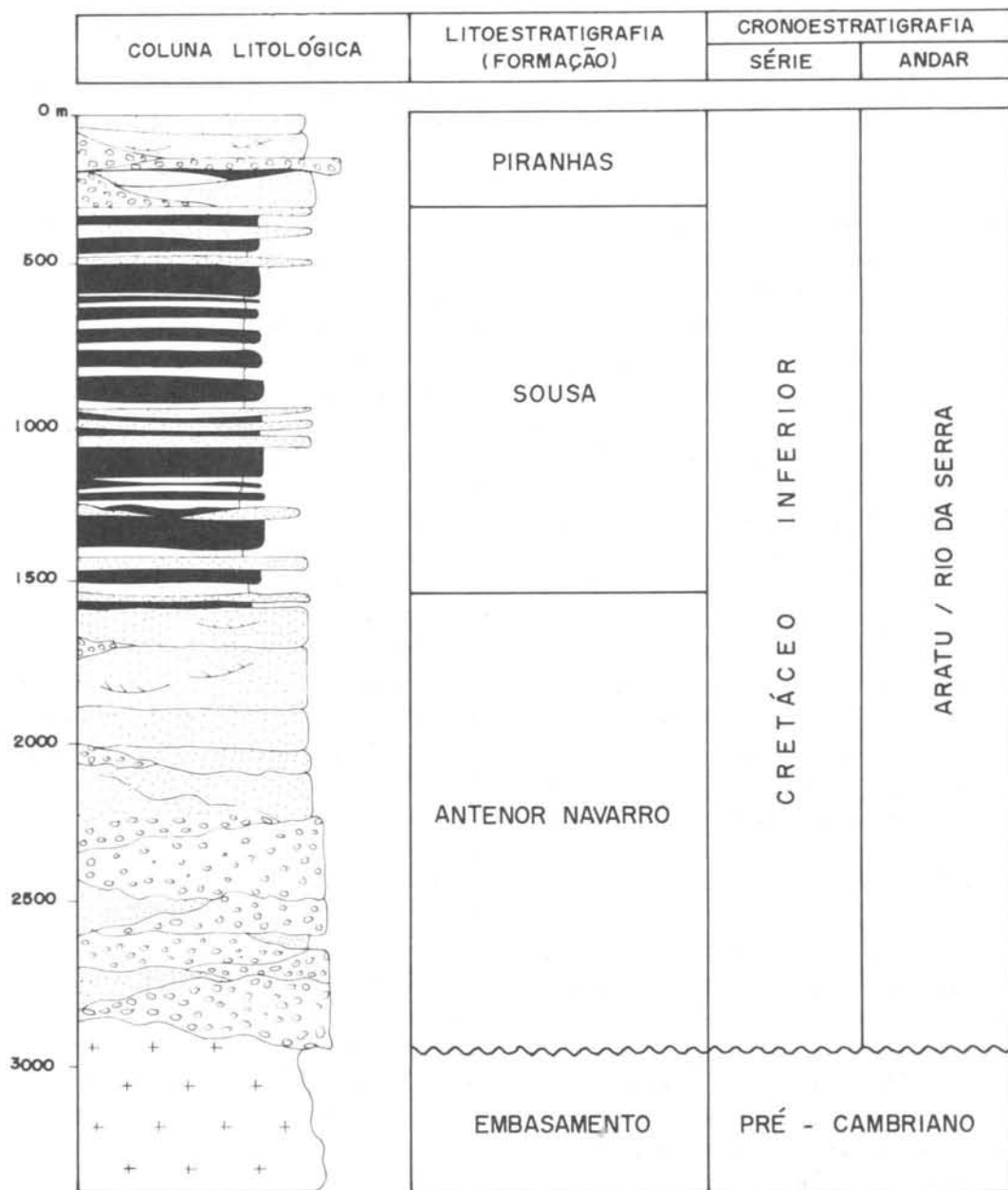
Unidade C: características similares as da unidade A. Arenitos conglomeráticos, arcósios, com estratificação cruzada; coloração clara; intercalam-se leitos de arenitos finos, siltitos e folhelhos, por vezes fossilíferos.

3.1 Grupo Rio do Peixe

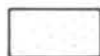
Albuquerque (1970) subdividiu a litoestratigrafia da "Bacia Rio do Peixe" baseando-se em informações orais de Waldir D. Costa e observações de campo. São assim definidas três formações – Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas – constituindo o Grupo Rio do Peixe. Contudo, a formalização da litoestratigrafia das bacias cretácicas do interior da Paraíba, deve-se a Mabesoone (1972) e Mabesoone & Campanha (1973/1974). Apesar da semelhança litológica entre os depósitos da área sedimentar do Rio do Peixe com os de outras bacias do interior nordestino, utilizaram novas designações na classificação das unidades litoestratigráficas.

O Grupo Rio do Peixe ocorre nas bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes, tendo uma espessura total de 2.870 metros (Dantas & Caula, 1982). É subdividido em três formações: Antenor Navarro, Sousa e Piranhas (Mabesoone & Campanha, 1973/1974).

ESTAMPA I



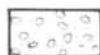
LEGENDA :



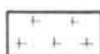
ARENITO



ARGILITO

CONGLOMERADO E
ARENITO CONGLOMERÁTICO

FOLHELHO

ROCHAS ÍGNEAS E
METAMÓRFICAS

Coluna crono-litoestratigráfica esquemática da Bacia de Sousa.

3.1.1 Formação Antenor Navarro

Dispõe-se em contato discordante ou em contato de falha com o embasamento. Constitui-se de uma seqüência que se inicia por sedimentos imaturos, mal selecionados, incluindo brechas e conglomerados brechóides, com seixos, calhaus e blocos de rochas cristalinas distribuídos numa matriz arcoseana grosseira, com coloração creme, cinza e rósea e acamamento pouco distinto. Segue-se uma seção de arenitos grosseiros e conglomeráticos, arcoseanos e algo micáceos, mostrando estratificação cruzada e/ou plano paralela e coloração creme avermelhada, sendo constituídos de quartzo, feldspato, biotita e muscovita, dispersos numa matriz arenosa com cimento argiloso e, algumas vezes silicosos. Intercalam-se, nessa seção, leitos de siltitos, argilitos e arenitos finos. Em direção ao topo da seqüência, os arenitos grosseiros passam gradativamente a arenito fino, micáceo, menos arcoseano, apresentando fino acamamento e cimento siltico-argiloso, contendo intercalações de finos leitos de siltitos e argilitos, localmente, níveis carbonáticos impuros, por vezes fossilíferos e com ocasionais lentes milimétricas de aragonita fibrosa castanho-escura (Dantas & Caula, 1982), que por sua vez gradam para a formação sobrejacente. Sua espessura máxima encontra-se na Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras, onde atinge 1.350 metros (Campos *et alii*, 1979, in Dantas & Caula, 1982). Esta unidade ocorre nas quatro áreas sedimentares, sendo que nas bacias de Pombal e Vertentes é a única formação existente.

3.1.2 Formação Sousa

A seqüência litológica é essencialmente pelítica, caracterizada por uma sucessão de camadas finas paralelas de fácies mais argilosas e carbonáticas até arenitos finos e ocasionalmente grosseiros, predominando arenitos finos, siltitos de cores variadas, com leitos argilosos e margosos intercalados (Campos *et alii*, in Dantas & Caula, 1982). São comuns marcas de onda (oscilação e corrente), estratificação cruzada, laminação convoluta, gretas de contração, marcas de gota de chuva, bioturbações, etc. A coloração é geralmente vermelha, com raras lâminas ou camadas verde e cinza. Ocorrem níveis fossilíferos com ostracodes,

conchostráceos, fragmentos ósseos e restos de vegetais carbonizados. Na Bacia de Sousa sua espessura é máxima, com 1.200 metros (Campos *et alii*, in Dantas & Caula, 1982).

Distribui-se no centro da Bacia de Sousa e na porção centro-leste da Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras.

3.1.3 Formação Piranhas

A seção inferior desta formação é representada por arenitos, finos a médios, calcíferos, com grãos e grânulos angulosos e subangulosos de quartzo e feldspato cimentados por material siltico argiloso. Contém intercalações de arenitos arcoseanos grosseiros e conglomeráticos, com grãos angulosos e mal selecionados, além de freqüentes leitos finos de siltitos, argilitos e folhelhos (Dantas & Caula, 1982). A coloração da parte basal é essencialmente avermelhada, enquanto para o topo as cores são mais acinzentadas.

Tem distribuição e espessura restritas. Ocorre apenas na borda sul da Bacia de Sousa, margeando o rio Piranhas, e têm espessura máxima de 320 metros (Dantas & Caula, 1982). Contudo, o reconhecimento desta unidade é bastante complexo e duvidoso. A litologia semelhante à da Formação Antenor Navarro e o contato gradacional com a Formação Sousa, sugerem que esta unidade litoestratigráfica seja em realidade uma recorrência da Formação Antenor Navarro, estando a Formação Sousa interdigitada com esta.

3.1.4 Formação Moura

A caracterização desta formação foi dada por Mabesoone & Campos e Silva (1972) para sedimentos cenozóicos, constituídos por seixos, areias e argilas dispostos discordantemente sobre o Grupo Rio do Peixe.

4. PALEONTOLOGIA

4.1 Bacia de Pombal e Vertentes

Nestas duas áreas ocorrem apenas sedimentos clásticos grosseiros pertencentes à Formação Antenor Navarro, não tendo sido ainda encontrados vestígios paleobiológicos.

A falta de fósseis pode ser explicada pela alta energia do ambiente no qual depositavam-se os sedimentos, provavelmente de águas torrenciais

que inviabilizariam a permanência "in situ" de material detrítico pouco denso, ou que o conduziria à total fragmentação. Além disso, os processos de oxidação da matéria orgânica devem ter sido intensos, pois a cor vermelha ou marrom dos sedimentitos é um bom indicativo da forte ação das reações oxidantes em um ambiente muito aerado.

A ausência de icnofósseis pode relacionar-se à granulometria grossa dos sedimentos, o que inviabilizaria a preservação da morfologia dos autopódios dos vertebrados e da atividade fisiológica de invertebrados.

4.2 Bacias de Sousa e Uiraúna-Brejo das Freiras (Triunfo)

Possuem grande abundância de fósseis e icnofósseis. São encontrados ostracodes, conchostráceos, escamas de peixes, fragmentos ósseos, restos vegetais e palinomorfs. As evidências de atividade biológica, ou seja, os icnofósseis, são comuns. Tanto as pegadas e pistas de vertebrados, como os icnofósseis de invertebrados, ocorrem amplamente distribuídos nestas duas bacias.

É nos depósitos microclásticos (Formação Sousa) que se encontram a maior parte das evidências paleobiológicas (Figura 3 e 4). Os siltitos, argilitos e folhelhos podem conter restos esqueléticos ou icnofósseis; estes sedimentos distribuem-se principalmente na porção central da Bacia de Sousa e centro-leste da Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras. Tais tipos litológicos ocorrem em condições deposicionais de baixa energia, refletindo assim uma certa estabilidade tectônica.

Apesar da maior parte dos sedimentos destas duas bacias apresentar forte cor vermelha, típica de ambientes oxidantes e, por conseguinte, não propícia aos processos de fossilização, há alguns níveis de folhelhos e siltitos esverdeados onde ocorrem os restos fósseis. Nos siltitos, argilitos e folhelhos avermelhados são comuns os icnofósseis e valvas de conchostráceos.

Em algumas localidades, onde existem afloramentos da Formação Antenor Navarro, podem ocorrer icnofósseis. No Serrote do Letreiro

e Serrote do Estreito ocorrem pegadas de vertebrados e pistas de invertebrados em níveis de arenito com granulação fina.

A seguir, são discutidos os principais grupos fósseis encontrados nestas duas bacias e sua relevância para as análises paleoambientais, paleobiogeográficas e paleoclimáticas.

4.2.1 Conchostráceos

A presença de espécimes do gênero *Estheriella* (descrito por Maury em 1934 como o lamelibrânquio *Diplodon lucianoï*), é reconhecida por Beurlen & Mabesoone em 1969. Braun (1969, 1970) também identificou alguns gêneros: *Palaeolimnadiopsis* Raymond, 1946, *Pseudoestheriella* Novozhilov, 1956, *Pseudograptia* ?, *Pseudoestheria* Déperet & Mazeran, 1912, *Graptioestheriella* aff. *G. brasiliensis* (Oliveira, 1953) nas rochas das bacias de Sousa e Uiraúna-Brejo das Freiras.

Contudo, o estudo mais importante sobre os conchostráceos é apresentado por Tinoco & Kato (1975), no qual identificaram em sedimentitos provenientes da Formação Sousa – Bacia de Sousa – quatro espécies:

- Pteriograptia* cf. *reali* Teixeira, 1958
- Palaeolimnadiopsis freibergeri* Cardoso, 1971
- Graptioestheriella fernandoi* Cardoso, 1965
- ? *Pseudograptia barbosai* (Almeida), 1950 [sic]

Tasch (1987) realizou uma revisão desta classificação.

4.2.1.1 Distribuição areal dos conchostráceos na Bacia de Sousa

Os conchostráceos são característicos de ambientes lacustres temporários, cujas condições químicas da água tenham um caráter alcalino. Podem também ocorrer próximos às fontes d'água, margens de grandes lagos ou em lagunas costeiras.

O caráter químico da água dos pequenos lagos, onde se desenvolvem, é de importância fundamental para o aspecto morfológico de sua concha. Envolvidos por um exoesqueleto de carbonato de cálcio com linhas de crescimento sucessivas, as condições de pH nestes lagos devem ter um caráter alcalino (pH entre 7 e 9). A presença de bicarbonato de cálcio em um am-

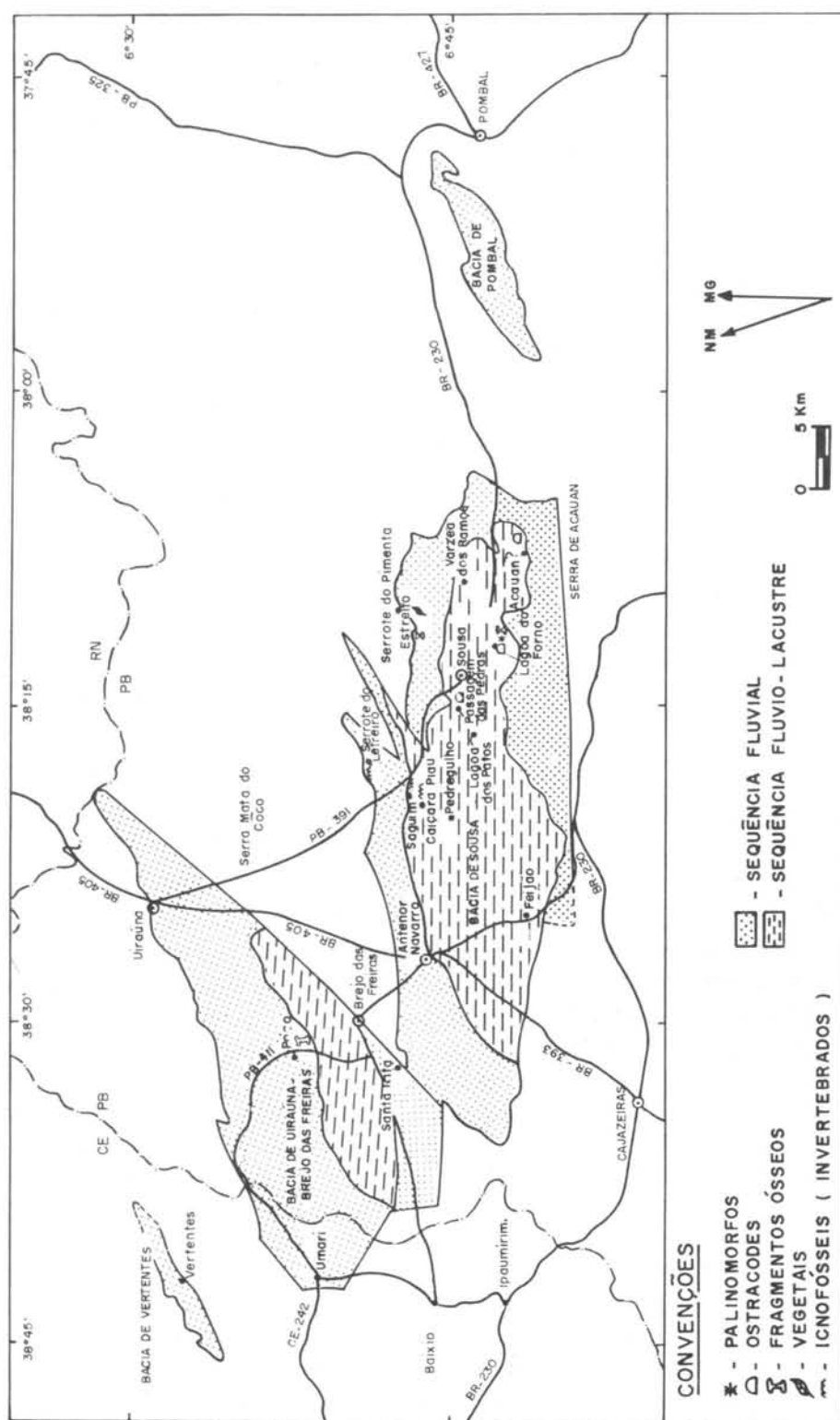
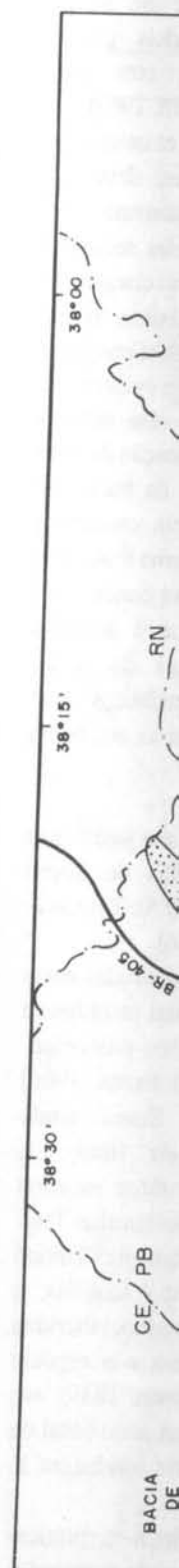
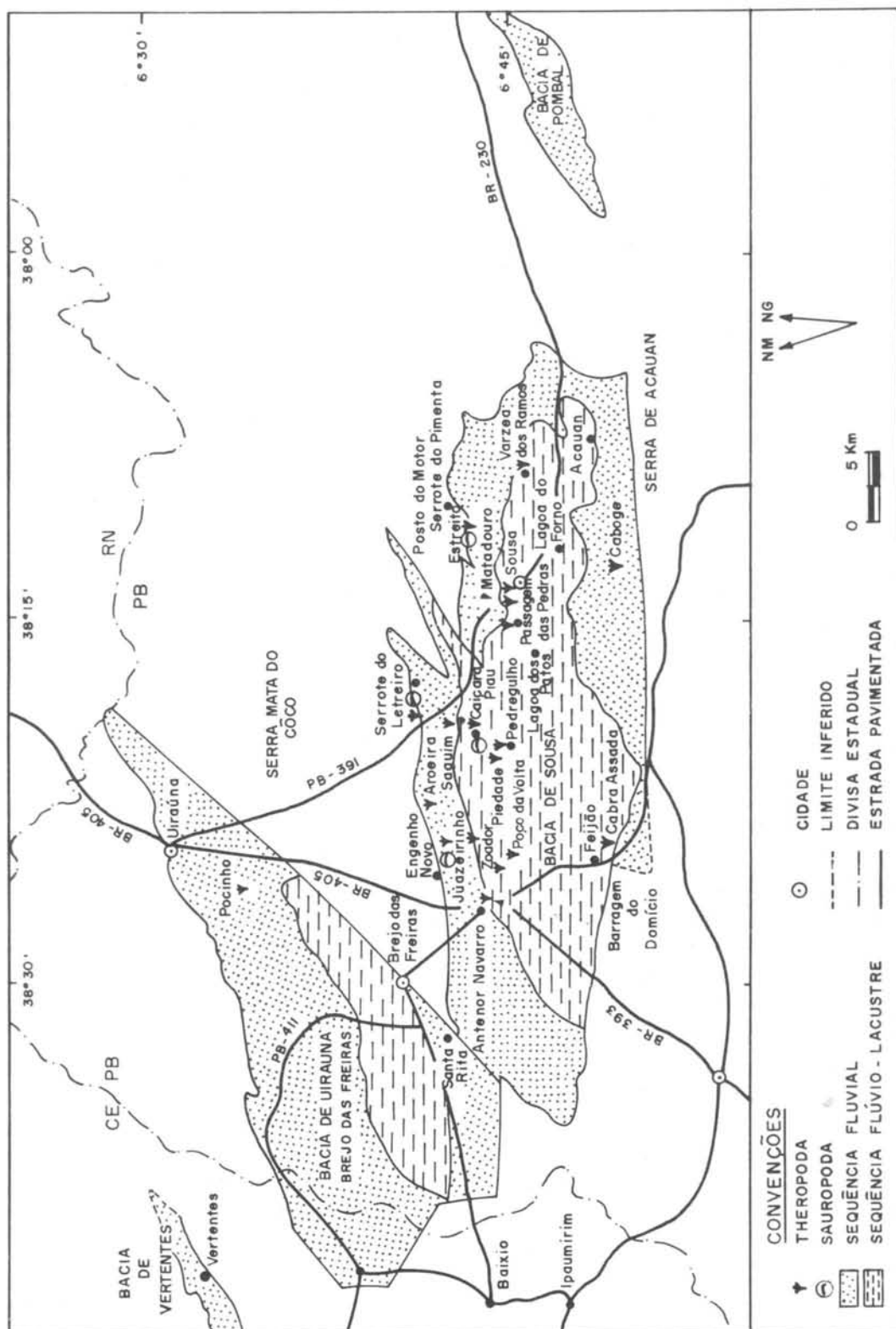


Fig. 3 — Mapa de distribuição de fósseis e icnofósseis de invertebrados nas bacias de Sousa e Uiraúna-Brejo das Freiras (Triunfo).





biente lacustre raso, bem oxigenado, permite a secreção de sua carapaça.

As diversas espécies de conchostráceos são encontradas quase que exclusivamente em afloramentos pertencentes à Formação Sousa, fato bastante significativo para as interpretações paleoambientais (Figura 5). Pode-se inferir condições como as indicadas acima para os ambientes onde se depositaram os sedimentos com conchostráceos da Formação Sousa. Algumas das espécies encontradas, têm tamanho incomum para os conchostráceos que são considerados formas de pequenas proporções (5 a 10 mm), pertencentes a uma microfauna bentônica. Entretanto, na Formação Sousa, ocorrem fósseis que atingem o comprimento de até 35 mm, o que poderia estar relacionado à um "optimum" ecológico. A ausência de formas predadoras, a constância dos corpos d' água com ampla disponibilidade de nutrientes e a saturação do meio com íons de cálcio, explicaria o tamanho anômalo atingido pelos espécimes de *Palaeolimndioopsis* cf. *P. reali* (Teixeira, 1958).

Em relação aos conchostráceos esterídeos, Tasch (1969) considerou que têm o crescimento retardado em regiões de baixa temperatura, e que as condições pluviométricas refletem-se no desenvolvimento desses organismos. Chuvas constantes permitem um afluxo maior de nutrientes e mantêm as condições lacustres permanentes, possibilitando assim o aumento em tamanho das formas adultas. Os níveis que contêm os conchostráceos de maior tamanho, na localidade de Pedregulho, não apresentam estruturas sedimentares indicativas de ressecamento. Pode-se considerar a constância do corpo aquoso, havendo então um afluxo permanente d' água que determinaria a abundância de nutrientes e de íons de cálcio. Tais condições ambientais devem ter sido comuns em outras localidades onde são encontrados fósseis de conchostráceos em que os indivíduos atingem grande tamanho.

É interessante notar que em diversos afloramentos, os conchostráceos pertencem normalmente a uma única espécie. Fato análogo ocorre nos ambientes lagunares atuais. A existência de duas espécies fósseis num mesmo

afloramento poderia ser reflexo de um tempo geológico inexpressivo onde os dois grupos faunísticos, poderiam ter existido com uma diferença de tempo apenas anual (Tasch, 1969).

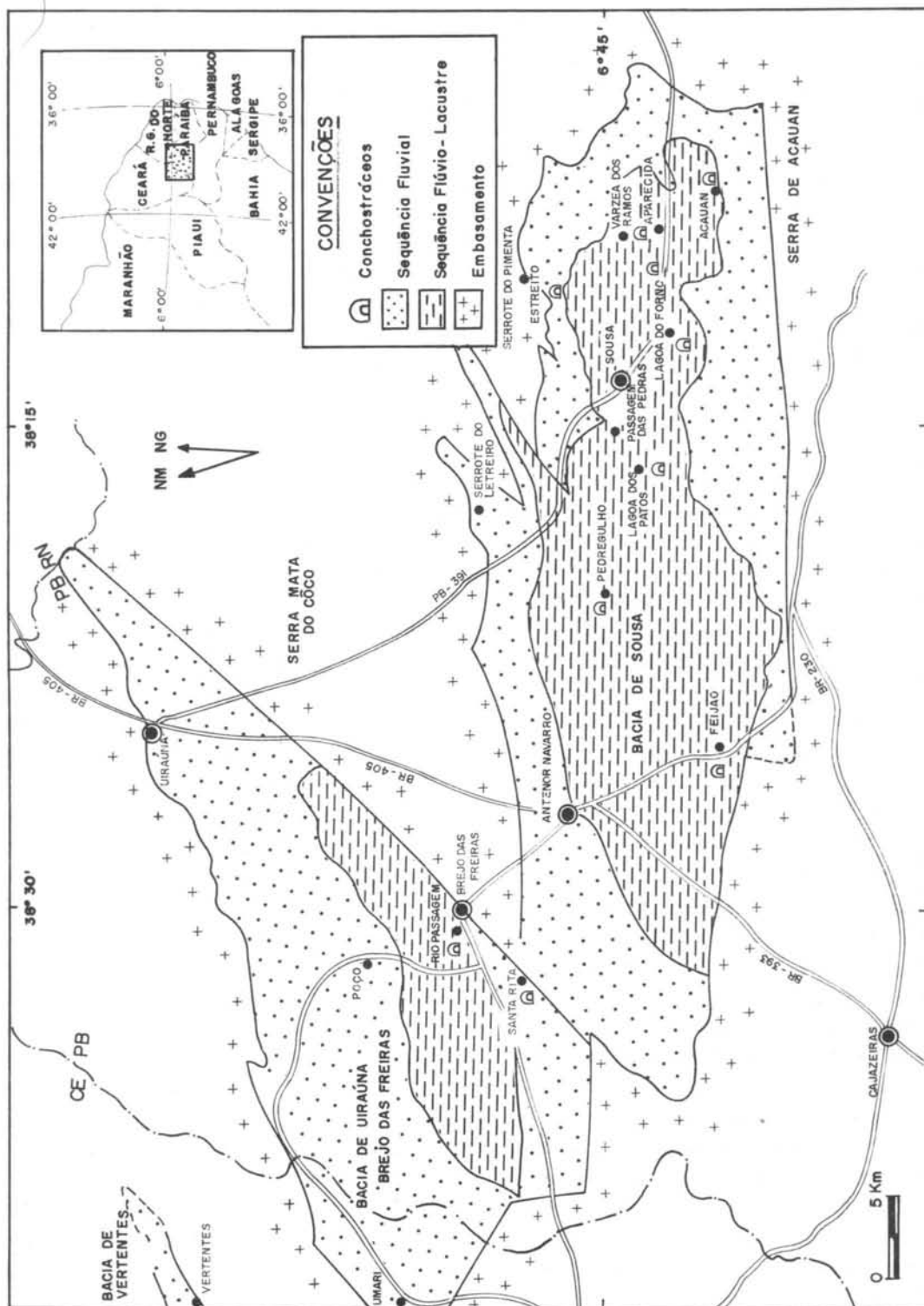
Além do controle ambiental existente na distribuição das ocorrências fósseis, deve ser atribuído também, ainda que indiretamente, um controle tectônico. As diferentes fácies sedimentares da Bacia de Sousa indicam claramente fenômenos de soerguimento na borda norte, originando depósitos de sedimentos clásticos grosseiros (arenitos conglomeráticos), que evidenciam condições fluviais de alta energia: um sistema hidrodinâmico impróprio para manutenção de uma fauna bentônica. Já na porção sul da bacia, os sedimentos siltico-argilosos traduzem condições ambientais lacustres, em função de uma maior estabilidade tectônica. Existe assim um controle na distribuição dos conchostráceos que é definido pelas características hidrodinâmicas do meio, reflexo direto das condições tectônicas que prevaleceram durante a sedimentação na bacia (Carvalho & Carvalho, 1990).

4.2.2 Ostracodes

As referências a esses fósseis são frequentes nos estudos já realizados na Bacia de Sousa (Maury, 1934; Braun, 1966, 1969, 1970; Tinoco & Katoo, 1975; Barbosa Jr. *et alii*, 1986).

A primeira identificação dos ostracodes nesta bacia deve-se à Maury (1934), a qual reconheceu espécimes destes fósseis em folhelhos provenientes de Acauan (município de Sousa). Braun (1966) classificou alguns ostracodes de Sousa, tendo reconhecido o gênero *Darwinula* Brady & Robertson, 1885 e a espécie *Cypridea vulgaris* Krommelbein, 1962, pertencentes às famílias Darwinuladae e Cyprididae, respectivamente. Tinoco & Katoo (1975) citam, além destas famílias, a presença de Limnocytheridae e Prognocytheridae em sedimentos da Formação Sousa e a espécie *Darwinula* cf. *D. oblonga* (Roemer, 1839) em intercalações de sedimentos finos na parte basal da Formação Piranhas (testemunho de sondagem F. EST.LF.PB-1, de Lagoa do Forno).

Na Formação Sousa encontram-se praticamente todos os gêneros e espécies de ostracodes da Bacia de Sousa:



Bisulcocypris Pinto & Sanguinetti, 1958
Brasacypris Krommelbein, 1965
Brasacypris ovum Krommelbein, 1965
Candona cf. *C. condensa* Krommelbein, 1962
Candona cf. *C. redunca* Krommelbein, 1962
Candona supreniforma Jones, 1893
Cypridea cf. *C. ambigua* Krommelbein, 1962
Cypridea lunula Krommelbein, 1962
Cypridea vulgaris Krommelbein, 1962
Darwinula cf. *D. leguminella* (Forbes, 1985)
Darwinula cf. *D. oblonga* (Roemer, 1839)
Ilyocypris Brady & Norman, 1889
Paraschuleridea sp. 5 (in Braun, 1966)
Paraschuleridea micropunctata n. nud.

Mabesoone & Campanha (1973/1974), baseando-se nos trabalhos de Braun (1966, 1969, 1970) e Silva (1970, in Mabesoone & Campanha, 1973/1974), onde são identificados os fósseis acima relacionados, propõem um zoneamento bioestratigráfico para a Formação Sousa, subdividindo-a em três biozonas:

— Zona *Darwinula* cf. *D. oblonga* (So.1): limite superior da zona coincide com o topo da amplitude estratigráfica de *Darwinula* cf. *D. oblonga* e o limite inferior coincide com as bases das amplitudes de *Darwinula* cf. *D. oblonga* e *Darwinula* cf. *D. leguminella*. Correlaciona-se à Zona RT-002 do Recôncavo (Berriasiano Inferior).

— Zona *Cypridea vulgaris* (So.3): limite superior coincide com o topo da amplitude da espécie *Candona* cf. *C. redunca* e seu limite inferior coincide com o topo das amplitudes das espécies *Cypridea* cf. *C. ambigua* e *Brasacypris* sp. Esta zona é subdividida em três subzonas (Subzona 1, Subzona 2, Subzona 3) e é correlacionável às zonas RT-003, RT-004, RT-005, RT-006, definidas no Recôncavo (Berriasiano Médio a Hauteriviano).

4.2.3 Vegetais e Palinomorfos

Apesar de normalmente não permitirem uma identificação sistemática, é comum a presença de fragmentos vegetais carbonizados nos sedimentos síltico-argilosos das bacias de Sousa e Uiraúna-Brejo das Freiras (Moraes, 1924; Braun, 1969, 1970; Dantas & Caula, 1982).

Braun (1969) identificou alguns dos restos vegetais da Formação Sousa ("Unidade B" de

Braun, 1969) como folhas e caules de *Podozamites* F. Braun, 1843 e de cicadóides do gênero *Otozamite*. Considerado há algum tempo também como uma cicadófito, *Podozamites* sp. revelou-se uma conífera, em função dos estudos da cutícula e do arranjo dos estômatos (Stewart, 1985).

Através da análise dos sedimentos do furo de sondagem F. EST.LF.PB.-1 de Lagoa do Forno, Lima & Coelho (1987) reconheceram trinta e quatro espécies de esporos, sessenta e uma espécies de pólenes, algas e escolecodontes, os quais permitiram uma avaliação das condições paleoclimáticas.

4.2.4 Restos Ósseos

Em toda a literatura que versa sobre a paleontologia das bacias cretácicas do oeste paraibano, é comum a indicação de fragmentos ósseos e escamas de peixes em sedimentos síltico-argilosos (Maury, 1934; Braun, 1966, 1970; Tinoco & Katoo, 1975; Tinoco & Mabesoone, 1975; Dantas & Caula, 1982).

Nos folhelhos de Acauan (Bacia de Sousa), Maury (1934) revelou a presença de ostracodes e escamas de peixes. As prospecções coordenadas por Giuseppe Leonardi nesta localidade não evidenciaram quaisquer restos osteológicos. Braun (1970) reportou a existência, de fragmentos de ossos pertencentes a peixes nas Unidades B e C (formações Sousa e Piranhas respectivamente), na localidade de Curral, município de Sousa.

Tinoco & Katoo (1975), na análise do testemunho de sondagem F. EST.LF.PB.-1 de Lagoa do Forno, reconheceram, na seqüência dominante-mente síltica (Formação Sousa), além de ostracodes e conchostráceos, restos de vertebrados (fragmentos de ossos, dentes e escamas de peixes).

Beurlen & Mabesoone (1969) consideraram que as escamas encontradas na região do Rio do Peixe, seriam pertencentes ao gênero *Lepidotes* Agassiz, 1832.

Em uma zona de transição entre as formações Antenor Navarro e Sousa (a 4 km de Poço, Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras), foram reconhecidos fragmentos de pelvis e fêmur pertencentes provavelmente a crocodilídeos. No Serrote do Estreito (também em zona de transição entre as

formações Antenor Navarro e Sousa) foi identificado um espinho de peixe.

A existência de um ambiente flúvio-lacustre, cujos sedimentos eram depositados em condições subaéreas, onde o predomínio dos processos químicos oxidantes teria sido marcante, certamente inviabilizou a preservação de grande quantidade de restos orgânicos. As ocorrências de Acauan, Poço e Serrote do Estreito, refletem um ambiente de sedimentação com condições redutoras: provavelmente lagos permanentes com um conteúdo de matéria orgânica elevado. Estes seriam pouco frequentes e esparsos geográfica e temporalmente durante a colmatação da bacia, impossibilitando assim uma maior preservação de fósseis de vertebrados em seus sedimentitos.

4.2.5 Icnofósseis

4.2.5.1 Icnofósseis de Invertebrados

Entre as diversas estruturas de origem biogênica encontradas nessas duas bacias sedimentares, os icnofósseis de invertebrados não foram, até o momento, objeto de qualquer tipo de caracterização ou interpretação de seu significado paleoambiental. À semelhança das primeiras descrições paleontológicas, como a quase dois séculos, suas origens ainda são confundidas com as algas marinhas *Fucoides* Brongniart, 1822 ou "algas ficóides" (Ghignone *et alii*, 1986).

Apenas Muniz (1985), caracterizou uma pista regularmente meandrante, identificando-a como uma nova icnoespécie – *Cochlichnus sousensis* – produzida por grandes nematóides. Em especial, nos sedimentos da Formação Sousa, estão preservados inúmeros icnofósseis de invertebrados, distribuídos em diferentes níveis estratigráficos. Uma descrição e classificação etológica preliminares deste material foi realizada por Carvalho (1989).

4.2.5.2 Icnofósseis de Vertebrados

A primeira descoberta de pegadas de vertebrados na Formação Sousa, deve-se a Moraes (1924), na localidade de Passagem das Pedras. Huene (1931, in Leonardi, 1979c) ilustrou e descreveu brevemente esses icnofósseis. Classificou o "plantigrado" como *Ceratopsia* ou *Nodosauria*, e o digitigrado como *Iguanodontidae* ou secundariamente como *Trachodontidae* ou

Kalodontidae. Leonardi (1979c) reestudou essas pistas, utilizando então a nomenclatura da parassistemática icnológica. Estabeleceu três icnospécies:

– *Sousaichnium pricei*: pista com 32 pegadas, de dinossauro bípede de grande porte; elevado passo duplo; pegadas tridáctilas, quase simétricas, digitígradas ou mais provavelmente semi-digitígradas; margem traseira em forma de talão. Os produtores desta pista foram atribuídos à família *Iguanodontidae*, devido à semelhança da estrutura do pé de indivíduos desta família com as características das pegadas e também pela similaridade com as de *Iguanodon* Mantel, 1825 e *Iguanodonichnus* Casamiquela & Fasola, 1968.

– *Moraesichnium barberenae*: pista de dinossauro bípede de porte médio, com ângulo do passo alto a muito alto e passo oblíquo variável. Pegadas tridáctilas, simétricas e esguias; pequenas unhas raramente observáveis; almofadinhas em geral observáveis no dedo II. Quanto ao produtor destas pistas, Leonardi (1979c) achou provável se tratar de ornitíscios bípedes e pela estrutura esguia dos autopódios à um *Hypsilophodontidae*. Entretanto, na reanálise deste material, Leonardi *et alii* (1987a) consideraram mais correto atribuí-las a *Carnosauria* "anômalos", que marchariam com o metatarso apoiado no chão, articulando o pé com a perna na altura da articulação tarso/metatarso.

– *Staurichnium diogenis*: pista de dinossauro bípede de dimensões médias; ângulo do passo elevado. Pegada tridáctila, simétrica, formada pelas impressões redondas ou ovais de três dedos em forma de cascos, separadas por cristas que representam a impressão de dobras da pele. No conjunto, a pegada apresenta aspecto mui característico de trevo ou de cruz de braços arredondados. Segundo Leonardi (1979c), este tipo de pegada indica um pé de estrutura provavelmente muito avançada, com dedos muito curtos, reforçados e divergentes, providos de falanges ungueais em forma de casco. Um pé como este se encontraria mais facilmente entre a família *Hadrosauridae* ou em *Iguanodontidae* em estágio de evolução avançada rumo aos *Hadrosauridae*.

Leonardi (1984a) descreveu a icnoespécie *Caririchnium magnificum* da localidade de Serrote

do Pimenta (Fazenda Estreito). É uma pista estreita, quadrúpede, cujo membro posterior é muito maior que o anterior; ângulo do passo elevado e largura interna com valor negativo. A impressão do autopódio anterior é bem pequena, de contorno elíptico com seu eixo maior quase anteroposterior; a pegada posterior é maior, maciça, tridáctila, com a presença de uma almofada plantar, separada dos dedos por pregas de pele. Os dedos são grossos com unhas pequenas e arredondadas. Leonardi (1984a) atribui esta pista à um indivíduo da subordem Stegosauria, mas atualmente a considera como de um Iguanodontidae quadrúpede (Leonardi *et alii*, 1987c).

Até agora, foram descobertas pegadas fósseis em 21 localidades, na Bacia de Sousa. Compreendem um conjunto de 77 pistas dinossaurianas que se divide em 49 Carnosauria, 10 Theropoda indiv., 7 Iguanodontidae, 3 Coelurosauria, 3 Sauropoda e 2 Incertae Sedis, além de 3 pistas de classificação duvidosa entre Carnosauria ou Iguanodontidae. Também já foram analisadas 350 pegadas avulsas, nas quais predominam indivíduos carnívoros (Leonardi, 1979a; Leonardi, 1979b; Leonardi, 1979c; Leonardi, 1980a; Leonardi, 1981b; Leonardi, 1981c; Leonardi, 1982; Leonardi, 1984a; Leonardi, 1984b; Leonardi, 1985a; Leonardi, 1985b; Leonardi, 1987; Leonardi *et alii*, 1987a; Leonardi *et alii*, 1987b; Leonardi *et alii*, 1987c; Santos & Santos, 1987a; Santos & Santos, 1987b).

A maior parte das localidades icnofossilíferas provêm de áreas onde há siltitos e argilitos pertencentes à Formação Sousa (Figura 4). Contudo, também podem ocorrer em arenitos finos, bem selecionados das formações Antenor Navarro e Piranhas.

Na Bacia de Uiraúna-Brejo das Freiras, a primeira ocorrência de pegadas de dinossauros foi registrada por Carvalho (1989). São quatro pegadas isoladas e uma pista incompleta (constituída por duas pegadas) pertencentes à formas carnívoras e a um provável herbívoro.

5. AMBIENTE DEPOSICIONAL

De acordo com Mabesoone *et alii* (1979), na distribuição geográfica da Formação Antenor

Navarro, há uma certa irregularidade dos diferentes tipos petrográficos. As amostras mais próximas da fonte não são necessariamente as mais imaturas e feldspáticas. Isto se deve possivelmente ao fato dos minerais mais estáveis já terem desaparecido parcialmente em solos, antes de ter havido o transporte para o interior das bacias.

Os depósitos e estruturas sedimentares da Formação Antenor Navarro indicam uma sedimentação contínua em um ambiente fluvial torrencial, prevalecendo um sistema de leques aluviais coalescentes. A sedimentação é consequência direta da atividade tectônica de falhas, com o soerguimento de um relevo acidentado ao lado de áreas baixas em subsidência (Mabesoone *et alii*, 1979).

A seqüência microclástica da Formação Sousa, com finas intercalações de arenitos finos a médios, pouco selecionados e filmes carbonatados ou calcário nodular em siltitos, argilitos e folhelhos, sugere ambientes lacustres e palustres com influência fluvial, e certa estabilidade tectônica (Tinoco & Mabesoone, 1975).

A partir da composição petrográfica dos sedimentitos da Formação Sousa, Vasconcelos (1980) estabeleceu cinco microfácies compostas (Microfácies A, B, C, D, E) distinguindo então quatro fases na história deposicional da Formação Sousa:

— lacustre e palustre sob condições de clima seco

— lacustre e fluvial em clima menos seco

— lacustre e fluvial (planície de inundação)

— de transição fluvial calma para agitada

Os arenitos grosseiros, mal selecionados, com intercalações de conglomerados atribuídos à Formação Piranhas indicam um ambiente fluvial torrencial (anastomosado) no sopé de áreas elevadas. É diagnóstico da reativação de linhas estruturais, com a deposição em encostas íngremes, e rápido soterramento (Tinoco & Mabesoone, 1975).

Os sedimentos clásticos plio-pleistocênicos da Formação Moura, dispostos em disconformidade com os do Grupo Rio do Peixe, indicam condições fluviais torrenciais em clima semi-árido (Mabesoone & Campos e Silva, 1972).

6. PALEOCLIMA

A abundância de pegadas de répteis e gretas de contração nas rochas destas áreas sedimentares sugerem, de imediato, que as condições paleoclimáticas teriam sido áridas ou semi-áridas (vide Moraes, 1924).

Tinoco & Mabesoone (1975), na análise das condições deposicionais das unidades litoestratigráficas do Grupo Rio do Peixe, consideram que a cor vermelha ou marrom dos sedimentos das formações Antenor Navarro e Piranhas é um bom indicativo para um clima quente e bastante úmido. Os nódulos calcários da Formação Sousa seriam característicos de um ambiente dulcícola lacustre, em clima quente; as finas películas de gipsita intercaladas nos sedimentos permitem pressupor um clima com inverno relativamente frio e verão muito quente, sendo a evaporação maior que a precipitação.

Os conchostráceos também podem ser utilizados para a interpretação paleoclimática. Sua presença indica condições climáticas quentes (Tasch, 1969). Conchostráceos de grande tamanho, como os encontrados nos sedimentos da Formação Sousa, são típicos de ambientes lacustres permanentes. Tal fato implica em condições pluviométricas, nas quais haja chuvas constantes, ocorrendo assim a manutenção do nível da água desses lagos.

Baseando-se nas características litológicas, associações fossilíferas e dados paleomagnéticos, Mabesoone (1975) esboçou o desenvolvimento paleoclimático da região Nordeste do Brasil. Propôs para a área da "Bacia do Rio do Peixe" condições climáticas do tipo A, durante o Cretáceo Inferior.

Através do estudo palinológico, Lima & Coelho (1987) verificaram que o clima reinante foi quente, embora a presença de pólenes de coníferas indique terras altas nas proximidades, com clima mais ameno, propiciando a existência e diversidade desse grupo. Pela análise do furo estratigráfico de Lagoa do Forno (F. EST.-L.F.-1 PB) observaram que a base da seção apresenta também elementos que sugerem condições secas, embora não necessariamente áridas. A parte supe-

rior mostraria uma reversão desta tendência, com a instalação de um clima, pelo menos localmente, de caráter mais úmido.

7. IDADE

As primeiras estimativas acerca da idade cretácica dessas áreas sedimentares (Crandall, 1910; Sopper, 1923) foram feitas por analogia com o caráter litológico das formações cretácicas do litoral paraibano e da Chapada do Araripe.

Moraes (1924) baseando-se nas pistas de dinossauros supôs que a Bacia de Sousa pertenceria ao Cretáceo Inferior (Comanchiano).

Apesar de Maury (1934) e Leonardi (1979b) terem considerado estas áreas sedimentares como do Triássico, todos os estudos mais recentes (inclusive os de Leonardi) apontam para uma idade Cretáceo Inferior. Nas análises de microfósseis (ostracodes), Braun (1966, 1969, 1970), considerou-as como indicativas de uma idade entre o Berriasiano e Hauteriviano, dado corroborado por Mabesoone & Campanha (1973/1974) no zoneamento bioestratigráfico da Formação Sousa.

Os palinomorfos identificados por Lima & Coelho (1987) permitem atribuir uma idade correspondente ao Andar Aratu (Barremiano Inferior) para os sedimentos da Bacia de Sousa. Regali (1990) em uma reanálise deste material palinológico considerou que também estaria abrangido o Andar Rio da Serra (Berriasiano a Hauteriviano).

8. CORRELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

As Bacias do oeste paraibano quase sempre foram consideradas como restos de uma cobertura sedimentar maior, relacionadas aos depósitos da Bacia do Araripe (Crandall, 1910; Sopper, 1923; Moraes, 1924; Beurlen & Mabesoone, 1969; Ghignone, 1972), da Bacia do Recôncavo-Tucano-Jatobá (Braun, 1966; Braun, 1970; Mabesoone & Campanha, 1973/1974; Dantas & Caula, 1982; Cordani *et alii*, 1984; Rand, 1984), da Bacia Potiguar (Cordani *et alii*, 1984; Rand, 1984; Lima & Coelho, 1987; Lins, 1987), da Bacia do Parnaíba (Dantas & Caula, 1982) e de outras áreas

sedimentares menores, no interior dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte.

Maury (1934) já compreendia a complexidade entre as correlações estratigráficas dos depósitos do interior nordestino, tendo considerado a "Bacia do Rio do Peixe" como de origem lacustre, isolada geograficamente da região da Chapada do Araripe.

Situadas dentro da mesma evolução tectono-sedimentar estão apenas as formações Quixóá, Malhada Vermelha e Lima Campos, que constituem o Grupo Iguatu e ocorrem nas bacias de Icó, Lima, Campos, Malhada Vermelha e Iguatu. Segundo Tinoco & Mabesoone (1975), as rochas destas unidades litoestratigráficas são petrograficamente análogas às das formações Antenor Navarro, Sousa e Piranhas.

A seqüência litoestratigráfica representada pelo Grupo Iguatú, é análoga às das bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras (Triunfo), Mangabeira, Lavras da Mangabeira e Iborepi (Grupo Rio do Peixe). Os sedimentos são predominantemente clásticos, com uma distribuição granulométrica preferencial dentro das diversas bacias: o material mais grosseiro localiza-se próximo às bordas, enquanto o mais fino situa-se na região central. Existem, em todas estas bacias, seqüências estratigráficas próprias e uma perfeita delimitação espacial (apesar de algumas estarem cobertas por sedimentos aluviais holocênicos).

As seqüências estratigráficas destas regiões podem ser interpretadas como depósitos de leques aluviais interdigitados com os de rios anastomosados. Em função da área da bacia, poderão ocorrer depósitos indicativos de condições lacustres como, por exemplo, nas de Sousa e Uiraúna-Brejo das Freiras. Bacias de dimensões muito pequenas, como as de Mangabeira, Lavras do Mangabeira, Iborepi e Pombal, têm apenas o registro de depósitos de leques aluviais e de um sistema fluvial incipiente.

Bastante interessante é a divisão da sedimentação fanerozóica do Nordeste Brasileiro feita por Ghignone (1972) que apresenta seis episódios maiores, cujas seqüências sedimentares registrariam as diferentes fases tectônicas do

craton e sintetizariam a história evolutiva. Enquadra a deposição do Grupo Rio do Peixe, dentro da Seqüência IV desenvolvida entre o neo-Jurássico e o eo-Cretáceo, quando há a reativação da plataforma brasileira.

Ponte *et alii* (1990) propõem uma análise semelhante para o estudo estratigráfico das bacias mesozóicas do interior do Nordeste. A "Bacia do Rio do Peixe" estaria englobada numa superseqüência tectono-estratigráfica denominada de Superseqüência Continental – Seqüência Rifte.

9. CONTEXTO TECTÔNICO

A primeira fase da reativação wealdeniana (atlântica), compreendida entre o Jurássico Superior e início do Cretáceo, movimentou grandes falhas antigas, como os lineamentos Patos e Pernambuco, cuja atividade redundou na constituição de bacias tectônicas, que receberam então sedimentação continental (Almeida, 1967; Almeida, 1969).

De acordo com Beurlen (1967a, 1967b), durante a abertura do Oceano Atlântico, houve um deslizamento do bloco brasileiro para oeste, tendo sido este movimento retardado na região do atual Nordeste, onde a ligação original com o bloco africano ainda existia. A região Nordeste teria sofrido portanto durante o Cretáceo Inferior intensas distensões, ocorrendo movimentos direcionais dos grandes sistemas de falhamentos tais como o Pernambuco e o Paraíba, com o conseqüente fraturamento e abatimento de blocos.

As bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes, estão encaixadas em rochas pré-cambrianas do Cinturão Caririano dispostas segundo uma direção E-W (lineamento Patos) em especial ao sul destas; a partir da região de Patos inicia-se um arqueamento dos lineamentos estruturais, ao norte da falha Tatajuba-Malta, passando a predominar a direção nordeste (lineamento Portalegre). A Bacia de Sousa estrutura-se de acordo com o lineamento Patos, enquanto as bacias de Pombal, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes são nitidamente controladas pelo sistema de falhas de direção nordeste, que constitui o lineamento Portalegre (Figura 1).

O controle tectônico, com a movimentação destes dois sistemas de falhamentos originando diversas bacias de afundamento (grabens e meio-grabens na concepção de Amaral, 1983) teve importância fundamental na evolução das seqüências deposicionais destas diversas bacias. Tinoco & Mabesoone (1975) consideraram que o início da atividade tectônica ao longo de falhas, foi responsável pela deposição de material grosseiro nas depressões recém-formadas (o que representaria a Formação Antenor Navarro). Com a diminuição da atividade diastrófica, os ambientes de sedimentação tornaram-se mais tranquilos: lagos e pântanos interligados por um sistema fluvial (Formação Sousa). E finalmente a reativação de linhas estruturais forneceu o material detrítico através de correntes torrenciais (Formação Piranhas). Lima Filho (1990) propôs uma divisão em três sub-fácies para a Formação Sousa, cuja distribuição seria controlada principalmente pela tectônica da "Bacia do Rio do Peixe".

Na concepção de Amaral (1983), os sedimentos do Grupo Rio do Peixe são uma sub-unidade de uma unidade geotectônica maior, os quais distribuem-se por diversas bacias de afundamento, em forma de graben e meio-graben. Este grupo corresponderia a uma fase "rift" referente à separação Brasil-África, que logo em seguida gradou para condições de bacia pericratônica, pertencente ao domínio geossinclinal do Atlântico Sul.

De acordo com Senant & Popoff (1989), essas bacias obedecem a um regime de extensão generalizado, cuja evolução e arquitetura estiveram fortemente influenciadas pela reativação das descontinuidades pan-africanas do embasamento. Elas ilustrariam a irradiação da deformação intraplaca que se prolongou por falhas transformantes através da zona de abertura do Golfo da Guiné, seguindo as grandes zonas de descontinuidade herdadas (Patos e Pernambuco).

CONCLUSÕES

Os fenômenos tectônicos, decorrentes do processo de separação da América do Sul e África, originaram, no interior do Nordeste brasileiro,

uma série de pequenas bacias sedimentares associadas às reativações de falhamentos pré-cambrianos de direção este-oeste e nordeste. No oeste do Estado da Paraíba, as bacias de Pombal, Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Vertentes, inserem-se nesta evolução tectono-sedimentar reinante durante o Jurássico Superior-Cretáceo Inferior. Os processos geológicos e tectônicos, vinculados diretamente à abertura do Oceano Atlântico, possibilitaram assim a formação e desenvolvimento destas bacias.

As informações concernentes aos fósseis provenientes destas áreas sedimentares são muitas: ostracodes, conchostráceos, fragmentos ósseos, polens e restos vegetais, os quais possibilitam a reconstituição parcial da fauna e flora do Cretáceo Inferior na região. A estes, somam-se diversas evidências da atividade fisiológica de animais, como pistas de invertebrados e vertebrados.

A similaridade litológica encontrada nas diversas bacias do Rio do Peixe, não implica numa provável continuidade das bacias, ou numa homogeneidade dos antigos ambientes de sedimentação. Este último aspecto é corroborado pela diversidade de organismos fósseis e de icnofósseis, indicativos de condições ambientais e ecológicas específicas.

As rochas sedimentares, e em especial os fósseis encontrados nestas bacias, tornam possível o conhecimento dos aspectos relativos à paleogeografia, paleoclima e, de uma maneira mais ampla, aos paleoambientes durante o Cretáceo Inferior na região central do Nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

A paleontóloga Marise Sardenberg Salgado de Carvalho (CPRM/DNPM) pela inestimável colaboração na revisão do texto. Ao professor Joel Gomes Valença (UFRJ) pela revisão do abstract. Aos geólogos Rodolfo Dino (CENPES-PETROBRÁS) e Rita de Cássia Tardin Cassab (DNPM) pelo auxílio bibliográfico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. P. T., (1970), Inventário hidrogeológico do Nordeste. Folha no. 16. Jaguaribe SE. Minist. Interior, Sup. Des. NE, Série Hidrogeológica, 32, 187 p.
- ALMEIDA, F. F. M., (1950), Uma fauna de crustáceos bivalvos do Arenito Botucatú no Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 36 p. (Boletim 134).
- ALMEIDA, F. F. M., (1967), Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 36 p. (Boletim 241).
- ALMEIDA, F. F. M., (1969), Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: Congr. Bras. Geol., 23, Salvador, 1969. Anais... Salvador, SBG. p. 29-46.
- AMARAL, C. A., (1983), In: Projetos Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais. Folha SB. 24-Z-A Sousa. Volumes I, II (textos e mapas) CPRM (Superintendência Regional de Recife). p. 1-13.
- BARBOSA JR., W. V.; SILVA, I. B.; SANTOS, R. C.; SANTOS, A. C.; PIMENTEL, C. A. C.; NÓBREGA, V. A. & MABESOONE, J. M., (1986), Revisão geológica da parte oriental da sub-bacia de Sousa (Bacia do Rio do Peixe, Paraíba). In: Cong. Bras. Geol., 34, Goiânia, 1986. Anais... Goiânia, SBG, v. 1. p. 308-320.
- BEURLIN, K., (1967a), A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: Congr. Bras. Geol., 21, Curitiba, 1967. Resumo das Comunicações... Curitiba, Boletim Paranaense de Geociências, 26, p. 22-23.
- BEURLIN, K., (1967b), A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: Congr. Bras. Geol., 21, Curitiba, 1967. Anais... Curitiba, SBG, p. 151-158.
- BEURLIN, K. & MABESOONE, J. M., (1969), Bacias cretáceas intracontinentais do Nordeste do Brasil. *Not. Geomorfol.*, 9 (18): 19-34.
- BRANNER, J. C., (1919), Resumo da geologia do Brasil para acompanhar o Mapa Geológico do Brasil. *Bulletin Geological Society of America*, 30 (2): 100-102.
- BRAUN, O. P. G., (1966), Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 75 p. (Boletim 236).
- BRAUN, O. P. G., (1969), Geologia da bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil. Recife, DNPM/DGM. 23 p. (Relatório Interno).
- BRAUN, O. P. G., (1970), Geologia da bacia do Rio do Peixe. In: Congr. Bras. Geol., 24, Brasília (DF), 1970. Resumo das Conferências e Comunicações... Brasília, SBG/Núcleo Centro-Oeste, bol. esp. 1, p. 208-209.
- CARVALHO, I. S., (1989), Icnocenosos continentais: bacias de Sousa, Uiraúna-Brejo das Freiras e Mangabeira. Rio de Janeiro, 167 p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- CARVALHO, I. S. & CARVALHO, M. G. P., (1990), O significado Paleambiental dos Conchostráceos da Bacia de Sousa, In: Simpósio da Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste. 1, Crato, 1990. Anais... Crato, S.B.P., p. 329-333.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A. & BEZERRA DA CUNHA, F. M., (1984), Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Sintep. 70 p. (Série Ciênc. Tec. Petróleo 15).
- CRANDALL, R., (1910), Geographia, geologia, suprimento da água, transportes e açudagem nos estados orientais do norte do Brasil, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba. In: Inspectoria de Obras Contra Secas. Hidrologia, geologia, assumptos gerais. Rio de Janeiro. Ministério da Viação e Obras Públicas. p. 28-30 (Série I, D.E. Publ. 4).
- DANTAS, J. R. A., (1974), In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha SB-24 Jaguaribe. Brasília, MME/DNPM. 95 p.
- DANTAS, J. R. A. & CAULA, J. A. L., (1982), Estratigrafia e geotectônica. In: SERM/CDRM. Mapa Geológico do Estado da Paraíba; texto explicativo. João Pessoa, SERM/CDRM. 134 p.
- GHIGNONE, J. I., (1972), Ensaio de paleogeologia do Nordeste e as seqüências sedimentares. In: Congr. Bras. Geol., 26, Belém, 1972. Anais... Belém, SBG. v. 3, p. 21-28.
- KEGEL, W., (1965), A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro. DNPM/DGM. 47 p. (Boletim 227).
- LEONARDI, G., (1979a), Four years of vertebrate ichnology in Brazil. *Ichnology Newsletter*, 10: 25-26.
- LEONARDI, G., (1979b), New archosaurian trackways from the Rio do Peixe Basin, Paraíba, Brazil. *Annali dell'Università di Ferrara (Nuovo Serie). Sezione IX, Scienze, Geologiche e Paleontologiche*, (14): 239-250.

- LEONARDI, G., (1979c), Nota preliminar sobre seis pistas de dinossauros Ornithischia da Bacia do Rio do Peixe, em Sousa, Paraíba, Brasil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, **51** (3): 501-516.
- LEONARDI, G., (1980a), Dez novas pistas de dinossauros (Theropoda Marsh, 1881), na Bacia do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil. In: Congr. Argentino Paleont. Biestr., 2, Congr. Latinoam. Paleont., 1, Buenos Aires, 1978. *Actas... Buenos Aires*, v. 1, p. 243-248.
- LEONARDI, G., (1981b), Comunicação à Ichnology Newsletter. *Ichnology Newsletter*, **12**: 12.
- LEONARDI, G., (1981c), Ichnological data on the rarity of young in North East Brazil dinosaurian populations. *An. Acad. bras. Ciênc.*, **53** (2): 345-346.
- LEONARDI, G., (1982), Comunicação à Ichnology Newsletter. *Ichnology Newsletter*, **13**: 14.
- LEONARDI, G., (1984a), Le impronte fossili di dinosauri. In: Ligabue, G. ed. *Sulle orme dei dinosauri*. Venezia, Erizzo editrice. p. 165-186.
- LEONARDI, G., (1984b), Rastros de um mundo perdido. *Ciência Hoje*, **2** (15): 48-60.
- LEONARDI, G., (1985a), Mais pegadas de dinossauros na Paraíba. *Ciência Hoje*, **3** (16): 94.
- LEONARDI, G., (1985b), Vale dos dinossauros: uma janela na noite dos tempos. *Rev. Bras. Tecnol.*, **16** (1): 23-28.
- LEONARDI, G., (1987), Pegadas de dinossauros (Carnosauria, Coelurosauria, Iguanodontidae) na Formação Piranhas da Bacia do Rio do Peixe, Sousa, Paraíba, Brasil). In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. *Anais... Rio de Janeiro*, SBP. v. 1, p. 377-394.
- LEONARDI, G.; LIMA, C. V. & LIMA, F. H. O., (1987a), Os dados numéricos relativos às pistas (e suas pegadas) das icnofaunas dinossaurianas do Cretáceo Inferior da Paraíba, e sua interpretação estatística. I – Parâmetros das pistas. In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. *Anais... Rio de Janeiro*, SBP. v. 1, p. 377-394.
- LEONARDI, G.; LIMA, C. V. & LIMA, F. H. O., (1987b), Os dados numéricos relativos às pistas (e suas pegadas) das icnofaunas dinossaurianas do Cretáceo Inferior da Paraíba, e sua interpretação estatística. II – Parâmetros das pistas. In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. *Anais... Rio de Janeiro*, SBP. v. 1, p. 395-417.
- LEONARDI, G.; LIMA, C. V. & LIMA, F. H. O., (1987c), Os dados numéricos relativos às pistas (e suas pegadas) das icnofaunas dinossaurianas do Cretáceo Inferior da Paraíba, e sua interpretação estatística. III – Parâmetros das pistas. In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. *Anais... Rio de Janeiro*, SBP. v. 1, p. 419-444.
- LIMA, F., M. F. L., (1990), Influência tectônica na sedimentação da Formação Sousa – Bacia do Rio do Peixe. In: Simp. Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1, Crato, 1990. *Resumos... Crato*, SBG/SBP, p. 3.
- LIMA, M. R. & COELHO, M. P. C. A., (1987), Estudo palinológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do nordeste do Brasil. *Bol. IG-USP*, **18**: 67-83 (Sér. Cient.).
- LINS, F. A. P. L., (1987), Geofísica aplicada ao estudo de arcabouço-tectônico de bacias sedimentares entre as bacias Potiguar e Rio do Peixe. Recife, 74 p. (Dissertação de Mestrado, Univ. Fed. Pernambuco).
- MABESOONE, J. M., (1972), Sedimentos do Grupo Rio do Peixe (Paraíba). In: Congr. Bras. Geol., 26, Belém, SBG. Bol. 1, p. 236.
- MABESOONE, J. M., (1975), Desenvolvimento paleoclimático do Nordeste brasileiro. In: Simp. Geol. Nordeste, 7, Fortaleza, 1975. *Atas... Fortaleza*, SBG/Núcleo Nordeste. p. 75-93.
- MABESOONE, J. M. & CAMPANHA, V. A., (1973/1974), Caracterização estratigráfica dos Grupos Rio do Peixe e Iguatu. In: UFRN/Imprensa Universit. *Estudos sedimentológicos*. Natal, p. 21-41 (v. 3/4).
- MABESOONE, J. M. & CAMPOS E SILVA, A., (1972), Formação Moura: depósito correlativo do interior nordestino. In: UFRN/Imprensa Universit. *Estudos Sedimentológicos*. Natal, p. 35-41 (v. 2 (1-2)).
- MABESOONE, J. M.; LIMA, P. J. & FERREIRA, E. M. D., (1979), Depósitos de cones aluviais antigos, ilustrados pelas formações Quixóá e Antenor Navarro (Nordeste do Brasil). In: Simp. Geol. Nordeste, 9, Natal, 1979. *Atas... Natal*, SBG/Núcleo Nordeste. p. 225-235.
- MAURY, C. J., (1934), Fossil invertebrata from northeastern Brazil. *Bulletin of American Museum Natural History*, **67**: 123-179. In: Fundação Guimarães Duque. *Coleção Mossoroense*, 194. p. 52-58, Plate XXII.

- MORAES, L. J., (1924), Serras e montanhas do Nordeste. In: Inspectoria de Obras Contra as Secas. Geologia. Rio de Janeiro. Ministério da Viação e Obras Públicas. (Série I. D. Plub. 58). 2a. ed. Coleção Mossoroense, 35(1), Fundação Guimarães Duque, p. 43-58.
- MUNIZ, G. C. B., (1985), *Cochlichnus sousensis*, icnoespécie da Formação Sousa, Grupo Rio do Peixe, no Estado da Paraíba. In: Brasil, DNPM. Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. Série "Geologia", Brasília, 27 (Seção Paleontológica e Estratigrafia, 2): 239-241.
- PONTE, F. C.; DINO, R.; ARAI & SILVA-TELES JR., A. C., (1990), Estratigrafia comparada das bacias sedimentares mesozóicas do interior do Nordeste do Brasil: uma síntese. In: Simp. Bacias Cretácicas Brasileiras, 1, Rio Claro, 1990. Resumos... Rio Claro, SBG, p. 70-73.
- RAND, H. M., (1984), Reconhecimento gravimétrico da bacia do Rio do Peixe, Paraíba. In: Simp. Geol. Nordeste, 11, Natal, 1984. Atas... Natal, SBG/Núcleo Nordeste, p. 42-47.
- REGALI, M. S., (1990), Biocronoestratigrafia e paleoambiente do Cretáceo das Bacias do Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB), NE - Brasil. In: Simp. Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1, Crato, 1990. Resumos... Crato, SBG/SBP, p. 16.
- SANTOS, M. F. C. F. & SANTOS, C. L. A., (1987a), Novas pegadas de dinossauros retiradas de uma cerca de pedra no sítio "Cabra Assada", Antenor Navarro, Paraíba (Grupo do Rio do Peixe, Cretáceo Inferior). In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. Anais... Rio de Janeiro, SBP. v. 1, p. 367-375.
- SANTOS, M. F. C. F. & SANTOS, C. L. A., (1987b), Sobre a ocorrência de pegadas e pistas de dinossauros na localidade Engenho Novo, Antenor Navarro, Paraíba, Brasil (Grupo Rio do Peixe, Cretáceo, Inferior). In: Congr. Bras. Paleont., 10, Rio de Janeiro, 1987. Anais... Rio de Janeiro, SBP. v. 1, p. 353-366.
- SENANT, J. & POPOFF, M., (1989), Les bassins du Rio do Peixe (NE, Brésil): extension intracontinentale crétacée et réactivation des grands cisaillements ductiles pan-africains. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 308, Série II, p. 1613-1619.
- SOPPER, R. H., (1923), Geologia e suprimento d' água subterrânea no Rio Grande do Norte e Parahyba. In: Inspectoria de Obras Contra as Seccas. Geologia. Rio de Janeiro. Ministério da Viação de Obras Públicas (Série I. D. Publ. 26). 4a. ed. Coleção Mossoroense, 204. Fundação Guimarães Duque, p. 37-38.
- STEWART, W. N., (1985), Paleobotany and the evolution of plants. 2a. ed. Cambridge, Cambridge University Press. 405 p.
- TASCH, P., (1969), Branchiopoda. In: MOORE, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology - Part R. Arthropoda* 4(1). Geological Society of America, University of Kansas, 398 p.
- TASCH, P., (1987), Fossil conchostracea of southern hemisphere and continental drift: paleontology, biostratigraphy and dispersal. Colorado, Geological Society of America. 290 p. (Memoir 165).
- TINOCO, I. M. & KATOO, I., (1975), Conchostráceos da Formação Sousa, Bacia do Rio do Peixe, Estado da Paraíba. In: Simp. Geol. Nordeste, 7, Fortaleza, 1975. Atas... Fortaleza, SBG/Núcleo Nordeste, p. 135-147.
- TINOCO, I. M. & MABESOONE, J. M., (1975), Observações paleoecológicas sobre as bacias mesozóicas do Iguatu, Rio do Peixe e intermediárias. In: Simp. Geol. Nordeste, 7, Fortaleza, 1975. Atas... Fortaleza, SBG/Núcleo Nordeste, p. 95-112.
- VASCONCELOS, E. C., (1980), Estudo faciológico da Formação Sousa. Recife, 130 p. (Dissertação de Mestrado, Univ. Fed. Pernambuco).