

CELSO LIRA XIMENES

Programa Cinturão de Águas do Ceará

Diagnóstico paleontológico
do trecho Jati-Cariús



Fortaleza, CE
Setembro 2009

SUMÁRIO

1) Introdução.....	2
1.1) Resumo do CAC.....	2
1.2) Fundamentação para os estudos paleontológicos na região do Araripe.....	3
2) Objetivos.....	4
2.1) Principal.....	4
2.2) Específicos.....	4
3) Localização e acesso	4
4) Metodologia de trabalho.....	5
5) O patrimônio paleontológico do Araripe.	6
5.1) Breve histórico.....	6
5.2) Contexto geológico e geográfico.....	7
5.3) Os fósseis e seu significado.....	11
6) Diagnóstico paleontológico do CAC.....	12
7) Considerações finais e recomendações.....	14
8) Referências bibliográficas.....	16
APÊNDICE.....	17
ANEXO	21

1) Introdução.

1.1) Resumo do CAC

O Programa Cinturão de Águas do Ceará – CAC é um projeto de transposição e interligação de bacias hídricas de grande magnitude, idealizado pelo Governo do Estado do Ceará, com o objetivo principal de captação de águas do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco (PTRSF), a partir de seu eixo norte, no município de Jati, na região do Cariri cearense, permitindo a adução de águas para a maior parte do território cearense, estendendo-se por toda parte sul e ocidental do estado, com o objetivo de integrar as águas transpostas do Rio São Francisco com todas as onze macro-bacias hidrográficas do estado.

O CAC está concebido para ser um conjunto de sistemas adutores que terá extensão total de aproximadamente 1.100 km, e será formado por um canal principal, subdividido nos trechos Jati-Cariús e Cariús-Acaraú, e três ramais secundários, o ramal leste, o ramal oeste e o ramal litoral.

O canal principal terá uma extensão total de 555 km, sendo 190 km para o trecho Jati-Cariús, que percorrerá a bacia do Rio Salgado até o divisor de águas dos rios Cariús e Bastiões, e 365 km para o trecho Cariús-Acaraú, sendo 240 km na bacia do Alto Jaguaribe e 125 km na bacia do Rio Poti. O ramal leste terá 260 km, iniciando no final do canal principal e seguindo pelas nascentes dos rios Acaraú, Curu e Choró até atingir a bacia do Rio Banabuiú. O ramal oeste terá 155 km e também iniciará no final do canal principal, seguindo pelo lado leste da bacia do Acaraú até chegar à bacia do rio Coreaú. Por fim, o ramal litoral terá 140 km e interligará os rios Acaraú e Curú, sendo o único trecho que não estará diretamente conectado ao canal principal nem aos outros ramais adutores.

A principal característica desse sistema adutor é que, com exceção do ramal independente que se desenvolve pelo litoral, todo o resto do sistema é gravitário, isto é, a adução será feita por meio de canais, adutoras e aquedutos sem a necessidade de bombeamento e, conseqüentemente, sem custos de energia.

1.2) Fundamentação para os estudos paleontológicos na região do Araripe.

A Bacia Sedimentar do Araripe é um dos mais importantes sítios paleontológicos do planeta. Essa importância se justifica por essa região do Nordeste do Brasil acumular uma grande concentração de fósseis, tanto em quantidade de espécies biológicas, como em quantidade de indivíduos de cada espécie, todos representativos do Período Geológico denominado Cretáceo superior, um intervalo entre 110 e 65 milhões de anos antes do presente. Praticamente todos os grupos de seres vivos estão ali representados, de microorganismos a dinossauros. Somente o grupo dos mamíferos ainda não foi encontrado nenhum representante. É nessa região onde se encontra uma das maiores concentrações de pterossauros do mundo, os famosos répteis alados do passado, dando grande destaque ao Brasil e, particularmente, ao Estado do Ceará.

O grau de preservação (fossilização) desses organismos extintos também é algo de extraordinário. São fósseis preservados tanto em duas como em três dimensões, incrivelmente completos, sendo possível se fazer estudos inclusive do conteúdo estomacal de certos animais, como os peixes.

A grande quantidade de indivíduos de uma mesma espécie possibilita estudos de paleopopulações, paleoecologia, paleobiogeografia e evolução das espécies. Também os fósseis ali encontrados testemunham uma época que os continentes África e América do Sul eram um só, já que espécies fósseis semelhantes as aqui encontradas existem em bacias sedimentares no continente africano.

É sem exagero a área paleontológica brasileira mais importante e mais divulgada no exterior. Todos os anos centenas de trabalhos científicos são produzidos por pesquisadores do Brasil e também de diversos países, cujos resultados estão nas mais conceituadas revistas científicas mundiais. Os fósseis dali resgatados subsidiam museus diversos e dão significativa contribuição à indústria do turismo.

Por estes motivos, a Bacia Sedimentar do Araripe é uma área sensível para qualquer empreendimento de engenharia ou de ocupação humana que se queira viabilizar. Qualquer atividade que envolva escavar o solo corre o risco de se deparar com achados paleontológicos. Assim, faz-se necessário sempre um diagnóstico e acompanhamento de qualquer atividade que possa colocar em risco o patrimônio fossilífero da região.

2) Objetivos.

2.1) Principal

Identificar o potencial para ocorrências de fósseis ao longo do traçado do canal hídrico do Projeto Cinturão de Águas do Ceará (CAC), no primeiro trecho do projeto, Jati-Cariús, o qual corta a Bacia Sedimentar do Araripe, na região do Cariri cearense.

2.2) Específicos

- Fazer um diagnóstico geral das formações geológicas interceptadas pelo canal adutor, através de cartografia de detalhe em gabinete e checagem de campo;
- Definir para este estudo o conceito de “risco paleontológico”;
- Definir um programa de medidas mitigadoras para cada uma das fases de implantação do trecho do canal adutor, nas áreas comprovadamente fossilíferas;
- Definir as instituições científicas onde poderão ser depositados os fósseis resgatados durante a execução de todas as etapas do projeto.

3) Localização e acesso

O trecho Jati-Cariús do CAC iniciará no reservatório Jati, na bacia do rio Salgado, que se constituirá no ponto final do Trecho I do Eixo Norte do Projeto de Transposição do Rio São Francisco, na região Sul do Ceará (figura 1). Para se atingir esse ponto, a partir de Fortaleza, segue-se pela rodovia BR-116, num percurso de aproximadamente 550 km. A partir desse ponto, o canal terá um traçado acompanhando a cota altimétrica de 480 m, bordejando a Chapada do Araripe, passando por territórios dos municípios cearenses: Jati, Porteiras, Brejo Santo, Abaiara, Missão Velha, Barbalha, Crato, Nova Olinda, Santana do Cariri e Potengi.

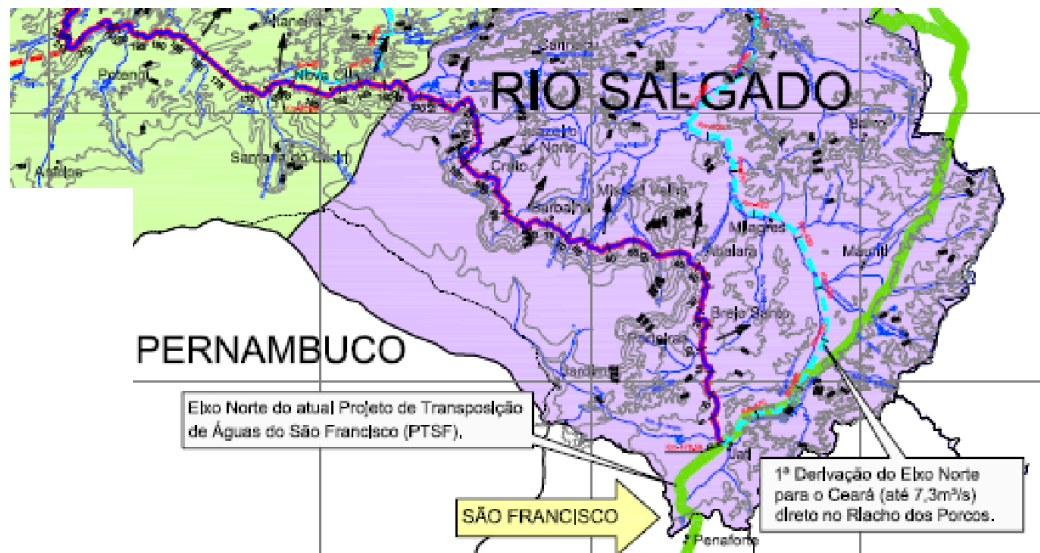


Fig. 1 – Localização do traçado proposto do trecho Jati-Cariús do CAC (em roxo).

4) Metodologia de trabalho.

Para o prognóstico do potencial paleontológico do trecho da Bacia do Araripe, a ser percorrido pelo canal, foi adotada a caracterização estratigráfica regional, ou seja, como os fósseis ocorrem em formações conhecidas que possuem uma ampla distribuição espacial, foi produzido um mapa geológico na escala 1:50.000, dividido em seis partes, obtido a partir do Mapa Geológico do Ceará (CPRM, 2003), de escala 1.500.000, e sobre o mesmo projetou-se o traçado do canal para observação das formações geológicas que seriam interceptadas pelo mesmo. Numa segunda fase, realizou-se trabalho de campo, percorrendo-se todo o traçado do canal, para conferência do mapa geológico e caracterização das formações *in situ*, com pontos georreferenciados.

Para este diagnóstico criamos o conceito de “**risco paleontológico**”, ou seja, o grau de probabilidade de ocorrências de fósseis para cada setor do trecho analisado do canal. Os riscos poderão ser **Nulo**, **Baixo**, **Médio** e **Alto**. O “risco paleontológico” é uma função das formações geológicas que são cortadas pelo canal na região. Ressaltamos que esta classificação é válida apenas para **macrofósseis**, ou seja, aqueles fósseis que podem ser identificados pelo olho humano, sem uso de

equipamentos óticos de grande aumento. Os microfósseis necessitam de técnicas e equipamentos especiais para serem constatados e estudados.

As rochas sedimentares da Bacia do Araripe apresentam probabilidade de baixa à alta para existência de fósseis, dependendo do período geológico interceptado, enquanto que rochas cristalinas (ígneas e metamórficas) apresentam risco nulo.

5) O patrimônio paleontológico do Araripe.

5.1) Breve histórico

A citação mais antiga sobre os fósseis da Chapada do Araripe foi feita em 1800 pelo naturalista brasileiro José da Silva Feijó, que trabalhou no Ceará a serviço da coroa portuguesa para mapeamento de ocorrências de salitre, matéria prima para fabricação de pólvora (Antunes *et al.*, 2005).

Nuvens (1994) destaca que datam do início do século XIX os primeiros estudos sobre a geologia e os fósseis da Chapada do Araripe, mais precisamente no ano de 1823, quando foram publicados na Alemanha os resultados das viagens dos naturalistas europeus Johann Baptist von Spix e Carl Friedrich Phillip von Martius pelo Brasil, realizadas durante os anos de 1817 a 1820. Posteriormente, em 1838, o botânico americano George Gardner colecionou alguns exemplares de peixes fósseis, que foram estudados posteriormente por Louis Agassiz. Em 1841, Agassiz publicou o artigo “On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará in the North of Brazil”, no Edinburg New Philosophical Journal e novamente, em 1842, num trabalho para a Academia de Ciências da França, classificou e descreveu seis espécies, datando os peixes como do Cretáceo.

Entre 1859 e 1861 foi realizada pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro uma expedição científica, composta somente por brasileiros, com a finalidade de estudar principalmente o Nordeste do Brasil. O chefe da Seção Geológica e Mineralógica da Expedição, Guilherme Schuch de Capanema, esteve no Cariri, onde estudou a Chapada do Araripe e fez observações sobre a sua geologia, descrevendo as diversas formações, assinalando a presença de inúmeros fósseis. Seus trabalhos foram divulgados através de numerosos relatórios que escreveu.

Outros pesquisadores estrangeiros pioneiros que descreveram fósseis da Chapada do Araripe foram: Frederick Hartt em 1870; E. D. Cope em 1871; Smith

Woodward, em 1887; C. E. Bertrand em 1900; John C. Branner e David S. Jordan em 1908; Em 1913 foi publicado pelo IFOCS (atual DNOCS) o trabalho marcante do geólogo Horace Small, que fez um estudo rigoroso de geologia da Chapada do Araripe.

Em 1920, os brasileiros Djalma Guimarães e Luciano Jacques de Moraes correlacionaram a Chapada do Araripe com outras séries sedimentares do Nordeste e consideraram a Formação Santana, do Cretáceo, como base para a Estratigrafia da série sedimentar da região.

A partir de 1957, Karl Beurlen, professor da Universidade Federal de Pernambuco, estudou e classificou numerosos fósseis coletados na região, tendo descrito novas espécies e efetuado, juntamente com alunos do curso de Geologia daquela universidade, o mapeamento geológico da Chapada do Araripe. Desde então e até os dias de hoje, dezenas de paleontólogos, brasileiros e estrangeiros, já publicaram centenas de trabalhos científicos sobre os fósseis da Chapada do Araripe.

5.2) Contexto geológico e geográfico

A Bacia Sedimentar do Araripe é a mais extensa das chamadas bacias interiores do Nordeste e a que tem, dentre elas, a história geológica mais complexa, tendo sido implantada em terrenos pré-cambrianos da Província Borborema. A sua história deposicional está ligada aos eventos geológicos que levaram à fragmentação do antigo supercontinente Gondwana e à abertura do Oceano Atlântico, durante a Era Mesozóica (280 a 65 milhões de anos antes do presente). Seu arcabouço estratigráfico é constituído por sequências limitadas por discordâncias regionais, que representam o registro fragmentário de embaciamentos gerados em ambientes tectônicos distintos. Cada sequência foi formada num contexto paleogeográfico diferente, integrado a outras bacias adjacentes, o que é testemunhado por remanescentes isolados em várias pequenas bacias, espalhadas pelos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco (Assine, 2007).

A Bacia do Araripe ocupa uma extensa área ao longo da divisa entre os estados do Ceará e Pernambuco, com uma pequena porção no estado do Piauí (figura 2). Uma boa parte de suas rochas sedimentares forma um extenso platô, a Chapada do Araripe, que têm uma importância ecológica e antropológica excepcional na região. Outra parte da sequência sedimentar da bacia se estende para leste, para além dos limites atuais da chapada, ocupando a depressão do Vale do Cariri (sub-bacia do Cariri).

Morfológicamente, a Chapada do Araripe se apresenta como uma mesa, sustentada pela Formação Exu, com o eixo maior, leste/oeste, possuindo cerca de 180 quilômetros de comprimento e que se estende de Brejo Santo, no Ceará, até Simões, no Piauí. O eixo norte/sul tem uma variação entre 30 a 70 quilômetros. No extremo ocidental, uma projeção de cerca de 80 quilômetros, prolonga o platô em ângulo reto, servindo de limite entre Pernambuco e Piauí. O topo de Chapada, cuja área se estima em sete mil quinhentos quilômetros quadrados, mantém-se geralmente em altitudes de 750 metros, com leves ondulações, sendo mais elevado o lado oriental. A superfície se apresenta plana, possuindo na parte leste, entre as cidades de Crato, Exu e Jardim, altitude superior a 900 metros. Nas vizinhanças de Araripina, no lado Pernambuco, diminui gradativamente até um pouco mais de 700 metros (Nuvens, 1994).

A sequência sedimentar da Bacia do Araripe, segundo Assine (2007), é representada, da base para o topo, pelas seguintes formações: Cariri, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, Barbalha, Santana, Araripina (Arajara) e Exu, com intervalos cronoestratigráficos considerados segundo ICS (2008).

A Formação Cariri é constituída por arenitos imaturos, de granulação média a muito grossa, interpretados como fácies de sistemas fluviais entrelaçados. Ocorrem níveis de conglomerados, mais comuns na base, onde incluem fragmentos líticos do embasamento e clastos de feldspatos róseos. Tem espessura máxima de 100 m. É considerada afossilífera e atribui-se sua idade para o intervalo Ordoviciano superior-Devoniano inferior (460 a 400 milhões de anos antes do presente).

A Formação Brejo Santo é composta essencialmente por folhelhos e lamitos vermelhos, com espessura máxima de 450 m. O registro paleontológico conhecido é de microfósseis (pólens e ostracodes) não marinhos que indicam sedimentação lacustre em ambientes propícios à formação de camadas vermelhas (*red beds*). Fragmentos de ossos e escamas de peixes foram documentados também (Carvalho e Santos, 2005). A idade atribuída é Jurássico superior, no intervalo Tithoniano (150 a 145 milhões de anos antes do presente).

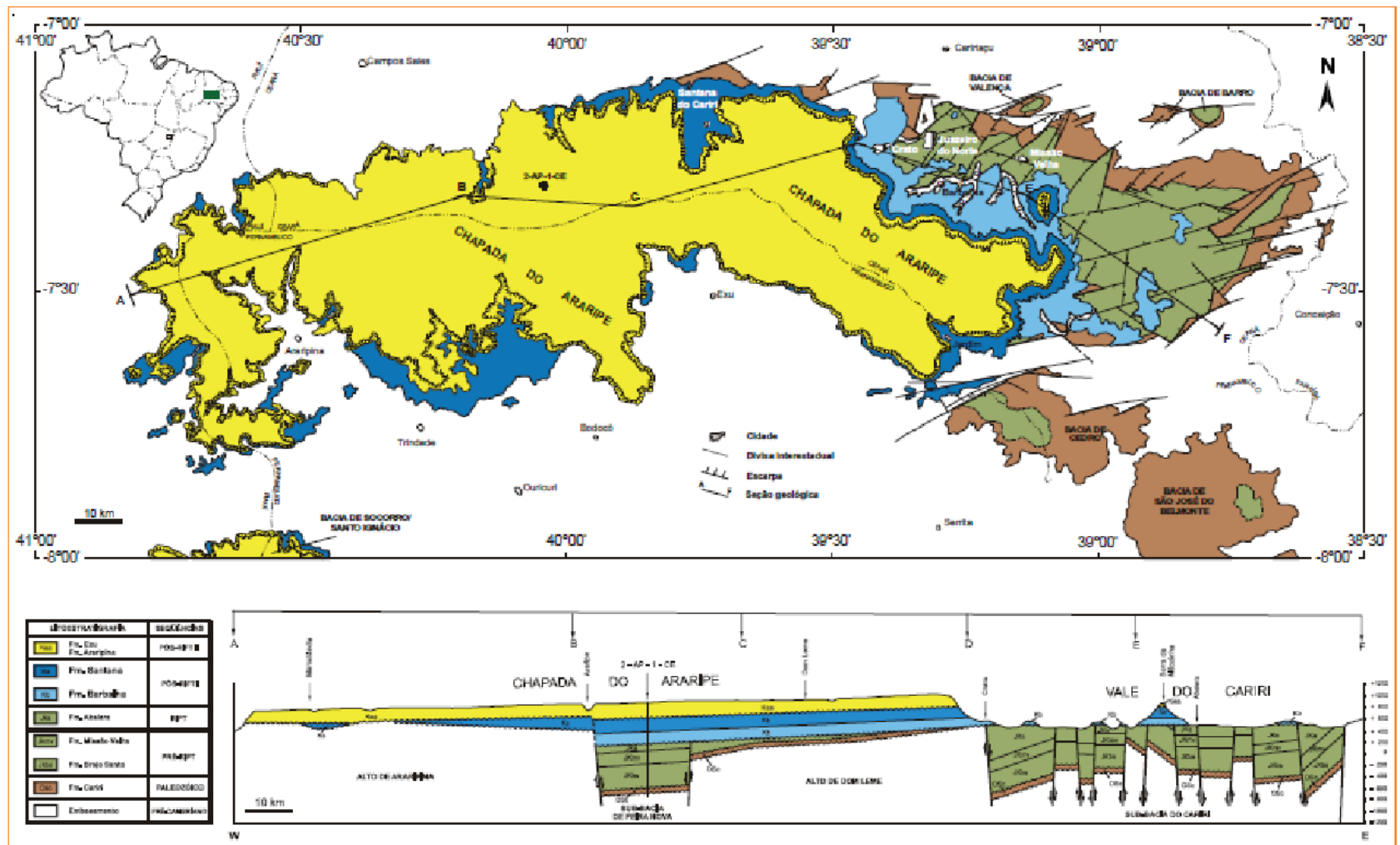


Fig. 2 – Mapa geológico da Bacia do Araripe (Assine, 2007).

A Formação Missão Velha sobrepõe concordantemente a Formação Brejo Santo e tem espessura máxima de 200 m. É constituída por arenitos quartzosos, por vezes feldspáticos e/ou caolínicos, localmente conglomeráticos, com níveis decimétricos de siltitos arroxeados. Esta associação de rochas é de planícies fluviais de sistemas entrelaçados, caracterizados por canais rasos e de alta energia. O registro paleontológico conhecido é de microfósseis (polens) e de abundantes troncos e fragmentos de madeira silicificada, atribuídos à conífera *Dadoxilon benderi*. A idade atribuída é a mesma para a Formação Brejo Santo.

A Formação Abaiara possui espessura máxima em torno de 400 m e é constituída por folhelhos sílticos e siltitos vermelhos predominando na base e arenitos finos predominando no topo. Lentes decamétricas de arenitos quartzosos finos a muito grossos, com níveis conglomeráticos, portadores de fragmentos de madeira silicificada, ocorrem intercaladas na seção. O registro paleontológico conhecido, além da madeira, é de microfósseis (ostracodes). A associação de rochas e fósseis indica lagos rasos paulatinamente substituídos por planícies fluviais de canais entrelaçados. A idade atribuída é Cretáceo inferior, no intervalo Valanginiano-Halteriviano (140 a 130 milhões de anos antes do presente).

Na Formação Barbalha predominam arenitos com intercalações de folhelhos de colorações avermelhadas e pretos, betuminosos, e de níveis delgados de conglomerados, com espessura máxima de 200 m. O registro paleontológico é de microfósseis (ostracodes), coprólitos (vezes fósseis), restos de peixes (*Dastilbe elongatus*) e fragmentos de vegetais carbonificados. As rochas e fósseis marcam dois ciclos fluviais cujos topos são marcados pela presença de intervalos lacustres. A idade atribuída é Cretáceo inferior, no intervalo Neoaptiano (117 a 112 milhões de anos antes do presente). Faz parte desta unidade a antiga unidade Formação Rio Batateiras, que agora é denominada “Camadas Batateiras” (Assine, 2007).

A Formação Santana, paleontologicamente, é a mais importante da Bacia do Araripe, com cerca de 220 m de espessura máxima. É subdividida tradicionalmente em Membros Crato, Ipubi e Romualdo. O Mb Crato é composto por calcários laminados, o Mb Ipubi por gipsita e o Mb Romualdo por arenitos interestratificados com folhelhos na parte basal e folhelhos verdes e margas na parte do topo, contendo nódulos calcários. O registro fóssilífero nessa formação é abundante e muito diversificado, tanto no reino vegetal como no animal, desde microfósseis e insetos até os grandes vertebrados. As rochas e fósseis dessa formação marcam vários eventos de sedimentação continental

(fluvial, lacustre e costeiro) e marinho plataformal. A idade atribuída é Cretáceo inferior, no intervalo Neoaptiano-Eoalbiano (115 a 110 milhões de anos antes do presente).

A Formação Araripina é um termo novo proposto por Assine (2007) para substituir o termo Formação Arajara, usado tradicionalmente, por considerar que não há correspondência estratigráfica entre a seção encontrada no Vale do Cariri e a da porção oeste da bacia. Esta formação é composta por intercalações de arenitos finos com lâminas e clastos de argila na porção leste da bacia (Vale do Cariri) e ritmitos e arenitos na porção oeste, depositados em sistemas aluvionares. A espessura máxima é em torno de 100 m. O registro paleontológico conhecido é de microfósseis (polens) e a idade atribuída é Cretáceo inferior, no intervalo mesoalbiano (107 a 103 milhões de anos antes do presente).

A Formação Exu é composta por arenitos fluviais, com delgados níveis de conglomerados e/ou arenitos conglomeráticos, eventualmente com níveis argilosos provenientes de planícies de inundação. O registro paleontológico é fraco nessa formação, somente com traços fósseis, sem valor cronoestratigráfico. A idade atribuída é a transição Cretáceo inferior/superior, no intervalo Neoalbiano-Cenomaniano (103 a 93 milhões de anos antes do presente).

5.3) Os fósseis e seu significado

Como já relatado anteriormente, a maior parte dos fósseis da Bacia do Araripe são encontrados na Formação Santana, tendo a Formação Missão Velha o segundo lugar em importância.

Nos calcários laminados do Membro Crato da Formação Santana são encontrados plantas (Gimnospermas e Angiospermas), insetos, crustáceos, aracnídeos, peixes (grande quantidade, mas pouca diversidade), anfíbios (anuros), tartarugas, lagartos (alguns com tecidos moles), pterossauros, crocodilomorfos e penas de aves. Os pacotes carbonáticos que os contém distribuem-se em uma série de afloramentos que se localizam na escarpa nordeste da Chapada do Araripe, desde a cidade de Santana do Cariri até as proximidades da cidade de Porteiras, estendendo-se por debaixo da chapada. Entre os fósseis mais importantes encontrados nessa unidade estão flores, que representam um dos primeiros registros das Angiospermas no planeta (Kellner, 2002; Viana e Neumann, 2002).

Os afloramentos do Membro Romualdo são encontrados nas encostas da Chapada do Araripe, logo abaixo das camadas arenosas das Formações Arajara e Exu. De uma forma geral, as rochas predominantes são folhelhos e margas, contendo nódulos calcários. Os fósseis são encontrados não apenas nos nódulos, mas também nos folhelhos e margas. Quando os nódulos contêm peixes recebem o nome de ictiólitos. Os fósseis mais comuns são de vertebrados, principalmente peixes (grande quantidade e diversidade) e pterossauros, com um pequeno número de crocodilianos e dinossauros. Também são encontrados vegetais (folhas, troncos e pinhas com sementes) e invertebrados (moluscos, caranguejos, gastrópodes e ostracodes). Os fósseis encontrados nos nódulos são, na maioria dos casos, muito bem preservados. Ossos tendem a estar preservados tridimensionalmente e têm sido preservadas partes moles de organismos, o que é muito raro em fósseis, como fibras estruturais em uma membrana alar de pterossauro e partes de pele, músculos e vasos sanguíneos de peixes, pterossauros e dinossauros (Kellner, 2002).

Em síntese, os fósseis da Bacia do Araripe formam um dos mais importantes testemunhos do Período Cretáceo no nosso planeta, quando eventos biológicos importantes aconteceram, como o aparecimento das plantas com flores, a expansão dos répteis voadores e a extinção dos grandes animais da época, como os dinossauros. A sedimentação da Bacia do Araripe iniciou no âmbito continental, mas o mar invadiu a região, deixando suas marcas, como os depósitos de gipsita, folhelhos e calcários. Restos de peixes característicos de ambiente marinho testemunham essa invasão. Posteriormente o mar recuou e a redução de salinidade propiciou novamente o desenvolvimento de faunas não marinhas.

6) Diagnóstico paleontológico trecho Jati-Cariús

Na avaliação geológica em cartografia básica e campo podemos constatar que o trecho Jati-Cariús do canal do CAC está totalmente inserido no domínio da Bacia Sedimentar do Araripe. Entre as formações geológicas que serão interceptadas pelo traçado do canal, cerca de 75% são de rochas sedimentares, que são rochas altamente propícias à existência de fósseis. No entanto, o alto potencial está concentrado na Formação Missão Velha, onde são encontrados principalmente grandes restos de

troncos de árvores silicificados, e na Formação Santana, esta sim a mais problemática, pois é onde se concentra toda a riqueza paleontológica da bacia.

O traçado do trecho em análise, o qual acompanha a cota altimétrica de 480 m e bordejando a Chapada do Araripe, criou uma situação de menor impacto aos níveis fossilíferos das camadas geológicas, principalmente na Formação Santana, uma vez que a maior parte das ocorrências nessa formação ocorre acima dessa cota. As demais formações geralmente apresentam fósseis nessa faixa de cota, mas são mais concentrados e menos comuns.

Foram compilados seis mapas geológicos, na escala 1:50.000 (anexo), com a inserção da proposta de traçado do trecho Jati-Cariús, feito pela engenharia, com os respectivos marcos quilométricos. Os “riscos paleontológicos” foram plotados nos mesmos, aproveitando-se a legenda geológica. Considerando-se o conhecimento atual sobre a ocorrência de fósseis nas formações geológicas da Bacia do Araripe, os riscos ficaram assim definidos:

- a) Nulo – todas as áreas de rochas cristalinas (ígneas e metamórficas). São interceptadas nos km 0 a 6; 17 a 18; 130 a 147; 150 a 166; 168 a 173 e 190 a 207;
- b) Baixo – Formações Cariri (incluindo nela a Fm. Mauriti, citada no mapa geológico), Brejo Santo e Arajara (Araripina), além de coberturas aluviais e coluviais. São interceptadas nos km 6 a 9; 18 a 22; 25 a 26; 30 a 34; 35 a 36; 38 a 47; 58 a 65; 81 a 92; 99 a 104; 147 a 150; 166 a 168 e 173 a 190;
- c) Médio – Formações Abaiara e Barbalha (incluindo nela a Fm. Batateiras, citada no mapa geológico). São interceptadas nos km 65 a 81; 92 a 99 e 104 a 128;
- d) Alto – Formações Missão Velha e Santana. São interceptadas nos km 9 a 17; 22 a 25; 26 a 30; 34 a 35; 36 a 38; 47 a 58 e 128 a 130.

Os intervalos quilométricos de risco paleontológico nulo não oferecem nenhum obstáculo para a execução das obras do CAC, uma vez que a probabilidade de ocorrências de fósseis neles é praticamente zero.

Os intervalos quilométricos de risco paleontológico baixo e médio apresentam possibilidades muito pequenas para ocorrências de macrofósseis à luz do atual conhecimento paleontológico para essas formações. No entanto, ressaltamos que

sempre há possibilidade de descobertas inéditas de fósseis, que possam se encontrar em níveis mais inferiores dos pacotes de rocha, que ainda não foram atingidos pelos pesquisadores que já trabalharam nas mesmas.

Os intervalos quilométricos de risco paleontológico alto são os que apresentam altíssima probabilidade para ocorrências de macrofósseis, pois cortam exatamente aquelas formações que concentram mais de 90% dos fósseis conhecidos na Bacia do Araripe. A formação geológica que estará mais exposta aos impactos das obras do CAC é a Fm. Missão Velha, onde ocorrem os famosos troncos silicificados de árvores, de idade jurássica.

Curiosamente, constatamos em campo que a Formação Santana, principal preocupação paleontológica, não será muito afetada diretamente pelas obras do CAC. Praticamente somente o intervalo quilométrico 56 a 57 km cortará rochas dessa formação. É exatamente onde se localiza a Serra da Mãozinha, um testemunho da Chapada do Araripe, sob a qual está projetado um túnel para o canal. Essa “exclusão”, como já nos referimos anteriormente, se deu pela cota altimétrica que está sendo considerada para implantação do canal (480 m em média), pois as rochas da Fm. Santana geralmente afloram acima da mesma.

É importante ressaltar que as formações geológicas da Bacia do Araripe estão empilhadas umas sobre as outras de maneira quase vertical e que dependendo da profundidade das escavações a serem feitas durante a implantação do canal, trechos em que o risco paleontológico é baixo ou médio poderão se tornar alto. Por exemplo, a Formação Santana (risco alto) está sob rochas da Formação Arajara (risco baixo). Se as obras forem muito profundas, poderão atingir a Fm. Santana, que está mais abaixo. Denominaremos esta possibilidade, para este relatório, de Fator Subsuperfície.

Assim, o **zoneamento de risco paleontológico apresentado neste relatório é válido somente para a superfície.**

7) Considerações finais e recomendações

A redução do “risco paleontológico” para a Formação Santana, propiciada pela cota altimétrica adotada no trecho Jati-Cariús do CAC, não elimina a necessidade de diagnóstico, monitoramento e resgate do patrimônio paleontológico, mas é um atenuante muito significativo. Como existe o Fator Subsuperfície em questão, que é

válido não só para a Formação Santana, mas também para a Formação Missão Velha, que são as duas de alto risco paleontológico, recomendamos a execução, durante a fase de implantação do canal, de um cuidadoso programa de monitoramento das obras.

Ao serem encontrados fósseis durante as obras, o seu resgate deverá ser imediatamente providenciado. Para tanto, os responsáveis diretos pelo CAC (Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria de Recursos Hídricos) deverão prever dotação orçamentária para tal atividade.

Todo o material a ser coletado deverá ser depositado como coleção científica e/ou didática em instituições da própria região do Cariri. Sugerimos que sejam distribuídas entre o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – URCA; o Centro de Pesquisas da Chapada do Araripe – CPCA/DNPM; a Universidade Federal do Ceará, Campus do Cariri; o Museu de História Natural do Município de Jardim, mantido pela Fundação Joaquim Botelho; e o Geopark Araripe.

Com os devidos programas de salvamento, que recomendamos serem executados, não há impedimentos, nesse aspecto do patrimônio paleontológico, que inviabilizem a implantação do CAC na região do Cariri cearense.

Fortaleza, 19 de outubro de 2009

Celso Lira Ximenes

Paleontólogo – CREA/CE 12.305-D

8) Referências bibliográficas.

- ANTUNES, M.T.; BALBINO, A.C.; FREITAS, I. 2005. Early (18th century) Discovery of Cretaceous fishes from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil – Specimens kept at the ‘Academia das Ciências de Lisboa’ Museum. **C. R. Paleovol**, 4: 375-384.
- ASSINE, M.L. 2007. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**. V. 15, n. 2, p. 371-389.
- CARVALHO, M.S.S.; SANTOS, M.E.C.M. 2005. Histórico das pesquisas paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. V. 28-1, p. 15-34.
- COSTA FILHO, J. S. (Org.) 2008. **O GeoPark Araripe**. Crato: Edições URCA, 108 p.
- CPRM 2003. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará** – Escala 1:500.000. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 1 CD-ROM.
- ICS 2008. **International Stratigraphic Chart**. International Commission on Stratigraphy (ICS). Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org>>. Acesso em: 18 setembro 2008.
- KELLNER, A.W.A. 2002. **Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE** – Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM; CPRM; SIGEP, p.121-130.
- KELLNER, A.W.A. 2005. **Bacia do Araripe: uma viagem ao passado**. *In*: Ciência Hoje On Line: Coluna Caçadores de Fósseis, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.cienciahoje.uol.com.br/4116>>. Acesso em: 29 setembro 2009.
- MAISEY, J.G. 1991. **Santana Fossils – An Illustrated Atlas**. Nova York: T.F.H. Publications, Inc. 459 p.
- NUVENS, P.C. 1994. **Pedras de Peixe de Santana**. Crato: Gráfica Universitária, 132 p.
- VIANA, M.S.S.; NEUMANN, V.H.L. 2002. **Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE** – Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM; CPRM; SIGEP, p. 113-120.

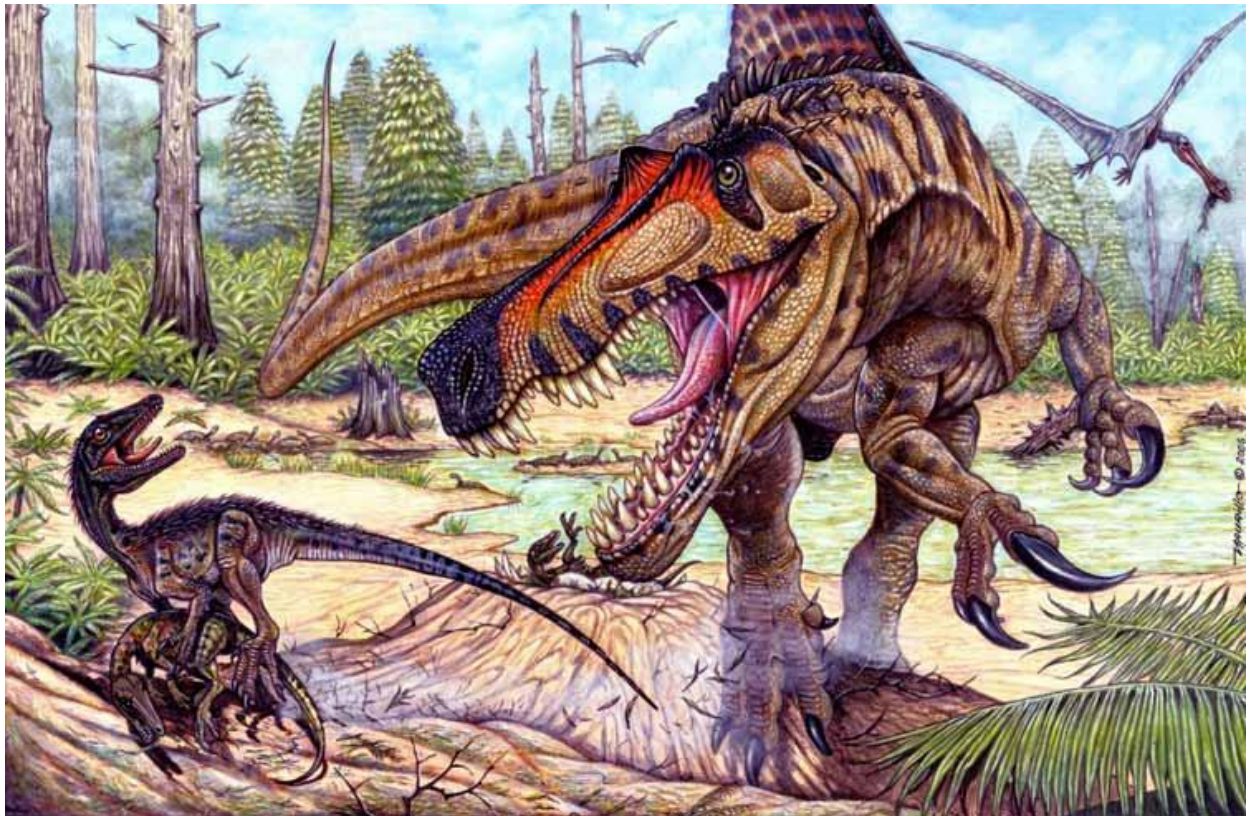
APÊNDICE

Cenas do Cretáceo do Araripe

- Fotos de fósseis;
- Reconstruções artísticas há 110 milhões de anos antes do presente, a partir dos fósseis descobertos na Chapada do Araripe.

PRANCHA 1

O dinossauro angaturama (*Angaturama limae*), o maior, persegue sua presa, o mirísquia (*Mirisquia* Sp.). Ao fundo um pterossauro voa com um peixe na boca. Arte: Maurílio Oliveira (Kellner, 2005).



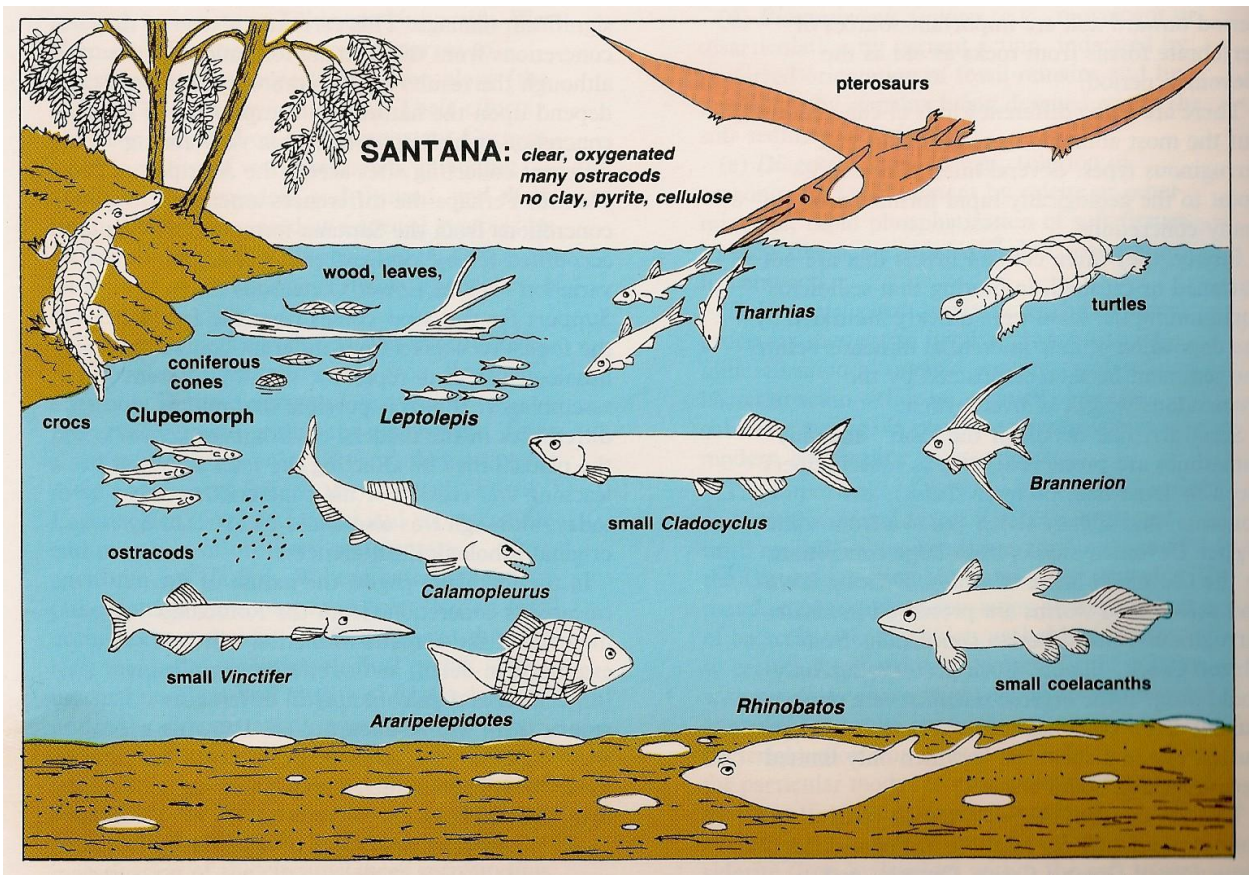
PRANCHA 2

O pequeno dinossauro santanaraptor (*Santanaraptor placidus*), à esquerda, rouba ovos do ninho do pterossauro tapejara (*Tapejara imperator*), que o persegue. Arte: Maurílio Oliveira (Kellner, 2005).



PRANCHA 3

Cena do “Lago Araripe” durante o Cretáceo inferior e seus principais habitantes, onde hoje está o município de Santana do Cariri (Maisey, 1991).



ANEXOS

Mapas geológicos com riscos paleontológicos

Escala 1:50.000

Mapa 1 – Km 0 a 37

Mapa 2 – Km 37 a 74

Mapa 3 – Km 74 a 111

Mapa 4 – Km 111 a 148

Mapa 5 – Km 148 a 185

Mapa 6 – Km 185 a 206