

Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE

Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro

SIGEP 6

Alexander Wilhelm Armin Kellner¹

As rochas sedimentares do Membro Romualdo (Formação Santana, Aptiano-Albiano) da Bacia do Araripe (nordeste do Brasil) constituem um dos principais depósitos fossilíferos do país. São encontrados uma grande quantidade e diversidade de peixes (tubarões, raias, etc...), répteis (quelônios, crocodilomorfos, dinossauros, pterossauros), além de invertebrados (moluscos, crustáceos) e plantas (troncos, folhas e frutificações). Os exemplares se destacam pela preservação excepcional, reunindo, em alguns casos, restos de tecido mole. Conhecido deste o século XIX, este depósito fossilífero tem sido afetado pela exploração desordenada de material paleontológico, sobretudo nas últimas três décadas. Esta exploração é realizada por alguns elementos da população local, que comercializam o material, apesar das restrições de ordem legal. Entre as diversas soluções para procurar amenizar este problema estão a criação de parques e o desenvolvimento da indústria turística na região, levando uma melhoria econômica para a população. No entanto, estas medidas que possuem mérito por si só, não necessariamente irão solucionar o problema da exploração desordenada deste depósito fossilífero se não forem acompanhadas de ações educativas (mais do que as punitivas), visando a conscientização da população local sobre a importância e os benefícios que o patrimônio paleontológico pode fornecer à esta região. Neste sentido, o Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe do DNPM (situado em Crato) e o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, este último administrado pela Universidade Regional do Cariri, possuem uma importância fundamental, podendo desempenhar de forma eficaz esta tarefa educacional.

Romualdo Member of Santana Formation (Chapada do Araripe), State of Ceará - One of the most important Brazilian fossil deposit

The Romualdo Member (Santana Formation, Aptian-Albian) of the Araripe Basin (Northeastern Brazil) comprises one of the most important fossil deposit of the country. This deposit has furnished a large quantity and diversified fauna of fishes (sharks, rays, etc...), reptiles (turtles, crocodylomorphs, dinosaurs and pterosaurs), invertebrates (molluscs, crustaceans), and plants (steams, leaves, fructifications). The specimens tend to be exceptionally well preserved, some including fossilized soft tissue. Known since the 19th century, this fossil deposit has been affected by a disordered exploitation of the paleontological resources, particularly during the last three decades. This exploitation is done by some locals, who collect fossil specimens despite the legal restrictions. The installations of parks and the development of the tourist industry in this region are two of

several solutions that could ease this situation. Despite having merits on their own, these measurements alone will not be sufficient to solve the chaotic exploitation of this fossil deposit if they are not followed by educative (rather than punitive) actions, that aim to make the local population aware of the importance and the benefits that the paleontological resources could provide to the community. The Paleontological Research Center of the Chapada do Araripe of the DNPM (situated at Crato) and the Paleontological Museum of Santana do Cariri (situated at Santana do Cariri), the latter managed by the Regional University of Cariri (URCA), can play a fundamental role in this process by carrying out these educational activities.

INTRODUÇÃO

Um dos mais famosos e importantes depósitos paleontológicos brasileiros é formado pelas rochas sedimentares do Membro Romualdo, unidade estratigráfica superior da Formação Santana da Bacia do Araripe, situada no nordeste do país. Tendo sido depositadas durante o Aptiano-Albiano (Cretáceo Inferior), estas camadas contêm nódulos calcários que preservam uma grande quantidade de fósseis pertencentes a diversos grupos de organismos, tais como plantas (folhas, troncos, pinhas com sementes), invertebrados (moluscos, caranguejos, gastrópodos, ostracodes) e, sobretudo, vertebrados (peixes e répteis) (Figura 1a). Esta preservação é, na maioria dos casos, excepcional, o que tornou o material paleontológico conhecido a nível nacional e internacional (veja Maisey, 1991 para uma revisão).

A quantidade e qualidade destes exemplares criaram um problema: a exploração desordenada de fósseis. Conhecido há aproximadamente 170 anos, houve um gradativo aumento na coleta ilegal neste depósito fossilífero, sobretudo nas três últimas décadas e, apesar de algumas medidas legais terem sido tomadas (p. ex., apreensões, aumento da fiscalização) esta atividade encontra-se em expansão nos dias de hoje.

Neste capítulo será apresentado, de maneira resumida, a importância do sítio fossilífero do Membro Romualdo e uma análise de algumas das medidas que poderiam, de uma forma geral, amenizar o impacto da depredação deste importante jazigo paleontológico brasileiro.

HISTÓRICO

A história da descoberta do depósito fossilífero formado pelas rochas do Membro Romualdo se mistura com a própria descoberta da Bacia do Araripe e, de certa forma, com a história do Brasil. No início do século XIX, a Arquiduquesa Maria Josefa Carolina Leopoldina, filha do Imperador Francisco I da Áustria veio ao Rio de Janeiro, a fim de unir-se em matrimônio ao Príncipe D. Pedro de Bragança e Bourbon. Esta cidade tinha sido recém-elevada à condição de Corte do Reino-Unido Brasil-Portugal e estava ganhando cada vez mais destaque a nível nacional. Em sua comitiva, a então futura princesa Leopoldina trouxe diversos pintores e pesquisadores, entre os quais dois naturalistas alemães - Johann Baptist von Spix e Carl Friedrich Philipp von Martius. Ambos eram oriundos de

Munique e, por ordem do rei da Baviera, Maximiliano José, realizaram diversas viagens pelo interior deste “novo mundo” entre 1817 e 1820. No livro “Viagem pelo Brasil” (“Reise in Brasilien”), publicado entre 1823 e 1831, eles mencionam a existência no Ceará, mais especificamente na vila de Bom Jardim, de uma extensa formação de margas calcárias com inúmeros fósseis de peixes. Estes autores, inclusive, figuram um peixe fóssil desta região (juntamente com alguns ossos de mamíferos pleistocênicos), que constitui o primeiro registro paleontológico do Brasil a ser ilustrado (Kellner, 1990). Pela ilustração pode-se constatar que este exemplar estava preservado em um nódulo calcário típico do Membro Romualdo (Figura 1b). Interessante salientar que Spix e Martius nunca estiveram propriamente nesta região, tendo obtido esta informação (e o material fóssil) do então Governador Geral da Província do Ceará, Manuel Inácio de Sampaio, aparentemente em 1819.

Ainda no século XIX os fósseis do Membro Romualdo, sobretudo os peixes, despertaram interesse de diversos outros pesquisadores tais como o botânico inglês George Gardner e o suíço naturalizado americano Jean Louis Rodolphe Agassiz. No início do século XX, este material ainda era estudado por pesquisadores estrangeiros, como John C. Branner e David S. Jordan. Mais recentemente trabalhos importantes foram feitos por Rubens da Silva Santos, Silvie Wenz, John Maisey, Paulo Brito e Valéria Gallo da Silva. No caso dos répteis fósseis, as pesquisas foram iniciadas apenas no século XX, com os trabalhos de Llewellyn Ivor Price, Diógenes de Almeida Campos, Giuseppe Leonardi, Guido Borgomanero e Peter Wellnhofer para mencionar alguns (veja Kellner, 1998, para uma revisão). Também são encontrados nestes nódulos calcários restos de invertebrados (p. ex., Beurlen, 1966; Mabesoone & Tinoco, 1973) e plantas (Duarte, 1985), a maior parte ainda não estudada em detalhe.

Em termos de geologia, os estudos pioneiros foram desenvolvidos por Small (1913), que dividiu as rochas sedimentares da Bacia do Araripe em 4 unidades principais, da base para o topo: um conglomerado basal, seguido de um arenito mais ou menos grosseiro, um pacote de camadas calcárias (que receberam o nome de Calcário Sant’Anna) e, no topo, um arenito. Esta primeira divisão foi refinada ao longo dos anos, sendo que atualmente são reconhecidas oito formações para esta bacia (Ponte & Appi, 1990).

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOLÓGICOS DA BACIA DO ARARIPE

A Bacia do Araripe formava uma extensa área sedimentar na região nordeste do Brasil. Atualmente, a expressão geomorfológica que mais se destaca desta outrora extensa área deposicional é a Chapada do Araripe. Trata-se de um extenso planalto situado entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí (Figura 2), com 160 km de comprimento no seu eixo principal (leste-oeste) e aproximadamente 50 km de largura na direção norte-sul.

De uma maneira geral, a Bacia do Araripe foi formada a partir dos eventos tectônicos causadores da fragmentação do Gondwana, em particular, e esta

particularmente associada com a abertura do Oceano Atlântico Sul. O rifteamento causado pela separação das placas continentais da América do Sul e da África influenciaram a sedimentação e a evolução desta bacia a exemplo do que foi verificado em outras bacias do nordeste brasileiro. Com relação à coluna estratigráfica, um dos aspectos mais controvertidos é a idade das rochas sedimentares basais desta bacia, que recebem o nome de Formação Mauriti (ou Tacaratu). Baseando-se em correlações estratigráficas e semelhanças litológicas, alguns autores sugeriram que estas rochas basais tivessem sido depositadas ainda no Paleozóico (Braun, 1966), o que tem sido acompanhado pela maioria dos pesquisadores (p. ex., Ponte & Appi, 1990).



Figura 1a: Peixe fóssil (*Calamopleurus sp.*) encontrado em nódulo calcário do Membro Romualdo (Formação Santana) da Bacia do Araripe.

Figure 1a: Fossil fish (*Calamopleurus sp.*) found in a typical nodule from the Romualdo Member (Santana Formation) at the Araripe Basin.

Figura 1b: Peixe fóssil do Membro Romualdo (Formação Santana) da Bacia do Araripe, que foi ilustrado por Spix & Martius (1823-1831) no século XIX.

Figure 1b: The fossil fish of the Romualdo Member (Santana Formation, Araripe Basin) which was illustrated by Spix & Martius (1823-1831) in the 19th century.





Figura 2: Posição geográfica da Chapada do Araripe, situada na região nordeste do Brasil.

Figure 2: Geographic position of the Araripe Basin, Northeastern Brazil.

Outros, por outro lado, acreditam que estas rochas tenham se formado já no Mesozóico, mais precisamente durante o Cretáceo (Berthou, 1990). Esta questão ainda continua aberta já que, até a presente data, não foram encontrados fósseis que pudessem favorecer uma destas interpretações; as pegadas de dinossauros supostamente encontrados nestas rochas sedimentares (Carvalho *et al.*, 1995) ainda precisam ser confirmadas (Kellner & Campos, 2000).

A evolução tectônica da Bacia do Araripe foi resumida por Ponte & Ponte (1996), que reconheceu três estágios tectônicos nesta bacia (pré-, sin- e pós-rifte). As formações Brejo Santo e Missão Velha são tidas como tendo sido formadas no estágio pré-rifte, durante o Neojurássico. Devido ao estiramento crustal houve a formação de uma extensa e rasa bacia interior chamada Depressão Afro-Brasileira. Em seguida houve a deposição das rochas sedimentares da Formação Abaiara, que caracteriza o estágio sin-rifte (não bem documentado na bacia), onde houve acentuada subsidência. Posteriormente pode ser evidenciado um estágio erosional, bem definido pela discordância pré-aptiana, que teria sido ocasionado devido a algum evento tectônico que abortou o rifteamento e resultou num soerguimento crustal. Todas as demais formações seriam pós-rifte, evidenciando um ciclo sedimentar transgressivo/regressivo. Na base, a Formação Rio da Batateira representa o assoreamento fluvio-lacustre de depressões formadas no estágio rifte, acompanhado da formação de um extenso lago ou lagos que deram

origem as rochas carbonáticas-argilosas do Membro Crato da Formação Santana. Em seguida houve uma invasão marinha que originou as fácies evaporíticas do Membro Ipubi (Formação Santana), as litofácies argilo-carbonáticas de um ambiente marinho-raso (e restrito) do Membro Romualdo (Formação Santana), e as litofácies terrígenas formadas em um ambiente transicional litorâneo da Formação Arajara. Posteriormente, já no final do Albiano, iniciou-se o ciclo regressivo, com a deposição das rochas da Formação Exu em um ambiente fluvial.

De todas as unidades estratigráficas desta bacia, a Formação Santana é a mais importante sob o ponto de vista paleontológico. A divisão básica desta unidade em três membros, proposta por Beurlen (1971), ainda é a mais utilizada, apesar de interpretações alternativas terem sido apresentadas, que consistem basicamente na elevação da categoria estratigráfica de algum destes membros (p. ex., Silva, 1983; Martill, 1993). Podem ser reconhecidos na Formação Santana dois depósitos com alta concentração de fósseis (= *Lagerstätte sensu* Seilacher, 1990) bem distintos, constituídos, respectivamente pelas rochas dos membros Crato e Romualdo. O membro Crato se caracteriza litologicamente por calcários finamente laminados, depositados durante o Aptiano (Pons *et al.* 1990), bastante rico em plantas, insetos, crustáceos, aracnídeos, peixes (grande quantidade mas pouca diversidade), anuros, quelônios, lagartos (alguns com tecido mole), pterossauros, crocodilomorfos e penas, que são tratados a parte neste livro (vide capítulo “MEMBRO CRATO DA FORMAÇÃO SANTANA, CHAPADA DO ARARIPE, CE”; para complementação bibliográfica do conteúdo fóssilífero desta unidade veja Maisey, 1991; Kellner, 1998; Kellner & Campos, 2000). Já o Membro Romualdo é caracterizado por folhelhos e margas contendo nódulos com fósseis que foram depositados durante o Aptiano-Albiano (Pons *et al.* 1990), também muito rico em fósseis, tratado em seguida. Convém ressaltar que as rochas do Membro Ipubi (predominantemente de gipsita e folhelhos, com, ocasionalmente, nódulos calcários), que constitui a unidade intermediária da Formação Santana, também contém restos de organismos mas, até a presente data, não constitui um depósito paleontológico expressivo.

DESCRIÇÃO E CONTEÚDO PALEONTOLÓGICO DO SÍTIO

Os afloramentos do Membro Romualdo são encontrados nas encostas da Chapada do Araripe, logo abaixo das camadas arenosas das formações Arajara

e, sobretudo, da Formação Exu. De uma forma geral, as rochas predominantes são folhelhos e margas, contendo nódulos calcários. Localmente, sobretudo abaixo dos níveis com nódulos, existem sedimentos mais grosseiros, como arenitos finos a médios. Cabe lembrar que fósseis são encontrados não apenas nos nódulos, mas também nos folhelhos e margas que envolvem o nódulo (p. ex., peixes, restos de plantas, invertebrados, coprólitos). Estes, no entanto, tendem a ser mais frágeis e difíceis de serem coletados. Na parte superior do Membro Romualdo existe uma concentração maior de moluscos, ocasionalmente com restos de equinóides (Beurlen, 1966).

Os fósseis encontrados nos nódulos do Membro Romualdo são, na maioria dos casos, muito bem preservados. Ossos tendem a estar preservados tridimensionalmente sem exibirem sinais de compactação. Até mesmo o material mais frágil, como os esqueletos dos pterossauros, está extremamente bem preservado (Wellnhofer, 1985, 1991; Campos & Kellner, 1985; Kellner & Tomida, 2000). Desde a descoberta de fibras estruturais em uma membrana alar de pterossauro (Campos *et al.*, 1984), tecido mole preservado em três dimensões foi encontrado em peixes (Martill, 1988) e em outros tetrápodes, que incluem parte da pele (dermes e epiderme), músculos e vasos sanguíneos em pterossauros (Martill & Unwin, 1989; Kellner, 1990; 1996b), dinossauros (Kellner, 1996a), e crocodilianos (Kellner & Campos, 1997).

Devido a sua extensão horizontal, afloramentos do Membro Romualdo são encontrados nos três estados pelos quais se estende a Chapada do Araripe. Geralmente os afloramentos estão cobertos por uma extensa vegetação e são de difícil acesso. O solo originado a partir da decomposição das rochas do Membro Romualdo tem sido utilizado para a agricultura nesta região, sendo bastante comum o encontro de nódulos calcários dentro de plantações (Figura 3).

Os melhores afloramentos contendo fósseis deste depósito estão situados nas áreas das minas de gesso. Para alcançar as camadas com evaporitos do Membro Ipubi, as mineradoras realizam o descaçamento, que envolve a remoção de extensas partes das rochas do Membro Romualdo. Como resultado direto desta atividade, que está mais concentrada no Estado de Pernambuco onde a espessura das camadas de evaporitos do Membro Ipubi é maior, ocorre a exposição das porções mais fossilíferas, contendo centenas de nódulos calcários (Figuras 4-6). No entanto, a maior parte dos fósseis da

Formação Santana são coletados no Ceará (Figura 7), onde a atividade de coleta ilegal é mais intensa. No Piauí, onde não existe atividade mineradora, os nódulos calcários são encontrados em menor quantidade.

Um dos pontos de discussão com relação ao conteúdo fossilífero do Membro Romualdo é se existem concentrações em alguns níveis específicos nesta seqüência sedimentar. Até a presente data não se pode responder esta pergunta de forma adequada, devido à carência de escavações com controle contínuo. Mesmo assim pode-se observar que na região de Santana do Cariri (Ceará), existem áreas onde cada concreção contém uma grande quantidade de peixes (situados posição mais basal da seqüência sedimentar contendo, geralmente, representantes do gênero *Tharrhias*), enquanto que em outras áreas os nódulos tendem a preservar apenas um ou dois exemplares. Se estes níveis são fenômenos locais ou são distribuídos regionalmente não pode ser definido no presente momento.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

A proteção dos depósitos fossilíferos é uma preocupação cada vez maior a nível mundial. Em diversos países já existem leis que, de uma maneira ou de outra, procuram controlar a extração de material fóssil, sendo que o êxito varia bastante em função do estado ou país onde estes dispositivos legais são aplicados.

Além das condições ambientais, duas atividades, ambas extrativas, podem influenciar a preservação de um depósito fossilífero: a mineração e a coleta sistemática para a comercialização de exemplares. No caso específico das rochas do Membro Romualdo, ambas estão presentes e serão rapidamente discutidas abaixo.

Até pelos processos que levam a formação dos fósseis, muitos destes depósitos se constituem em importantes jazidas de interesse econômico. Entre as rochas comumente exploradas para estes fins estão os calcários, utilizados na indústria de cimento e os evaporitos, utilizados na fabricação de gesso e na indústria química em geral. No caso das rochas do Membro Romualdo, as mesmas não são mineradas extensivamente, mas situam-se sobre os evaporitos (do Membro Ipubi), que são explorados nos estados do Ceará e, sobretudo, de Pernambuco. Assim, toda vez que se procede no desmonte em uma mina, as rochas fossilíferas do Membro Romualdo são expostas. Existe uma grande dificuldade em se restringir a atividade mineradora pelos benefícios sociais e econômicos que



a mesma geralmente traz nas regiões onde se situa. Nesta áreas, a solução mais adequada parece ser o contato das instituições de pesquisa com os responsáveis pelas minas, procurando celebrar acordos que permitam com que os paleontólogos possam ter acesso a região após os desmontes, visando coletar exemplares antes que os mesmos sejam destruídos ou soterrados nos rejeitos das minas. Um excelente exemplo desta cooperação pode ser exemplificado através dos acordos realizados entre o Departamento Nacional de Produção Mineral e a mineradora Cimento Mauá, que atuava na Bacia de São José de Itaboraí no Rio de Janeiro (atualmente abandonada). A cada desmonte os pesquisadores e técnicos do DNPM eram avisados e puderam coletar centenas de espécimes, demonstrando a viabilidade deste tipo de iniciativa. Experiências semelhantes foram feitas, em caráter pontual, em algumas minerações de evaporitos em Pernambuco (Bacia de Pernambuco-Paraíba; Luciana Carvalho, com. pessoal) e na própria região de Santana do Cariri (Diógenes Campos, com. pessoal). Certamente estas iniciativas poderiam ser incentivadas pelo potencial de retorno que as mesmas apresentam.

A segunda atividade que pode ter efeito nocivos

não apenas aos depósitos fossilíferos mas também à pesquisa paleontológica, é a coleta de exemplares para fins comerciais. Neste aspecto, um dos pontos fundamentais a ser lembrado é o fato de que em muitos países o comércio de fósseis é uma atividade legal (p. ex. Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Alemanha, França, Itália, Japão). Esta atividade é vista com mais ou menos reservas pelas comunidades paleontológicas destes países, com alguns casos isolados sendo discutidos, inclusive, na imprensa (p. ex., o tiranossauro “Sue” dos Estados Unidos; o exemplar de *Archaeopteryx* da coleção Maxberg, Alemanha; a falsificação do exemplar “*Archaeoraptor*” procedente da China). As soluções adotadas para lidar com esta situação são bastante variadas, não apenas entre os países, mas, em determinados casos, também entre os estados de um mesmo país. Um bom exemplo ocorre na Alemanha, onde o estado de Baden-Württemberg estabelece normas para a comercialização de fósseis que, de forma simplificada, exercem um controle sobre o que pode ou não ser comercializado (inclusive com uma indenização para o coletor que tenha um exemplar retido no museu); já na Baviera e em muitos outros estados deste país, o fóssil pertence ao proprietário do



terreno onde o mesmo é encontrado, que possui o direito de dispor deste material da forma que julgar conveniente, mesmo que este represente um exemplar raríssimo como, por exemplo, uma ave fóssil (Wild, 1994). Em outros países, as leis são bastante restritivas (p. ex., Austrália, China), procurando, inclusive, impedir a saída de fósseis não apenas do país mas também do estado ou província onde os mesmos são encontrados (p. ex. Argentina).

No Brasil esta situação ainda é bastante complexa e indefinida. Apesar de existirem claras restrições legais quanto a coleta de exemplares fósseis (praticamente nada existindo quanto ao seu comércio), os resultados obtidos através da aplicação destas medidas estão bem abaixo do esperado. Toda esta situação se reflete no depósito paleontológico formado pelas rochas sedimentares do Membro Romualdo, que é geralmente o primeiro no qual se pensa quando este tema é discutido. A presença de exemplares deste depósito fossilífero é bastante comum nas feiras de minerais e fósseis em todo mundo. Apesar de não existirem estatísticas sobre o assunto, acredita-se que a maior parte destes terminem em coleções particulares, onde



Figura 3: Exposição das rochas fossilíferas do Membro Romualdo em área de agricultura na região de Jardim, Ceará.

Figure 3: Outcrop of the fossiliferous nodules of the Romualdo Member in a farm situated at the town of Jardim, Ceará State.

Figura 4: Mineração na região de Araripina, Pernambuco. As camadas de evaporitos do Membro Ipubi (brancas) são cobertas pelas camadas do Membro Romualdo, que são expostas durante o desmonte da mina.

Figure 4: Mine in the Araripina region, Pernambuco State. The evaporitic layers of the Ipubi Member (white are overlain by the layers of the Romualdo Member that were exposed during the mining activities).

Figura 5: Rejeito resultante da atividade de mineração na região de Araripina, Pernambuco, contendo centenas de nódulos calcários do Membro Romualdo.

Figure 5: Waste rock generated during the mining process at a mine located in the Araripina region, Pernambuco State, with hundreds of calcareous nodules from the Romualdo Member.

Figura 6: Restos das camadas do Membro Romualdo após a atividade de mineração, situada na região de Araripina, Pernambuco.

Figure 6: Remains of the layers from the Romualdo Member after mining activities in the Araripina region.

Figura 7: Escavação típica da região de Santana do Cariri (Ceará), realizada por moradores locais.

Figure 7: Typical excavation done by residents of Santana do Cariri, at the Ceará State.

Figura 8: Museu de Paleontologia situado na cidade de Santana do Cariri, Ceará. Atualmente este museu é administrado pela Universidade Regional do Cariri, e tem contribuído para a conscientização da população local sobre a importância dos depósitos fossilíferos desta região.

Figure 8: The Paleontological Museum of Santana do Cariri (Museu de Paleontologia de Santana do Cariri - MPSC) situated in the Ceará State. Presently the museum is administrated by Universidade Regional do Cariri (URCA) and has contributed to make the local population aware about the importance of the fossil deposits located in this region.

geralmente o acesso é restrito. Uma parcela acaba sendo depositada em museus do exterior, ali chegando por compra direta ou por doações. Quando isto acontece, o exemplar está, pelo menos em tese, seguramente armazenado e a disposição da Ciência. No entanto, sob o ponto de vista da Paleontologia do Brasil, esta solução não é a mais satisfatória, uma vez que seria preferível que o material viesse a ser depositado em alguma instituição no país.

O anseio de ter os exemplares fósseis mais importantes mantidos no país é comum a todos os povos. Não se trata de se pretender a exclusividade de estudo (p. ex., fósseis da China estudados apenas por pesquisadores chineses ou algo parecido), mas sim o de procurar promover a paleontologia no próprio país, fortalecendo as instituições existentes e até mesmo criando novas. Neste sentido, nunca é demais relembrar que talvez o ponto mais significativo e comum a todos os museus de destaque é o seu acervo. De maneira bastante simplificada, pode ser verificado o seguinte: quanto melhor o acervo de uma instituição, maiores as chances para que esta traga para os seus quadros profissionais de expressão e com um melhor desempenho científico; quanto maior a capacidade destes profissionais, maiores as chances de serem produzidos trabalhos de destaque, gerando maior interesse e reconhecimento por parte da sociedade, criando, para a instituição, melhores oportunidades de captação financeira; quanto mais bem-sucedida for esta captação, maiores as chances de desenvolvimento da pesquisa, inclusive a coleta de novos exemplares, que aumentam as chances de serem realizados novos trabalhos científicos de qualidade. Por último, estes museus de grande porte procuram retribuir à sociedade parte dos investimentos recebidos (particulares ou governamentais) não apenas com uma produção científica, mas também com exposições, cuja qualidade é diretamente relacionada ao acervo. Cabe lembrar que estas exposições são muito utilizadas em muitos países para a complementação das aulas de ciências nos diferentes níveis do ensino. Claramente, esta é um resumo muito simples de um processo complexo, que é o do financiamento de instituições científicas como museus, mas dificilmente alguém questionará as vantagens e a importância de se manter um bom acervo nestes estabelecimentos.

Algumas das soluções comumente propostas para tentar resolver ou amenizar o problema da depredação dos depósitos fossilíferos, são interessantes mas complexas de serem realizadas, inclusive para o Membro Romualdo. Uma das mais defendidas é o de

aumentar a fiscalização, que naturalmente sempre deve ser uma meta. No entanto, apenas esta medida certamente não irá solucionar este problema, sobretudo em uma área onde a situação sócio-econômica é carente. Se apenas fiscalização e punição fossem suficientes, não haveria razão para que houvesse a preocupação com este e outros depósitos fossilíferos em nosso país.

A sugestão da criação de um parque que abrangesse grandes exposições do Membro Romualdo (possivelmente na região de Jardim, onde existem ainda muitas áreas intocadas) é uma idéia que também tem sido comumente apresentada. Porém, é preciso refletir bastante em como administrar um parque ou área de proteção desta natureza, sobretudo no que se refere a extração de fósseis, mesmo que esta seja limitada para pesquisadores: a atividade de coleta de fósseis sempre implica na remoção de terra, deixando suas marcas; por outro lado, a proibição completa de coleta representaria um impacto negativo no desenvolvimento da pesquisa paleontológica.

A criação ou fortificação de uma estrutura turística é bastante importante por diversos motivos que vão bem além do interesse paleontológico. Mas, no que se refere ao comércio de fósseis propriamente dito, tal atividade pode gerar alguns problemas: em uma região onde existe pobreza a oferta estaria sempre presente, e os turistas dificilmente se furtariam em adquirir exemplares. Eventualmente, um trabalho prévio de conscientização destes turistas poderiam minimizar este aspecto negativo.

Baseando-se na experiência de outros países, a medida mais eficaz para a proteção dos depósitos fossilíferos ainda parece ser a educação. No caso específico dos depósitos do Membro Romualdo, pode-se verificar uma mudança grande na postura da população local com a instalação do Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe (DNPM) em Crato e, sobretudo, o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, atualmente administrado pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Este último se deve aos trabalhos exaustivos de Plácido Cidade Nuvens, antigo prefeito de Santana do Cariri, que, apoiado pelo DNPM, principalmente por intermédio de Diógenes de Almeida Campos, foi fundado em 1985 e oficialmente iniciou as suas atividades em 1988. Até a presente data, este museu tem realizado cursos e palestras, que incluem apresentações de pesquisadores de outras partes do Brasil, procurando conscientizar a população local da importância dos fósseis (Figura 8). Este trabalho é

certamente lendo e árduo, mas hoje em dia, esta instituição já conta com uma das mais importantes coleções de fósseis da Bacia do Araripe, muitos tendo sido doados pelos habitantes locais. Apesar de não ter resolvido o problema do comércio de fósseis, as atividades deste museu se fazem perceptíveis na sociedade local, tendo atraído autoridades governamentais do Ceará e incentivado a atividade turística na região.

Devido a problemática envolvida está bastante claro que não existe uma solução única ou fácil para lidar com este problema. Desta forma, seria interessante que fossem promovidas discussões mais amplas sobre este assunto, com representações da comunidade acadêmica, organismos governamentais e outras áreas da sociedade que se interessam ou estão envolvidos com este tema. Destas discussões poderiam nascer novas soluções ou pelo menos, serem estabelecidos ações comuns que, se não eliminarem este problema, poderão diminuir os seus efeitos negativos. No caso específico do depósito paleontológico do Membro Romualdo, esta discussão poderia ser fomentada pela própria URCA, uma vez que a mesma se encontra na região e está mais próxima do sítio em questão.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o convite dos editores para a elaboração deste texto e aos pesquisadores Diógenes de Almeida Campos (DNPM), Sergio Alex K. de Azevedo (Museu Nacional/UFRJ), Deise D. R. Henriques (Museu Nacional/UFRJ) e Luciana Carvalho (Museu Nacional/UFRJ) pelas sugestões formuladas. Os desenhos da figura 1b e 2 foram elaborados por Maurílio S. de Oliveira (Museu Nacional/UFRJ). As fotos foram realizadas pelo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berthou, P. 1990. Le bassin d'Araripe et les petits bassins intracontinentaux voisins (N.E. du Brésil): formation et evolution dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique Equatorial. Comparasion avec les bassins ouest-Africains situés dans le même context. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE*, 1., Crato, 1990. *Atas...* Crato. p. 113-134.
- Beurlen, K. 1966. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. *An. Acad. Brasil. Ci.*, 38 (3/4): 455-464.
- Beurlen, K. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *An. Acad. Brasil. Ci. (supl.)*, Rio de Janeiro, 43: 411-415.
- Braun, O. P. G. 1966. Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região Nordeste do Brasil (bacia de Tucano-Jatoba, Mirandiba e Araripe). *Boletim do Dept Nac Prod Min, Div Geol Min*, 236: 1-69.
- Campos, D. A. & Kellner, A. W. A. 1985. Panorama of the Flying Reptiles Study in Brazil and South America. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 57(4): 453-466.
- Campos, D. A., Ligabue, G. & Taque, P. 1984. Wing membrane and wing supporting fibers of a flying reptile from the Lower Cretaceous of the Chapada do Araripe (Aptian, Ceará State, Brazil). *Third Symp. Mesoz. Terrest. Ecosystems, Short Papers*: 37-39.
- Carvalho I. S, Viana, M. S. S. & Lima Filho M. F. 1995. Os icnofósseis de dinossauros da Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior, Ceará-Brasil). *An Acad Bras. Ci*, 67(4): 433-442.
- Duarte, L., 1985. Vegetais fósseis da Chapada do Araripe. *In: D. A. Campos et al. (eds.), Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, Série Geologia, Brasília*, p. 557-563.
- Kellner, A. W. A. 1990. Bacia do Araripe - Uma Viagem ao Passado. *In: Monografias Vencedoras Concurso Planeta Terra, O Mundo Deu Muitas Voltas. IBM do Brasil*, p. 35-51.
- Kellner A. W. A. 1996a. Fossilized theropod soft tissue. *Nature*, 379: 32.
- Kellner, A. W. A. 1996b. Reinterpretation of a remarkably well preserved pterosaur soft tissue from the Early Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(4): 718-722.
- Kellner, A. W. A. 1998. Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. *An Acad Bras Ci*, 70(3): 647-676.
- Kellner, A. W. A. & Campos, D. A. 1998. Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Geologia*, 42: 1-22.
- Kellner, A. W. A. & Campos, D. A. 1999. Vertebrate paleontology in Brazil - a review. *Episodes*, 22(3): 238-251.
- Kellner, A. W. A. & Campos, D. A. 2000. Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. *An. Acad. Brasil. Ci.*, 72(4): 509-538.
- Kellner, A. W. A. & Tomida, Y. 2000. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. *National Science Museum Monographs*, 17: 1-135.
- Mabesoone, J. M. & Tinoco, I. M. 1973. Paleogeography of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). *Paleogeography, Paleoclimatology*, 14(2):
- Maisey J. G. (ed.) 1991. Santana fossils: an illustrated atlas. *Neptune: T. F. H.* 459 p.
- Martill, D. M., 1988. Preservation of fish in the Cretaceous of Brazil. *Paleontology*, 31: 1-18.
- Martill, D. M., 1993. Fossil of the Santana and Crato formations, Brazil. *Paleontological Association, Field Guide to Fossils*, n. 5, 159p.
- Martill, D. M., and Unwin, D. 1989, Exceptionally well preserved pterosaur wing membrane from the Cretaceous of Brazil. *Nature*, 340: 138-140.
- Pons, D., Berthou, P. Y., and Campos, D. A. 1990. Quelques observations sur la palynologie de l'Aptien Supérieur el de l'Albien du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil): 1st Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Crato, 1988, *Atas*, pp. 241-252.
- Ponte, F. C. & Appi, C. J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *Congresso Brasileiro de Geologia, Anais*, vol 1, p. 211-226.
- Ponte, F. C. & Ponte, F. C. 1996. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. *4 Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, boletim*, p. 123-133.
- Seilacher, A. 1990. Taphonomy of Fossil-Lagerstätten, Overview. *In: Briggs, D.E.G. & CROWTHER, P.R. (eds.)*,

- Palaeobiology, a synthesis. Blackwell Science Ltd., p. 266-270.
- Silva, M. A. 1983. The Araripe Basin, Northeastern Brazil: regional geology and facies analysis of a Lower Cretaceous evaporitic depositional complex. Ph.D. Thesis, Columbia University, New York: 1-290 (unpublished).
- Small, H. 1913. Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Inspetoria de Obras Contra Secas, Ser. Geol., 25: 1-180.
- Spix, J. B. & Martius, C. F. P. 1823-1831. Reise in Brasilien. 3 vol. + atlas, München.
- Wellnhofer, P. 1985. Neue Pterosaurier aus der Santana Formation (Apt) der Chapada do Araripe, Brasilien. Palaeontographica, ser. A, 187: 105-182.
- Wellnhofer, P. 1991. Weitere Pterosaurierfunde aus der Santana Formation (Apt) der Chapada do Araripe, Brasilien, Palaeontographica, ser. A, 215: 43-101.
- Wild, R. 1994. Der paläontologische Denkmalschutz in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Fossilien, 3: 179-182.

¹ Museu Nacional/UFRJ - Departamento
de Geologia e Paleontologia
Quinta da Boa Vista s/nº
São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ
Brasil - CEP: 20940-040