

Anais da

Academia
Brasileira de
Ciências



MCMXVI

Vol. 66, Nº 3, 1994

Pegadas de Dinossauros Neocretáceas da Formação Itapecuru, Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil)

ISMAR DE SOUZA CARVALHO e RONALDO ANTONIO GONÇALVES

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia, IGEO/UFRJ
1949-900 Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ

*Manuscrito recebido em 20 de outubro de 1993; aceito para publicação em 14 de abril de 1994
credenciado por CANDIDO SIMÕES FERREIRA*

ABSTRACT

The São Luís basin is a Cretaceous rift, which evolution is related to the origin of the Brazilian equatorial margin. It is located in northern Maranhão State and it is delimited by the Urbano Santos, Tocantins and Rosário structural arches.

During South American – African drifting, intense faulting along the present northern coast of Maranhão originated thick sedimentary deposits. The tectonic conditions at the end of the Early Cretaceous gave rise to this sedimentary basin.

The outcropping areas of the São Luís basin comprise Upper Cretaceous (Cenomanian) reddish clastic rocks (sandstones, siltstones, shales and mudstones), which correspond to the Itapecuru Formation.

The main vertebrate fossils and ichnofossils belong to a dinosaurian fauna occurring over a vast geographic area. The stratigraphic levels with theropod teeth, bones and footprints can be used as clues for correlation throughout the basin.

The environmental interpretation of the fossil-bearing lithofacies, is as a sandy tidal plain area with subaqueous sandwaves. Aeolian dunes bordered this seashore.

Key words: dinossauros, icnologia, cretáceo.

1. INTRODUÇÃO

A bacia de São Luís situa-se na região norte do estado do Maranhão, sendo limitada pelos altos estruturais Ferrer – Urbano Santos (Sul), Tocantins (Oeste) e Rosário (Leste). Trata-se de uma bacia do tipo *rift*, cuja evolução relaciona-se ao desenvolvimento da margem equatorial brasileira.

A partir dos movimentos de separação dos continentes africano e sul-americano, ocorreu um intenso processo de falhamento ao longo da atual costa norte do estado do Maranhão, causando forte subsidência e, conseqüentemente, grande acúmulo de sedimentos. As condições tectônicas dominantes durante o final do Eocretáceo levaram à indivi-

dualização desta área sedimentar como uma bacia isolada da bacia do Parnaíba. As rochas pré-cambrianas foram soerguidas neste momento geológico, delimitando três bacias distintas: São Luís, Parnaíba e Barreirinhas.

As rochas cretáceas aflorantes na bacia de São Luís recebem a denominação de Formação Itapecuru. Esta unidade litoestratigráfica abrange um conjunto de rochas clásticas (arenitos finos a conglomeráticos, siltitos, folhelhos e argilitos). Os arenitos são as litologias dominantes. Em geral apresentam coloração avermelhada e possuem uma ampla variedade de estruturas sedimentares, denotando gêneses em diferentes contextos ambientais.

Em rochas desta unidade ocorrem fósseis e icnofósseis de vertebrados pertencentes, em sua maioria, a uma fauna dinossauriana. A dificuldade de obtenção de material palinológico nas rochas aflorantes na bacia torna as pegadas isoladas, pistas, dentes e ossos de dinossauros, assim como os resquícios de outros vertebrados a esses associados, elementos importantes na correlação estratigráfica e interpretação paleoambiental.

2. A FORMAÇÃO ITAPECURU

Campbell (1949), definiu a Formação Itapecuru com base na associação de arenitos médio-finos, carbonáticos, de coloração avermelhada com intercalações de siltitos, argilitos e folhelhos vermelhos e esverdeados, distribuídos ao longo do rio Itapecuru nas proximidades da cidade de Itapecuru-Mirim (MA). Este autor, para a bacia do Parnaíba, subdividiu a formação em dois membros (Serra Negra e Boa Vista) e optou por considerá-la indiferenciada para a região de São Luís.

Na bacia de São Luís, esta unidade atinge 2.000 metros de espessura em um total de 4.500 metros de sedimentos, tendo sido a sedimentação controlada principalmente pela atividade tectônica do Arco Ferrer – Urbano Santos e pelo deslocamento das falhas normais que a limitam (Mesner & Wooldridge, 1964; Rezende & Pamplona, 1970).

Rodrigues *et alii* (1990) propuseram a subdivisão da Formação Itapecuru na bacia de São Luís, em dois membros informais: membro Inferior e membro Alcântara, subdividindo-os, então, em várias litofácies que representariam as condições ambientais de gênese.

As discordâncias propostas por Rodrigues *et alii* (1990) como limite entre os membros Inferior e Alcântara e entre o membro Alcântara e a fácies terciária Arenosa (A), não foi possível reconhecer. Através da utilização dos restos ósseos e icnofósseis de vertebrados, foi possível correlacionar as diversas litofácies encontradas nas rochas aflorantes na bacia de São Luís. Entretanto, nenhum hiato temporal pôde ser por nós identificado no âmbito destes depósitos cretáceos.

3. CONTEÚDO FOSSILÍFERO DA FORMAÇÃO ITAPECURU

Na Formação Itapecuru ocorre uma paleobiota bastante diversificada. São encontrados fósseis de vegetais (angiospermas), moluscos, peixes (fragmentos ósseos, escamas e dentes) e répteis (ossos, placas ósseas, dentes e icnitos).

Oliveira (1958) descreveu uma espécie de gastrópode (*Nerinea pontagrossensis*) proveniente do Farol de São Marcos, na praia de São Marcos (São Luís, MA), fato que possibilitou a datação destas rochas como de idade turoniana-cenomaniana. Porém, um estudo mais detalhado da malacofauna da Formação Itapecuru foi apresentado por Klein & Ferreira (1979) que descreveram os moluscos de Farol de São Marcos, porto de Itaqui, Alcântara e ilha da Madeira. Os pelecípodes analisados e atribuídos às famílias Mytilidae, Inoceramidae, Pectinidae, Plicatulidae, Limidae, Ostreidae, Trigonidae e Mactridae possibilitaram a determinação de uma idade cenomaniana e a inferência de um ambiente estuarino para estas rochas.

A identificação dos primeiros fósseis de vertebrados deve-se a Price (1947), que reconheceu ossos de dinossauros provenientes da ilha do Livramento, município de Alcântara. Tais fósseis possibilitaram uma primeira datação das rochas da bacia de São Luís, tendo então sido consideradas como do Jurássico-Cretáceo. Posteriormente, Price (1960) coletou restos ósseos nas ilhas do Livramento, Itaúna e do Medo, classificando-os como répteis (Theropoda, Sauropoda, Crocodilia, Chelonia) e peixes (Elasmobranchia, Dipnoi e Actinopterygii).

Cunha & Ferreira (1978) reconheceram placas dentárias de peixes do gênero *Ceratodus* (Ceratodontidae, Dipnoi). Os autores descreveram uma nova espécie, *Ceratodus brasiliensis*, forma bastante similar a *Ceratodus africanus*, dipnóico encontrado no norte da África e ainda no porto de Itaqui, Maranhão, denotando antigas ligações terrestres intercontinentais.

A acentuada oxidação dos sedimentos das rochas aflorantes, praticamente inviabiliza a utilização da palinologia como ferramenta de correlação estratigráfica. Em apenas uma das amostras anali-

sadas (ponta do Farol), obteve-se material palinológico passível de datação. A assembléia polínica indica idade cenomaniana (Pedrão *et alii*, 1993), dada a presença de *Elateroplicites africaensis* e *Galeacornea causea* B.

4. A FAUNA DINOSSAURIANA

As evidências da presença de dinossauros na bacia de São Luís são principalmente pegadas isoladas e pistas, além de fragmentos ósseos e dentes. As localidades de tais icnofósseis e fósseis situam-se nos municípios de São Luís e Alcântara, distribuindo-se por uma área de dezenas de quilômetros quadrados em rochas por nós consideradas como cronocorrelatas (Fig. 1).

5. ASSOCIAÇÃO PALEOFAUNÍSTICA

Nos arenitos argilosos da praia da Baronesa, em Alcântara (MA), foi possível identificar uma fauna de vertebrados que se encontra em estreita associação com a icnofauna de vertebrados. Nos níveis caracterizados por arenitos de granulometria fina, ocorrem diversos tipos de fragmentos ósseos. A partir deste material fragmentado, é possível distinguir escamas e dentes de peixes teleosteos, carapaça e plastrão de quelônios, dentes cônicos pertencentes a crocodilianos e dentes de terópodes.

Quanto aos dinossauros, os primeiros ossos foram identificados por Price (1947) como vértebras de saurópodes (sendo uma caudal), distintas em estrutura de qualquer outra conhecida pelo autor para as fauna sul-americanas. Este material fossilífero é oriundo da ilha do Livramento, localidade situada a cerca de 2 km da praia da Baronesa.

Dentes isolados de saurópodes e terópodes ocorrem com relativa frequência nas localidades da ilha de Guarapirá, ilha do Livramento e praia da Baronesa. Os dentes de carnossauros, mais comuns, caracterizam-se por sua forma triangular ligeiramente curvada em direção posterior e pelo forte achatamento lábio-lingual. Apresentam bordas anterior e posterior afiladas, sendo que a borda posterior encontra-se serrilhada em toda sua extensão, enquanto a borda anterior apresenta serrilhas visíveis apenas em seu terço superior, próximo ao

ápice do dente. Tanto a superfície lingual quanto a labial apresentam-se lisas, sem cristas e sulcos.

Ainda do ponto de vista morfológico, cabe destacar as características da secção transversal desses dentes; esta apresenta-se em forma subelíptica com as extremidades levemente deslocadas em direções opostas, o que confere à secção uma morfologia sigmoidal incipiente. Este caráter, associado à ausência de cristas e sulcos nas superfícies dentárias é, por vezes, utilizado para diferenciar a dentição dos dinossauros carnívoros de certas formas de répteis crocodilianos, também comuns em terrenos cretáceos (Sérgio Alex K. Azevedo, informação pessoal).

Os dentes, encontrados principalmente na praia da Baronesa, município de Alcântara, assemelham-se em muito ao material descrito por Price (1960) em um furo de sondagem da bacia do Amazonas (Formação Alter do Chão).

Entretanto, um dente de dinossauro, coletado em 1988 na Ilha de Guarapirá, por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Cândido Simões Ferreira e Ismar de Souza Carvalho) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (Peter Mann de Toledo), tem forma cilíndrica e afilada, com cerca de 15 centímetros, sendo característico do grupo dos saurópodes.

O material ósseo geralmente ocorre bastante fragmentado, tendo sido possível até o momento identificar apenas a porção distal (?) de um fêmur que pode ser atribuída tanto a um celurosauro quanto a um carnossauro de pequeno tamanho.

5.1 ICNOFÓSSEIS: AS PEGADAS DE DINOSSAUROS

Pegadas de dinossauros isoladas ou em pistas são abundantes nas localidades de praia da Baronesa (Alcântara) e ponta da Guia (São Luís). Os icnofósseis são encontrados em arenitos de granulação média-fina, de coloração avermelhada, distribuídos em superfícies de acamamento com baixo ângulo de mergulho (menor que 10°).

5.1.1 As pegadas da praia da Baronesa

Na praia da Baronesa, município de Alcântara (Fig. 2), as pegadas ocorrem principalmente isoladas ou formando pistas curtas (no máximo três pegadas consecutivas). As vinte e três pegadas

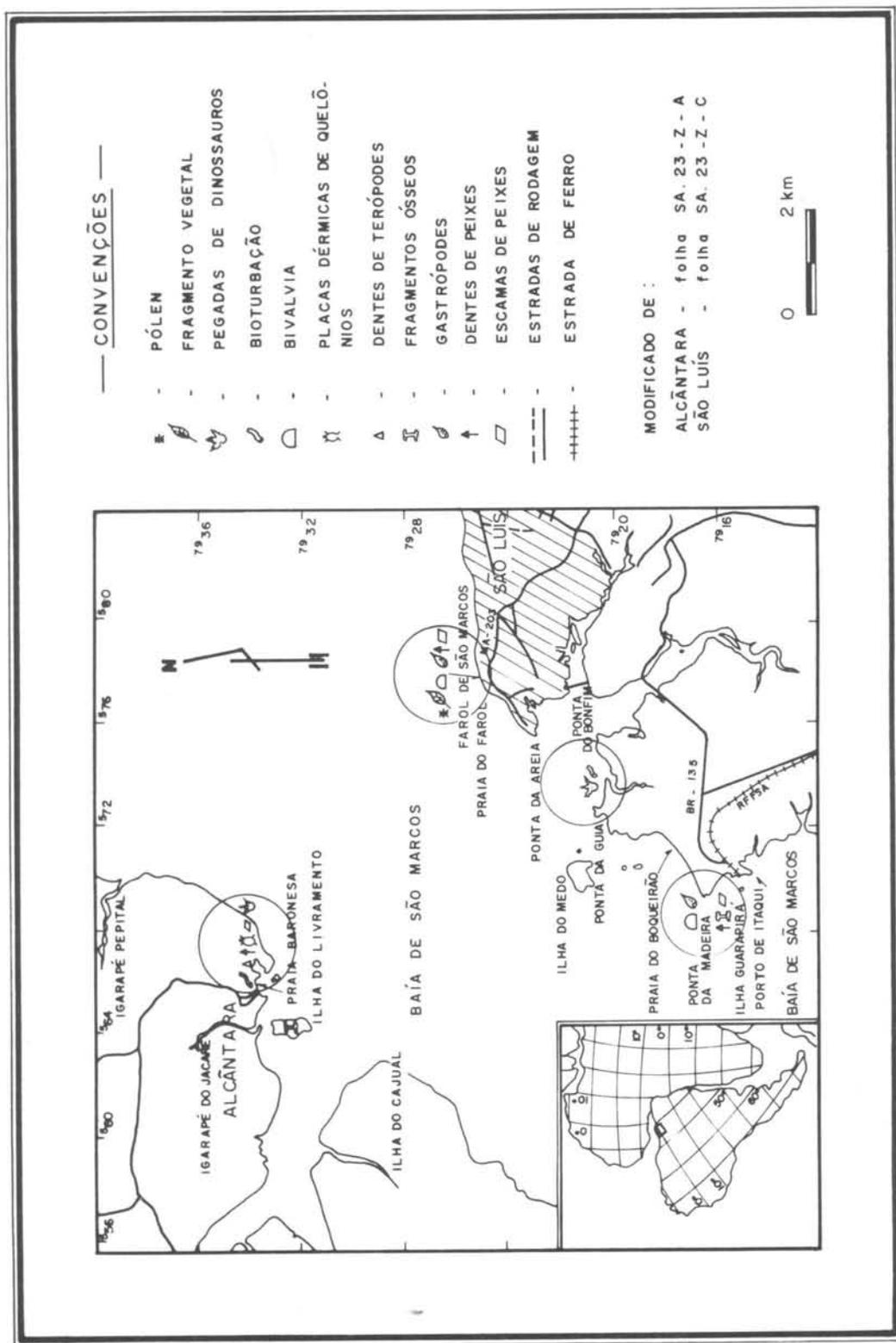


Fig. 1 — Mapa de distribuição das ocorrências fossilíferas na bacia de São Luís.



Fig. 2 — Praia da Baronesa, município de Alcântara-MA. A porção mais basal do afloramento (Litofácies F1) apresenta pegadas associadas com estruturas de fluidização.

analisadas, estão preservadas em epirrelevo convexo, sendo o sedimento que as preenche de granulometria e composição mineralógica muito próxima a da matriz. A característica mais marcante no que concerne à preservação dessas pegadas é a forte coloração vermelha que as destaca da rocha matriz e as feições de fluidização que circundam os dígitos e o bordo posterior de cada uma das pegadas (Fig. 3).

O aspecto em relevo e coloração distinta da matriz em algumas das pegadas observadas na praia da Baronesa pode ser explicado através do processo de compactação exercido pela “pressão dinostática” – definida por Lockley (1991) como a pressão exercida pelas passadas de dinossauros, pressão esta capaz de deformar o sedimento subjacente e circundante ao local onde o animal pisava. A compactação diferencial do sedimento torna a superfície onde se formou a pegada mais resistente à ação dos agentes erosivos, em comparação com o

sedimento fora do limite de atuação desta força compressiva; a este processo quase sempre estaria associada uma modificação na coloração local. Desta forma, em virtude do tipo de preservação que as destaca da matriz em forma, cor e relevo, as pegadas localizadas nos arenitos avermelhados da praia da Baronesa, são passíveis de reconhecimento fácil e direto (Fig. 4).

As pegadas são tridáctilas, digitígradas e mesaxônicas. Em algumas é possível observar a presença de estruturas que denotam garras bem distintas assim como almofadas falangeais. O comprimento das pegadas varia entre 22 e 33 centímetros e a largura média é da ordem de 18 centímetros. O tamanho dos dígitos é, na maioria das vezes, aproximadamente igual, havendo em alguns casos isolados um maior pronunciamento do dedo III. Os valores médios das divergências angulares entre os dedos II e III são da ordem de 38° , e dos dedos III e IV, de 40° .

Estas formas podem ser atribuídas a dinossauros carnívoros (terópodes), sendo que, em função de suas dimensões, presença marcada de garras e, em geral, não proeminência do dedo III, optamos por atribuí-las ao grupo dos carnossauros.

Algumas poucas pegadas de maior tamanho foram também localizadas, porém estas não apresentavam um estado de preservação que permitisse a determinação precisa do tipo de dinossauro que as teria originado.

5.1.2 As pegadas da ponta da Guia

Um dos aspectos mais marcantes que individualiza esta icnofauna da anteriormente descrita é a dimensão das pegadas encontradas na ponta da Guia, município de São Luís. Estas podem apresentar um comprimento de até 3 vezes o comprimento médio daquelas ocorrentes na praia da Baronesa (Fig. 5). Outro caráter distintivo é a forma de preservação. Na localidade em análise, as pegadas são encontradas em epirrelevo côncavo, formando pistas com até cinco pegadas consecutivas; as pistas podem ocorrer de forma paralela ou subparalela (Fig. 6).

Todas as pegadas são tridáctilas, digitígradas e mesaxônicas. Às vezes há o predomínio do dedo III sobre os demais. Em algumas, é possível a observação de marcas de garras e almofadas falan-



Fig. 3 — (A) As pegadas fósseis da praia da Baronesa são normalmente de coloração distinta da matriz circundante e possuem uma crenulação do sedimento em todo o seu contorno. (B) Desenho esquemático da pegada ilustrada em (A). Escala em cm.

geais. Através das pistas observa-se que eram animais bípedes e de hábito provavelmente gregário, evidenciado pelo paralelismo entre as pistas. As características das pegadas da praia da Guia permitem classificar os dinossauros que as teriam

causado como formas terópodes, muito provavelmente carnossauros de grande porte (Fig. 7).

Ainda na praia da Guia, cabe destacar a presença de duas pegadas tridáctilas que não se enquadram na classificação acima proposta. Uma delas



Fig. 4 — Pegada isolada de um terópode. Praia da Baronesa, Alcântara-MA. Escala em cm.



Fig. 5 — Pegada tridáctila em epirrelevo côncavo de um dinossauro bípede, a qual faz parte de um conjunto de quatro pegadas consecutivas, ponta da Guia, São Luís-MA. Para o contraste com a matriz, a pegada foi preenchida com uma mistura de água e caulim.



Fig. 6 — Parte da pista de um terópode na localidade de ponta da Guia, São Luís-MA. Escala em cm.

possui pequenas dimensões (7 cm de comprimento e 6 cm de largura) e apresenta indícios claros da presença de garras. O dígito III possui tamanho semelhante aos demais, fato que sugere ter sido causada por um carnossauro de pequeno porte. Uma segunda pegada, porém, possui forma bastante alongada, com dígitos curtos e de mesmo tamanho; seu comprimento é de 70 centímetros e sua largura, 48 centímetros. Não foram identificadas evidências da presença de garras. Não nos foi possível determinar a afinidade paleobiológica desta pegada.

6. CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO E ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS DOS ICNOFÓSSEIS DE VERTEBRADOS

Os icnofósseis atribuídos a terópodes e demais restos fossilizados são geralmente encontrados na base da litofácies denominada por Rodrigues *et alii* (1990) como Litofácies de Arenitos com camadas cruzadas de grande porte (Aac) da Unidade de Fácies Arenosa (A) do membro inferior.

Esta litofácies foi interpretada como produzida em ambiente litorâneo influenciado por fortes correntes, com a migração de dunas subaquosas de

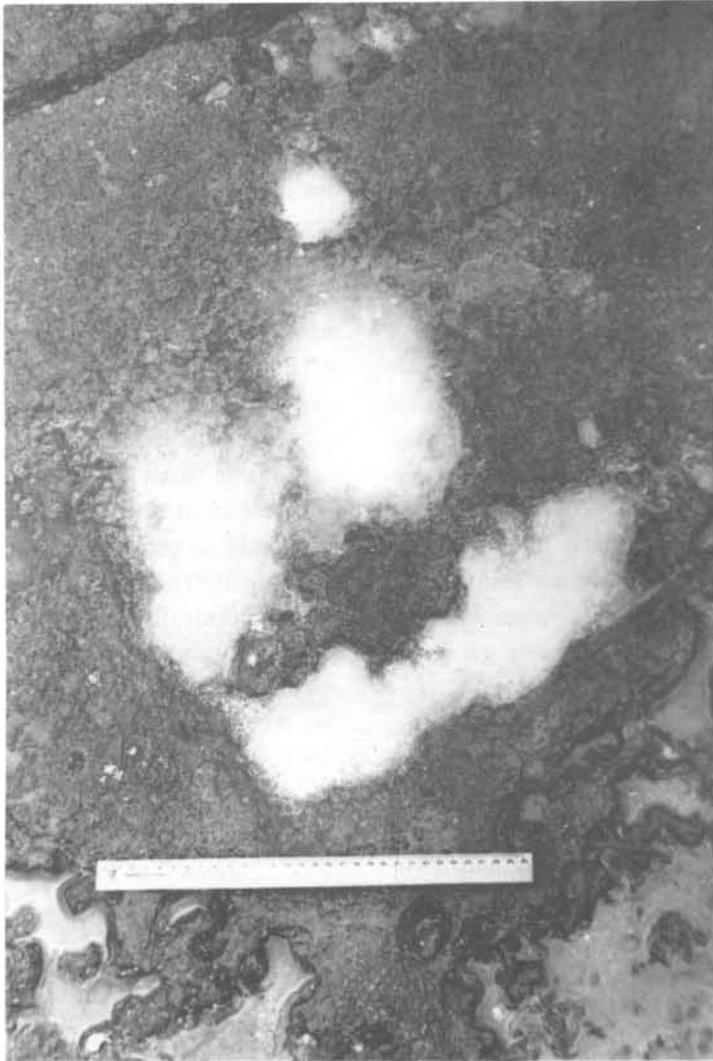


Fig. 7 — Pegada em epirrelevo côncavo de um carnoossauro da ponta da Guia, São Luís-MA. Para o contraste com a matriz, a pegada foi preenchida com uma solução de água e caulim.

grande porte e baixo relevo. Rodrigues *et alii* (1990) sugeriram a possibilidade de exposição subaérea com retrabalhamento eólico. Era ao longo do litoral desse mar raso que se desenvolvia uma fauna dinossauriana abundante, evidenciada pela presença de restos ósseos e pegadas.

A distribuição das pegadas ao longo da costa de São Luís (ponta da Guia) e Alcântara (praia da Baronesa) pertence a uma mesma superfície temporal. Apesar da não ocorrência de sedimentos eólicos sobrepostos aos níveis com pegadas da praia da Baronesa, estes são encontrados a cerca de 2

quilômetros. Na ilha do Livramento, a litofácies que possui dentes e ossos de terópodes é sotoposta a arenitos bimodais e bem selecionados, portadores de estratificações cruzadas de grande porte (arenitos eólicos).

As feições de fluidização também são frequentes, porém, ao contrário de Rodrigues *et alii* (1990) que advogam avanços do mar para explicá-las, parece-nos mais adequado considerar tais feições como sismitos, ou seja, fluidizações causadas por abalos sísmicos. Tais estruturas são similares às relatadas por Kattah (1991) para sedimentos eó-

licos da bacia Sanfranciscana. Os sismitos foram conceituados por Della Fávera (1984) como resultantes de abalos litosféricos sobre sedimentos inconsolidados provocando sua fluidização. As estruturas sedimentares que indicariam tal processo, seriam *ball & pillows*, convoluções, *dish*, para-brechas intraclásticas e mesmo a homogeneização total dos sedimentos – feições observadas na bacia de São Luís em alguns dos afloramentos cretácicos.

Os níveis com dentes, ossos e pegadas de dinossauros e outros vertebrados associados podem assim ser usados como elementos de correlação, pois são freqüentemente identificados nos afloramentos da bacia.

As localidades com pegadas fossilizadas devem representar um mesmo evento temporal, situando-se no contexto de uma superfície com ampla distribuição geográfica, ou seja um *megatracksite* (Fig. 8).

Em condições litorâneas as pistas são, freqüentemente, produzidas em situações regressivas.

Quando a maré inicia sua vazante, as pegadas podem ser formadas na zona intertidal. Assim, aquelas originadas precocemente, na fase vazante, próximo ao maior nível de água, permanecerão por um ciclo de aproximadamente 12 horas, enquanto que as realizadas na fase de enchimento da maré não irão permanecer mais do que 6 horas até que sejam recobertas. Uma praia arenosa que apresente um acentuado declive não constitui o ambiente mais apropriado para a preservação de pistas, pois as rápidas “lavagens” da superfície a cada ciclo de maré constituiriam agentes de destruição das marcas deixadas pelos dinossauros. Já em planícies costeiras de baixo gradiente, a enchente e vazante de cada ciclo de maré ocorre de forma mais lenta, facilitando a preservação de pistas e pegadas (Lockley, 1991).

Um contexto geológico similar ao da formação das pegadas da ponta da Guia (Figs. 9 e 10) é apresentado por Pittman (1989) para os depósitos das formações Glen Rose, Twin Mountains e Woodbine (Aptiano-Cenomaniano, EUA) onde as



Fig. 8 — As camadas em que ocorrem pegadas de dinossauros na bacia de São Luís compreendem superfícies cronocorrelatas abrangendo amplas áreas da ponta da Guia, ilha do Medo, ilha do Livramento e praia da Baronesa. Na fotografia detalhe de parte da superfície deste *megatracksite* da bacia de São Luís na ponta da Guia.

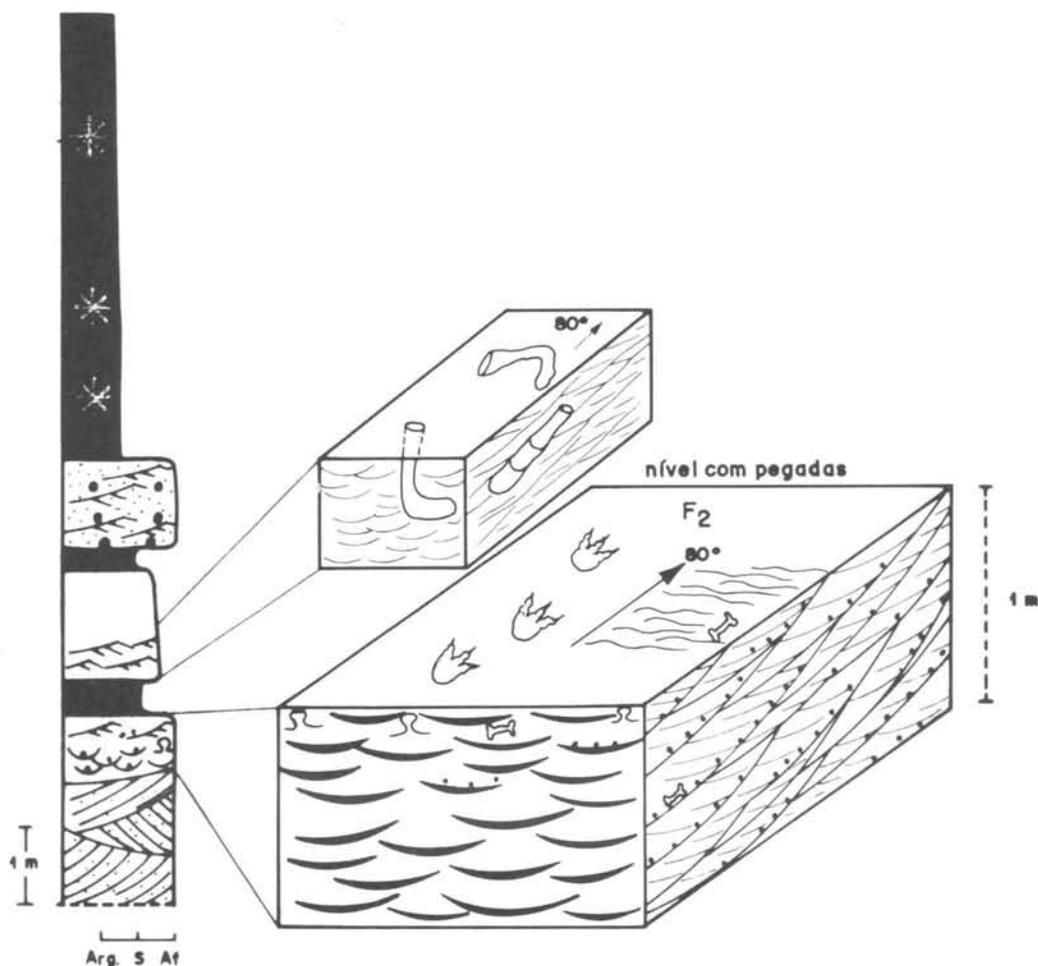


Fig. 9 — Perfil estratigráfico da praia da Baronesa, município de Alcântara-MA. (Mesma legenda da Fig. 10).

pegadas de dinossauros são interpretadas como sendo formadas, em sua maioria, ao longo de planícies de maré.

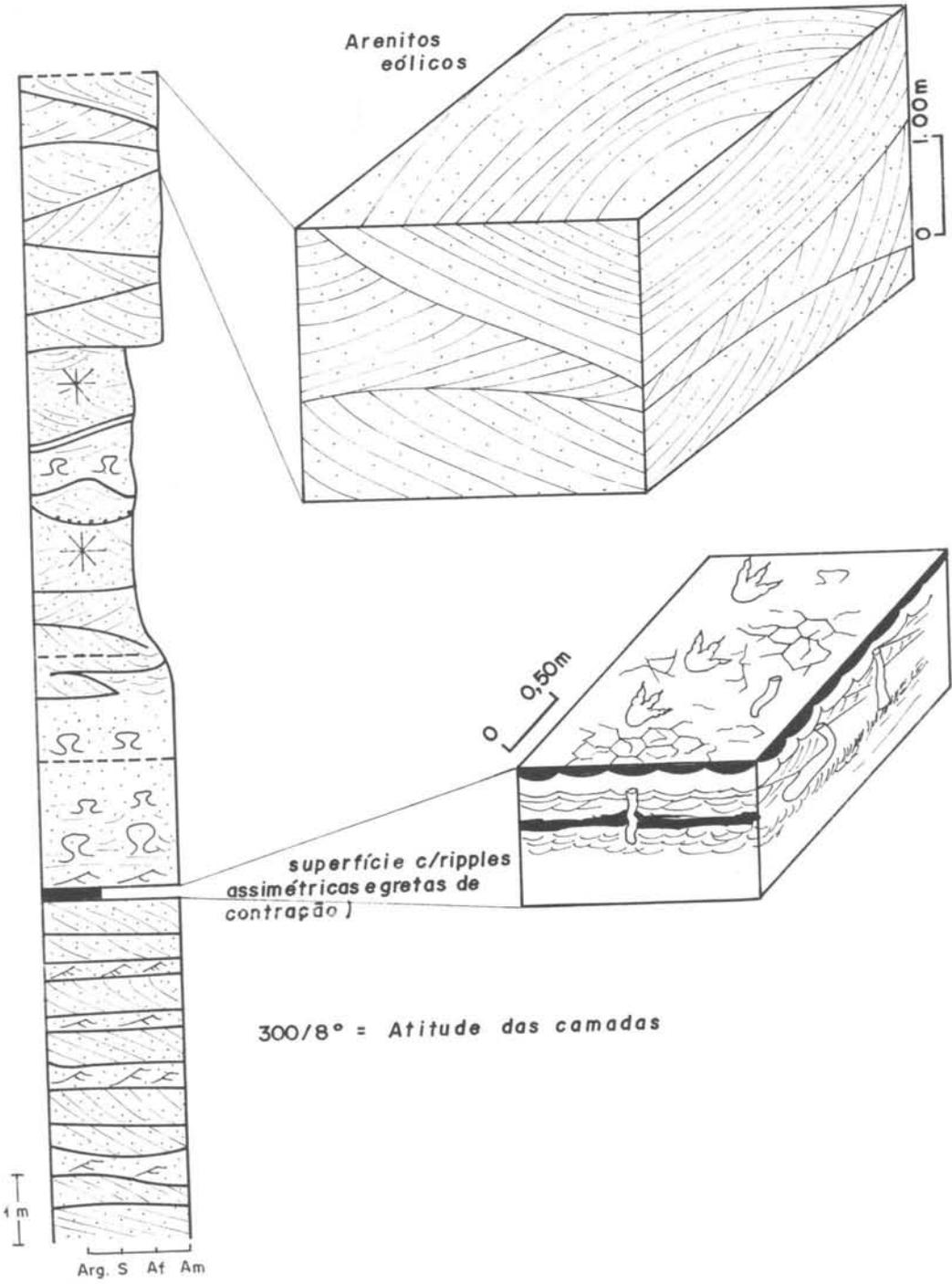
O padrão irregular de distribuição das pegadas ocorrentes na praia da Baronesa poderia indicar que, à época de sua formação, este paleoambiente seria caracterizado como “zona de alimentação” de dinossauros. As espécies então viventes percorriam de maneira irregular as planícies de maré em busca de organismos que lhes pudessem servir de alimento, deixando registrado no sedimento os indícios desta busca.

Ainda no paleoambiente caracterizado pelas rochas da praia da Baronesa, as feições sedimentológicas dos níveis portadores de restos fragmentados e dentes de dinossauros, crocilianos,

quelônios e peixes nos permitem considerá-los como formados por acúmulo de detritos em níveis típicos de ambiente de planície de maré, que é o proposto para os afloramentos em questão.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Cândido Simões Ferreira (UFRJ) pelo seu exemplo de persistência no estudo da paleontologia da região norte do Brasil. Ao Dr. Sérgio Antonio Frazão Araújo (Ministério da Aeronáutica) e Profa. Wilma dos Santos Eugênio (Universidade Federal do Maranhão) pela inestimável ajuda nos trabalhos de campo. À Secretaria de Cultura do Estado do Maranhão e Universidade Federal do Rio de Janeiro por fornecerem a infraestrutura necessária ao desenvolvimento deste estudo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, D. F., (1949), Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin. Petrobrás, Belém, 1949 (Report 7), p. 42-47.
- CUNHA, F. L. S. & FERREIRA, C. S., (1978), Um dipnoi na Formação Itapecuru (Cenomaniano), Maranhão, Brasil. *In*: Congresso Argentino de Paleontologia y Bioestratigrafia, 2, Congresso Latinoamericano de Paleontologia, 1, *Actas...*, Buenos Aires, Argentina, tomo II, p. 1-9.
- DELLA FAVERA, J. C., (1984), Eventos de sedimentação episódica nas bacias brasileiras. Uma contribuição para atestar o caráter pontuado no registro sedimentar. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, *Anais...*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 489-501.
- KATTAH, S. S., (1991), Análise faciológica e estratigráfica do Jurássico Superior/Cretáceo Inferior na porção meridional da Bacia de São Francisco, Oeste do Estado de Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado* (Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Geologia), Ouro Preto, 227 p.

LEGENDA

-  - Paleocorrente
-  - Ossos
-  - Atapulgita
-  - Pegadas de Dinossauros
-  - Fluidização
-  - Bolas de argila
-  - Tubos de invertebrados
-  - Gretas de contração
-  - *Climbing ripples*
-  - Estratificação cruzada tabular de grande porte
-  - Estratificação cruzada acanalada
-  - Argilito e folhelho
-  - Siltito com cimento carbonático
-  - Arenito

Fig. 10 — Perfil estratigráfico da ponta da Guia, município de São Luís-MA.

- KLEIN, V. C. & FERREIRA, C. S., (1979), Paleontologia e estratigrafia de uma fácies estuarina da Formação Itapecuru, Estado do Maranhão. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, **51** (3): 523-533.
- LOCKLEY, M., (1991), *Tracking dinosaurs. A new look at an ancient world*. Cambridge University Press, Cambridge, 238p.
- MESNER, J. C. & WOOLDRIDGE, L. C., (1964), Maranhão basin and Cretaceous coastal basins, North Brazil. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, Oklahoma, **48** (9): 1475-1512.
- OLIVEIRA, P. E., (1958), Sobre a idade do calcário de Ponta Grossa, Estado do Maranhão. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia (*Notas Preliminares e Estudos*, nº 107), 7 p.
- PEDRÃO, E.; ARAI, M.; CARVALHO, I. S. & SANTOS, M. H. B., (1993), Palinomorfos da Formação Itapecuru – Análise palinológica de uma amostra de superfície da Ponta do Farol, município de São Luís (MA). SEBIPE/ CENPES/ PETROBRÁS, Relatório interno, 13 p.
- PITTMAN, J. G., (1989), Stratigraphy, Lithology, Depositional Environment and track type of Dinosaur Track-bearing beds of the Gulf Coastal Plain. In: Gillette, D. D. & Lockley, M. (eds.) *Dinosaur tracks and traces*, Cambridge University Press, New York, p. 135-151.
- PRICE, L. I., (1947), Sedimentos mesozóicos na Bacia de São Marcos, estado do Maranhão. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, 12 p.
- PRICE, L. I., (1960), Dentes de Theropoda num testemunho de sondagem no Estado do Amazonas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, **32** (1): 79-84.
- REZENDE, W. M. & PAMPLONA, H. R. P., (1970), Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer – Urbano Santos. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Rio de Janeiro, **13** (1/2): 5-14.
- RODRIGUES, T. L. N.; LOVATO, O. G. & CAYE, B. R., (1990), Contribuição a estratigrafia da folha de São Luís (SA.23-Z-A)/MA. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, Natal. *Atas...*, Natal, 1990, vol. 1, p. 124-135.