

Ocorrência de coprólitos de vertebrados na bacia de Alagoas, Cretáceo Inferior Presence of vertebrate coprolites from the Alagoas Basin, Lower Cretaceous

Paulo Roberto de Figueiredo Souto^I

Cibele Schwanke^{II}

Resumo: São analisados, pela primeira vez, coprólitos coletados em rochas sedimentares da Formação Maceió, da bacia de Alagoas. Os espécimens consistem em dois coprólitos completos de morfologia cilíndrica, preservados em arenito médio/grosso com intercalações de arenito médio/fino e de folhelho escuro, comumente fluidificado, depositados no Mesoaptiano-Eoalbio. A comunidade de paleovertebrados registrada na Formação Maceió é constituída por *Vinctifer* e *Cladocyclus*, espécies de ictiofauna de mar aberto, e *Ellimma* e *Dastilbe*, que são espécies de água doce. Os aspectos morfoestruturais dos espécimens e os tipos de rochas sedimentares em que foram encontrados sugerem que os coprólitos foram produzidos por vertebrados adultos carnívoros, o que é evidenciado pela composição química e espessura dos exemplares estudados. Este estudo registra atividade predadora nessa paleocomunidade litorânea durante fases de transgressão marinha.

Palavras-chave: Coprólitos. Peixes fósseis. Cretáceo Inferior. Formação Maceió.

Abstract: Coprolites collected from sedimentary rocks of the Maceió Formation, Alagoas Basin are analyzed for the first time. The specimens consist of two complete coprolites of cylindrical morphology that are preserved in commonly fluidized medium- to coarse-grained sandstone interbedded with medium- to fine-grained sandstone and dark shale deposited during the Meso Aptian-Lower Albian. The paleovertebrate community recorded in the Maceio Formation consists of the open sea fish species *Vinctifer* and *Cladocyclus*, and the freshwater fish species *Ellimma* and *Dastilbe*. The morphostructural aspects of the specimens and the type of sedimentary rocks where they were found suggest that the coprolites were produced by adult carnivore vertebrate, which is evidenced by the chemical composition and thickness of the studied specimens. This study records predatory behavior in this litoraneous community during phases of marine transgression.

Keywords: Coprolites. Fossil fishes. Early Cretaceous. Maceio Formation.

^I Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil (prfsouto@ig.com.br).

^{II} Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil (schwanke@uerj.br).

INTRODUÇÃO

Os coprólitos são estruturas biogênicas resultantes da atividade heterótrofa no ambiente, sendo registrados desde o início da era Paleozóica. Coprólitos de idade siluriana têm sido coletados nos Estados Unidos (Branner & Newson, 1902), Canadá (Logan & Hunt, 1954), Austrália (Öpik, 1953) e Islândia (Gilmore, 1992). Estes vestígios fecais fossilizados são associados a estágios anteriores da evolução dos vertebrados e foram produzidos pelos primeiros grandes invertebrados marinhos ou peixes primitivos.

Quanto aos relatos de coprólitos em território brasileiro, o primeiro registro foi publicado no exterior, nos primórdios do século passado por Ruedemann (1929). A primeira publicação nacional (Albuquerque & Dequech, 1946) refere-se a dois coprólitos associados a rochas sedimentares da Formação Pastos Bons (antiga Formação Famina) da bacia do Parnaíba (Kegel, 1953). No entanto, somente nas duas últimas décadas foram realizados estudos detalhados sobre o assunto, sendo relacionadas através de levantamento bibliográfico ocorrências de coprólitos no território brasileiro (Fernandes, 1993), e publicados trabalhos específicos sobre coprólitos de peixes (Ragonha, 1987), de aves (Castro *et al.*, 1988), mamíferos (Araújo *et al.*, 1989) e humanos (Ferreira *et al.*, 1988).

Neste trabalho, os coprólitos estudados marcam o primeiro registro de icnofósseis na bacia de Alagoas, em camadas sedimentares da Formação Maceió depositadas durante o Cretáceo Inferior. O registro de fósseis associados a essa unidade é representado por ostracodes (Galm, 1997) e peixes ósseos (Malabarba *et al.*, 2002; Malabarba & Garcia, 1990) e restos de matéria orgânica vegetal.

Os dois coprólitos foram coletados no Morro do Camaragibe, estado de Alagoas. O afloramento em questão pertence à Formação Maceió, que apresenta até 600 metros de espessura na área emersa, corresponde à fase de sedimentação transicional ocorrida no período Mesóptiano-Eoalbio (119-116 Ma.) da bacia de Alagoas (Arienti, 2006) (Figura 1).

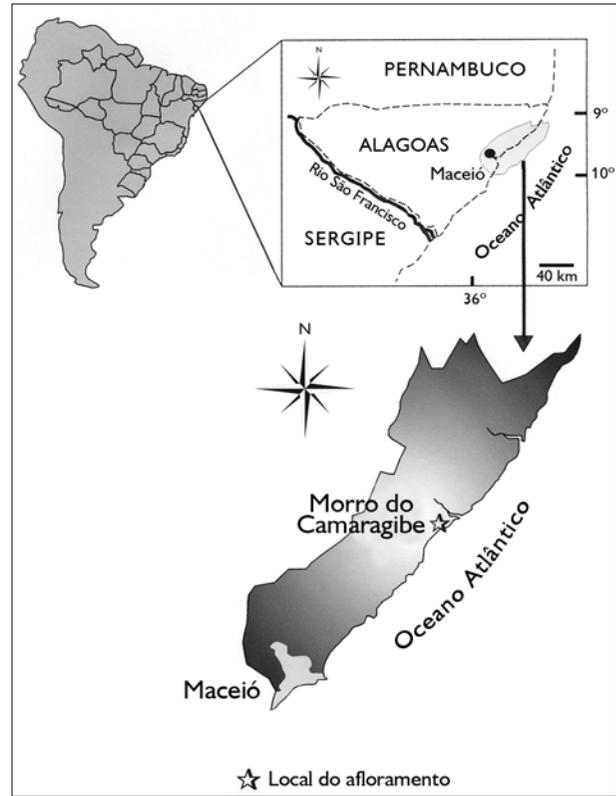


Figura 1. Mapa de localização da área estudada.

As rochas sedimentares da Formação Maceió, anteriormente considerada um membro da Formação Muribeca, são interpretadas, segundo Arienti (2006), como representando depósitos gerados por fluxos gravitacionais do tipo turbiditos hiperpicnais. A deposição ocorreu em um contexto relativamente raso (100 e 300 metros de lâmina d'água). Nesses depósitos, predominam camadas tabulares e canais rasos, representando tratos de sistemas transgressivos durante as fases climáticas úmidas.

A feição litológica do Morro do Camaragibe, onde os coprólitos foram coletados, é caracterizada por uma alternância de arenitos médios e arenitos grossos com grânulos, e intraclastos de folhelhos betuminosos, comumente fluidizados. O registro fóssilífero nesta formação é representado por algas (*Botriquia*), palinomorfos (esporos e pólenes), conchostráceos e por quatro gêneros de peixes (Actinopterygii), sendo dois de água doce (*Ellima*

branneri, Jordan, 1910 e *Dastilbe crandalli*, Jordan, 1910) e dois de ambiente marinho aberto (*Cladocyclus alagoensis*, Jordan 1910 e *Vinctifer punctatus*, Silva Santos, 1985) com exemplares bem preservados nos níveis de folhelhos (Silva Santos, 1985; Jordan, 1910; Malabarba *et al.*, 2002).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise dos aspectos macroscópicos e tafonômicos dos coprólitos foi utilizada lupa estereoscópica. A composição química foi obtida através da análise dos extratos pulverizados da matriz interna, removidos com o uso de brocas de vídia diamantadas de três milímetros de diâmetro previamente esterilizadas, posteriormente, homogeneizados através de maceração, e levados para análise por fluorescência de raios-X em aparelho da marca Rigaku Denki - Geiger flex, semi-automático, com condições de Tubo Rh ($30 \mu\text{A}/40 \text{Kv}$), cristal analisador: LiF, fator de escala 200 e detector de cintilação SC.

Os dois exemplares estão depositados na Coleção de Paleovertebrados do Setor de Paleontologia e Estratigrafia, do Departamento de Geociências, Instituto de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob os números: UFRJ-DG 127-IcV e UFRJ-DG 411-IcV (Figuras 2 e 3).

Os coprólitos coletados apresentam estrutura completa, forma cilíndrica com terminações isopolares. O exemplar UFRJ-DG 127-IcV encontra-se dissociado da matriz sedimentar e possui ranhuras transversais ao longo do eixo longitudinal; a parte externa apresenta cor marrom e na matriz interna cor branca; comprimento de 5,9 cm e 7,8 cm de espessura. O exemplar UFRJ-DG 411-IcV está associado à matriz sedimentar de um folhelho betuminoso e apresenta três dobras transversais ao longo do eixo vertical na porção mediana. Suas dimensões são 4,8 cm de comprimento e 5 cm de espessura.

Quanto ao diagnóstico tafonômico, o exemplar UFRJ-DG 411-IcV, além de estar associado à matriz, apresentando deformações estruturais de afundamento, não demonstra sinais de transporte e, portanto, é considerado autóctone quanto à origem. Diferentemente,

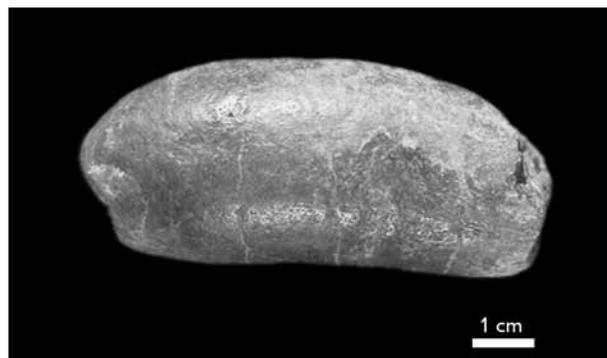


Figura 2. Coprólito UFRJ-DG 127-IcV.

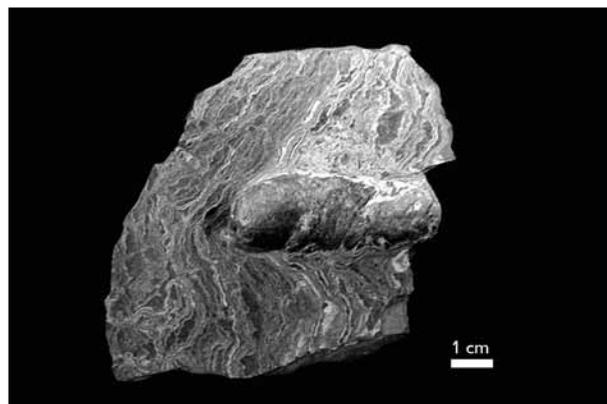


Figura 3. Coprólito UFRJ-DG 411-IcV.

o exemplar UFRJ-DG 127-IcV, devido ao razoável grau de polimento da superfície, é considerado parautóctone.

As análises por fluorescência de raios-X (Tabela 1) mostram que o coprólito UFRJ-DG 127-IcV tem 39,63% de P_2O_5 (17,29% de fósforo) e 44,39% de CaO (31,72% de cálcio), enquanto no coprólito UFRJ-DG 411-IcV foram encontrados teores de 35,18% de P_2O_5 (15,35% de fósforo) e 44,58% de CaO (31,86% de cálcio).

DISCUSSÃO

Os registros de coprólitos na maioria das bacias interiores e marginais do nordeste do período Cretáceo geralmente estão relacionados a comunidades de produtores de ambiente aquático (Souto, 2001). A bacia de Alagoas também revela essa tendência, o que pode ser verificado pela presença dos fósseis de peixes de águas salobras

e marinhas na mesma unidade onde ocorrem esses coprólitos. Entretanto, o bom estado de preservação dos coprólitos pode não ser uma condição predominante para a maioria dos fósseis associados a essa unidade, pois, conforme verificado pelo estado de preservação de ostracodes não marinhos da Formação Maceió em estudos realizados por Galm (1997), o retrabalhamento foi intenso nessa fase de sedimentação, o que, em parte, explica a dificuldade de ocorrência de maior quantidade de material fossilífero.

Nos níveis de folhelhos betuminosos de onde foi retirado o exemplar UFRJ-DG 411-IcV, também estão presentes fósseis de gêneros de peixes tanto de mar aberto como de águas continentais (Carvalho & Lima, 2002). Ao contrário, o exemplar UFRJ-DG 127-IcV, preservado em condições dissociadas da matriz sedimentar e em níveis de arenitos médios a grossos, com características paraúctones devido ao polimento da superfície e ausência de fraturas, indica que passou por transporte antes da sua deposição. Em ambas as ocorrências, a morfologia (forma e tamanho) indica que o produtor seria de dieta carnívora, visto que a maioria dos excrementos de vertebrados fósseis ou modernos apresenta, em grande parte dos casos, esse padrão estrutural, independente do grupo taxionômico envolvido (Thulborn, 1991; Hunt *et al.*, 1994). A composição química é outra evidência da dieta carnívora. Segundo Edwards (1973), a concentração elevada de fósforo em coprólitos associados a produtores carnívoros, está relacionada à presença de fragmentos ósseos não digeridos, semelhante às proporções encontradas nesses exemplares (Tabela 1).

Quanto à correlação entre a condição de preservação dos coprólitos e o processo de sedimentação, ambos testemunham a ocorrência de tratos de sistema transgressivo descritos por Arienti (2006), onde predominaram as alternâncias climáticas de períodos úmidos com cheias fluviais, e de períodos secos, com depósitos lacustrinos lamosos durante o intervalo estudado, o que explica o fato de ambos apresentarem aspectos distintos de deposição.

Tabela 1. Análise por fluorescência de raios-X dos extratos da matriz interna dos coprólitos UFRJ-DG 127-IcV e UFRJ-DG 411-IcV (t: teor abaixo do limite de detecção (0,01%); nd: não detectado).

Elementos (% peso)	Amostras	
	127-IcV	411-IcV
SiO ₂	t	1,47
TiO ₂	t	nd
Al ₂ O ₃	t	0,89
Fe ₂ O ₃	1,53	1,77
MnO ₂	t	0,19
MgO	t	0,67
CaO	44,39	44,58
K ₂ O	t	nd
P ₂ O ₅	39,63	35,18
SO ₃	0,86	0,38
SrO	2,25	0,89
ZrO ₂	0,60	0,34
CeO ₂	t	0,49
H ₂ O	10,74	13,15

CONCLUSÕES

Podemos concluir que os coprólitos aqui estudados, tanto pela morfologia quanto pela composição química, estão relacionados a peixes de comportamento de níveis tróficos secundários, ou seja, predadores que provavelmente desempenhariam sua atividade alimentar em ambientes de águas doces ou salobras, possivelmente predando peixes de espécies menores entre as quais *Dastilbe* ou *Ellimma*, à semelhança do que tem sido observado em outras ocorrências dessa paleoictiofauna na bacia do Araripe (Maisey, 1994).

Conforme o registro fossilífero presente nessa unidade, os possíveis produtores que desempenhariam o padrão de hábito alimentar carnívoro são representados por *Vinctifer* e *Cladocyclus* que, embora sejam peixes predadores preferencialmente de mar aberto, apresentam estrutura fisiológica excretora compatível com a estrutura dos coprólitos aqui estudados.

Circunstancialmente, a presença dos coprólitos de indivíduos predadores durante as diferentes fases do processo de sedimentação confirma a hipótese da incursão de espécies de maior porte aos ambientes de águas continentais, os quais seriam favorecidos durante os momentos de transgressões marinhas.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. M. S. S. Carvalho, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/RJ), pela orientação fornecida nos estudos referentes à paleoictiofauna, à professora Dra. C. G. Vilela, do Departamento de Geologia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelo acesso ao material; e ao professor J. C. Valença, do Laboratório de Fluorescência de Raios X, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pelas análises do material. Este trabalho foi realizado no âmbito dos projetos apoiados pela Fundação de Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, O. R. & V. DEQUECH, 1946. Contribuição para a geologia do meio-norte, especialmente Piauí e Maranhão. **Anais do Congresso Panamericano de Engenharia de Minas e Geologia** 3(2): 69-109.

ARAÚJO, A. J. G., L. F. FERREIRA, U. E. C. CONFALONIERI, M. CHAME & B. BIBERIOFILHO, 1989. *Stroglyoides ferrerae* Rodrigues, Vicente & Gomes, 1985 (Nematoda, Rhabdiasoidea) in rodent coprolites (8.000-2.000 years Bp) from archaeological sites from Piauí, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 84: 493-496.

ARIENTI, L. M., 2006. Depósitos de fluxos gravitacionais da Formação Maceió - Bacia de Alagoas, NE do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobrás** 14(2): 357-385.

BRANNER, J. C. & J. E. NEWSON, 1902. The phosphate rocks of Arkansas. **Arkansas Agricultural Experimental Station Bulletin** 74: 1-64.

CARVALHO, M. S. S. & R. S. LIMA, 2002. Os fósseis da Bacia de Sergipe-Alagoas, peixes de água doce. **Phoenix** 40: 1-4.

CASTRO, A. C. J., A. C. S. FERNANDES & I. S. CARVALHO, 1988. Coprólitos de aves da Bacia de Taubaté, SP. **Anais do Congresso Brasileiro de Geologia** 35(6): 2358-2370.

EDWARDS, P. D., 1973. Qualitative X-ray diffraction and X-ray fluorescence analyses of some Oligocene coprolites. **University of Wyoming Contributions to Geology** 12: 25.

FERNANDES, A. C. S., 1993. Bibliografia indexada sobre estudos e registros de estruturas biogênicas no Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia** 16(37): 49-106.

FERREIRA, L. F., A. ARAÚJO & U. CONFALONIERI, 1988. **Paleoparasitologia no Brasil**: 1-160. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

GALM, P. C., 1997. Um caso histórico de retrabalhamento na Bacia de Alagoas, Nordeste do Brasil. **Boletim de resumos do Congresso Brasileiro de Paleontologia** 15: 10.

GILMORE, B. G., 1992. Scroll coprolites from the Silurian of Ireland and the feeding of early vertebrates. **Palaeontology** 35: 319-333.

JORDAN, D. S., 1910. Description of a collection of fossil fishes from the bituminous shales at Riacho Doce, State of Alagoas, Brazil. **Annals of Carnegie Museum** 7: 23-34.

KEGEL, W., 1953. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia** 141: 1-48.

HUNT, A. P., K. CHIN & M. LOCKLEY, 1994. The palaeobiology of vertebrate coprolites. In: S. DONOVAN (Ed.): **The palaeobiology of trace fossils**: 221-240. John Wiley, London.

LOGAN, W. E. & T. S. HUNT, 1954. On the chemical composition of recent and fossil *Lingulae* and some other shells. **American Journal of Science** 67: 235-239.

MALABARBA, M. C. S. L. & A. J. V. GARCIA, 1990. Peixes (Semionotidae e Hybodontidae) do Jurássico e Cretáceo da Bacia Sergipe-Alagoas, Brasil. **Paula-Coutiana** 4: 61-77.

MALABARBA, M. C. S. L., D. A. CARMO & I. G. PEREZ, 2002. Novos peixes fósseis da Formação Maceió, Bacia de Alagoas, Nordeste do Brasil. **Boletim do Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil** 6: 303-306.

MAISEY, J. G., 1994. Predator-prey relationship and trophic level reconstruction in a fossil fish community. **Environmental Biology of Fishes** 40: 1-22.

ÖPIK, A. A., 1953. Lower Silurian fossils from the "Iliaenus Band". Heathcote, Victoria. **Memoirs of the Geological Survey of Victoria** 19: 1-42.

RAGONHA, E. W., 1987. Coprólitos espiralados da Formação Corumbataí. **Atas do Congresso Brasileiro de Paleontologia** 10(1): 307-317.

RUDEMANN, R., 1929. Fossils from the Permian Tillite of São Paulo, Brazil and their bearing on the origin of the tillite. **Geological Society of America Bulletin** 40: 417-426.

SILVA SANTOS, R., 1985. **Sobre a presença do *Vinctifer* Jordan (Pisces, Aspidorhynchiformes) na Formação Muribeca, Estado de Alagoas:** 147-150. Departamento Nacional da Produção Mineral (Coletânea de Trabalhos Paleontológicos), Brasília.

SOUTO, P. R. F., 2001. New occurrences of coprolites from the Araripe Basin (Upper Jurassic and Lower Cretaceous, Brazil). **Paleobios** 21(2): 119.

THULBORN, R. A., 1991. Morphology, preservation and paleobiological significance of dinosaur coprolites. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 83: 341-366.

Recebido: 20/01/2010
Aprovado: 24/08/2010

