

Com os melhores cumprimentos,

Carlos Marques da Silva

Estudo dos Gastrólitos do Dinossáurio *Lourinhasaurus* do Jurássico Superior Português*

P. DANTAS**, C. FREITAS***, T. AZEVEDO***, A. GALOPIM DE CARVALHO (**)(***),
D. SANTOS** (†), F. ORTEGA****, V. SANTOS**, J.L. SANZ****,
C. MARQUES DA SILVA***, & M. CACHÃO***

Palavras-Chave: Kimeridgiano-Tithoniano; Sauropodomorpha; *Lourinhasaurus*; Gastrólitos; Análise sedimentológica; Portugal.

Resumo: Estudo de cento e vinte gastrólitos associados aos seus restos osteológicos de um dinossáurio saurópode da margem ocidental da Península Ibérica. É feita a revisão do conceito de gastrólito e são apresentados parâmetros diversos de carácter estratigráfico, sedimentológico e anatómico para o seu estudo. Neste exemplar de *Lourinhasaurus* a maioria dos gastrólitos estava concentrada perto das vértebras cervicais posteriores e dorsais anteriores correspondendo provavelmente a uma acumulação de gastrólitos provenientes do papo. Os gastrólitos têm diferentes formas, tamanhos e brilhos, mas todos eles são bem polidos. A maioria é de natureza quartzosa.

Key-Words: Kimmeridgian-Tithonian; Sauropodomorpha; *Lourinhasaurus*; Gastroliths; Sedimentological analysis; Portugal.

Abstract: This note reports the discovery and the study of more than a hundred sauropod dinosaur's gastroliths, associated with osteologic remains, in the occidental coastal region of the Iberian Peninsula. The gastrolith's concept is reviewed and several stratigraphical, sedimentologic and anatomic parameteres for its study, are presented. Most of the gastroliths were concentrated near the anterior dorsal and posterior cervical vertebrae of the *Lourinhasaurus* specimen, corresponding probably to an original gastroliths accumulation in the animal's crop. The gastroliths have different shapes, sizes and brightnesses but they are well polished. Mostly of them are made of quartz.

INTRODUÇÃO

Associados ao esqueleto de um grande saurópode, *Lourinhasaurus alenquerensis* (LAPPARENT & ZBYSZEWSKI, 1957), foram encontrados em depósitos do Jurássico superior (Kimeridgiano sup. - Tithoniano inf.) da Jazida da Praia de Porto Dinheiro - zona da Lourinhã (carta geológica de Portugal nº 30 - A; escala 1:50.000) - cento e vinte gastrólitos (DANTAS *et al.*, 1993).

Considerações sobre as características sedimentológicas, estratigráficas, paleontológicas e paleobiológicas desta jazida foram já apresentadas, bem como o estudo de parte dos restos osteológicos do exemplar de *Lourinhasaurus* com o qual estavam associados (DANTAS *et al.* 1992, 1998).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Gastrólitos são calhaus ou concreções encontrados dentro do corpo de alguns invertebrados e de distintos grupos de vertebrados e que estão claramente associados a aspectos funcionais ou biológicos, não acidentais. Eles podem provir do papo, do estômago ou da moela dos animais.

Dentro dos grupos taxonómicos do presente e do passado que fazem ou fizeram uso de gastrólitos citem-se: alguns crustáceos decápodes - secção *Macrura* (FRIZZELL & EXLINE, 1958; UENO, 1980) -, insectos (Blatopteroidea Isoptera), certos anfíbios arcaicos - Temnospondyli Trematosauroida da família Rhytidosteidae (WARREN & HUTCHINSON, 1987) -, sauropterígio plesiossáurios (BROWN, 1904; JANENSCH, 1928; DARBY & OJAKANGAS, 1980), alguns eosuquios - família Tangasauridae (HAUGHTON, 1924; PIVETAU, 1955) -, crocodilianos (Cott, 1961; DARBY & OJAKANGAS, 1980), diversos dinossáurios e alguns mamíferos marinhos do grupo Pinnipedia (SCHROEDER & WEGEFORTH, 1935; EMERY, 1941).

Entre os dinossáurios que utilizavam gastrólitos destacam-se as aves (BAKKER, 1986; BREWSTER, 1987), alguns prosaurópodes - famílias Massospondylidae e Plateosauridae (RAATH, 1974; GALTON, 1973) - saurópodes das famílias Diplodocidae e Dicraeosauridae (CANNON, 1906; JANENSCH, 1929; BIRD, 1985; GILLETTE *et al.*, 1990; GILLETTE, 1991; MANLEY, 1991; CALVO, 1994; CHRISTIANSEN, 1996), alguns ceratópsios primitivos da família Psittacosauridae (BROWN, 1941; THULBORN, 1990), ornitópodes da família Hadrosauridae (BROWN, 1907; BIRD, 1985) e alguns ankylossáurios (BAKKER, 1986).

As funções dos gastrólitos, segundo a bibliografia disponível, podiam ser: aliviar as "angústias" da fome (hipótese, além de polémica, muito duvidosa; THULBORN, 1990), auxiliar no processo de esmagamento, moagem e trituração dos alimentos (CHARIG, 1988; THULBORN, 1990), lastro para rápidas imersões (em certos animais aquáticos) (CHARIG, 1988; THULBORN, 1990) e fontes de carbonato para "mudas" do exoesqueleto calcário - nalguns crustáceos malacostráceos decápodes (e.g. lagostas e lagostins; FRIZZELL & EXLINE, 1958; WENO, 1980).

* Trabalho realizado no âmbito do projecto de investigação "Dinossáurios Jurássicos da Lourinhã e de Pombal (Leiria)"(1989 - 92), subsidiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e baseado numa comunicação ao "Premier Congrès Européen de Paléontologie"(Lyon, 7 - 9 Julho 1993).

** Museu Nacional de História Natural Universidade Lisboa, Rua da Escola Politécnica, 58, P-1294 LISBOA CODEX PORTUGAL.

*** Departamento e Centro de Geologia da Universidade de Lisboa, Bloco C2, 5º Piso, Campo Grande, P-1700 LISBOA PORTUGAL.

**** Unidad de Paleontología, Depart. de Biología, Facult. de Ciencias, Universidad Autónoma, 28049 CANTOBLANCO MADRID ESPANHA.

† - Participação a título póstumo.



O grau de probabilidade ou de certeza de determinados clastos serem gastrólitos é graduado, por ordem crescente, de 1 a 4, quando são encontrados nas seguintes situações:

- 1 - os clastos estão incorporados em unidades geológicas que não contêm fósseis de animais utilizadores de gastrólitos;
- 2 - os clastos encontram-se englobados em unidades geológicas que contêm fósseis de animais que utilizam gastrólitos nas suas funções biológicas, mas os clastos não estão directamente associados com quaisquer restos de fósseis;
- 3 - os clastos situam-se próximo de restos fossilíferos, mas estes restos encontram-se muito incompletos e desarticulados;
- 4 - os clastos estão concentrados e em evidente associação com restos fósseis (ossos, por exemplo) em conexão anatómica.

No entanto, outros factores podem aumentar, ou diminuir, o grau de certeza quanto à identificação de gastrólitos. Estão neste caso o exotismo petrológico dos clastos em relação à zona onde foram encontrados e/ou o facto de se inserirem fora do contexto sedimentológico das camadas de onde são provenientes (MANLEY, 1991)

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Os gastrólitos do conjunto estudado (mais de cento e vinte) foram encontrados associados a parte importante do esqueleto axial de grande saurópode, *Lourinhasaurus alenquerensis* (LAPPARENT & ZBYSZEWSKI, 1957) (vide DANTAS *et al.*, 1998). A maioria dos restos osteológicos recuperados encontram-se em conexão anatómica. Os restos ósseos e os gastrólitos provêm de níveis granulometricamente finos, evidenciando sedimentação em ambiente aquático de profundidade muito reduzida, pouco oxigenado e de temperatura elevada, onde predominavam condições de fraco hidrodinamismo. Neste sentido, os elementos líticos (balastos) salientam-se pelo seu carácter de excepção e incompatibilidade com o regime hidrodinâmico que terá permitido a sedimentação da matriz arenítica onde estes se inseriam.

A maior parte dos gastrólitos estava concentrada em estreita espessura de sedimentos, numa região próxima da das duas últimas vértebras cervicais e das duas a três primeiras dorsais, correspondendo provavelmente a uma acumulação original de gastrólitos proveniente do papo do animal. A porção posterior do esqueleto foi destruída por erosão (nota: a parte mais anterior do corpo também havia desaparecido mas por motivos seguramente diferentes, não sendo de excluir a hipótese de um acto de predação) o que não tornou possível saber da existência, ou não, de uma outra concentração de calhaus numa região mais posterior do corpo (zona do estômago ou da moela) e que tem sido registada, por vezes, associada a esqueletos de saurópodes.

Litologia

A composição litológica dos elementos líticos estudados é essencialmente de quartzo (92.8%). Também estão presentes clastos de granito róseo (3.2%), de arenito (1.6%), de quartzito (0.8%), de arcose (?) (0.8%), entre outros (0.8%). Estes dados podem ser o resultado de erosão diferencial sobre os gastrólitos dentro do corpo do animal. Estamos provavelmente perante as litologias disponíveis já que as litologias de alguns clastos são mais sensíveis aos sucos digestivos do que outras.

Morfometria

O histograma com as dimensões do comprimento máximo dos clastos afigura-se-nos fortemente unimodal com a classe dos 35mm mais desenvolvida. O maior comprimento registado é de 85.6 mm e o menor é de 21.7 mm, sendo a média de 40.5 mm.

Quanto ao histograma dos pesos apresenta-se-nos de tipo log normal e levemente bimodal em que a moda dos 25 g está muitíssimo bem definida. A curva estabelecida é muito assimétrica. Aqui, temos um valor de peso máximo de 367.5 g, um valor de peso mínimo de 3.8 g, um valor de peso médio de 38.3 g e um peso total registado de 4521.8 g.

O histograma dos volumes denota também uma distribuição log normal levemente bimodal. A classe dos 10 cm³ é a mais evidenciada. O volume máximo é de 276.42 cm³, enquanto o volume mínimo é de 4.07 cm³ e o volume médio de 29.76 cm³. O volume total é de 3511.53 cm³.

As formas dos gastrólitos apontam, segundo os parâmetros morfométricos, para uma maioria discoidal (35.6%) e esférica (33.9%) em detrimento das formas bastonadas (23.7%) e laminadas (6.8%). A projecção no diagrama de DOBKINS & FOLK (1970) do valor médio da esfericidade e da forma (índice OP) mostra que os clastos têm características evolutivas típicas de ambiente fluvial.

Exoscopia

Todos os clastos se apresentam bem polidos. A análise exoscópica ao scanning revela-nos, aliás, superfícies mais polidas do que as afectas aos domínios fluvial e de praias marinhas. Os sulcos e as marcas de choque observados, próprios de ambiente de média e alta energia, parecem ser marcas de carácter primário ou herdadas.

Os calhaus com brilho em apenas parte da sua superfície (resultante de superfícies estruturais do quartzo) predominam ligeiramente (50% do total) sobre o número de calhaus sem brilho (46%) e claramente sobre os calhaus com brilho em toda a sua superfície (calhaus com brilho especial podendo ser derivado a acção dos sucos digestivos do animal) - 4%.

CONCLUSÕES

Perante o conjunto de dados apresentados, é comprovada a relação indiscutível dos elementos líticos estudados com gastrólitos face aos seguintes aspectos:

- foram encontrados concentrados e em relação com o esqueleto do saurópode (grau de probabilidade 4);
- a grossa maioria deles é considerada petrologicamente exótica para a zona envolvente, contendo elementos que actualmente afloram num bloco sobreelevado do soco, a ocidente do local de recolha (ilha da Berlenga);
- são absolutamente contrastantes com o contexto sedimentológico onde se inserem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de Ana Oliveira, da Câmara Municipal da Lourinhã, de Santiago G. Tudanca (Facultad Ciências Universidad de Salamanca) e do Grupo de Etnologia e Arqueologia da Lourinhã.

Trabalho realizado no âmbito do Projecto "Dinossáurios Jurássicos de Lourinhã e Pombal" (1989-92), financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e JNICT (BM/862/90-RN e BM/2206/91 - RN).

Contribuição nº 23 do Grupo PALEO - Grupo de Paleontologia do Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa.

BIBLIOGRAFIA

- BAKKER, R.T. (1986) - The Dinosaur Heresies. *William Morrow*, Nova Iorque, 481 p.
- BIRD, R. T. (1985) - Bones for Barnum Brown. *Forth Worth, Texas Christian Univ. Press*, pp. 208 - 219.
- BREWSTER, B. (1987) - Te Moa. The life and death of New Zealand's unique bird. *Nikau Press (New Zealand)*, 61 p.
- BROWN, B. (1904) - Stomach stones and food of plesiosaurs, *Science*, N.S. 20 (501): pp. 184 - 185.
- BROWN, B. (1907) - Gastroliths. *Science*, N.S. 25 (636): p. 392.
- BROWN, B. (1941) - The last dinosaurs. *Nat. Hist.*, 48: pp. 290 - 295.
- CALVO, J.O. (1994) - Gastroliths in sauropod dinosaurs, *Gaia*, 10: pp. 205 - 208.
- CANNON, G.L. (1906) - Sauropodan gastroliths. *Science*, N.S. 24 (604): p. 116.
- CHARIG, A. (1988) - A new look at the dinosaurs. *British Museum Nat. History Publ.*, 28 p.
- CHRISTIANSEN, P. (1996) - The evidence for and the implications of Gastroliths in sauropods (Dinosauria, Sauropoda), *Gaia*, 12, pp. 1 - 7.
- COTT, H.B. (1961) - Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile Crocodile (*Crocodilus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Trans. Zool. Soc. London*, 29 (4): pp. 211 - 391.
- DANTAS, P.; FREITAS, C.; AZEVEDO, T.; SANZ, J.L.; GALOPIM DE CARVALHO, A.; SANTOS, D. & SANTOS, V. (1993) - Sauropod Gastroliths study from Upper Jurassic of Lourinhã region (Western Portugal). *Res. Comunic. "Premier Congrès Européen de Paléontologie"*, Lyon, p. 34.
- DANTAS, P.; SANZ, J.L. & GALOPIM DE CARVALHO, A.M. (1992) - Dinossáurio da Praia de Porto Dinheiro (dados preliminares) - *Gaia*, 5, pp. 31-35.
- DANTAS, P.; SANZ, J.L.; MARQUES DA SILVA, C.; ORTEGA F.J.; SANTOS, V. & CACHÃO, M. (1998) - *Lourinhasaurus* n.gen. Novo Dinossáurio Saurópode do Jurássico Superior (Kimeridgiano Sup. - Titoniano Inf.) de Portugal. *V Congresso Nacional de Geologia*, Lisboa, (presente volume).
- DARBY, D.G. & OJAKANGAS, R. W. (1980) - Gastroliths from an Upper Cretaceous plesiosaur. *Journ. Paleontology*, 54: pp. 548 - 556.
- DOBKINS, J.E. & FOLK, R.L. (1970) - Shape development on Tahiti-Nui. *J. Sed. Petrol.* 40 (4): pp. 1167 - 1203.
- EMERY, K.O. (1941) - Transportation of rock particles by sea-mammals. *J. Sed. Petrol.* 11 (2): pp. 92 - 93.
- FRIZZELL, D.L. & EXLINE, H. (1958) - Cretaceous gastroliths from the Clairborn Eocene of Texas. *Micropaleontology*, 4: pp. 273 - 280.
- GALTON, P.M. (1973) - On the Anatomy and relationships of *Efraasia diagnostica* (V. HUENE) n. gen, a prosauropod dinosaur (Reptilia, Saurischia) from the Upper Triassic of Germany. *Palaeontol. Z.*, 47: pp. 229 - 255.

- GILLETTE, D.D. (1991) – *Seismosaurus hallii*, gen. et sp. Nov., a new sauropod dinosaur from the Morrison Formation (Upper Jurassic / Lower Cretaceous) of New Mexico, USA. *J. Vert. Paleontol.*, 11 (4): pp. 417 – 433.
- GILLETTE, D.D.; BECHTEL, J.W. & BECHTEL, P. (1990) – Gastroliths of a sauropod dinosaur from New Mexico, *J. Vert. Paleontol.* (supl. 3), 10: 24 p.
- HAUGHTON, S.H. (1924) – On reptilian remains from the Karroo beds of East Africa. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, 17: pp. 32 – 45.
- JANESNCH, W. (1928) – Ein Plesiosaurier rest mit Magensteinen aus mittlerem Lias von Quedlinburg, *Sitz. Ber. D. Cos. Naturf. Fr.*, Berlim, pp. 89 – 94.
- JANESNCH, W. (1929) – Magenstein bei Sauropoden der Tendaguru Schichten. *Palaeontographica* (supl. 7), 2: pp. 135 – 144.
- MANLEY, K. (1991) – Gastrolith identification and sauropod dinosaur migration. *Geol. Society Amer. Abst. Prog.*, 23 (4), p. 45.
- PIVETEAU, J. (1955) – *Traité de Paléontologie*, Masson, Paris: 1113 p.
- RAATH, M.A. (1974) – Fossil vertebrate studies in Rhodesia: further evidence of gastroliths in prosauropod dinosaurs. *Arnoldia*, 7 (5): pp. 1 – 7.
- SCHROEDER, C.R. & WEGEFORTH, H.M. (1935) – The occurrence of gastric ulcers in sea mammals of the California coast, their etiology and pathology. *Journ. Am. Vet. Med. Assoc.*, N.S. 87 (40): pp. 333 – 342.
- THULBORN, T. (1990) – *Dinosaur Tracks*. St. Edmundsbury Press, Grã-Bretanha, 325 p.
- WENO, M. (1980) – Calcium transport in crayfish gastrolith disc: morphology of gastrolith disc and ultrahistochemical demonstration of calcium. *The Journ. Exp. Zool.*, 213: pp. 161 – 171.
- WARREN, A.A. & HUTCHINSON, M.N. (1987) – The skeleton of a new hornless rhystidosteid (Amphibia, Temnospondyli). *Alcheringa*, 11: pp. 291 – 302.