

Anais da

Academia
Brasileira de
Ciências



MCMXVI

Vol. 67, Nº 3, 1995

Pseudoicnofósseis em Rochas da Bacia Pré-cambriana de São João del Rei (Minas Gerais)

ISMAR DE SOUZA CARVALHO¹, ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES²,
ANDRÉ RIBEIRO¹ e FÁBIO VITO PENTAGNA PACIULLO¹

¹Instituto de Geociências/UFRJ

²Museu Nacional/UFRJ e Instituto de Geociências/UERJ

*Manuscrito recebido em 6 de outubro de 1993; aceito para publicação em 1 de abril de 1995
credenciado por CANDIDO S. FERREIRA*

ABSTRACT

The São João del Rei basin, located at the southern margin of the São Francisco Craton, originated after the Transamazonian thermotectonic event in Early Proterozoic times. Two marine transgressive events, represented by the Tiradentes and Lenheiro Depositional Cycles, deposited huge quartzitic platform sequences. Later uplifting of source areas produced lagoonal to increasing fluvial deposition. Finally, after tectonism, basic intrusions and a long period of denudation, a new transgression occurred, represented by the shales and limstones of the Carandaí Depositional Cycle.

In the fine lagoonal sediments belonging to the second depositional cycle, structures originally described as formed by biological activity (icnofossils) are reinterpreted as syneresis mud cracks. The physical and chemical conditions of the environment can produce sedimentary structures similar to biogenic ones. This fact introduces a discussion about the validity of metazoans trace fossils in rocks older than Upper Proterozoic.

Also described are some recent bioerosion structures produced by recent insects and myriapods, as well as by roots, in weathered Carandaí shales. These structures can also be misinterpreted as trace fossils due its peculiar aspects. It is presented their real nature and the way are produced.

Key words: pseudoicnofósseis, icnitos recentes, pré-cambriano, ciclo deposicional lenheiro, ciclo deposicional Carandaí.

INTRODUÇÃO

Estruturas sedimentares de origem inorgânica, interpretadas erroneamente como icnofósseis, vem sendo motivo de discussão por diversos autores. Cloud (1973) alertou para a presença de pseudo-fósseis em rochas pré-cambrianas e do Fanerozóico, interpretados como estruturas biogênicas resultantes da atividade de metazoários. Karcz *et al.* (1974) demonstraram, experimentalmente, que a ação de fluídos sobre argilas, logo após sua deposição, pode resultar em estruturas morfológicamen-

te semelhantes a vários icnogêneros comumente registrados em depósitos de águas rasas.

A possibilidade de agentes físicos ou químicos produzirem feições sedimentares que se assemelhem a bioturbações, bem como a suposta inexistência de metazoários em rochas mais antigas do que o Proterozóico Superior, tem levado vários especialistas a amplo debate sobre a validade de icnofósseis no Proterozóico e Arqueozóico. Em grande parte são, então, designados como "dubiofósseis" (*sensu* Hofmann, 1972), em virtude da au-

sência de evidências definitivas de sua origem biológica.

Este artigo procura descrever e interpretar várias estruturas, consideradas como de origem orgânica, e que são encontradas em metassedimentos proterozóicos do sul do Craton do São Francisco, região de São João del Rei, Minas Gerais. Devido a morfologia alongada, sinuosa e aparentemente ramificada, mostram-se similares à algumas estruturas biogênicas produzidas por artrópodes ou anelídeos.

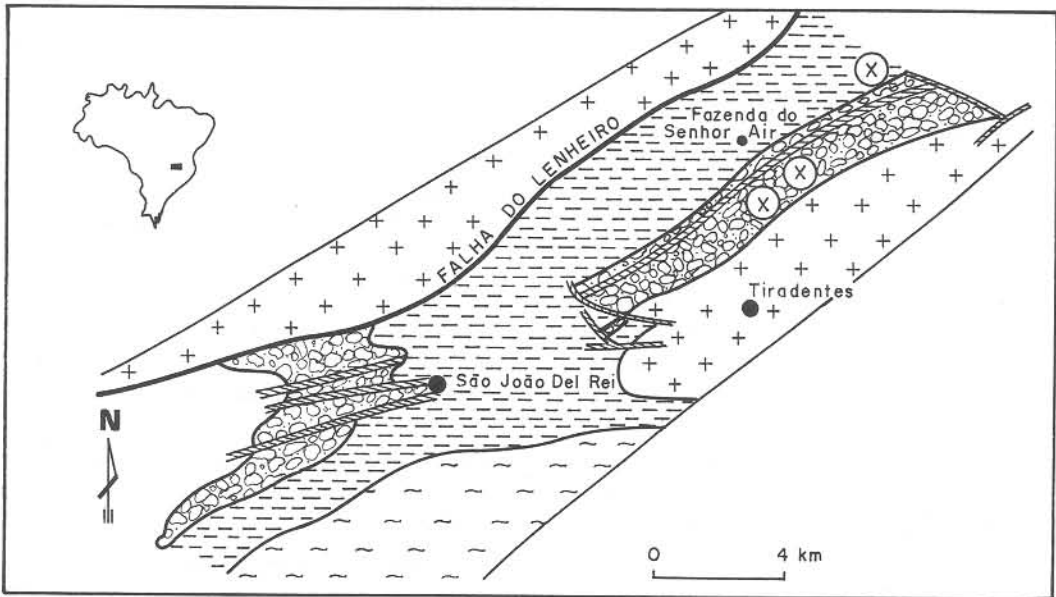
O material estudado encontra-se depositado na coleção de paleoinvertebrados do Departamento

de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ, sob os números MN 5.803-I a 5.816-I.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Os metassedimentos de São João del Rei, Minas Gerais, afloram nas serras de São José e Lenheiro (Fig. 1). São depósitos intracratônicos dispostos em discordância litológica e angular sobre ortognaisses e seqüências supracrustais afetadas pelo termo-tectonismo Transamazônico (2100-1800 Ma.).

O primeiro pacote sedimentar pós-Transamazônico na região (Ciclo Depositional Tiradentes) constitui-se, principalmente, por quartzo-arenitos



- CICLO DEPOSICIONAL ANDRELÂNDIA
- CICLO DEPOSICIONAL CARANDAÍ
- INTRUSÃO DE ROCHAS BÁSICAS
- CICLOS DEPOSICIONAIS TIRADENTES E LENHEIRO
- EMBASAMENTO
- PONTOS ESTUDADOS NESSE TRABALHO

Fig. 1 — Mapa geológico simplificado das seqüências proterozóicas de São João del Rei, MG.

(metaquartzitos) com estruturas primárias que registram sedimentação litorânea e plataformal proximal, sob influência de marés. Acima desse pacote, sobre superfície erosiva, depositaram-se seqüências arenosas, seguidas por pelitos e arenitos, capeados por conglomerados (Ciclo Depositional Lenheiro). São interpretadas como parte de um sistema litorâneo-fluvial que reflete a continentalização parcial do setor. Diques básicos (metabasitos), de idade duvidosa (ca. 1800 Ma.-Sm/Nd), cortam o conjunto acima. Em discordância angular e sobre paleo-relevo escavado nas sucessões anteriores até o embasamento, assenta-se o pacote pelítico e carbonático do Ciclo Depositional Carandaí (Ribeiro *et al.*, 1990). As seqüências foram então afetadas por termo-tectonismo no Proterozóico Médio e Superior, atingindo grau fraco de metamorfismo nas fácies xisto-verde.

Estruturas semelhantes a bioturbações foram encontradas em metapelitos carbonosos do Ciclo Depositional Lenheiro. Associadas a essas estruturas ocorrem gretas de ressecamento e outras que caracterizam paleoambiente lagunar e de planície de maré. Outras estruturas, claramente biogênicas e recentes, desenvolveram-se em metapelitos intemperizados do Ciclo Depositional Carandaí.

OS ICNOFÓSSEIS DO PROTEROZÓICO

As últimas duas décadas têm presenciado uma verdadeira batalha de conceitos, dados paleontológicos e modelos biológicos sobre a cronologia e processos evolutivos que envolvem o aparecimento dos metazoários, assunto já abordado de forma concisa por Glaessner (1983). Embora os dados sobre a paleozoologia pré-vendiana sejam acentuadamente limitados, acredita-se que os metazoários tenham se originado no Proterozóico Superior (950-650 Ma.), com rápida evolução a partir do Ediacariano até o Cambriano (Glaessner, 1983). Esta concepção traz, portanto, dificuldades para interpretação de diversas estruturas sedimentares pré-ediacarianas como verdadeiramente biogênicas, produzidas por metazoários vermiformes. Além disso, as dimensões dessas estruturas seriam, por si só, motivo de dúvidas quanto a sua origem, pois os fósseis de metazoários do Proterozóico

apresentam sempre dimensões diminutas incompatíveis com as das estruturas em discussão. Verdadeiros traços fósseis seriam conhecidos desde o Rifeano Médio (1350-1050 Ma.; Fedonkin, 1978), mas somente a partir do Vendiano (660-590 Ma) é que tais estruturas têm apresentado repetidos elementos de simetria e demonstrado ampla distribuição geográfica que permitam uma interpretação biogênica segura (Crimes, 1987).

Algumas das estruturas sedimentares identificadas inicialmente como fósseis corporais ou icnofósseis, presentes em unidades litoestratigráficas proterozóicas brasileiras, foram, posteriormente, classificadas como pseudofósseis ou abióglifos. O Grupo Bambuí, por exemplo, tem reunido os casos mais curiosos. Derby (1880) e Maury (1929) haviam reconhecido a presença de corais tabulados nos calcários de Bom Jesus da Lapa (Bahia), os quais chegaram a ser utilizados na datação destas rochas como de idade siluriana. Beurlen (1955) os classificou como estilólitos e, finalmente, foram identificados por Mendes & Wernick (1964, p. 76) como "agregados minerais substituídos por sílica", provavelmente a tremolita. Rosetas de pirita, lembrando formas medusóides, também foram registradas em planos de clivagem de ardósias dessa mesma unidade, procedentes de Sete Lagoas, Minas Gerais (Cloud, 1973; Cloud & Dardenne, 1973; Moeri, 1972). Além dessas estruturas, Fernandes (1985) interpretou como abióglifos as impressões classificadas como *Arthraria riachaoensis* por Maury (1929) em ardósias do córrego Riachão (Felixlândia, Minas Gerais).

São poucas as citações e descrições de verdadeiros icnofósseis de possível idade proterozóica no Brasil, cujos registros relacionam-se ao limite Vendiano-Cambriano. Muniz (1980) descreveu o icnofóssil *Cochlichnus lagartensis*, encontrado em rochas da Formação Lagarto (Grupo Estância, Estado de Sergipe). Caracterizado por traços horizontais senoidais bastante alongados, seu gerador seria um animal vermiforme. Em arenitos da Formação Raizama (Grupo Alto Paraguai) da região de Cáceres (MT), Zaine *et al.* (1991) observaram a presença de traços simples e horizontais também atribuídos a organismos vermiformes. Netto *et al.* (1992) registraram a ocorrência dos icnofósseis *Didymau-*

lichnus, *Intrites* e *Planolites* em sedimentitos das bacias Camaquã e Santa Bárbara (Rio Grande do Sul), utilizando-os para atribuir a idade vendiana superior para esses estratos. *Didymaulichnus* seria atribuído a deslocamento de moluscos, *Intrites* refletiria atividade de repouso de celenterados e *Planolites* representaria um traço de alimentação de um organismo vermiforme sedimentófago, não seletivo (Netto *et al.*, 1992). Indiretamente, esses icnofósseis seriam indicadores da existência desses grupos de organismos no Proterozóico brasileiro.

OS PSEUDOICNOFÓSSEIS DO CICLO DEPOSITACIONAL LENHEIRO

Os pseudoicnofósseis encontrados em metapelitos do Ciclo Depositional Lenheiro (Figs. 2 e 3) são formas tubulares com dimensões uniformes,

cujas extremidades se apresentam afiladas. Dispõem-se, essencialmente, de forma retilínea a suavemente recurvada, intercruzando-se com frequência (Figs. 4 e 5). Por vezes, apresentam um aspecto morfológico que se confunde com pequenas ramificações. O diâmetro da porção mais larga dos tubos possui entre 0,4 e 0,5 cm. O maior comprimento observado foi de 9,0 cm e, o menor, de 1,3 cm, sendo que o valor médio é de 4,0 cm. São, normalmente, realçados na matriz, em virtude de sua coloração mais escura. Em seção, possuem contorno subcircular e dispõem-se sobre o plano de acamamento como estruturas preservadas em epi-relevo convexo, resultando em polígonos de formas diversas. Distribuem-se sobre toda a superfície da camada, ocorrendo sempre no mesmo nível.

Estruturas biogênicas caracterizadas como sistemas de escavações ramificados, dispõem-se

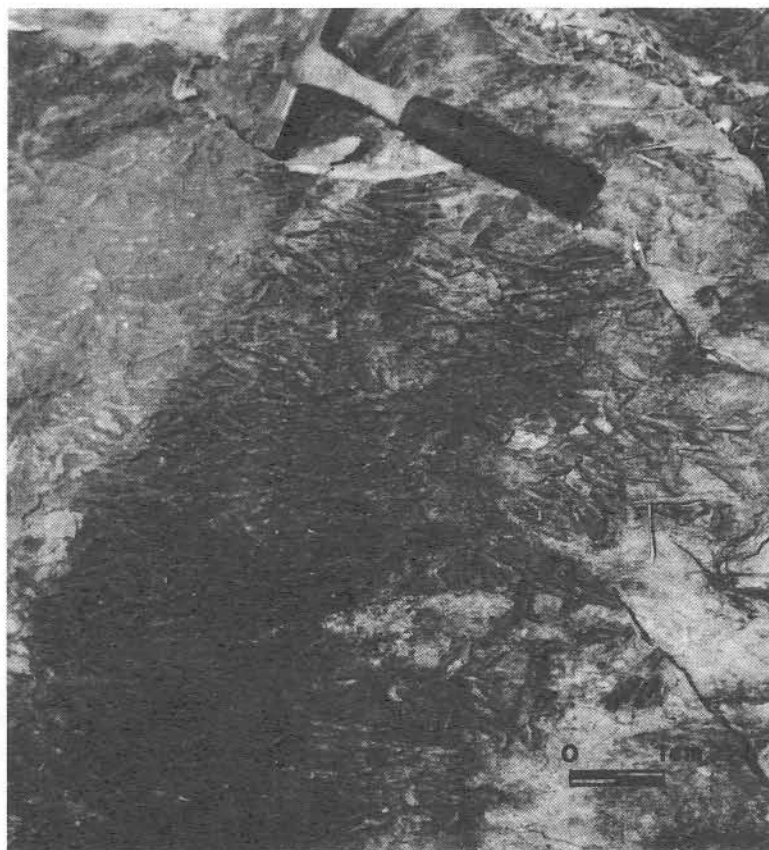


Fig. 2 — Estruturas em metapelitos do Ciclo Depositional Lenheiro (Proterozóico Médio). Estas feições são gretas de contração subaquosas (gretas de sínese) que se desenvolvem com frequência em planícies de maré. Localidade: Fazenda do Sr. Air, Serra de São José, São João del Rei/Águas Santas, MG.



Fig. 3 — Detalhe das gretas de sinérese, as quais se assemelham a bioturbações de invertebrados. Amostra MN 5.806-I. Localidade: Fazenda do Sr. Air, Serra de São José, São João del Rei/Águas Santas, MG.

em geral horizontalmente ao plano de estratificação, construídas por organismos detritívoros durante a procura por alimento (*Fodinichnia*), ou por organismos que utilizam as escavações como domicílio permanente (*Domichnia*) (Frey & Pemberton 1985). Nesses casos, as escavações são contínuas, de seções circulares e diâmetro aproximadamente constante por toda sua extensão. Não apresentam constrictões nos pontos de ramificação, onde mantêm o mesmo diâmetro, refletindo as dimensões do organismo que as originaram. O mesmo não ocorre com as estruturas do Ciclo Depositional Lenheiro.

Essas feições estão frequentemente associadas com marcas onduladas simétricas e assimétricas, dispondo-se, preferencialmente, paralelas às cristas das mesmas.

Sommer (1969) já havia considerado como abióglifos, estruturas em hiporrelevo convexo procedentes de Diamantina (Minas Gerais) e as interpretado como marcas de sola, diferentemente das estruturas do Ciclo Depositional Lenheiro. Também no Grupo Paranoá, Faria (1972 e 1985) identificou estruturas sedimentares tais como gretas de contração, marcas de sola e diques de areia, que em alguns casos assemelham-se a bioturbações. Outras



Fig. 4 — Orientação preferencial das gretas de sinérese em metapelitos. Ocorrem devido ao condicionamento exercido pela distribuição de material argiloso ao longo das calhas das marcas onduladas. Localidade Fazenda do Sr. Air, Serra de São José, São João del Rei/Águas Santas, MG.



Fig. 5 — Detalhe do "alinhamento" das fendas que limitam as gretas de sinérese. Amostra MN 5.807-I. Localidade: Fazenda do Sr. Air, Serra de São José, São João del Rei/Águas Santas, MG.

feições semelhantes a icnofósseis do Proterozóico de Minas Gerais são as gretas de diastase descritas por Cowan & James (1992) e os diques de arenito encontrados no Supergrupo Minas (Schöll & Walde, 1980). Essas estruturas sedimentares assemelham-se, entretanto, ao icnogênero *Skolithos*, forma comum durante o Fanerozóico. Glaessner (1969) observou estruturas semelhantes às de São João del Rei em quartzitos do Pré-Cambriano da Austrália (Heavitree Quartzite, Trepshina Gorge), interpretando-as como moldes de gretas de contração. Estas gretas seriam originadas através do fraturamento da argila de forma subaquosa ou durante o processo de compactação. Collinson & Thompson (1984) interpretaram estruturas semelhantes como gretas de contração subaquosa (gretas de sinérese), que resultariam da perda de água dos poros dos sedimentos devido a uma reorganização dos sedimentos argilosos originalmente muito porosos. A perda d'água seria induzida pelas variações de salinidade que podem afetar o volume de certos argilo-minerais ou através de processos de floculação. O ambiente mais propício para o desenvolvimento destas gretas de sinérese são os marinhos litorâneos, onde as argilas estão mais susceptíveis às mudanças de salinidade do ambiente.

A orientação preferencial destas gretas, paralela à crista das marcas onduladas, foi interpretada como resultado do acúmulo diferenciado de sedimento argiloso sobre o substrato. Num ambiente

com predomínio de sedimentos clásticos arenosos, a pouca argila existente seria depositada, inicialmente, ao longo das depressões entre as cristas das marcas de onda. As gretas de contração no sedimento argiloso só poderiam então se processar no pequeno intervalo entre duas cristas, as quais induziriam e condicionariam o desenvolvimento de gretas de sinérese alongadas. Tal fato refletiria a restrição do sedimento argiloso nas depressões entre duas cristas consecutivas das marcas onduladas.

OS ICNITOS RECENTES NO CICLO DEPOSICIONAL CARANDAÍ

Muitas estruturas de origem biogênica não são contemporâneas com a sedimentação. Entre estas, destacam-se as atividades de bioerosão, pois alguns organismos são capazes de perfurar um substrato litificado através de ações mecânicas ou por secreções químicas.

As rochas estudadas no Ciclo Depositional Carandaí são metassiltitos e metargilitos laminados muito alterados, que possibilitam a ação de organismos escavadores e perfuradores na construção de estruturas de habitação, reprodução ou mesmo no deslocamento inter- ou intra-estratal. Assim, insetos e miriápodes são capazes de perfurar as rochas em decomposição, originando feições biosedimentares que se assemelham a icnofósseis (Fig. 6). Tubos verticais com ou sem preenchimen-

to (Figs. 7 e 8), escavações com estrutura interna meniscóide, tubos em "U" e vários tipos de galerias ramificadas são encontradas nessas rochas. O preenchimento dessas estruturas compõe-se, geralmente do sedimento argiloso proveniente da matriz em decomposição, gerando icnitos, que terminam por se assemelhar a pistas e escavações formadas durante a deposição dos sedimentos.

CONCLUSÕES

O estudo das estruturas sedimentares aqui descritas restringem-se a amostras de rochas provenientes dos ciclos deposicionais Lenheiro e Carandaí, indicando que:

1. Estruturas semelhantes a icnofósseis seriam, na realidade, resultantes de processos físico-químicos, não envolvendo a atividade metabólica de organismos, portanto, pseudoicnofósseis. Estas

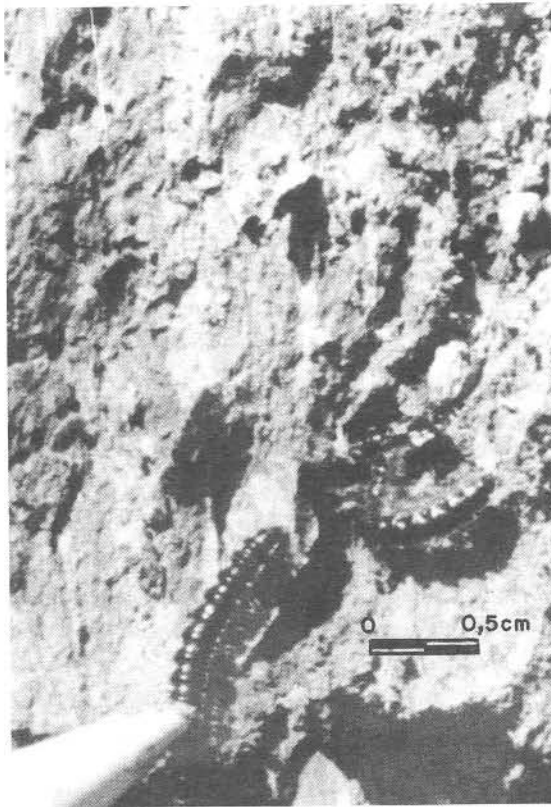


Fig. 6 — Estruturas biogênicas recentes, produzidas por miriápodes, em metapelitos do Ciclo Depositional Carandaí. Localidade: Rodovia Major Reginaldo Silva, a 5km do entroncamento com a Rodovia São João del Rei-Prados, MG. Fotografia *in situ*.

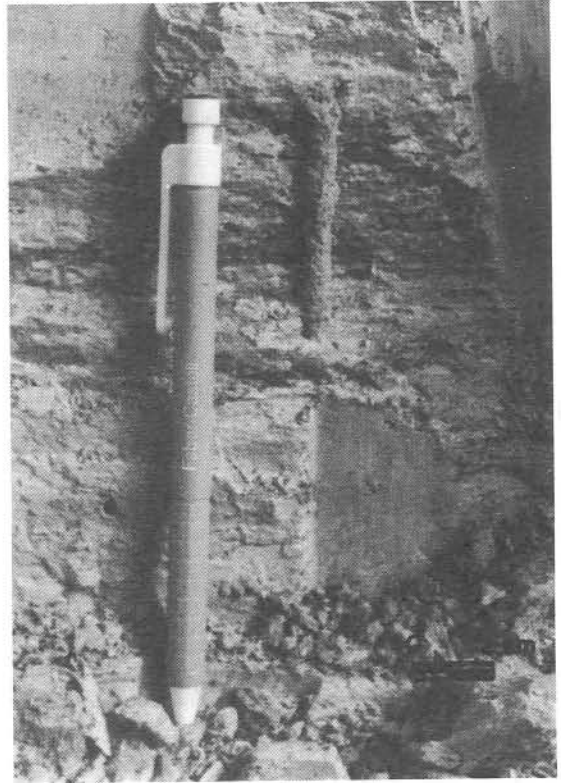


Fig. 7 — Tubo vertical, preenchido com o mesmo material da rocha matriz circundante, e produzido por insetos atuais em metapelito intemperizado do Ciclo Depositional Carandaí. Localidade: Rodovia Major Reginaldo Silva, a 5km do entroncamento com a Rodovia São João del Rei-Prados, MG. Fotografia *in situ* da amostra MN 5.809-I.

feições representariam gretas de sinérese desenvolvidas num ambiente de planície de maré.

2. A ação de organismos escavadores e perfuradores atuais (insetos e miriápodes) origina estruturas de habitação, reprodução ou de deslocamento inter/intra-estratais. Os icnitos não seriam, então, contemporâneos à sedimentação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio logístico da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao apoio financeiro do PADCT – Convênio nº 65.91.0304.00 do Departamento de Geologia do Instituto de Geociências/UFRJ. À Professora Mariselma Ferreira Zaine (Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto), por suas críticas e sugestões na revisão do manuscrito.



Fig. 8 — Escavação recente preenchida por sedimento argiloso da matriz em decomposição. O aspecto resultante é o de um icnofóssil contemporâneo à deposição do sedimento que originou a rocha. Localidade: Rodovia Major Reginaldo Silva, a 5km do entroncamento com a Rodovia São João del Rei-Prados, MG. Amostra MN 5.812-I.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEURLEN, K., (1955), Die Angeblichen paläozoischen Orogenesen sui dem Brasilischen Schild. *Neues Jahrb. für Geol. und Paläont.*, **11**: 535-542.
- CLOUD, P., (1973), Pseudofossils: A Plea for Caution. *Geology*, **1**: 123-127.
- CLOUD, P. & DARDENNE, M., (1973), Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **84**: 1673-1676.
- COLLINSON, J. D. & THOMPSON, D. B., (1984), *Sedimentary Structures*. London, George Allen & Unwin, 2ª ed., 194p.
- COWAN, C. A. & JAMES, N. P., (1992), Diastasis cracks: mechanically generated syaeresis-like cracks in Upper Cambrian shallow water oolite and ribbon carbonates. *Sedimentology*, **39**: 1101-1118.
- CRIMES, T. P., (1987), Trace fossils and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata. *Geol. Mag.*, **124** (2): 97-119.
- DERBY, O. A., (1880), Reconhecimento geológico do Vale do São Francisco. Relatório Com. Hydrograph. Rio São Francisco, Anexo, p. 1-24.
- FARIA, A., (1972), Estruturas sedimentares singenéticas do Grupo Bambuí na região de Cristalina – Goiás. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, 1972. *Resumo das Comunicações...* Belém, SBG, p. 246-257.
- FARIA, A., (1985), Geologia do Domo de Cristalina, Goiás. *Rev. Bras. Geol.*, **15** (3): 231-240.
- FEDONKIN, M. A., (1978), Ancient trace fossils and the behavioral evolution of mud-eaters. *Paleont. Jour.*, **12**: 241-246.
- FERNANDES, A. C. S., (1985), Redescritção de *Arthriaria riochaoensis* Maury e comentários sobre sua validade como bióglifo. *An. Acad. bras. Ci.*, **57** (2): 199-201.
- FREY, R. W. & PEMBERTON, S. G., (1985), Biogenic structures in outcrops and cores. I. Approaches to ichnology. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, **33** (1): 72-115.
- GLAESSNER, M. F., (1969), Trace fossils from the Precambrian and basal Cambrian. *Lethaia*, **2**: 369-393.
- GLAESSNER, M. F., (1983), The emergence of metazoa in the early history of life. *Precambrian Res.*, **20**: 427-441.
- HOFMANN, H. J., (1972), Precambrian remains in Canada: fossils, dubiofossils, and pseudofossils. In: International Geological Congress, 24, Montreal, 1972. *Proceedings...* Montreal, Sec. 1, p. 20-30.
- KARZ, I.; ENOS, P. & LANGILLE, G., (1974), Structures generated in fluid stressing of freshly deposited clays resemble ichnofossils. *Geology*, **2**: 289-290.
- MAURY, C. J., (1929), Calcário fossilífero de Bom Jesus da Lapa, Bahia. *Serv. Geol. Min. Brasil*, Mon. VII, p. 46-53.
- MENDES, J. C. & WERNICK, E., (1964), Pseudocorais de Bom Jesus da Lapa (Grupo Bambuí), Bahia. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, **13**: 73-79.
- MOERI, E., (1972), On a columnar stromatolite in the Precambrian Bambuí Group of central Brazil. *Eclogae Geol. Helvetiae*, **65** (1): 185-195.
- MUNIZ, G. C. B., (1980), *Cochlichnus lagartensis*, ichnosp. nov., icnofóssil da Formação Lagarto, Grupo Estância, no Estado de Sergipe. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG, vol. 5, p. 3101-3105.

- NETTO, R. G.; PAIM, P. S. G. & ROSA, C. L. M., (1992), Informe preliminar sobre a ocorrência de traços fósseis nos sedimentos das bacias do Camaquã e Santa Bárbara. *In: Workshop Sobre Bacias Molássicas Brasileiras*, 1, São Leopoldo, 1992. *Resumos Expandidos...* São Leopoldo, p. 90-96.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. & HEILBRON, M., (1990), Evolução policíclica proterozóica no sul do Craton do São Francisco: análise da região de São João del Rey e Andrelândia, MG. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, 1990. *Anais...* Natal, SBG, vol. 6, p. 2605-2614.
- SCHÖLL, W. U. & WALDE, D. H. G., (1980), Diques sedimentares no Supergrupo Minas da Serra Mineira e Serra do Cabral. *Münster Forsch. Geol. Paläont.*, **51**: 241-255.
- SOMMER, F. W., (1969), Abióglifos do quartzito de Conselheiro da Mata, Município de Diamantina, Minas Gerais. *An. Acad. bras. Ci.*, **41** (4): 571-574.
- ZAINE, M. F.; CIGUEL, J. H. G. & FAIRCHILD, T. R., (1991), Icnofósseis na Faixa Paraguai, Formação Raizama, Grupo Alto Paraguai (Vendiano-Cambriano), Estado do Mato Grosso, Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 12, São Paulo, 1991. *Resumos...* São Paulo, SBP, p. 111.