



ICNOFÓSSEIS DA FORMAÇÃO PIMENTEIRA (DEVONIANO DA BACIA DO PARNAÍBA), MUNICÍPIO DE MIRANORTE, ESTADO DO TOCANTINS, BRASIL ¹

(Com 6 figuras)

LUÍS MAURÍCIO SALGADO ALVES CORRÊA ²

SONIA AGOSTINHO ³

ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES ^{2,4}

PRISCILA MAGALHÃES VIEIRA ^{4,5}

RESUMO: A Formação Pimenteira, base da seqüência devoniana da Bacia do Parnaíba, tem revelado um conteúdo icnofossilífero bastante significativo, auxiliando no conhecimento icnológico do Devoniano brasileiro. No Estado do Tocantins, seus estratos revelaram, em afloramento situado no km 814 da rodovia Belém-Brasília (BR-153), a presença de icnofósseis identificados como *Bifungites* isp., *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970) e *Trichophycus* isp., além do pseudoicnofóssil “*Guilielmites*”. A identificação dos três últimos icnotáxons, *Nereites* cf. *N. missouriensis*, *R. polonica* e *Trichophycus* isp., na Formação Pimenteira, compreende a sua primeira ocorrência no Brasil.

Palavras-chave: Icnologia, Formação Pimenteira, Devoniano, Bacia do Parnaíba.

ABSTRACT: Trace fossils from the Pimenteira Formation (Devonian of Parnaíba Basin) from Miranorte, State of Tocantins, Brazil.

The Pimenteira Formation, Lower Devonian sequence of the Parnaíba Basin, has a very important ichnofossiliferous record. In the outcrop located at the km 814 of Belém-Brasília Road (BR-153) in the State of Tocantins, were identified the ichnofossils *Bifungites* isp., *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970), and *Trichophycus* isp., associated with the pseudoicnofossil “*Guilielmites*”. The presence of *Nereites* cf. *N. missouriensis*, *R. polonica*, and *Trichophycus* isp. in the Pimenteira Formation comprises the first occurrence of these ichnotaxa in Brazil.

Key words: Ichnology, Pimenteira Formation, Devonian, Parnaíba Basin.

INTRODUÇÃO

Inserida na base da seqüência devoniana da Bacia do Parnaíba, a Formação Pimenteira tem revelado um conteúdo icnofossilífero bastante significativo descrito por diversos autores, referenciados por FERNANDES *et al.* (2002). Dentre eles, FERREIRA & FERNANDES (1983) coletaram exemplares no Estado do Tocantins, identificando-os como pertencentes aos icnogêneros *Bifungites*, *Cruziana*, *Rusophycus*, ?*Neonereites* e *Palaeophycus*, além de “*Guilielmites*” e prováveis coprólitos. Os três primeiros icnogêneros já tinham sido anteriormente registrados na Formação Pimenteira; os outros dois, bem como “*Guilielmites*”, foram então assinalados

pela primeira vez na formação, embora alguns ocorram em outras unidades litoestratigráficas devonianas, como as formações Longá (Bacia do Parnaíba) e Inajá (Bacia de Jatobá) (FERNANDES *et al.*, 2002).

Considerando a ausência de descrição formal dos icnofósseis registrados no Estado do Tocantins, este trabalho propõe-se a revisar e descrever os exemplares referenciados por FERREIRA & FERNANDES (1983). Devido à análise mais apurada dos espécimens, os icnofósseis identificados inicialmente como *Cruziana* e ?*Neonereites* são aqui reinterpretados, respectivamente, como pertencentes aos icnogêneros *Trichophycus* e *Nereites*, e os correspondentes ao icnogênero

¹ Submetido em 30 de junho de 2003. Aceito em 25 de junho de 2004.

Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Instituto Virtual de Paleontologia-RJ/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (IVP-RJ/FAPERJ)

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: luis.mauricio@rjnet.com.br.

³ Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia. Rua Acadêmico Hélio Ramos s/n, Cidade Universitária, 50740-530, Recife, PE, Brasil. E-mail: sonia@ufpe.br.

⁴ Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: acsfernandes@aol.com. Bolsista do CNPq.

⁵ E-mail: lindinhbio@terra.com.br. Bolsista da FAPERJ.

Rusophycus tiveram sua identificação icnológica específica determinada.

CONTEXTO GEOLÓGICO E PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS

A Bacia do Parnaíba é uma bacia intracratônica que se estende por uma área em torno de 600.000km², através dos estados do Piauí, Maranhão, Ceará e Tocantins. Suas unidades litoestratigráficas estão dispostas em três grandes ciclos deposicionais, segundo BRITO (1979). Os afloramentos de Miranorte, Tocantins, estão incluídos no primeiro destes ciclos, o qual possui rochas datadas do Neorodoviciano ao Eocarbonífero. Estes afloramentos fazem parte da Formação Pimenteira, uma unidade basal pertencente ao Grupo Canindé, o qual ainda inclui as formações Itaim, Cabeças, Longá e Poti (GÓES & FEIJÓ, 1994). A Formação Pimenteira caracteriza-se litologicamente por apresentar variações laterais de fácies de modo gradativo, onde sedimentos pelíticos estão presentes em toda seção, notadamente na sua porção inferior. Na porção superior, embora também apresente alternâncias de arenito, siltito e folhelho, predominam fácies arenosas (SCHOBENHAUS *et al.*, 1984). De acordo com suas características

litológicas e sedimentares, a Formação Pimenteira retrata um ambiente nerítico de plataforma dominado por tempestades, possuindo idade givetiana-frasniana (GÓES & FEIJÓ, 1994).

Os exemplares estudados foram coletados em afloramento situado no km 814 da rodovia Belém-Brasília (BR-153) próximo à cidade de Miranorte, no Estado de Tocantins (Fig.1), composto por folhelhos escuros, acinzentados (FERREIRA & FERNANDES, 1983). Os exemplares estão depositados na coleção de paleoinvertebrados do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob os números MN 5522-I a MN 5526-I e MN 5447-I.

SISTEMÁTICA

ICNOGÊNERO *Bifungites* Desio, 1940

Bifungites isp.
(Fig.2a, b)

1983. *Bifungites* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5526-I (1 exemplar) e MN 5447-I (1 exemplar).

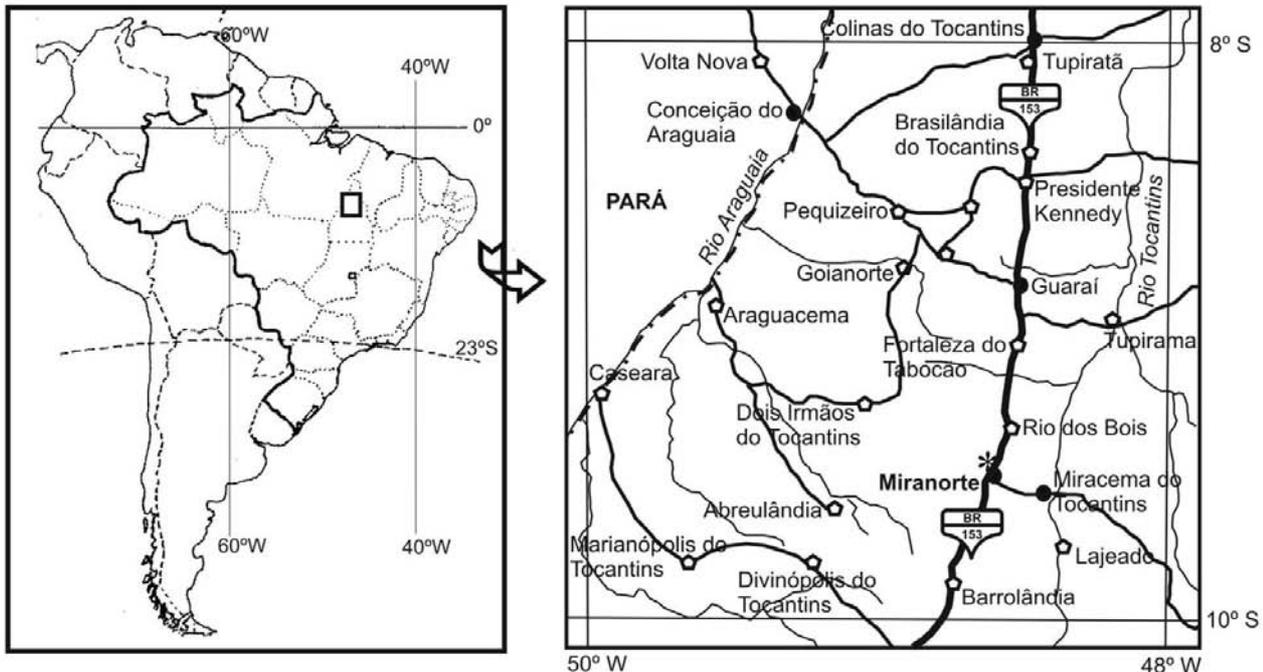


Fig.1- Localização geográfica dos afloramentos próximos a Miranorte, TO.

Descrição – Preservado em folhelho cinza-escuro pouco laminado, o exemplar encontra-se em hiporrelevo convexo, bastante fragmentado e mal-preservedo. Está constituído apenas por metade de sua forma normal (comprimentos total e do eixo indefinidos), mostrando somente o tubo central horizontal e uma de suas extremidades. O eixo central, que se encontra mais baixo topograficamente que a extremidade, possui forma subcilíndrica, achatada, com diâmetro em torno de 4,2mm,

sendo sua porção terminal, que se liga à extremidade, um pouco mais espessa, como um envoltório sobre o eixo. Já a extremidade preservada possui morfologia semelhante a uma seta, com comprimento de 8,6mm e largura máxima (junto à porção terminal do eixo) igual a 5,8mm.

Discussão – Devido à preservação um pouco precária, torna-se difícil estabelecer uma determinação icnoespecífica para o exemplar de *Bifungites* de Miranorte.

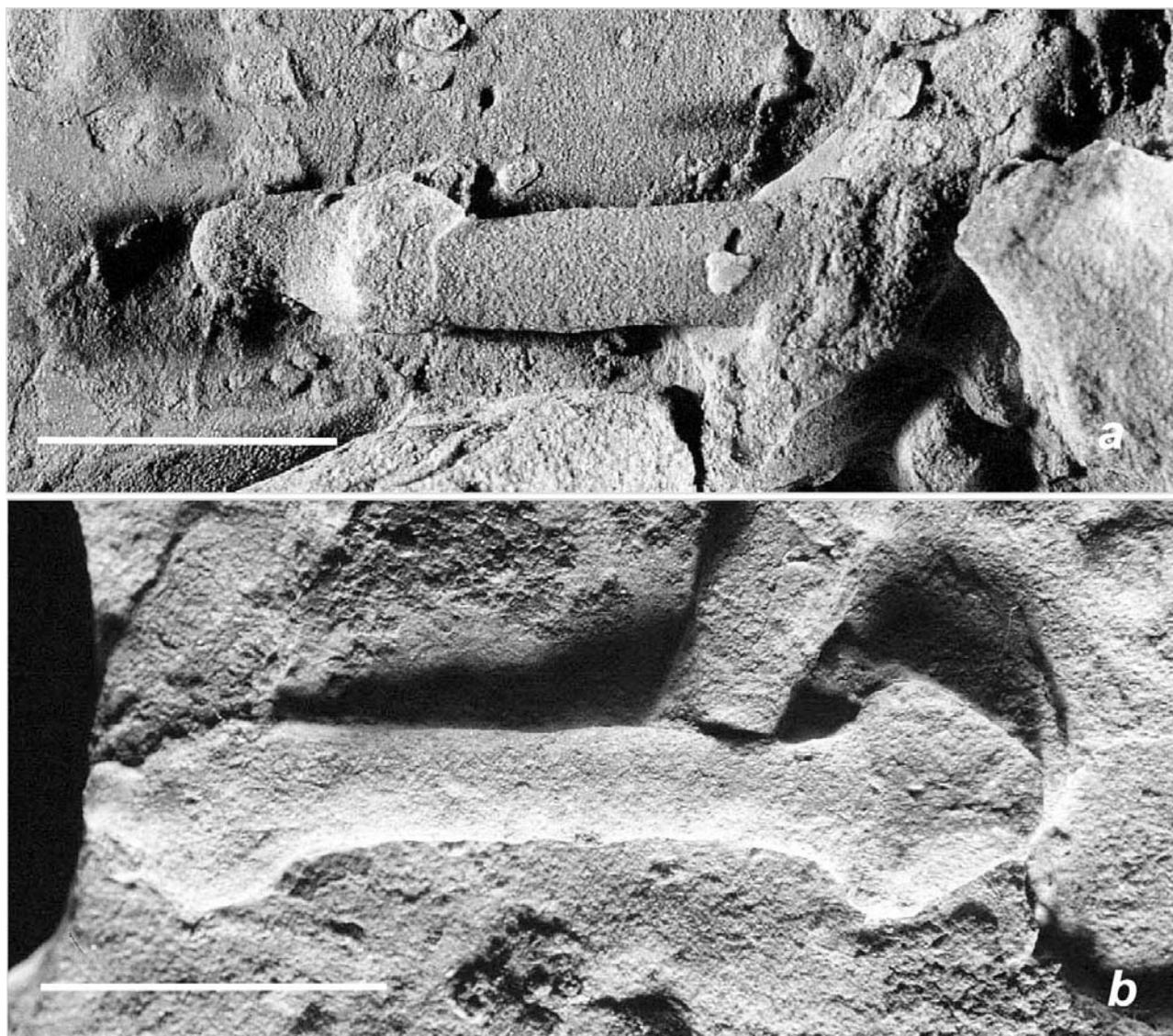


Fig.2- *Bifungites* isp.: (a) exemplar MN 5526-I.; (b) exemplar MN 5447-I. Escalas = 1cm.

Ícnogênero *Nereites* MacLeay, 1839

Nereites cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899)
(Fig.3)

1983. ?*Neonereites* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5525-I (1 exemplar).

Descrição – O ícnofóssil encontra-se preservado em hiporrelevo convexo, em siltito fino cinza. Consiste em uma estrutura onde a parte interna é composta por uma cadeia bisseriada formada por pelotas subcirculares minimamente espaçadas e a parte externa composta por covinhas subcirculares também pouco espaçadas, dispostas ao longo do comprimento do ícnofóssil, cuja medida corresponde a, aproximadamente, 16,2mm. A parte externa encontra-se parcialmente preservada, bem como a parte interna, com as covinhas profundas possuindo um diâmetro máximo de até 0,5mm. É possível observar, na parte interna, um microsulco de profundidade desprezível no meio da cadeia bisseriada, onde as pelotas possuem diâmetros irregulares que chegam a medir até 0,4mm. A largura, que corresponde à espessura formada somente pela parte interna, é regular e mede aproximadamente 1,1mm.

Discussão – As características descritas no exemplar

de Miranorte são correlatas aos ícnotáxons descritos como *Neonereites biserialis* Seilacher (SEILACHER, 1960), como a cadeia bisseriada de pelotas e a zona envoltória de covinhas profundas pouco espaçadas, que mesmo com a má preservação do ícnofóssil, podem ser observadas nas suas porções terminais (Fig.3). UCHMAN (1995), no entanto, demonstrou que o ícnogênero *Neonereites* não pode ser considerado um ícnotáxon distinto, uma vez que sua morfologia corresponde a expressões preservacionais de vários ícnotáxons diferentes. Por outro lado, UCHMAN (1995) referiu-se a variantes preservacionais da ícnoespécie de *Nereites missouriensis* originalmente descritos por CONKIN & CONKIN (1968), com características singulares no sulco central e com o exterior da zona envoltória coberta por pelo menos uma cadeia unisseriada de pústulas, sendo a expressão em hiporrelevo desses exemplares correspondentes à sua sinonímia subjetiva *Neonereites biserialis*. Desta forma, as características dos exemplares de Miranorte, a cadeia bisseriada de pelotas e zona envoltória de covinhas, representam, respectivamente, a parte anterior (túnel central), de uma fileira no mínimo unisseriada de depressões pouco espaçadas e a parte exterior (zona envoltória), expressa por uma cadeia uni ou multisseriada de pústulas densamente compactadas, diagnósticas da ícnoespécie *Nereites missouriensis* (Weller, 1899).

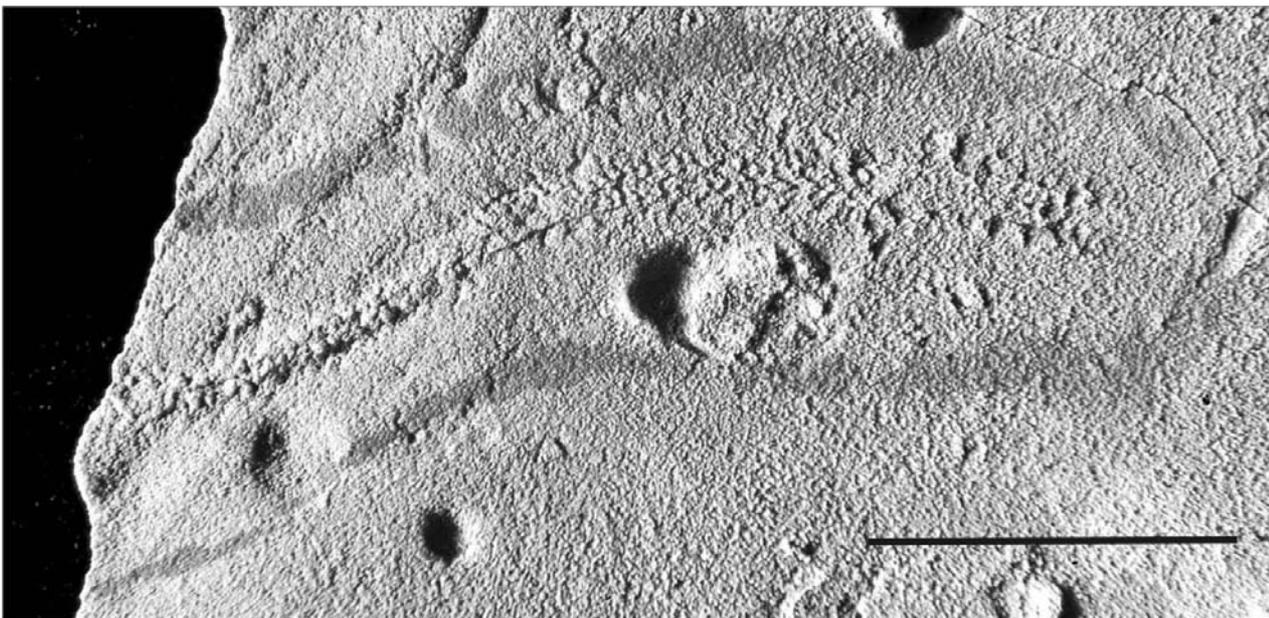


Fig.3- *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899), exemplar MN 5525-I. Escala = 1cm.

Ícnogênero *Rusophycus* Hall, 1852

Rusophycus polonica (Seilacher, 1970)
(Fig. 4a-d)

1983. *Rusophycus* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5524-I (4 exemplares).

Diagnose – Escavações de descanso podais com cerca de 12 pares de impressões coxais entre lobos endopodais impressos profundamente, nos quais as marcas transversais ou levemente retroversas são freqüentemente indefinidas. Podem ocorrer impressões pleurais e genais (SEILACHER, 1970).

Descrição – Preservados em folhelhos micáceos de cor cinza, em hiporrelevo convexo, os exemplares analisados apresentam morfologia bilobada distinta, com lobos endopodais lisos, nos quais não se apresentam ranhuras. Os lobos convexos divergem na porção anterior e convergem na porção posterior, os quais formam uma área central profunda e oval, que apresenta pares de impressões de apêndices coxais, com morfologia subquadrada a subretangular. As impressões coxais apresentam simetria oposta em relação ao plano axial. Todos os exemplares mostram uma margem póstero-lateral representada por pequenas protuberâncias de espinhos pleurais sub-arredondados, regularmente espaçados. Não foi possível verificar a existência de espinhos genais, devido à forma incompleta dos exemplares, dos quais o único completo encontra-se mal preservado. O material analisado está representado por três exemplares incompletos (indicados pelas letras a, b, c) e um completo (indicado pela letra d), cujas medidas individuais encontram-se assinaladas na tabela 1. O comprimento desses exemplares varia entre 31,3mm e 53,1mm e a largura entre 18,3mm e 34,0mm. Foi possível realizar a medição dos lobos endopodais nos quatro exemplares, os quais possuem largura que varia entre 6,1mm e 9,6mm. Com relação à área central, esta apresenta largura que varia entre 8,5mm e 16,0mm e comprimento que varia entre 22,7mm e 41,7mm.

Discussão – Apesar dos exemplares de Miranorte estarem parcialmente preservados, o exemplar A possibilita comparação das características morfológicas com as de outras icnoespécies descritas na literatura. As impressões coxais situadas em uma área central profunda e a disposição dos espinhos pleurais na margem póstero-lateral são algumas das características que podem ser correlacionadas com as dos exemplares de *Rusophycus polonica* descritos

por SEILACHER (1970). Na diagnose de *R. polonica*, SEILACHER (1970) apontou 12 pares de impressões coxais, o mesmo número encontrado no exemplar A de Miranorte. A disposição dos lobos endopodais em “V” com vértice posterior e o tamanho dos icnofósseis também se assemelham aos exemplares descritos neste trabalho. A única característica que difere esses exemplares com os de SEILACHER (1970) é a ausência de ranhuras transversais ou retroversas nos lobos endopodais. Porém, a não visualização das ranhuras pode ser acarretada pela má preservação do material. Outras icnoespécies descritas por SEILACHER (1970) também são assemelhadas a *R. polonica*, como *R. dilatata* e *R. carleyi*. Entretanto, a primeira possui uma área central bem mais larga, com sulco mediano mais profundo, enquanto que na segunda os lobos endopodais são mais espessos, com a área central mais estreita, além dos lobos endopodais configurarem um contorno menos oval. MÁNGANO, BUATOIS & GUINEA (2002) descreveram uma nova espécie de *Rusophycus* proveniente do limite Cambriano-Tremadociano da Argentina, *R. moyensis*. Esses autores relataram que SEILACHER (1970) instaurou o grupo *carleyi* a fim de agrupar estruturas rusoficiformes com lobos endopodais protuberantes, marcas coxais e freqüentes impressões de espinhos genais e pleurais. Os produtores dessas estruturas (*R. polonica*, *R. dilatata* e *R. carleyi*) não estariam, necessariamente, relacionados filogeneticamente, se bem que as semelhanças morfológicas evidenciam uma forma similar de escavar o sedimento (SEILACHER, 1970). Desta forma, esses autores confirmaram a maior proximidade em termos morfológicos entre *R. moyensis* e *R. polonica*, o que também ocorre entre *R. moyensis* e os exemplares de Miranorte. Porém, em *R. moyensis*, MÁNGANO, BUATOIS & GUINEA (2002) identificaram de cinco a oito pares de impressões coxais, instituindo a diferença principal entre *R. moyensis* e *R. polonica*. Da mesma maneira, faz-se essa mesma comparação entre *R. moyensis* e os exemplares de Miranorte. Outra icnoespécie, *R. morgati* Baldwin, 1977, discutida por PICKERILL & FILLION (1984), também possui características semelhantes às de *R. polonica*, como o contorno oval em “V” do icnofóssil. Entretanto, devido às impressões coxais não serem pareadas e aos lobos endopodais possuírem superfície menos circular, pode-se afirmar, com certa exatidão, que os exemplares de Miranorte são representantes de *R. polonica*, proporcionando a primeira ocorrência desta icnoespécie no Brasil.

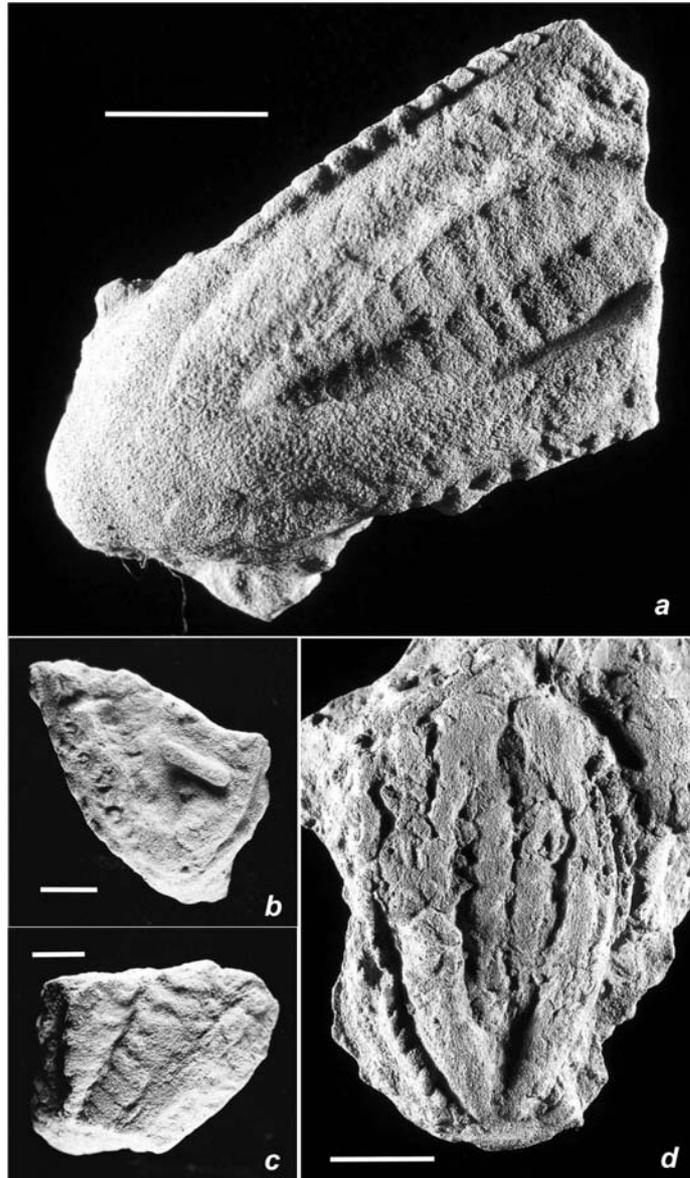


Fig.4- *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970), MN 5524-I: (a) exemplar a; (b) exemplar b; (c) exemplar c; (d) exemplar d. Escalas = 1cm.

Ícnogênero *Trichophycus* Miller & Dyer, 1878

Trichophycus isp.
(Fig.5a-b)

1983. *Cruziana* isp. FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5522-I (9 exemplares incompletos).

Descrição – Desconhecendo-se a toponomia, os icnofósseis encontram-se preservados em

siltitos micáceos de coloração variada, de granulometria média a fina, na forma de preenchimentos de escavações unilobadas retilíneas, levemente arqueadas, com a existência de raras ramificações distintas e de leves constrições no diâmetro, bem como a de conspicuo *spreite* e estrias longitudinais. Pela forma achatada das escavações, descrita por OSGOOD (1970) como “côncavo-convexa”, é possível distinguir três dimensões distintas.

Desta forma, as escavações possuem comprimento entre 21,6mm e 94,4mm, que não representa a real dimensão dos exemplares por estes estarem bastante fragmentados; diâmetro aproximadamente constante, que pode variar ao longo do comprimento entre 17,5mm e 22,5mm; e uma espessura variando entre 6,2mm e 19,7mm. Estrias distintas, descontínuas, preservadas sobre a face dorsal/ventral formando, em sua maioria, um conjunto de cristas paralelas a subparalelas, sendo rara a existência de interseções ou truncamentos. As estrias estendem-se longitudinalmente por 11,5mm a 40,9mm, possuindo de 0,5mm a 0,7mm de largura, espaçadas entre si de 1,2mm a 2,1mm. Nas faces laterais é possível observar estrias que raramente formam uma feição contínua e paralela de cristas, cujo comprimento é muito irregular e de largura variável de 0,3mm a 0,8mm. Essas estrias laterais estão dispostas longitudinalmente, geralmente paralelas às estrias da face dorsal/ventral, aparecendo em apenas alguns trechos da escavação. Três exemplares apresentam, em visão transversal, estruturas semelhantes a *spreite* retrusivo.

Discussão – Devido às características apresentadas, os exemplares da Formação Pimenteira assemelham-se à icnoespécie

Trichophycus venosus Miller, 1879, apesar de não serem observadas todas as estruturas que caracterizam a icnoespécie, como as estrias preservadas em todas as faces da escavação ou como a tendência das mesmas irradiarem-se póstero-lateralmente a partir da linha de simetria. Um fator que prejudica uma melhor comparação se assenta na má preservação das escavações e no alto grau de fragmentação dos exemplares. Desta forma, esse fator justifica a ausência de algumas características diagnósticas para a determinação da icnoespécie, permitindo somente sua caracterização sistemática em nível de icnogênero. Ainda assim, é possível comparar outras características diagnósticas, como, por exemplo, a presença de estrutura semelhante a um possível *spreite* retrusivo, acarretando a esses exemplares uma semelhança parcial aos exemplares de *Trichophycus venosus* encontrados na Noruega, descritos por SEILACHER & MEISCHNER (1965), e em Cincinnati, Estados Unidos, descritos por OSGOOD (1970), assim como o material encontrado na Nova Escócia, Canadá, descrito por FILLION & PICKERILL (1990). Desta forma, a descrição realizada para os exemplares de Miranorte proporciona a primeira ocorrência deste icnogênero no Brasil.

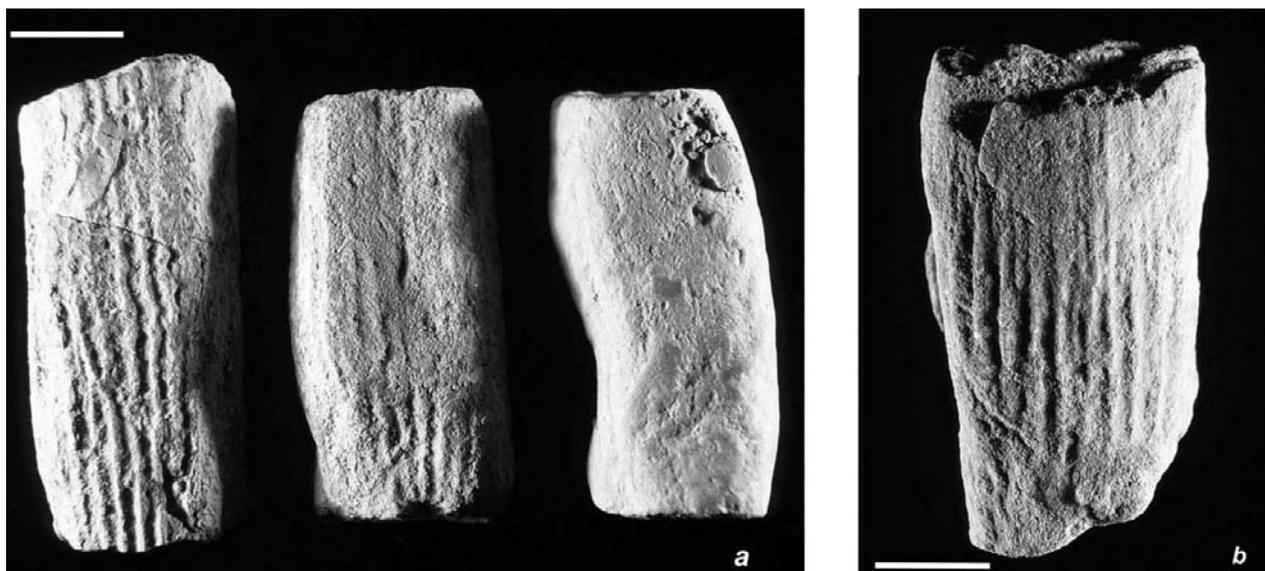


Fig.5- *Trichophycus* isp., MN 5522-I: (a) e (b), exemplares incompletos. Escalas = 1cm.

Tabela 1. Demonstração das medidas (em milímetros) dos exemplares de *Rusophycus polonica* (Seilacher, 1970).

EXEMPLAR	C	L	LE	LAE	CAE
MN 5524-Ia	35,42 (incompleto)	18,30	6,38	8,50	22,66 (incompleto)
MN 5524-Ib	31,28 (incompleto)	29,72 (incompleto)	9,64	11,72	41,72
MN 5524-Ic	40,04 (incompleto)	34,02	8,16	16,02	24,40 (incompleto)
MN 5524-Id	53,12	29,82	6,14	12,10	41,72

(C) comprimento, (L) largura, (LE) largura dos lobos endopodais, (LAE) largura da área central, (CAE) comprimento da área central.

Pseudoicnofóssil "*Guilielmites*"
(Fig.6a-b)

1983. "*Guilielmites*" FERREIRA & FERNANDES, p.140.

Material – MN 5523-I (17 exemplares).

Descrição – Concreções discóides ou elipsóides, biconvexas, preservadas em folhelho cinza-escuro (às vezes bastante alterado), com duas faces distintas: a primeira apresentando a superfície às vezes brilhante, possuindo, em sua porção central, uma crista em formato de um platô subcircular, sendo observáveis leves estriações com disposição radial a partir da crista central em direção às bordas; e a segunda, que contém estriações mal-preservadas, observa-se a laminação do folhelho contornando a parte central do discóide. A espessura da porção central mede 55mm (média), a qual vai adelgaçando-se em direção às bordas. O diâmetro aproximado da crista central mede, em

média, 15mm, sendo o diâmetro total do discóide em torno de 34mm (média).

Discussão – A estrutura acima descrita obteve na literatura várias interpretações sobre sua origem, como sendo frutas ou sementes de plantas, cones de coníferas, escavações de moluscos bivalves, estruturas diagenéticas e impressões de organismos de corpo mole. HÄNTZSCHEL (1975) fez referência a ALTEVOGT (1968) que descreveu "*Guilielmites*" como sendo o resultado de um processo especial ocorrido durante a sedimentação e a diagênese de um corpo de argila. No Brasil, foram corretamente interpretadas como concreções em folhelhos da Chapada dos Guimarães (ERICHSEN & LÖFGREN, 1940), enquanto que em sedimentos da Formação Vila Maria foram atribuídas a espécimens sem afinidade taxonômica indeterminada (POPP, BURJACK & ESTEVES, 1981).

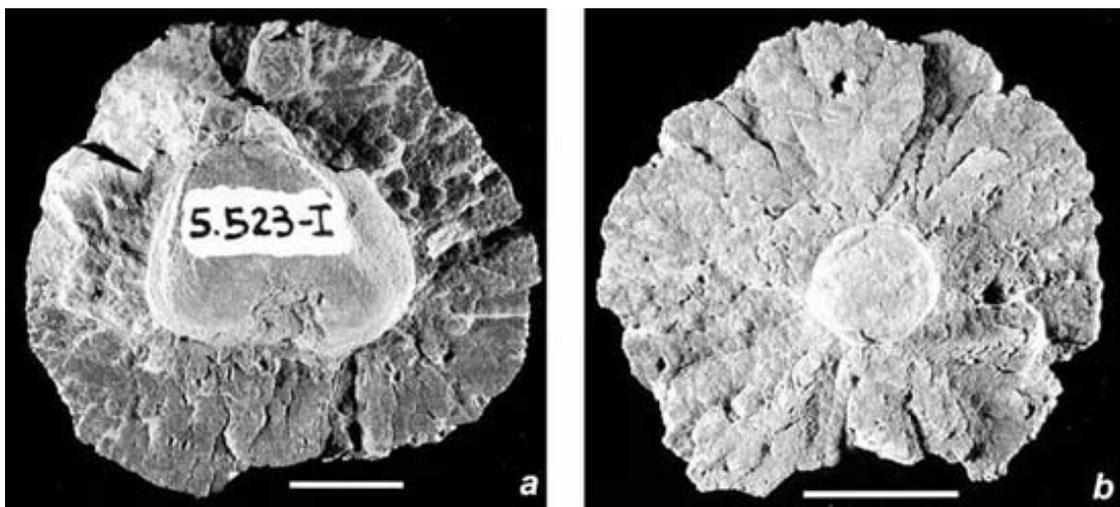


Fig.6- "*Guilielmites*": (a) e (b), exemplares MN 5523-I. Escalas = 1cm.

CONCLUSÕES

Como resultado dos estudos efetuados, concluiu-se que: (i) os exemplares de *Bifungites* não permitem sua identificação em nível de icnoespécie; (ii) o exemplar de ?*Neonereites* trata-se de um exemplar de *Nereites* cf. *N. missouriensis* (Weller, 1899); (iii) os exemplares de *Rusophycus* podem ser classificados como representantes da icnoespécie *R. polonica* Seilacher, 1970; e, (iv) os exemplares identificados originalmente como *Cruziana* são, na realidade, representantes da primeira ocorrência do icnogênero *Trichophycus* no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTEVOGT, G., 1968. Das Problematikum Guilielmites Geinitz, 1858. Ein Deutungsversuch. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen**, Stuttgart, **132**:9-21.
- BRITO, I.M., 1979. Estratigrafia da Bacia do Parnaíba. I - A seqüência sedimentar inferior. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **51**(4):695-727.
- CONKIN, J.E. & CONKIN, B.M., 1968. *Scalarituba missouriensis* and its stratigraphic distribution. **The University of Kansas Paleontological Contributions**, Lawrence, **31**:1-71.
- ERICHSEN, A.I. & LÖFGREN, A., 1940. Geologia de Goiás a Cuiabá. **Boletim**. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro (102):1-34.
- FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I.S. & ABREU, C.J., 2002. **Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 260p.
- FERREIRA, C.S. & FERNANDES, A.C.S., 1983. Notícias sobre alguns icnofósseis da Formação Pimenteira, Devoniano no Estado de Goiás. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **55**(1):140.
- FILLION, D. & PICKERILL, R.K., 1990. Ichnology of the Upper Cambrian? to Lower Ordovician Bell Island and Wabana groups of eastern Newfoundland, Canada. **Palaeontographica Canadiana**, Toronto (7):1-119.
- GÓES, A.M.O. & FEIJÓ, F.J., 1994. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, **8**(1):57-67.
- HÄNTZSCHEL, W., 1975. Trace Fossils and Problematica. In: TEICHERT, C. (Ed.) **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Kansas: Geological Society of America & University of Kansas, Boulder, Colorado & Lawrence. Part W, Miscellanea, Supplement 1, 269p.
- MÁNGANO, M.G.; BUATOIS, L.A. & GUINEA, F.M., 2002. *Rusophycus moyensis* n. sp. em la transición cámbrica-tremadociana del noroeste argentino. Implicancias paleoambientales y bioestratigráficas. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, **4**:35-44.
- OSGOOD JR., R.G., 1970. Trace fossils of the Cincinnatian area. **Palaeontographica Americana**, Ithaca, **6**:277-444.
- PICKERILL, R.K. & FILLION, D., 1984. Occurrence of *Rusophycus morgati* in Arenig strata of Bell Island, eastern Newfoundland. **Journal of Paleontology**, Tulsa, **58**(1):273-276.
- POPP, M.T.B.; BURJACK, M.I.A. & ESTEVES, I.R.F., 1981. Estudo preliminar sobre o conteúdo paleontológico da Formação Vila Maria (pré-Devoniano) da Bacia do Paraná. **Pesquisas**, Porto Alegre, **14**:169-180.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. (Coords.), 1984. **Geologia do Brasil**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral. 501p.
- SEILACHER, A., 1960. Lebensspuren als Leitfossilien. **Geologische Rundschau**, Stuttgart, **49**:41-50.
- SEILACHER, A., 1970. *Cruziana* stratigraphy of non-fossiliferous Palaeozoic sandstones. In: CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. (Eds.) **Trace Fossils**. Liverpool: Seel House Press. 447-476p. (Geological Journal, Special Issue 3).
- SEILACHER, A. & MEISCHNER, D., 1965. Fazie-Analyse im Palaeozoikum des Oslo-Gabietes. **Geologische Rundschau**, Stuttgart, **54**:596-619.
- UCHMAN, A., 1995. Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: The Marnoso-arenacea Formation and associated facies (Mioceno, Northern Apennines, Italy). **Beringeria**, Würzburg, **15**:1-115.