CRINOIDEA DA FORMAÇÃO MAECURU (DEVONIANO DA BACIA DO AMAZONAS), ESTADO DO PARÁ, BRASIL

SANDRO MARCELO SCHEFFLER, ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES & VERA MARIA MEDINA DA FONSECA

Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional, UFRJ, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. schefflersm@yahoo.com.br; fernande@acd.ufrj.br; vmolina@acd.ufrj.br

RESUMO – Na Formação Maecuru (Devoniano Médio da bacia do Amazonas) é muito comum a ocorrência de partes desarticuladas de crinóides juntamente com exemplares de braquiópodes e moluscos. Em seis amostras de arenito da citada formação, contendo centenas de partes dissociadas de pedúnculos e cálices, foram identificadas as seguintes espécies de crinóides: *Laudonomphalus regularis* Moore & Jeffords, 1968 e *L. ornatus* Moore & Jeffords, 1968; *Exaesioidiscus* aff. *minutus* Moore & Jeffords, 1968; e *Monstrocrinus securifer* Schmidt, 1941. A ocorrência de *Monstrocrinus* é rara no Devoniano e considerada até o presente restrita ao Devoniano Inferior (topo do Emsiano) da Alemanha, Espanha e Argélia. Sua ocorrência na Formação Maecuru reveste-se de especial importância por serem idênticos a espécie-tipo do gênero, *M. securifer* Schmidt 1941, do Maciço Xistoso Renano (Alemanha), sugerindo relação entre as faunas das duas regiões. É o primeiro registro do gênero na América do Sul, e a primeira ocorrência no Devoniano Médio (Eifeliano). A presença de *M. securifer* na Formação Maecuru fornece subsídios para interpretações paleobiogeográficas relacionadas ao padrão de distribuição e prováveis rotas de migração de invertebrados bentônicos no Gondwana Norte durante o Devoniano.

Palavras-chave: Crinoidea, Rhodocrinitidae, ø Flucticharacidae, ø Exaesioidiscidae, Devoniano, bacia do Amazonas.

ABSTRACT – CRINOIDEA OF MAECURU FORMATION (DEVONIAN OF AMAZON BASIN), PARÁ STATE, BRASIL. The desarticulated parts of crinoids are very common in Maecuru Formation (Middle Devonian, Amazonas Basin), occurring with brachiopods and mollusks. In six sandstone samples from this formation, including hundreds of detached calix and stem parts it was identified the following species: *Laudonomphalus regularis* Moore & Jeffords, *L. ornatus* Moore & Jeffords, *Exaesioidiscus* aff. *minutus* Moore & Jeffords, and *Monstrocrinus securifer* Schmidt. The *Monstrocrinus* occurrence is rare in the Middle Devonian, being registered until now in Germany, Spain and Algeria Lower Devonian (upper Emsian). This occurrence in Maecuru Formation is specially important, because the specimens are identical to the type species of the genus, *M. securifer* Schmidt, from the Rhenish slates Massif. This suggests relation between the faunas of these regions. This is the first *Monstrocrinus* record in South America and in Middle Devonian (Eifelian). These facts give subsidies to paleogeographic interpretations regarding to invertebrate distribution patterns and suggest probable migration routes in North of Gondwana Devonian.

Key words: Crinoidea, Rhodocrinitidae, ø Flucticharacidae, ø Exaesioidiscidae, Devonian, Amazon Basin.

INTRODUÇÃO

Os crinóides são relativamente abundantes em unidades litoestratigráficas devonianas brasileiras. Entretanto, existem poucos estudos detalhados, sendo que a maioria das informações se limita apenas a citar ocorrências nas bacias do Amazonas (Formação Maecuru), Parnaíba (Formação Cabeças) e Paraná (Formação Ponta Grossa).

Os primeiros registros de crinóides na Formação Maecuru devem-se a Katzer (1903, 1933), que agrupou placas colunais

isoladas, sob o gênero *Ctenocrinus* Bronn, 1840. Mais tarde, Moore & Jeffords (1968) demonstraram que os segmentos isolados das colunas não permitiam uma classificação desses organismos dentro da sistemática formal do grupo, fato que os levou a propor uma parataxonomia. Com base nessa parataxonomia, Ferreira & Fernandes (1985) referiram placas colunais dissociadas e segmentos pluricolunais de crinóides da Formação Maecuru, coletados pela Comissão Geológica do Império, aos gêneros *Laudonomphalus* Moore & Jeffords, 1968 e *Exaesioidiscus* Moore & Jeffords, 1968. Ferreira &

Fernandes (1989) registraram a presença de espinhos isolados e placas calicinais de grandes dimensões nas mesmas amostras, atribuindo-os ao gênero *Monstrocrinus* Schmidt, 1941 e, posteriormente, foram referidos à espécie *M. securifer* Schmidt, 1941 (Fernandes *et al.*, 2000).

O objetivo do presente trabalho é descrever, pela primeira vez, as partes dissociadas dos crinóides presentes nos arenitos da Formação Maecuru, revisando sua classificação e avaliando o significado paleogeográfico da ocorrência de *Monstrocrinus* na bacia do Amazonas.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Os arenitos fossilíferos onde ocorrem os crinóides são procedentes de afloramentos situados na faixa de estratos paleozóicos que ao norte se encontra paralela ao curso do rio Amazonas, no Estado do Pará (Figura 1). Esses sedimentitos constituem a parte superior da Formação Maecuru e, com a Formação Ererê, formam o registro do Devoniano Médio da bacia do Amazonas. A Formação Maecuru é constituída por camadas de arenitos e pelitos flúvio-deltaicos a neríticos. A predominância de pelitos geralmente caracteriza a subunidade inferior da formação, o Membro Jatapu, enquanto arenitos de granulometria fina a grossa predominam, sobretudo, na subunidade superior, o Membro Lontra. Localmente, no flanco norte e em subsuperfície, os sedimentitos mais superiores do Membro Lontra são tempestitos gerados em ambiente marinho raso, constituídos por arenitos com estratificação cruzada *hummocky*, com pouquíssimas intercalações pelíticas e contêm a fauna de invertebrados marinhos devonianos da Formação Maecuru. Juntamente com os crinóides, esses arenitos exibem restos de trilobitas, moluscos, briozoários, corais, conulárias e tentaculíidas (Melo, 1988; Cunha *et al.*, 1994).

Datações palinológicas do Membro Lontra, consideram-no de idade emsiana a eifeliana (Loboziac & Melo, 2000, 2002; Figura 2). As camadas portadoras de macrofósseis conchíferos marinhos restringem-se à sua parte mais superior.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Todas as amostras estudadas foram coletadas pela antiga Comissão Geológica do Império do Brasil em 1876, com exceção daquelas registradas como MN 7418-I, MN 8196-I a,b e MN 8197-I que foram coletadas pela Expedição Orville Adelbert Derby, patrocinada pela Petrobras, em 1986.

As amostras da Comissão Geológica do Império foram coletadas no rio Maecuru, a montante da cachoeira Teupixuna, no Estado do Pará (Derby, 1878). As amostras da Expedição Orville Adelbert Derby foram coletadas na margem direita do mesmo rio, cerca de 400 m a montante da cachoeira Teupixuna (ou Alagação).

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado, constituído por lajes de arenito de tamanho pequeno a médio contendo centenas de placas de crinóides, encontra-se depositado nas coleções dos setores

Figura 1. Mapa de localização com o ponto de coleta do material estudado (modificado de Machado *et al.*, 1996).

Figure 1. Location map of the collecting site (modified from Machado *et al.*, 1996).

de petrografia (MN 5164 e MN 5173a, b, c) e de paleoinvertebrados (MN 3412-I, MN 6133-I, MN 7418-I, MN 7581-I a MN 7587-I, MN 8196-Ia, b, e MN 8197-I) do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Os restos de crinóides presentes na Formação Maecuru correspondem a três tipos básicos: (i) placas calicinais

Figura 2. Biozonas de miósporos do Devoniano da bacia do Amazonas e correlação com as unidades litoestratigráficas regionais (modificado de Loboziak & Melo, 2002).

Figure 2. Miospore biozones for the Devonian of the Amazon Basin and their correlation with regional lithostratigraphic units (modified from Loboziak & Melo, 2002).

isoladas; (ii) colunais isoladas (também denominadas artículos ou entrocas); e (iii) pluricolunais (segmentos da coluna com mais de duas colunais articuladas).

Para a identificação das colunais isoladas e pluricolunais dos gêneros *Laudonomphalus* e *Exaesiocrinus* foi utilizada a classificação parassistemática proposta por Moore & Jeffords (1968) e, para as placas calicinais do gênero *Monstrocrinus*, a sistemática adotada por Le Menn (1990). A terminologia utilizada para a descrição das colunais isoladas e pluricolunais foi baseada em Moore *et al.* (1968).

As espécies baseadas exclusivamente na parassistemática são precedidas pelo símbolo “ø”, o qual é utilizado em trabalhos de descrição de material fragmentário de crinóides (Le Menn, 1987b; Le Menn, 1988) e são indicadores práticos de táxons baseados em colunais e pluricolunais (Donovan, 2001).

Os símbolos empregados para as medidas e índices das colunais e pluricolunais são aqueles definidos em (Moore *et al.*, 1968), a saber: A, aréola (*areola*); Ai, índice areolar (areolar index); F, faceta articular (*articulum*, articular facet); Fi, índice da faceta articular (articular facet index); KD nodal, diâmetro da colunal nodal (columnal nodal diameter); KH nodal, altura da colunal nodal (columnal nodal height); KHi nodal, índice da altura da colunal nodal (columnal nodal height index); L, lúmen (*lumen*); Li, índice luminal (luminal index); Ni, índice nodal (nodal index); NT, noditaxe (*noditaxis*); P, perilúmen (*perilumen*); Pi, índice periluminal (periluminal index).

PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA

Classe CRINOIDEA Miller, 1821

Subclasse CAMERATA Wachsmuth & Springer, 1885

Ordem DIPLOBATHRIDA Moore & Laudon, 1943

Subordem EUDIPLOBATHRINA Ubaghs, 1953

Superfamília RHODOCRINITACEA Roemer, 1855

Família RHODOCRINITIDAE Roemer, 1855

Monstrocrinus Schmidt, 1941

Espécie-tipo. *Monstrocrinus securifer* Schmidt, 1941

Monstrocrinus securifer Schmidt, 1941
(Figura 3)

Material. MN 5164, MN 5173a3, MN 5173a4, MN 5173a5, MN5173b7, MN5173c6, MN 6133-Ia e MN 7418-Ia.

Descrição. Placas calicinais com dois tipos de expansões: uma larga em forma de machado (Figura 3A-D), a maior e mais completa (MN 5164) medindo aproximadamente 9,57 mm de largura na base e 46,45 mm no topo e cerca de 37,55 mm de altura, e outra em forma de espinhos longos e estreitos (Figura 3E) de base alargada e medidas variáveis, com o maior exemplar (MN 5173a5) medindo aproximadamente 8,34 mm de largura na base e pelo menos 20,88 mm de comprimento. Ambas as formas têm como característica comum a base côncava.

Discussão. Segundo Le Menn (1990), são conhecidas quatro espécies de *Monstrocrinus*, todas do Emsiano: *M. securifer* Schmidt, 1941 e *M. granosus* Schmidt, 1941, do maciço Xistoso Renano (Alemanha); *M. aliformis* Le Menn, 1990, da região de Aragão (Espanha) e *Monstrocrinus* sp. dos Montes de Ougarta (Argélia). Entre os restos de crinóides da Formação Maecuru

Figura 3. Placas calicinais de *Monstrocrinus securifer*. Placas calicinais com expansão em forma de machado: **A**, MN 5164; **B**, MN 6133-1a; **C**, MN 5173a3; **D**, MN 5173a4; **E**, placa calicinal com expansão em forma de espinho em MN 5173a5. Escalas = 10 mm.

Figure 3. *Monstrocrinus securifer*. Calicinal plates with ax-like expansions: **A**, MN 5164; **B**, MN 6133-1a; **C**, MN 5173a3; **D**, MN 5173a4; **E**, calicinal plate with spine-like expansion em MN 5173a5. Scale bars = 10 mm.

estão presentes placas calicinais com os dois tipos de expansões (uma robusta em forma de machado e outra em forma de espinho longo e estreito) referidas por Schmidt (1941) à *M. securifer*. Essas últimas diferem das placas calicinais de *M. granosus* por não possuírem a ornamentação granulosa, e pela forma de suas expansões que em *M. granosus* são estreitas, mas curvas e formadas por dois processos. Diferem também de *Monstrocrinus* sp. (Le Menn, 1990), por não apresentarem as pequenas estruturas arredondadas radiais localizadas em torno da base da expansão da placa calicinal, e porque as expansões incompletas das placas calicinais de *Monstrocrinus* sp., embora sejam finas, parecem se alargar distalmente ao contrário das expansões em forma de espinho dos exemplares brasileiros que se afinam em direção a sua extremidade distal. As placas calicinais portadoras de grandes expansões da bacia do Amazonas diferem das de *M. aliformes* pelo contorno em forma de machado e pela ausência das apófises ou espinhos curtos, presentes na espécie espanhola.

Subclasse e Ordem incertas

[Grupo Cyclici]

Família ø FLUCTICARACIDAE Moore & Jeffords, 1968

ø *Laudonomphalus* Moore & Jeffords, 1968

ø *Laudonomphalus regularis* Moore & Jeffords, 1968

(Figura 4, Tabela 1)

Material. MN 5173a6, MN 5173a7, MN 5173b1, MN 5173b2, MN 5173b8, MN 5173c1, MN 6133-1c, MN 7418-1b, MN 7581-1a, MN 7581-1d, MN 7582-1a, MN 7583-1, MN 7584-1a, MN 7587-1, MN 8196-1a1 e MN 8196-1b.

Descrição. Pedúnculo heteromórfico circular; *noditaxis* com quatro colunais; colunais nodais com *latera* (lados) assimétricas longitudinalmente e epifacetas em forma de quilha abaixo da meia altura da colunal; internodais com *latera* convexas longitudinalmente, simétricas a levemente assimétricas. Linha de sutura do tipo simplectial, crenulada. *Articulum* (faceta articular) grande contendo em torno de 50

Figura 4. *Laudonomphalus regularis*. Colunais isoladas apresentando a morfologia da faceta articular e da *latera* lisa: **A**, MN 5173a6; **B**, MN 5173b8; **C**, MN 5173a7; **D**, MN 6133-1c; **E**, MN 3412-1. **F**, MN 7581-1d, seção transversal de uma colunai isolada. Escalas = 10 mm.

Figure 4. *Laudonomphalus regularis*. Isolated columnals showing the articular facet and the smooth *latera* morphology: **A**, MN 5173a6; **B**, MN 5173b8; **C**, MN 5173a7; **D**, MN 6133-1c; **E**, MN 3412-1. **F**, cross section of an isolated columnal in MN 7581-1d. Scale bars = 10 mm.

culmina (cristas) médias a grossas, retas e longas, que podem ou não se ramificar próximo à margem da faceta (a grande maioria não se ramifica), aumentando em altura e diâmetro do centro para periferia; faceta articular ligeiramente côncava, com *perilumen* amplo, bem elevado e com denticulos grossos no topo; *lumen* circular, bastante diminuto.

Discussão. Moore & Jeffords (1968) descreveram duas espécies de *Laudonomphalus*, *L. ornatus* e *L. regularis*, do Eriano dos Estados Unidos, cuja morfologia e índices das facetas articulares são semelhantes. A distinção entre elas está na morfologia externa das *latera*, lisas em *L. regularis*, e mais simétricas longitudinalmente e com tubérculos bem evidentes em *L. ornatus*. Com base na observação da morfologia das colunais dos espécimes da Formação Maecuru e das medidas de suas feições, concluiu-se que nesta formação ocorrem as duas espécies. Os espécimens referidos à *L. regularis* diferem dos norte-americanos pelo maior diâmetro das colunais e pelo *perilumen* mais amplo. Os espécimes da bacia do Amazonas diferem de *L. tuberosus* Moore & Jeffords 1968, do Couviniano siberiano, por não possuírem tubérculos grandes nas *latera* e por apresentarem *noditaxis* de quatro colunais e não de duas colunais. Diferem também de *L. seillouensis* Le Menn, 1981, por possuírem pedúnculo heteromórfico, *lumen* circular em vez de pentagonal e colunais com maior diâmetro; de *L. conicus* (Le Menn, 1970), por possuírem faceta articular menos côncava, com *crenulae* mais finas e em maior número, *lumen* circular e não pentagonal e de maior diâmetro; de *L. minimus* (Le Menn, 1970) por possuírem pedúnculo heteromórfico, *noditaxis* com quatro colunais e não duas, colunais bicôncavas em vez de planas e com maior diâmetro; faceta articular com *lumen* circular e não pentagonal, *perilumen* mais evidente, maior número de *crenulae*, e por não possuírem a depressão anelar na periferia da faceta articular característica de *L. minimus*; de *L. celticus* (Le Menn, 1970), principalmente por características da faceta articular como *lumen* circular e não pentagonal, *perilumen* mais desenvolvido e por apresentar maior número de *crenulae* que se alargam do *perilumen* até a

periferia da faceta articular, diferentemente de *L. celticus* onde as *crenulae* permanecem com tamanho constante; além disso, *L. celticus* possui menor diâmetro e apresenta, na margem externa da faceta articular, pequenas *crenulae*, que se intercalam entre as maiores originadas no *perilumen*, ausentes no material aqui estudado. O material da Formação Maecuru distingui-se de *L. tenuicrenulatus* por possuir colunai de maior diâmetro, *lumen* circular e não subpentagonal, *perilumen* mais desenvolvido e *crenulae* mais numerosas que, às vezes, se bifurcam próximo à margem externa da superfície articular. Difere de *L. maximus* (Le Menn, 1976) do Emsiano da França, Espanha e Bélgica por possuir *noditaxis* sempre com quatro colunais, enquanto em *L. maximus* o número de colunais no *noditaxis* pode variar de duas a oito, faceta articular menos côncava com *lumen* circular e não pentagonal e *perilumen* mais desenvolvido. Já *L. maretensis* Le Menn, 1981, da França e Espanha, difere do material da bacia do Amazonas por possuir vários tubérculos nas *latera* que muitas vezes se prolongam em espinhos e pelo menor número de *crenulae*, mais largas na faceta articular. Em relação à *L. rotundilatus* Le Menn, 1988, do Frasniano da

Tabela 1. Medidas (mm) e índices de *L. regularis*.

Table 1. Measurements (mm) and index of *L. regularis*.

	KD nodal	F	L	Li	P	Pi	KH nodal	KHi nodal	NT	Ni
MN 7584-1a	—	10	0,5	5	4,3	43				
MN 7581-1a	—	8	0,5	6,25	2,5	31,25				
MN 7582-1a	6,1	5,6	0,5	8,9	1,5	26,8	0,9	14,8	2,3	39,1
MN 7583-1		9,8	0,5	5,1	2,1	21,4				
MN 5173c1		12,5	0,7	5,6	3,1	24,8				
MN 5173b1		11,5	0,5	4,35	1,6	13,9				
MN 5173b2		12,2	0,7	5,7	3,1	25,4

Figura 5. *Laudonomphalus ornatus*. MN 5173c2, pluricolumnal apresentando a morfologia do *articulum* (A) e das *latera* com tubérculos (B), escalas = 5 mm.

Figure 5. *Laudonomphalus ornatus*. MN 5173c2, pluricolumnal showing *articulum* morphology (A) and *latera* with tubercles (B), scale bars = 5 mm.

França, o material aqui estudado difere por apresentar um padrão heteromórfico menos evidente com duas e não quatro ordens de internodais; em *L. rotundilatus* a tertinternodal é plano-convexa enquanto que no material da Formação Maecuru todas colunais são bicôncavas; *L. rotundilatus* também apresenta *latera* simétricas e o *lumen*, em algumas colunais, pode estar situado numa posição excêntrica.

♂ *Laudonomphalus ornatus* Moore & Jeffords, 1968
(Figura 5a,b; Tabela 2)

Material. MN 5173b3, MN 5173c2 e MN 5173c3.

Descrição. Pedúnculo heteromórfico circular, *noditaxis* com quatro colunais; colunais com *latera* simétricas longitudinalmente; nodais apresentando de seis a 10 tubérculos pequenos, bem evidentes nas *latera*; internodais com menor diâmetro e altura que as nodais, apresentando *latera* simétricas, lisas e levemente convexas longitudinalmente; linha de sutura do tipo simplectial, crenulada; *articulum* grande apresentando em torno de 50 cúlmens com *crenulae* médias a grossas, retas e longas, as quais podem ou não se ramificar, aumentando em altura e diâmetro do centro para a periferia; faceta articular ligeiramente côncava, com *perilumen* amplo, bem elevado e com denticulos

grossos no topo; *lumen* circular, bastante diminuto.

Discussão. A maioria das diferenças encontradas entre *L. regularis* e as demais espécies do gênero podem ser estendidas para o material aqui identificado como *L. ornatus*, pois essas duas espécies apresentam características da faceta articular praticamente idênticas, diferindo apenas na presença de tubérculos nas *latera*, mais simétricas, de *L. ornatus*. Além de diferenças na faceta articular, os tubérculos nas *latera* de *L. ornatus* diferem dos tubérculos de *L. tuberosus* por serem menores e simétricos, e daqueles de *L. maretensis* e *L. rotundilatus* por serem menores e nunca se prolongarem em apófises ou espinhos. Segundo Le Menn (1988), no material coletado na região de Boulonnais, *L. ornatus* e *L. regularis* coexistem, assim como todos os estágios intermediários entre as *latera* com superfície lisa e com tubérculos bem desenvolvidos. Assim sendo, para Le Menn (1988), *L. ornatus* e *L. regularis* seriam variações ontogenéticas de uma mesma espécie, *L. gr. regularis-ornatus*. *L. regularis* corresponderia às colunais mais novas da região proximal e *L. ornatus* às colunais mais antigas da região distal do pedúnculo. Na Formação Maecuru as duas espécies também coexistem; porém, como não foram encontradas articuladas em um mesmo pedúnculo e como não ocorrem os estágios intermediários, optou-se por mantê-las como espécies separadas. O material da Formação Maecuru é mais semelhante ao material dos Estados Unidos, apesar de diferir deste último pelo maior diâmetro das colunais e pelo *perilumen* mais amplo.

Família ♂ EXAESIODISCIDAE Moore & Jeffords, 1968

♂ *Exaesioidiscus* Moore & Jeffords, 1968

Espécie-tipo. ♂ *Exaesioidiscus acutus* Moore & Jeffords, 1968.

♂ *Exaesioidiscus aff. minutus* Moore & Jeffords, 1968
(Figura 6A-C; Tabela 3)

Material. MN 5173a1, MN 5173a2, MN 5173b4, MN 5173b5, MN 5173b6, MN 5173c4, MN 5173c5, MN 6133-Ib, MN 7581-Ib, MN 7581-Ic, MN 7582-Ib, MN 7584-Ib, MN 7585-I, MN 7586-Ia, MN 7586-Ib, MN 8196-Ia2 e MN 8197-Ib.

Descrição. Pedúnculo heteromórfico, circular; *noditaxis* com quatro a oito colunais; nodais bem mais largas e altas que as internodais, exceto quando o *noditaxis* possui oito colunais, pois a priminternodal se aproxima em dimensões e forma das nodais; sutura provavelmente lisa; nodais sem cirros com grande epifaceta lisa, bastante convexa e assimétrica longitudinalmente; *latera* das internodais lisas e retas longitudinalmente; faceta articular da nodal côncava e bem deprimida, para recepção das internodais; *crenularium* com *crenulae* finas, curtas e simples; aréola lisa e *lumen* quinquelobado de tamanho médio.

Tabela 2. Medidas (mm) e índices de *L. ornatus*.

Table 2. Measurements (mm) and index of *L. ornatus*.

	KD	F	L	Li	P	Pi	KH	Khi	NT	Ni
	nodal						nodal	nodal		
MN 5173c2	13,9	13,4	0,7	5,2	4,1	30,6	2,8	20,1	6,2	45,1
MN 5173c3		15,8	0,8	5,1	4,6	29,1				
MN 5173b3		13,3	0,7	5,3	4,1	30,8				

Tabela 3. Medidas (mm) e índices de *Exaesiiodiscus* aff. *minutus*. Entre parênteses o número de colunais do *noditaxis*.

Table 3. Measurements (mm) and index of the *Exaesiiodiscus* aff. *minutus*. In parenthesis the number of *noditaxis* columnals.

	KD nod	F	Fi	L	Li	A	Ai	KH nod	KHi nod	NT	Ni
MN 5173a	9	5,3	58,8					3,6	40	5,9 (4)	55,9
MN 5173a	10	4	40	1,1	27,2	1,5	37,5				
MN 5173c	9,1	5,1	56,1	1,1	21,6	2,8	54,9	3,7	40,6		
MN 5173c	7,6	4,9	64,5	1,2	24,5	1,9	38,8	2,9	38,2		
MN 5173b	8,5	5,1	60	0,9	17,6	2,3	45,1	2,7	31,8	7,5 (8)	36
MN 5173b	7,2	3,8	52,8	0,9	23,7	1,4	36,8				
MN 5173b	3,0	2,2	73,3					1,4	46,6	4,2 (8)	33,3
MN 7581-	5,3	3,8	71,7	0,9	23,7	2,1	55,6				
MN 7581-	9,8	6,8	69,4	1,2	17,6	2,6	38,2				
MN 7585-I	6,7	4	59,7	1,5	37,5	1,4	35				
MN 7586-	5,9	3,4	57,6					2,2	37,3	3 (4)	73,3
MN 7586-	8,7	4,4	50,6	0,8	18,2	2,5	56,8				

Discussão. As colunais do gênero *Exaesiiodiscus*, citadas pela primeira vez para a Formação Maecuru por Ferreira & Fernandes (1985), foram aqui identificadas como *Exaesiiodiscus* aff. *minutus* por apresentar a epifaceta da nodal muito convexa e arredondada, espessando-se levemente em direção à periferia. Entretanto, diferem de *E. minutus* pelo maior diâmetro das colunais nodais, pela maior altura das nodais em relação ao diâmetro, pelo *crenularium* mais expandido e pelo *lumen* quinquelobado diferente do *lumen* circular que ocorre no material da América do Norte (veja Moore & Jeffords, 1968). Distingue-se de *E. acutus* por possuir maior faceta articular, internodais de maior diâmetro e *latera* convexas, e não anguladas; distingue-se de *E. truncatus* por possuir a epifaceta mais convexa, e pela faceta articular mais deprimida para recepção das internodais. Já *E. salviensis* difere do material aqui analisado por apresentar superfície articular mais côncava e aréola lisa (Le Menn & Rachebouef, 1976), diferente da superfície articular plana à ligeiramente côncava e aréola granulada do material brasileiro. Além disso, *E. salviensis* apresenta espinhos e cirros nas *latera* das nodais, ausentes nas formas da Formação Maecuru.

CONSIDERAÇÕES PALEOGEOGRÁFICAS

O mapa de Scotese & McKerrow (1990) para o Devoniano Médio apresenta uma massa continental equatorial a tropical, a Laurússia ou Euroamérica, separada pelo oceano Réico do Gondwana, situado em latitudes subtropical a polar.

Nas reconstruções de Robardet *et al.* (1993), a Europa meridional (península Ibérica e a maior parte da França até o maciço Armoricano) e todas as regiões ao leste que constituem as zonas saxo-turingiana e moldanubiana até a Boêmia,

Figura 6. *Exaesiiodiscus* aff. *minutus*. A, MN 8197-Ib, colunai apresentando o *lumen* pentalobado, escala = 2 mm; B-C, vista geral dos pluricolumnais e colunais com morfologia do *articulum* e do *noditaxis*, em MN7586-I (B) e MN 5173c (C), escalas = 10 mm.

Figure 6. *Exaesiiodiscus* aff. *minutus*. A, MN 8197Ib, columnal with pentalobate *lumen*, scale bar = 2 mm; B-C, general view of the columnals and pluricolumnals with *articulum* and *noditaxis* morphology, in MN7586-I (B) and MN 5173c (C), scale bars = 10 mm.

formavam a Europa norte-gonduânica ou Armórica. Esta, no Paleozóico inferior (incluindo o Devoniano), estaria situada na borda norte da parte africana do Gondwana. Um dos principais problemas da paleogeografia do Devoniano é a relação entre as regiões norte-gonduânicas da Europa Central e Meridional (Armórica) e o cráton gonduânico. A maioria dos modelos baseados em paleomagnetismo propõe uma separação entre esses dois conjuntos, resultando na existência de um oceano Protétis. Entretanto, os dados sedimentares e paleofaunísticos não se coadunam com a presença de uma barreira de tal magnitude (Robardet *et al.*, 1993; Scotese & McKerrow, 1990), mas sim, a existência de espaços oceânicos estreitos, que não teriam alterado consideravelmente a unidade sedimentar e paleofaunística do conjunto. A ocorrência do gênero *Monstrocrinus* na bacia

do Amazonas é mais um dado a favor da hipótese de um possível contato das comunidades marinhas da Armórica com as do norte do Gondwana.

De acordo com Le Menn (1990), o gênero *Monstrocrinus* é considerado raro no Devoniano e restrito ao Devoniano Inferior (topo do Emsiano). Suas espécies foram registradas na Alemanha (Maciço Xistoso Renano), na Espanha (região de Aragão) e na Argélia (montes de Ougarta). Esta ocorrência é de especial importância pelos seguintes motivos: (i) a forma da Formação Maecuru é idêntica à espécie-tipo do gênero, *Monstrocrinus securifer*, do Maciço Xistoso Renano, fato que sugere relação com a fauna bentônica desta região; (ii) é o primeiro registro do gênero na América do Sul; e (iii) é o primeiro registro do gênero no Devoniano Médio (Eifeliano). A presença de um táxon nas bacias brasileiras de idades mais recentes do que suas ocorrências em outros continentes não é um fato isolado; padrão similar é apresentado por alguns braquiópodes, entre eles *Tropidoleptus carinatus* (Conrad, 1841). Estes fatos fornecem subsídios importantes para interpretações paleogeográficas relacionadas ao padrão de distribuição e prováveis rotas de migração de invertebrados bentônicos no norte do Gondwana, durante o Devoniano.

CONCLUSÕES

Restos dissociados de crinóides encontrados na Formação Maecuru são aqui atribuídos à *Monstrocrinus securifer*, *Laudonomphalus regularis*, *Laudonomphalus ornatus* e *Exaesioidiscus* aff. *minutus*. A presença de *Monstrocrinus* no Devoniano Médio (Eifeliano) da bacia do Amazonas sugere uma possível rota de migração de *Monstrocrinus*, aparentemente originada no sudoeste da Europa no Devoniano Inferior, através do norte do Gondwana Oriental, atingindo a bacia do Amazonas no Devoniano Médio. Reforça, também, a hipótese de um possível contato entre as faunas marinhas bentônicas do norte do Gondwana e a Armórica.

REFERÊNCIAS

- Bronn, H.G. 1840. *Ctenocrinus* ein neues Krinoiden-Geschlecht der Grauwacke. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, p. 542-548.
- Conrad, T.A. 1841. Fifth annual report on the paleontology of the State of New York. *New York Geological Survey, Annual Report* 5:25-67.
- Cunha, P.R.C.; Gonzaga, F.G.; Coutinho, L.F.C. & Feijó, F.J. 1994. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 8:47-55.
- Derby, O.A. 1878. Contribuições para a geologia da região do baixo Amazonas. *Archivos do Museu Nacional*, 2:77-107.
- Donovan, S.K. 2001. Nomenclature of disarticulated Palaeozoan columnals: a comment. *Journal of Palaeontology*, 75:888-889.
- Ferreira, C.S. & Fernandes, A.C.S. 1985. Notas sobre alguns crinóides do Devoniano da Amazônia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 57(1):139.
- Ferreira, C.S. & Fernandes, A.C.S. 1989. Crinóides do Devoniano do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989. *Resumo das Comunicações*, Curitiba, SBP, p.23-24.
- Fernandes, A.C.S.; Fonseca, V.M.M. & Ferreira, C.S.F. 2000. Occurrence of *Monstrocrinus securifer* Schmidt, 1941 (Crinoidea – Camerata) in the Middle Devonian of Amazon Basin, State of Pará, Brasil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000. *Abstracts*, Rio de Janeiro, CD-ROM.
- Katzer, F. 1903. *Grundzüge der Geologie des unteren Amazonas-gebietes (des Staates Pará in Brasilien)*. Leipzig, Max Weg., 296 p.
- Katzer, F. 1933. Geologia do Estado do Pará (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi de História Natural e Etnografia*, 9:1-269.
- Le Menn, J. 1970. *Les crinoïdes du Sieginien supérieur de la rade de Brest (Finistère)*. Faculté des Sciences de l'Université de Rennes, These de Docteur, 107 p.
- Le Menn, J. 1981. Les crinoïdes. *Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 24:261-273.
- Le Menn, J. 1988. Equinodermes du Givetien et du Frasnien du Boulonnais (France). In: D. Brice (ed.) *Le Dévonien de Ferques, Bas-Boulonnais (N. France)*. Université de Bretagne Occidentale, Collection Biostratigraphie du Paléozoïque, 7:455-477.
- Le Menn, J. 1990. Présence de *Monstrocrinus* (Crinoidea) dans l'Emsian Supérieur du domaine Nord-Gondwanien (Espagne, Algérie). *Annales de Paléontologie*, 76:149-158.
- Le Menn, J. & Rachebouef, P.R. 1976. Brachiopodes Chonetacea et crinoïdes des formations du Faou et de Montguyon (Dévonien Inferieur du Massif Armoricaín). *Annales de Société Géologique du Nord*, 96:283-323.
- Loboziak, S. & Melo, J.H.G. 2000. Miospores events from late Early to Late Devonian strata of Western Gondwana. *Geobios*, 33(4):399-407.
- Loboziak, S. & Melo, J.H.G. 2002. Devonian miospores successions of Western Gondwana: update and correlation with Southern Euroamerican miospores zones. *Review of Paleobotany and Palynology*, 121:133-148.
- Machado, D.M.C.; Fonseca, V.M.M. & Rego, L.V.M. 1996. Estudos preliminares sobre a distribuição espacial da macrofauna da Formação Maecuru (Devoniano Médio) da bacia do Amazonas, Estado do Pará. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, 1, 1996. *Anais*, Ponta Grossa, Prefeitura de Ponta Grossa/UFGP/UFRP, p. 239-246.
- Melo, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. In: N.J. Mcmillan; A.F. Embry & O.J. Glass (eds.) *Devonian of the world*, Canadian Society of Petroleum Geologists, p. 667-703.
- Moore, R.C. & Jeffords, R.M. 1968. Classification and nomenclature of fossil crinoids based on studies of dissociated parts of their columns. *The University of Kansas Contributions*, 9:1-86.
- Moore, R.C.; Jeffords, R.M. & Miller, T.H. 1968. Morphological features of crinoid columns. *The University of Kansas Contributions*, 8:1-30.
- Robardet, M.; Blaise, J.; Bouyx, E.; Gourvennec, R.; Lardeaux, H.; Le Hérisse, A.; Le Menn, J.; Melou, M.; Paris, F.; Plusquellec, et al. 1993. Paléogéographie de l'Europe occidentale de l'Ordovicien au Devonien. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 164:683-695.
- Schmidt, W. 1941. Die Crinoïden des Rheinischen Devons. II. Die Crinoïden des Unterdevons bis zur *Cultrijugaltus*-Zone (mit Abschluss des Hunsrückschiefers). *Abhandlungen der Reichsstelle für Bodenforschung*, 182:1-253.
- Scotese, C.R. & Mckerrow, W.S. 1990. Revised world maps and introduction. In: W.S. Mckerrow & C.R. Scotese (eds.) *Palaeozoic palaeogeography and biogeography*, The Geological Society of London, 21 p. (Memoir 12)

Received in August, 2005 ; accepted in May, 2006.