

Morfotipos de pedunculo de pelmatozoários da formação Ponta Grossa (devoniano, bacia do Paraná), no estado do Paraná, Brasil

Pelmatozoa stem morphotypes from Ponta Grossa formation (devonian, Paraná basin), Paraná state, Brazil

Sandro Marcelo Scheffler

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo: Duas classes de pelmatozoários já foram descritas para a Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná: Crinoidea e Blastoidea. Apesar da relativa abundância de material, a maioria consiste em material fragmentário, o que dificulta a identificação sistemática. Além disso, muitas pluricolunais e colunais possuem características que impossibilitam sua identificação em nível de classe, permitindo apenas uma descrição e distinção morfológica, sem aplicação direta da taxonomia. Neste trabalho são descritos oito morfotipos procedentes de dois afloramentos e suas possíveis afinidades taxonômicas são discutidas. Esses vários padrões morfológicos demonstram que os pelmatozoários, ao menos localmente, são bastante diversos nos mares epicontinentais do Devoniano da Bacia do Paraná.

Palavras-chave: Crinoidea, Blastoidea, morfotipos, Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná.

Abstract: Up to now, two pelmatozoa classes have been identified for the Ponta Grossa Formation in the State of Paraná: Crinoidea and Blastoidea. In spite of relative abundance of material, the majority of the objects is fragmented hampering the utilization of a systematic approach. Moreover, many pluricolumnals and columnals do not show characteristics which permit identification on a class level, but only allow morphologic identification and description without immediate taxonomic identification. In this article, eight morphotypes from two different sites are depicted and their possible taxonomic relations are discussed. The varied morphotypes are evidence of the fact that, at least locally, pelmatozoa echinoderms have occurred very diversified (multiform) in the epicontinental Sea of the Devonian Paraná Basin.

Key words: Crinoidea, Blastoidea, morphotype, Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Devon.

INTRODUÇÃO

Os pelmatozoários (Filo Echinodermata) são organismos tipicamente marinhos e suspensívoros que surgiram no Cambriano, possuindo representantes até os dias atuais. Esse grupo é formado por aproximadamente 10 classes, quase todas restritas ao Paleozóico inferior, sendo os crinóides

(Ordoviciano inferior até os dias atuais) e os blastóides (Ordoviciano ao Permiano) os grupos que tiveram mais sucesso durante o Fanerozóico.

Estas duas classes já foram registradas no Devoniano do Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa) através da presença de cálices (e.g. SCHEFFLER et al., 2001, SCHEFFLER & FERNANDES, 2003a, b, SCHEFFLER &

FERNANDES, 2007a, b), porém a maioria do material consiste em fragmentos de pedúnculos que muitas vezes não podem ser identificados, por apresentarem características que pertencem a ambas as classes.

A ocorrência fragmentária do material e a semelhança em muitos caracteres morfológicos entre os crinóides e os blastóides implicam em dois grandes problemas no estudo dos pelmatozoários.

O primeiro é referente à sistemática natural, que nos crinóides considera características dos braços e do cálice e nos blastóides apenas características da teca, obrigando a aplicação de uma sistemática paralela ou artificial, baseada apenas nos fragmentos de pedúnculos. O outro problema é a semelhança, em muitos casos, na morfologia das colunais de pedúnculo de crinóides e blastóides, tornando inviável a aplicação destas parassistemáticas, sendo possível apenas realizar a descrição da morfologia e a identificação dos espécimes como pertencentes ao Filo Echinodermata com Classe incerta.

O objetivo deste trabalho, portanto, é estabelecer tipos morfológicos de fragmentos de pedúnculos, descrevendo a morfologia de espécimes que não podem ser identificados em nível de classe. Estes morfotipos podem ser utilizados em estudos tafonômicos ou paleoecológicos, além de auxiliar em futuras reconstituições das espécies que viveram no mar de Ponta Grossa.

MÉTODOS DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE

Na análise e descrição morfológica das pluricolunais e colunais isoladas foi utilizada a terminologia proposta por Moore et al. (1968) e Webster (1974), sendo observados

tanto dados qualitativos como quantitativos de diversas características.

Os dados quantitativos utilizados foram: o diâmetro da faceta (F), o diâmetro do lúmen (L), o diâmetro da aréola (A), o diâmetro do crenulário (C), o diâmetro da colunal (KD), o diâmetro da colunal nodal (NKD), o diâmetro da colunal internodal (INKD), a altura da colunal (KH), a altura da colunal nodal (NKH) e a altura do noditaxe (NT).

Estes dados foram usados para calcular alguns índices importantes na distinção de tipos morfológicos e de espécies descritas com base na parassistemática. Os índices calculados foram: o índice nodal (Ni), o índice de altura da colunal (KH_i) ou o índice de altura da colunal nodal (NKH_i), o índice luminal (Li), o índice areolar (Ai) e o índice crenularial (Ci).

Para nomear os morfotipos foi criado um conjunto de siglas que se referem à unidade geológica na qual este morfotipo foi encontrado pela primeira vez. O conjunto de siglas é representado da seguinte maneira: abreviatura em maiúsculas da bacia sedimentar no qual o material foi encontrado pela primeira vez (no caso, Bacia do Paraná - PR), seguida pela abreviatura em minúsculas da sub-bacia (Sub-Bacia Apucarana - ap), seguidas por uma barra (/) e pela abreviatura em maiúsculas da formação (Formação Ponta Grossa - PG), finalizando com um hífen (-) e o número do morfotipo (e.g. PRap/PG-001). Este conjunto de siglas provavelmente será de grande utilidade para distinguir morfotipos em trabalhos futuros, que poderão englobar material de outras bacias paleozóicas brasileiras.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Conforme Petri & Fúlfaro (1983), a bacia sedimentar do Paraná está situada no centro-

leste da América do Sul, abrangendo uma área de aproximadamente 1.600.000 km², distribuídos entre os territórios brasileiro, argentino, uruguaio e paraguaio, possuindo um registro estratigráfico temporalmente posicionado entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo (MILANI & RAMOS, 1998).

O Devoniano no Estado do Paraná, que aflora na borda leste da bacia, está representado pelas formações Furnas e Ponta Grossa. Estas duas formações constituem a Superseqüência Paraná (MILANI & RAMOS, 1998) que materializa um ciclo transgressivo-regressivo completo de oscilação do nível do Panthalassa.

A Formação Ponta Grossa, parte caracteristicamente marinha do Devoniano no Paraná, consiste de folhelhos argilosos, micáceos, finamente laminados, cinzentos, localmente betuminosos ou carbonosos e folhelhos silticos a arenosos, com siltitos e arenitos muito finos subordinados (PETRI & FÚLFARO, 1983).

Lange & Petri (1967) subdividiram a Formação Ponta Grossa em três membros: Membro Jaguariaíva (inferior / Praguiano-Emsiano), Membro Tibagi (médio/Emsiano-Eifeliano) e Membro São Domingos (superior / Eifeliano-Neofameniano). As datações acima seguem o trabalho de Quadros (1999), que sugeriu a idade com base em associações de acritarcas.

Bergamaschi (1999) reconheceu cinco seqüências deposicionais de terceira ordem (seqüências B, C, D, E e F) para a Formação Ponta Grossa, cujas idades foram indicadas por Grahn (1997 apud BERGAMASCHI, 1999) baseado no registro de quitinozoários: a seqüência deposicional “B” corresponderia litoestratigraficamente, em termos gerais, ao Membro Jaguariaíva, com idade situada entre o Neolochkoviano–Emsiano (provavelmente Eoemsiano); a seqüência deposicional “C” foi situada

entre o Neo-emsiano–Eoifeliano; e a seqüência deposicional “D” seria de idade eifeliana. As seqüências deposicionais “C” e “D” corresponderiam ao Membro Tibagi. A seqüência deposicional “E” teria idade situada entre o Neo-eifeliano–Neogivetiano e a seqüência deposicional “F”, Frasniano; ambas corresponderiam ao Membro São Domingos de Lange & Petri (1967).

MATERIAL DE ESTUDO

Foram analisadas 65 amostras procedentes de dois afloramentos da Formação Ponta Grossa (figura 1), no Estado do Paraná, sendo eles:

- Afloramento Rio Caniú - rodovia PR-151, km 365,5, coordenadas 25°18'48" S e 50°05'32" W, Município de Ponta Grossa. Até o momento considerado por diversos autores como topo do Membro São Domingos (eg. POPP & BARCELLOS-POPP, 1986), sendo a idade givetiana sugerida com base em acritarcas (OLIVEIRA, 1997). Porém, datação recente com base em esporos realizada por de J. R. Maizatto e J. H. Gonçalves de Mello (informação in litteris, 2005, com base na análise da lâmina 200402225 do CENPES/Petrobras) tem sugerido idade neo-emsiana (vide SCHEFFLER & FERNANDES, 2007a). A idade neo-emsiana é aceita neste trabalho por ser corroborada pela ocorrência, neste afloramento, de cálices de blastóide que provavelmente pertencem ao gênero *Pachyblastus*, encontrado no Emsiano da Bolívia e da África do Sul.
- Afloramento Jaguariaíva – Corte do Ramal ferroviário de Jaguariaíva-Arapoti, km 3,9 coordenadas aproximadas de 24°14' S e 49°42' W, Município de Jaguariaíva. Este é o afloramento tipo do Membro Jaguariaíva e está posicionado no Praguiano–Emsiano conforme Quadros (1999).

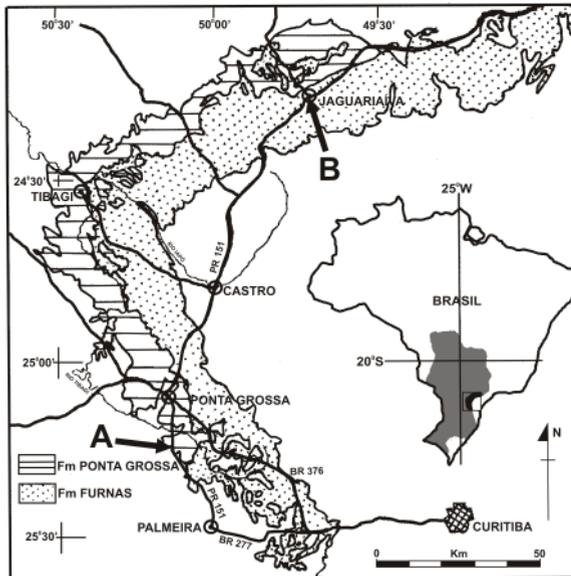


Figura 1 - Área de exposição das rochas do Grupo Paraná no Estado do Paraná, apresentando a localização dos afloramentos estudados: A) Afloramento Rio Caniú; B) Afloramento Jaguariaíva (modificado de BORGHI & FERNANDES, 2001).

Figure 1 - Surface of exposition of the Paraná Group rocks in Paraná state, showing the localization of the studied outcrop: A) Rio Caniú outcrop; B) Jaguariaíva outcrop (modified of BORGHI & FERNANDES, 2001).

O material analisado encontra-se depositado na Coleção de Paleontologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná sob o código CT e na Coleção de Paleontologia do Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro sob o código UFRJ-DG Eq.

PADRÕES MORFOLÓGICOS DE PLURICOLUNAIS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA

Filo ECHINODERMATA Klein, 1734

Classe INCERTA

Morfotipo PRap/PG-001

(Figuras 2a-d)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT018, CT047, CT075 a CT080, CT082 a CT095 e UFRJ-DG Eq097.

PROCEDÊNCIA: Afloramento Jaguariaíva.

DESCRIÇÃO: pedúnculo circular, fortemente heteromórfico, noditaxe com 16 colunais e quatro ordens de internodais

(434243414342434N), gradação em altura e diâmetro entre as colunais seguindo a ordem de inserção no pedúnculo, sendo a nodal e a priminternodal bem maiores que as demais colunais (figuras 2b, c). Nodais com grande epifaceta e látera bem assimétrica, muito convexa longitudinalmente, apresentando 5 a 10 tubérculos grandes e arredondados (às vezes estes tubérculos podem estar pouco evidentes, cedendo um aspecto liso e simétrico à látera); priminternodal com menor altura e epifaceta menos desenvolvida que a nodal, látera levemente assimétrica à simétrica, muito convexa longitudinalmente, apresentando entre 10 a 20 tubérculos arredondados bem definidos; secundinternodal semelhante a priminternodal, porém com menor altura, menor epifaceta e tubérculos em número variável, geralmente poucos, mas podendo chegar até 20, látera simétrica e convexa; tertinternodal e quartinternodal bem menores que as demais colunais, tanto em altura como em diâmetro, látera simétrica, lisa, levemente convexa, não desenvolvendo epifaceta; suturas do tipo simplectial, bem evidentes, com fina crenulação. Faceta articular plana, com crenulário que se estende da periferia até a borda da aréola, composto por 30 a 50 cúlmens finos, simples, retos, de tamanho variável; aréola circular, lisa, situada no mesmo plano do crenulário, variando em tamanho desde pequena à grande; lúmen pequeno e circular (figuras 2a, d). As maiores pluricolunais encontradas apresentaram 6,6 cm de comprimento com aproximadamente 270 colunais articuladas (CT071 e CT090, parte e contra-parte) e 12 cm (se estendendo pelas amostras CT047 e CT076A), com estimativa de aproximadamente 500 colunais articuladas. Medidas e índices apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Medidas e índices do morfotipo PRap/PG-001, provável pedúnculo de *Ophiocrinus stangeri*, encontrado no km 3,9 do afloramento Jaguariaíva. Medidas em milímetro. * Medidas da quartinternodal.

Table 1 – Measurements and indices of morphotype PRap/PG-001, probable stem of *Ophiocrinus stangeri*, found in Jaguariaíva outcrop, km 3,9. Measurements in millimeters. *Measurements of the quartinternodals.

No da amostra	F	L	Li	A	Ai	NKD	NKH	INKD*	NKHi	NT	Ni
CT076B						4,15	0,75	3	18,1	3,4	22,1
	3,036	0,297	9,8	0,924	30,4						
CT083A	2,28	0,35	15,4	1,35	59,2	3,44	0,495	2,28	14,4	2,805	17,7
	2,31	0,35	15,1	1,45	62,8	3,762	0,759	2,31	20,2	3,927	19,3
CT018A						3,729	0,425	2,706	11,4	2,575	16,5
CT085	3,016	0,348	11,5	1,566	51,9						
	3,306	0,348	10,5	1,276	38,6						
CT088	3,234	0,363	11,2	1,452	44,9						
CT082A						3,894	0,792	2,772	20,3	3,267	24,2
CT082B	2,97	0,363	12,2	1,254	42,2	3,234	0,66	2,805	20,4	3,927	16,8
CT090						3,96	0,726	2,97	18,3	3,498	20,8
CT087	2,25	0,25	11,1	1,6	71,1						

OBSERVAÇÕES: este padrão morfológico de pedúnculo ocorre em grande quantidade no mesmo nível em que foram encontrados os cálices de *Ophiocrinus stangeri* Salter, 1856, descrito por Scheffler (2004) e Scheffler & Fernandes (2007a), sendo que as dimensões e morfologia da faceta articular e da látera da colunar que ocorre articulada ao cálice da amostra CT001 é muito similar ao padrão aqui descrito. Jell & Theron (1999) descrevem brevemente o pedúnculo de *O. stangeri* da África do Sul onde podemos notar várias similaridades com o material da Formação Ponta Grossa, como o pedúnculo circular, fortemente heteromórfico, com nodais bem mais altas e largas que as demais colunais, com suturas fortemente crenuladas e diâmetro semelhante (entre 2 e 4 mm). É possível sugerir que as duas morfologias de nodais que ocorrem no material da Formação Ponta Grossa podem ter significado ontogenético com as nodais que apresentam látera simétrica sem tubérculos sendo consideradas colunais mais novas, que gradativamente adquirem a ornamentação na epifaceta, tornando-a assimétrica. Isto é apoiado pela menor altura das colunais do segmento de pedúnculo no qual a nodal tem látera lisa e pelo fato de que as colunais articuladas aos cálices de

Ophiocrinus stangeri, descritos para a Formação Ponta Grossa não apresentam tubérculos. É muito provável que este morfotipo pertença à espécie acima citada.

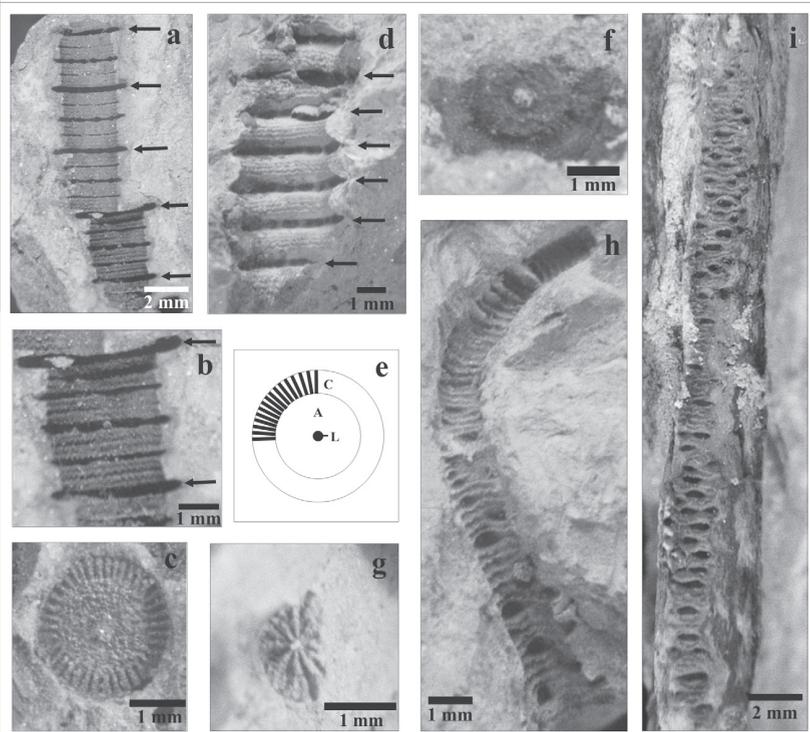


Figura 2 – Morfotipo P Rap/PG-001: (a) e (b) pluricolunais apresentando noditaxe de dezesseis colunais (CT018B); (c) faceta articular (CT076B). Morfotipo P Rap/PG-002: (d) pluricolunais com noditaxe de quatro colunais (CT134); (e) e (f) desenho esquemático da faceta articular e faceta articular da amostra CT026, respectivamente. Morfotipo P Rap/PG-003: (g) faceta articular (CT059); (h) e (i) pluricolunais da amostra CT150. As setas presentes nestas figuras indicam a posição das colunais nodais.

Figure 2 – Morphotype P Rap/PG-001: (a) and (b) pluricolumnals showing noditaxes of sixteen columnals (CT018B); (c) articular facet (CT076B). Morphotype P Rap/PG-002: (d) pluricolumnal with noditaxis of four columnals (CT134); (e) and (f) articular facet schematic outline and articular facet of the sample CT026, respectively. Morphotype P Rap/PG-003: (g) articular facet (CT059); (h) and (i) pluricolumnals of the sample CT150. The arrows showed in the figures denote the nodals columnals position.

Morfotipo P Rap/PG-002

(Figuras 2e-g)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT026 a CT028, CT042, CT063, CT108, CT110 a CT113, CT116, CT118, CT123, CT129, CT130, CT133, CT134, CT154, CT163.

PROCEDÊNCIA: Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo circular, fortemente heteromórfico, noditaxe com quatro ou oito colunais (212N ou 3231323N), apresentando gradação em altura e diâmetro entre as colunais seguindo a ordem de inserção no pedúnculo, sendo as nodais muito mais altas e largas que as internodais (em noditaxe com quatro colunais as

nodais, normalmente, são mais altas que todas as internodais juntas) (figura 2e); nodais com látera muito convexa longitudinalmente, com grande epifaceta apresentando de 12 à 20 tubérculos pequenos arredondados e regularmente dispostos, abaixo da meia altura da colunal (látera assimétrica); priminternodal, secundinternodais e tertinternodais com diâmetro e altura bem menores do que das nodais, com látera simétrica levemente convexa longitudinalmente; nos noditaxes com oito colunais, a priminternodal normalmente apresenta vários tubérculos arredondados na látera (em menor quantidade que nas nodais); suturas do tipo simplectial com fina crenulação; superfície articular plana com crenulário, que

normalmente ocupa mais da metade da área da faceta, portando de 35 a 60 cúlmens finos, retos, longos e simples; crenulário terminando internamente na aréola plana, lisa e circular; lúmen pequeno e circular (figuras 2f, g). A maior pluricolunais encontrada apresentou em torno de 680 colunais articuladas, atingindo 21,5 cm de comprimento, com diâmetro de 5,1 mm (CT118). Medidas e índices presentes na tabela 2.

Tabela 2 - Medidas e índices do morfotipo P Rap/PG-002, encontrado no afloramento Rio Caniú. Medidas em milímetros. * Medidas da secundinternodal.
Table 2 – Measurements and indices of morphotype P Rap/PG-002, found in Rio Caniú outcrop. Measurements in millimeters. *Measurements of the secundinternodals.

No da amostra	F	L	Li	A	Ai	NKD	NKH	NKHi	INKD*	NT	Ni
CT163						3,069	0,495	16,1	2,376	1,122	44,1
CT027						4,2	0,726	17,3	2,92	1,386	52,4
	3,432	0,297	8,7	0,924	26,9						
CT112	2,175	0,225	10,4	0,8	36,8	2,925	0,575	19,7	2,05	1,075	53,5
CT134						4,4	0,88	20	3,2	1,44	61,1
CT116	3,102	0,363	11,7	0,924	29,8						

Morfotipo P Rap/PG-003 (Figuras 2h-j)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT059 e CT150.

PROCEDÊNCIA: Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo circular, homomórfico; látera das colunais simétrica, levemente convexa longitudinalmente, pequenos tubérculos arredondados, irregularmente dispostos (Figuras 2g, j); altura na mesma colunal não é constante sendo mais alta na região dos tubérculos e mais baixa onde estes não ocorrem (altura variando entre 0,15 mm e 0,275 mm na mesma colunal); distalmente aparecem grandes tubérculos arredondados (um ou dois por colunal), irregularmente dispostos na látera de algumas colunais, sendo que os tubérculos menores se tornam pouco evidentes (figura 2j); a altura das colunais, na região dos tubérculos grandes, aumenta quase três vezes em relação ao restante da colunal; não há uma ciclicidade na ocorrência de tubérculos grandes, que evidenciem um noditaxe, motivo pelo qual o pedúnculo continua sendo considerado homomórfico distalmente; colunais aumentam rapidamente em altura e principalmente em diâmetro distalmente

(CT150); sutura do tipo simplectial bem evidente, com larga crenulação; superfície articular plana, circular, com crenulário que se estende da margem externa até o pequeno lúmen circular (figura 2i); crenulário portando em torno de 10

cúlmens largos, retos, longos e simples, que se alargam muito do lúmen em direção à periferia onde alcançam a altura máxima (CT059). A amostra CT150 apresentou duas pluricolunais, sendo uma com padrão de mesistele e dististele e outra com padrão de proxistele e mesistele proximal; a primeira mede 26,4 mm de comprimento e é composta por 89 colunais articuladas, já a segunda mede 12,7 mm e é composta por 58 colunais articuladas. O pedúnculo completo deste morfotipo (faltando a estrutura de ancoragem) provavelmente é equivalente a soma destas duas pluricolunais, atingindo um comprimento em torno de 40 mm com mais de 150 colunais. Medidas e índices são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Medidas e índices do morfotipo P Rap/PG-003, encontrado no afloramento Rio Caniú. Medidas em milímetros. * Média da altura da colunal.

Table 3 – Measurements and indices of morphotype P Rap/PG-003, found in Rio Caniú outcrop. Measurements in millimeters. *Medium columnal height.

No da amostra	F	L	Li	C	Ci	KH*	Khi	
CT059	proxistele	1,6	0,1	6,25	1,5	93,75	0,2	12,5
	proxistele	1,25	0,075	6	1,175	94		
CT150	proxistele	0,8					0,15	18,2
	dististele	1,3					0,2	15,4

Morfotipo PRap/PG-004

(Figuras 3a-g)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT026, CT032 (A e B), CT042, CT061, CT107, CT109, CT124, CT126, CT135, CT136, CT139, CT140, CT143 (A e B), CT145, CT148, CT149 (A e B), CT152, CT154, CT161 e CT165.

PROCEDÊNCIA: Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo xenomórfico, circular, distintamente dividido em proxistele, mesistele e dististele. Proxistele homomórfica, com todas as colunais iguais, com látera simétrica, levemente convexa longitudinalmente, com pequena epifaceta apresentando de oito a dez tubérculos pequenos, arredondados e pouco evidentes; algumas colunais portando um ou dois tubérculos grandes, bem evidentes, irregularmente dispostos (figuras 3b, d). Distalmente, as colunais da proxistele perdem os pequenos tubérculos e os grandes tubérculos se tornam gradualmente mais frequentes e regularmente dispostos, originando uma mesistele heteromórfica com noditaxe de duas colunais, sendo uma levemente mais alta, com látera bastante convexa, simétrica longitudinalmente, com grande epifaceta, apresentando de oito a dez tubérculos grandes, arredondados e bem evidentes, e a outra colunal com látera simétrica, lisa, levemente convexa longitudinalmente (figuras 3a-c). Em direção distal, este padrão muda gradualmente, até formar uma dististele com nítido padrão heteromórfico e noditaxe de quatro colunais, onde as colunais com maior altura e com tubérculos grandes, arredondados e bem evidentes na látera estão separadas entre si por três colunais levemente mais baixas, com látera lisa, simétrica e levemente

convexa longitudinalmente, semelhante às internodais descritas para a mesistele (figuras 3a, c, g); distalmente este padrão pode se modificar novamente em um padrão heteromórfico com noditaxe de oito colunais, sendo que as colunais que corresponderiam à nodal e à priminternodal apresentam os tubérculos

na látera, porém a segunda teria menor diâmetro, e as demais colunais apresentariam látera simétrica, lisa, levemente convexa longitudinalmente (CT165, CT161). Colunais aumentando em altura e diâmetro distalmente; sutura entre as colunais do tipo simplectial, finamente crenulada. Superfície articular plana, com crenulário que se estende da periferia até a aréola, portando entre 15 a 25 cúlmens retos, simples, finos e longos; aréola circular, plana, lisa, pouco deprimida, posicionada pouco abaixo da superfície do crenulário; lúmen pequeno e circular (figuras 3e, f). A amostra CT149 apresentou uma pluricolunal com proxistele, mesistele e dististele proximal com 7,5 cm de comprimento que tem em torno de 300 colunais articuladas (as figuras 1 e 2 da estampa 2 juntas representam esta pluricolunal) e a amostra CT165 apresentou uma pluricolunal com padrão de dististele com 9,7 cm de comprimento que tem em torno de 310 colunais articuladas; é bem provável que a soma das duas pluricolunais representassem o comprimento aproximado deste morfotipo que deveria atingir em torno de 17 cm com mais de 600 colunais. Duas amostras apresentaram o padrão da proxistele: CT061 - KD, 0,5 mm; KH, 0,2 mm; KHi, 40 e CT149 - KD, 0,825; KH, 0,2; KHi, 24,2. Medidas e índices da dististele são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Medidas e índices do padrão da dististele do morfotipo PRap/PG-004 (noditaxe com quatro colunais) encontrado no afloramento Rio Caniú. Medidas em milímetros.

Table 4 – Measurements and indices of the morphotype PRap/PG-004 dististele (four columnals noditaxis), found in Rio Caniú outcrop. Measurements in millimeters.

No da amostra	F	L	Li	A	Ai	NKD*	NKH*	NKHi*	INKD*	NT*	Ni*
CT032A						2,025	0,475	23,5	1,25	1,2	39,6
CT135	1,75	0,15	8,6	0,6	34,3	2,4	0,45	18,8	1,75	1,3	34,6
CT148	0,875	0,1	11,4	0,3	34,3	1,275	0,5	39,2	0,875	1,475	33,9
CT149A						1,2	0,35	29,2	0,825	1,1	31,8
CT143B						1,575	0,575	36,5	1	1,575	36,5
CT136	1,5	0,15	10	0,8	53,3						
CT140	1,725	0,15	8,7	0,6	34,8	2,325	0,525	22,6	1,725	1,4	37,5
CT124						1,175	0,425	36,2	0,825	1,375	30,9
CT107	1,175	0,15	12,8	0,5	42,5	1,8	0,5	27,8	1,175	1,425	35,1

OBSERVAÇÃO: este morfotipo corresponde ao morfotipo 2, descrito por Scheffler et al. (2002), sendo que a proxistele corresponde ao padrão de pluricolunial B, a mesistele ao padrão de pluricolunial F e a dististele ao padrão de pluricolunial D. O padrão de pluricolunial I, encontrado no morfotipo 2 de Scheffler et al. (2002) e designado por estes autores de padrão de transição, corresponde aos noditaxes da porção distal da proxistele. A forma de crescimento deste pedúnculo difere de outros padrões aqui descritos, onde as nodais são inseridas abaixo do cálice e as internodais ao longo do pedúnculo, conforme processo descrito em Le Menn (1987) e Brower (1974). A mudança de padrão morfológico da proxistele para a mesistele e dististele no morfotipo 4 não ocorre através desta intercalação das internodais, pois as mesmas apareceriam com menor altura e diâmetro que as colunais existentes em posição mais proximal; porém as colunais aumentam gradativamente em altura para a região distal, indicando que todas as colunais são inseridas abaixo do cálice, padrão que segundo Brower (1974) é raro entre crinóides. Portanto a mudança de padrão de “noditaxe” com duas colunais da mesistele para “noditaxe” com quatro colunais na dististele ocorreria, provavelmente, por reabsorção dos tubérculos de uma das “nodais” de dois “noditaxes” consecutivos da

mesistele. Foram usadas aspas para os termos noditaxe, nodal e internodal pois por definição a nodal é aquela colunial inserida abaixo do cálice e a internodal são as colunais inseridas ao longo do pedúnculo, sendo que o noditaxe é formado pela organização cíclica destes dois tipos de colunais; se não existem internodais típicas não se pode dizer que há noditaxe típico.

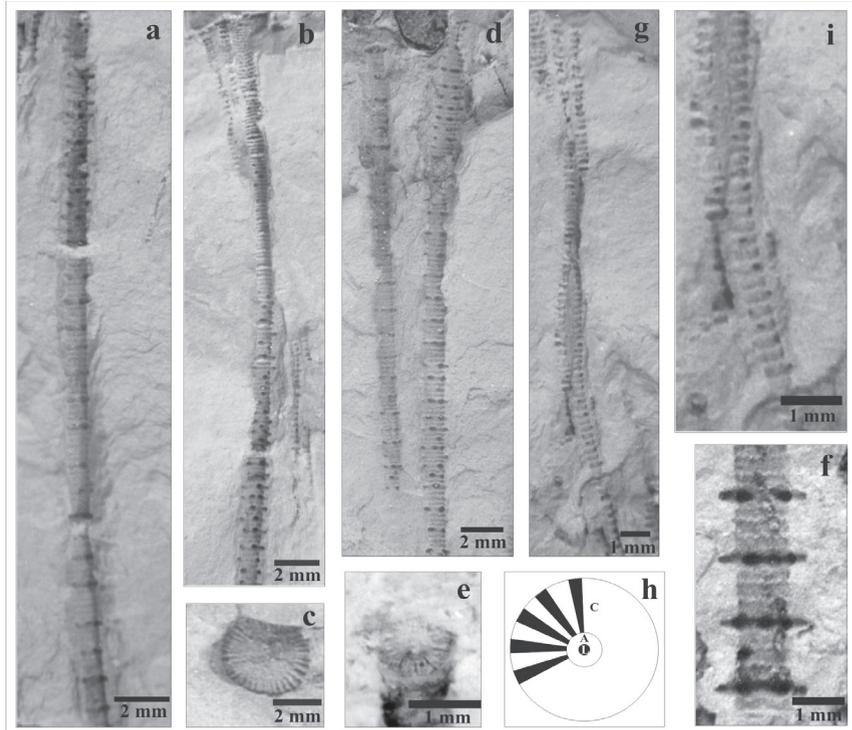


Figura 3 – Morfotipo PRap/PG-004: (a), (b), (d) e (f) pluricoluniais das amostras CT149B, CT149A, CT124 e CT107, respectivamente; (c) e (e) faceta articular das amostras CT144 e CT107, respectivamente. Morfotipo PRap/PG-005: (g) e (i) pluricoluniais homomórficas (CT149B); (h) desenho esquemático da faceta articular.

Figure 3 – Morphotype PRap/PG-004: (a), (b), (d) and (f) pluricolunials of the samples CT149B, CT149A, CT124 and CT107, respectively. Morphotype PRap/PG-005: (g) and (i) homeomorphic pluricolunials (CT149B); (h) schematic outline of the articular facet.

Morfotipo PRap/PG-005

(Figuras 3h-j)

MATERIAL: espécimens presentes na amostra CT149 (A e B).**PROCEDÊNCIA:** Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo muito pequeno, circular, homomórfico (figuras 3h, i); colunais altas em relação ao seu diâmetro (morfotipo com maior KHi), normalmente com látera lisa, simétrica, levemente convexa longitudinalmente; porém podem apresentar um, dois ou três tubérculos grandes em relação ao seu diâmetro, arredondados, bem evidentes e irregularmente dispostos, sendo que no lugar onde ocorre o tubérculo forma-se uma epifaceta proeminente; sutura do tipo simplectial, com média a grossa crenulação; superfície articular circular com crenulário que se estende da periferia até a pequena aréola, denominada por banda areolar; crenulário formado por 10 a 20 cúlmens médios a grossos, retos, simples e longos; banda areolar circular, muito reduzida, lisa, pouco deprimida, situada abaixo do plano do crenulário; lúmen diminuto e circular (figura 3j). A maior pluricolunal encontrada apresentou em torno de 110 colunais articuladas em 35 mm de comprimento. Medidas e índices apresentados na tabela 5.

Morfotipo PRap/PG-006

(Figuras 4a, b)

MATERIAL: espécimen presente na amostra CT034B.**PROCEDÊNCIA:** Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo fortemente heteromórfico circular, noditaxe irregular, parecendo ter quatro colunais com duas ordens de internodais (212N), com gradação em altura e diâmetro entre as colunais seguindo a ordem de inserção no pedúnculo (figura 4b); nodal bastante alta, correspondendo a quase metade da altura do noditaxe; nodal com látera simétrica, convexa longitudinalmente, com grande epifaceta apresentando mais de 20 tubérculos pequenos, redondos, bem evidentes, regularmente dispostos; priminternodal e secundinternodal muito semelhantes entre si com látera simétrica, levemente convexa longitudinalmente, e com pequenos e numerosos tubérculos, pouco evidentes; sutura do tipo simplectial, com larga crenulação; superfície articular circular com crenulário que se estende da periferia até o lúmen; crenulário com 15 a 20 cúlmens largos, retos, simples, longos, que se alargam muito do lúmen em direção à periferia da faceta; lúmen pequeno e circular (figura 4a). A única pluricolunal encontrada com este

Tabela 5 – Medidas e índices do morfotipo PRap/PG-005, encontrado no afloramento Rio Caniú. Medidas em milímetros.

Table 5 – Measurements and indices of the morphotype PRap/PG-005, found in Rio Caniú outcrop. Measurements in millimeters.

No da amostra	F	L	Li	A	Ai	KD	KH	KHi
CT149A	0,375	0,05	13,3	0,025	6,7	0,375	0,25	66,6
	0,4	0,05	12,5	0,025	6,25			
						0,325	0,225	63,2
CT149B						0,425	0,25	58,8
						0,5	0,25	50
						0,35	0,225	64,3

morfotipo mede 6 mm de comprimento e apresenta 18 colunais articuladas. Medidas em milímetro e índices do espécimen são: F – 2,838; L – 0,429; Li – 15,1; C – 2,409; Ci – 84,9; NKD – 3,729; NKH – 0,66; NKHi – 17,7; INKD – 2,805; NT – 1,518; Ni – 43,5.

de inserção no pedúnculo (figuras 4d, e); nodais muito mais largas e altas que demais colunais, correspondendo a um terço da altura do noditaxe, com látera simétrica, muito convexa longitudinalmente, com grande epifaceta apresentando de oito a dez tubérculos

grandes arredondados; priminternodal normalmente com látera simétrica, muito convexa longitudinalmente, com epifaceta bem desenvolvida (menor que da nodal) apresentando oito a dez tubérculos, menores que das nodais (algumas vezes a priminternodal possui látera simétrica, lisa e levemente convexa); secundinternodal e tertinternodal com látera lisa, simétrica, levemente convexa longitudinalmente, bem menores que a priminternodal; sutura do tipo simplectial, finamente crenulada; superfície articular plana e circular, com crenulário que se estende da periferia até a borda da aréola, possuindo em torno de 30 cúlmens

finos, retos e simples; aréola plana, circular, lisa, circundando o lúmen pequeno e circular (figura 4c). A maior pluricolunal encontrada apresentou 100 colunais articuladas com 3,1 cm de comprimento. CT104: NKD – 3,729; NKH – 0,759; NKHi – 20,4; INKD – 2,145; NT – 2,574; Ni – 29,5. CT067: F – 2,244; L – 0,198; Li – 8,8; A – 0,858; Ai – 38,2; NKD – 2,937; NKH – 0,792; NKHi – 26,9; INKD – 2,145; NT 2,574; Ni – 30,8. Medidas em milímetros. OBSERVAÇÃO: este morfotipo corresponde ao morfotipo 3 de Scheffler et al. (2002), formado pelo padrão de pluricolunal G.

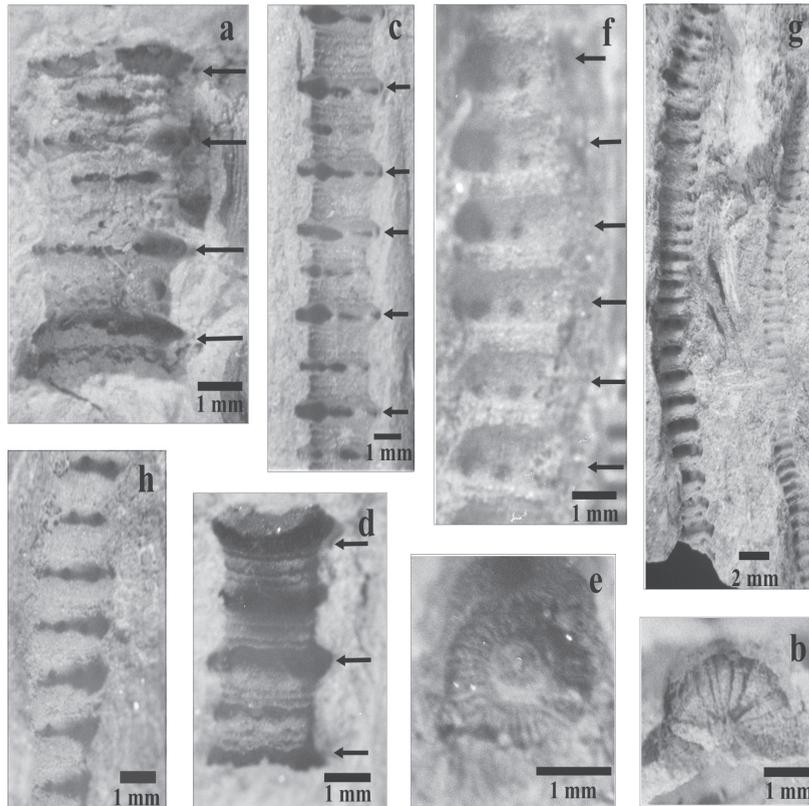


Figura 4 – Morfotipo PRap/Pg-006: (a) e (b) pluricolunal e faceta articular (amostra CT034B). Morfotipo PRap/Pg-007: (c) e (d) pluricolunais das amostras CT104 e CT067, respectivamente; (e) faceta articular (CT067). Morfotipo PRap/Pg-008: (f), (g) e (h) pluricolunais (CT074). As setas presentes nestas figuras indicam a posição das colunais nodais.

Figure 4 – Morphotype PRap/Pg-006: (a) and (b) pluricolunal and articular facet (CT034B). Morphotype PRap/Pg-007: (c) and (d) pluricolunals of the samples CT104 and CT067, respectively; (e) articular facet (CT067). Morphotype PRap/Pg-008: (f), (g) and (h) pluricolunals (CT074). The arrows showed in the figures denote the nodals columnals position.

Morfotipo PRap/Pg-007 (Figuras 4c-e)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT067, CT104 e CT154.

PROCEDÊNCIA: Afloramento Rio Caniú.

DESCRIÇÃO: pedúnculo circular, fortemente heteromórfico, noditaxe com oito colunais e três ordens de internodais (3231323N), nítida gradação em altura e diâmetro entre as colunais seguindo a ordem

Morfotipo P Rap/PG-008 (Figuras 4f-h)

MATERIAL: espécimens presentes nas amostras CT074, CT075 e CT086.

PROCEDÊNCIA: km 3,9 do Afloramento Jaguariaíva.

DESCRIÇÃO: pedúnculo pequeno, circular, fortemente heteromórfico, noditaxe com quatro colunais e duas ordens de internodais (212N), gradação em altura e diâmetro entre as colunais seguindo a ordem de inserção no pedúnculo (figuras 4f, g, h); nodais muito mais altas e largas do que as internodais, correspondendo a mais da metade da altura do noditaxe, com látera muito convexa, bem assimétrica, com grande epifaceta possuindo de oito à dez tubérculos posicionados bem abaixo da meia altura (figura 4h); priminternodal e secundinternodal muito baixas e com látera lisa, simétrica, levemente convexa longitudinalmente; priminternodal, as vezes, desenvolvendo uma epifaceta assimétrica (com menores dimensões que a nodal) que apresenta tubérculos em menor número que a nodal, tornando-se bem mais alta e larga que a secundinternodal; sutura do tipo simplectial, com fina a média crenulação; a faceta articular não é inteiramente conhecida, porém foi possível visualizar 20 à 25 crênulas relativamente largas. Na amostra CT074 são encontradas duas pluricolunais, sendo uma com 89 colunais articuladas e 3,1 cm de comprimento e a outra com 118 colunais e 2,7 cm de comprimento, cujas medidas (em milímetros) são aqui apresentadas, respectivamente: NKD – 2,55; NKH – 1,0; NKHi – 39,2; INKD – 1,925; NT – 1,5; Ni – 66,6 e NKD – 1,525; NKH – 0,6; NKHi – 39,3; INKD – 1,275; NT – 1,175; Ni – 51,1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descrição destes oito morfotipos é indício de que a diversidade, ao menos morfológica, dos pelmatozoários do Devoniano da Bacia do Paraná pode ser bastante elevada. A maior parte dos morfotipos foram encontrados

no afloramento Rio Caniú (6 de 8), que juntamente com outros pelmatozoários já descritos ou identificados (com base na sistemática natural e artificial), torna este afloramento, até o momento, o mais rico em equinodermas pedunculados na Bacia.

Apesar destes morfotipos não permitirem a identificação, até o momento, dentro de uma das duas classes de equinodermas pedunculados existentes no Devoniano do Paraná, algumas considerações preliminares podem ser levantadas a esse respeito. O morfotipo 1 provavelmente pertence ao crinóide *Ophiocrinus stangeri*. Os morfotipos 3 e 6 também tem grandes possibilidades de pertencer a Classe Crinoidea, pois os blastóides apresentam um crenulário sempre circundando uma aréola circular, o que não ocorre nos morfotipos acima citados.

Não é possível fazer inferências quanto às possíveis afinidades do morfotipo 8, pois este não apresenta a superfície articular completamente preservada. O restante dos morfotipos, 2, 4, 5 e 7, pela presença da aréola circular cercada por um crenulário circular, e apresentando um lúmen circular diminuto e central, podem pertencer a qualquer uma das duas classes, tanto aos Crinoidea quanto aos Blastoidea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, Sérgio. *Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (formações Furnas e Ponta Grossa da Sub-bacia de Apucarana)*, Bacia do Paraná, Brasil. 1999. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, USP, São Paulo - SP.

BORGHI, Leonardo & FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. "A new trace fossil from the Devonian of the Paraná State (Paraná Basin), Brazil. *Boletim do Museu Nacional*, v. 58, p. 1-12, 2001.

BROWER, James. Ontogeny of camerate crinoids. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, v. 72, p. 1-53, 1974.

JELL, Peter & THERON, Johannes. Early Devonian echinoderms from South Africa. *Memoirs of the Queensland Museum*, v. 43, n. 1, p. 115-199, 1999.

LANGE, Frederico Waldemar & PETRI, Setembrino. The Devonian of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, João José (Org.). Problems in Brazilian Devonian geology. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 21/22, p. 5-55, 1967.

LE MENN, Jean. Growth patterns and evolutionary trends of Devonian crinoid columns. **Geobios**, v. 20, n. 6, p. 811-829, 1987.

MILANI, Edilson & RAMOS, Victor. Orogenias Paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 4, p. 473-484, dez. 1998.

MOORE, Raymond; JEFFORDS, Russell & MILLER, Theodor. Morphological features of crinoid columns. **The University of Kansas Paleontological Contributions**, v. 8, n. 45, p. 1-30, jan. 1968.

OLIVEIRA, Sandra de Fátima. **Palinologia da seqüência devoniana da Bacia do Paraná no Brasil, Paraguai e Uruguai: implicações biocronoestratigráficas, paleoambientais e paleogeográficas**. 1997. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, USP, São Paulo – SP, 1997.

QUADROS, L. P. Silurian-Devonian acritarch assemblages from Paraná Basin: an update and correlation with Northern Brazilian basins. In: RODRIGUES, M. A. C.; PEREIRA, Egberto (Orgs.). **Ordovician-Devonian palynostratigraphy in Western Gondwana: update, problems and perspectives**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1999. p. 105-145.

PETRI, Setembrino & FÚLFARO, Vicente José. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1983.

POPP, José Henrique & BARCELLOS-POPP, Marlene. Análise estratigráfica da seqüência deposicional Devoniana da Bacia do Paraná (Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 2, p. 187-194, 1986.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo. **Oscrinóides e blastóides da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná)**, Estado do Paraná, Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências/Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociência, UFRJ – RJ.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo; BOLZON, Robson Tadeu & AZEVEDO, Inês. “Cálices de Crinoidea

na Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Brasil”. In: PALEO 2001, 2001, Mafra e Rio Negro. **Programação e Resumos**. Mafra: Universidade do Contestado, 2001, p. 11.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo; BOLZON, Robson Tadeu & AZEVEDO, Inês. Análise morfológica dos crinóides do afloramento Rio Caniú (Formação Ponta Grossa), Estado do Paraná, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 25, n. 54, p. 65-76, 2002.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo & FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. “Ocorrência de cálice de crinóide, Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná”. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 2003, Brasília. **Boletim de Resumos**. Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003a, p. 258-259.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo & FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. Primeira ocorrência de cálice de Blastoidea na Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 2003, Brasília. **Boletim de Resumos**. Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003b, p. 260-261.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo & FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná). **Arquivos do Museu Nacional**, 2007a, no prelo.

SCHEFFLER, Sandro Marcelo & FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. Blastoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, 2007b, no prelo

WEBSTER, G. D. Crinoid pluricolumnal noditaxis patterns. **Journal of Paleontology**, v. 48, n. 6, p. 1283-1288, nov. 1974.

(Recebido em 20/06/2007 e aceito para publicação em 30/09/2007)

