



Asterozoários do Devoniano da Bacia do Paraná

MALTON CARVALHO FRAGA¹ & CRISTINA SILVEIRA VEGA¹

¹Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil
fraga.malton@gmail.com & cvega@ufpr.br

Resumo

Por muito tempo, estrelas-do-mar e ofiuroides foram considerados fósseis muito raros entre os paleoinvertebrados da Formação Ponta Grossa. Por conta disso, os trabalhos paleontológicos desses asterozoários brasileiros sempre foram escassos e limitados a antigos levantamentos. Com base nessas limitações, o presente estudo tem como objetivo a análise de equinodermos, com ênfase nas classes Asteroidea e Ophiuroidea, do acervo do Laboratório de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, Brasil. Esses fósseis foram coletados durante décadas de atividades de campo em três afloramentos, correspondentes aos membros Jaguariaíva e São Domingos da Formão Ponta Grossa, na Bacia do Paraná. A descrição taxonômica de 60 amostras permitiu a identificação de dois morfotipos de ofiuroides e dois morfotipos de estrelas-do-mar. Além disso, a investigação tafonômica das amostras destacou os processos biostratigráficos, enfatizando a alta fragilidade dos ossículos carbonáticos do esqueleto desses equinodermos. Por fim, a caracterização desses asterozoários, a matriz sedimentar e a fauna fóssil associada também contribuíram para a reconstrução paleoecológica e paleoambiental desta formação, além do aumento da diversidade de equinodermos conhecida na região.

Palavras-chave: Echinodermata, Asteroidea, Ophiuroidea, Devoniano, Formação Ponta Grossa

Abstract

For a long time, starfishes and ophiuroids were considered very rare fossils among the paleoinvertebrates of the Ponta Grossa Formation. Because of this, the paleontological papers of these Brazilian asterozoans have always been scarce and restricted to ancient surveys. Based on these limitations, the present study aims to analyze echinoderms, with emphasis on the classes Asteroidea and Ophiuroidea, from the collection of the Laboratório de Paleontologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Brazil. These fossils were collected during decades of field activities in three outcrops, corresponding to Jaguariaíva and São Domingos members of the Ponta Grossa Formation, in the Paraná Basin. The taxonomic description of 60 samples allowed the identification of two morphotypes of ophiuroids and two morphotypes of starfishes. In addition, the taphonomic investigation of the samples highlighted the biostratigraphic processes, emphasizing the high fragility of the carbonate ossicles of the skeleton of these echinoderms. Finally, the characterization of these asterozoans, the sedimentary matrix and the associated fossil fauna also contributed to the paleoecological and paleoenvironmental reconstruction of this formation, in addition to the increase in the diversity of echinoderms known in the region.

Introdução

Dentre as diferentes unidades geológicas da Bacia do Paraná, a Formação Ponta Grossa é um importante registro do Período Devoniano na América do Sul. Ela apresenta um conteúdo fossilífero bastante rico, destacando-se pela abundância de diferentes grupos de invertebrados marinhos. No entanto, por muito tempo, os fósseis de asterozoários, popularmente conhecidos como ofiuroides e estrelas-do-mar, foram considerados raros em meio aos estratos da Formação Ponta Grossa e, por isso, o conhecimento sobre a diversidade dessa fauna de equinodermos manteve-se estagnado.

Dessa maneira, o presente trabalho traz um histórico dos estudos anteriores desses equinodermos devonianos. Além disso, com base em amostras do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO) do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná, foi realizado um levantamento de fósseis de ofiuroides e estrelas-do-mar coletados em diferentes afloramentos da Formação Ponta Grossa.

Em síntese, através da descrição morfológica desses equinodermos, aliada à interpretação da matriz sedimentar e da fauna fóssil associada, é possível expandir as informações sobre a diversidade da fauna de equinodermos conhecida, contribuindo para a reconstrução do modelo paleoecológico do Período Devoniano da Bacia do Paraná.

Contexto geológico

A Bacia do Paraná é uma bacia sedimentar intracratônica localizada na porção Centro-leste da América do Sul. Ao todo, distribui-se em uma área de cerca de 1.500.000 km² nos territórios do Norte do Uruguai, Centro-sul do Brasil, Nordeste da Argentina e porção Leste do Paraguai (Milani et al. 2007). Entretanto, 75% de sua abrangência situa-se no Brasil, onde envolve desde o estado do Mato Grosso até o estado do Rio Grande do Sul, em uma ampla área de aproximadamente 1.000.000 km² (Petri & Fulfar 1983).

A Bacia se desenvolveu no decorrer das eras Paleozóica e Mesozoica, registrando rochas formadas desde o Período Ordoviciano até o Período Cretáceo (Milani et al. 2007). Atualmente, a Bacia do Paraná é dividida em diversas unidades geológicas. Todavia, neste trabalho, o enfoque é dado à Formação Ponta Grossa e seus respectivos membros Jaguariaíva e São Domingos, todos datados do Período Devoniano.

A Formação Ponta Grossa é uma unidade geológica pertencente ao topo do Grupo Paraná. A unidade constitui o registro paleontológico/estratigráfico mais importante para o Período Devoniano do Brasil, sendo também uma das potenciais geradoras de petróleo da Bacia do Paraná (Milani et al. 2007). Conforme Petri & Fulfar (1983), a litologia da Formação é constituída principalmente por folhelhos e siltitos acinzentados, localmente betuminosos ou carbonosos, com algumas finas intercalações de arenito, essencialmente no topo e na base da unidade. Além do mais, suas rochas afloram nos estados de Goiás, do Paraná, do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul.

Os estratos da Formação Ponta Grossa são muito ricos em fósseis de invertebrados marinhos, com predominância de bivalves, de trilobitas, de anelídeos, de gastrópodes, de braquiópodes, de equinodermos e de ten-

taculitoides (Milani et al. 2007). Segundo Clarke (1913), os organismos fósseis registrados nessa unidade geológica viveram sob clima variável entre frio e temperado. Ademais, para o mesmo autor, as evidências desse clima baseiam-se na ausência quase completa de corais e briozoários, na abundância de bivalves taxodontes e braquiópodes Lingulata e na frequência, fora do comum, de trilobitas para o Período.

Consoante Assine (1996), a origem da Formação Ponta Grossa é relacionada a um ambiente marinho platiformal devido a presença de macro e micro fósseis exclusivamente marinhos, como trilobitas e quitinozoários, respectivamente. Por outro lado, a sedimentação deveria acontecer em meio calmo, afastada da linha de costa ou em regiões protegidas, como angras e enseadas (Petri & Fulfar 1983). Além disso, o conjunto de faunas, icnofácies e estruturas geológicas deposicionais indicam a existência de uma lámina d'água com espessura variando entre 40 e 60 metros na formação (Scheffler 2000). Entretanto, esse ambiente talvez não estivesse livre de correntes marinhas, dado que são comumente encontrados fósseis desarticulados e iso-orientados na região (Lange & Petri 1967).

O Membro Jaguariaíva é unidade geológica inferior da Formação Ponta Grossa, sendo datado com Idade Pragiano-Emsiano, do Devoniano da Bacia do Paraná (Quadros 1999). Segundo Assine (1996), sua litologia é constituída por um pacote homogêneo de folhelhos síticos de cor cinza médio a escuro, muito fossilíferos e, frequentemente, bioturbados. Estima-se que os sedimentos foram depositados em um ambiente marinho nerítico de plataforma, sob influência de ondas esporádicas, responsáveis pelo transporte de material arenoso litorâneo para costa afora, depositando, assim, níveis sítico/arenosos (Lange & Petri 1967). Em suma, os fósseis de invertebrados marinhos são abundantes no membro, sendo encontrados principalmente como moldes ou impressões; todavia, alguns restos de conchas, vegetais e tecidos esqueletais orgânicos ocorrem carbonificados (Bolzon et al. 2002).

O Membro São Domingos é a unidade geológica superior da Formação Ponta Grossa, sendo datado com Idade Eifeliano-Neo-Famenniano, do Devoniano da Bacia do Paraná (Quadros 1999). Sua litologia é constituída por folhelhos argilosos de coloração cinza escuro, com intercalações de camadas betuminosas. No entanto, em sua porção basal, predominam arenitos malselecionados e folhelhos micáceos ricos em restos vegetais. Além do mais, segundo Lange & Petri (1967), o registro fóssil difere-se do Membro Jaguariaíva devido à menor diversidade de espécies e à ausência de grupos tipicamente malvinocáficos. Além disso, ainda conforme os autores, com base na litologia e nos macrofósseis, o ambiente deposicional do Membro São Domingos é descrito como marinho em condições redutoras.

Trabalhos anteriores

No ano de 1878, Orville Adalbert Derby publica o primeiro registro de asterozoários para o Período Devoniano da Bacia do Paraná. Em sua publicação, Derby faz as primeiras observações a respeito da presença de um fóssil de ofiuroides em rochas do estado do Paraná, com base em amostras coletadas por ele em 1876 (Scheffler 2011).

Em 1913, a pedido de Derby, John Mason Clarke publica a obra *Fósseis Devonianos do Paraná* como a primeira monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Esse trabalho foi realizado com base em uma numerosa coleção de fósseis coletados ao longo de afloramentos dos folhelhos da Formação Ponta Grossa, no estado do Paraná (Fernandes & Fonseca 2014). Além do mais, a monografia de Clarke descreveu e identificou provisoriamente duas espécies de estrelas-do-mar: *Aspidosoma? pontis* e *Echinasterella? darwini*.

No entanto, em 1915, Charles Schuchert publica seu trabalho *Revision of Paleozoic Stelleroidea*, onde identifica *Aspidosoma? pontis*, descrita por Clarke em 1913, como uma espécie de ophiuroide paleozoico. Além disso, no mesmo trabalho, Schuchert também reclassifica *A.? pontis* como *Encrinaster pontis*, uma vez que a nomenclatura do gênero *Aspidosoma* Schöndorf, 1910 já havia sido utilizada anteriormente para nomear um grupo de répteis (Schuchert 1915).

Em 2001, em uma publicação no XVII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Samantha Lee Salgueiro Alves e Antonio Carlos Sequeira Fernandes reforçam *Encrinaster pontis* como uma espécie da Classe Ophiuroidea, possivelmente pertencente à Ordem Oegophiurida. Ainda segundo os autores, esse ophiuroide seria característico de ambientes turvos e escuros, mas de hábito epifaunístico, compatível com a presença dos Orbiculoidea com que comumente se encontram associados (Alves & Fernandes 2001).

No ano de 2013, Camila Araújo da Silva e Elza de Fátima Bedani publicam o trabalho *Estudo de espécimes Echinodermatas fósseis da Coleção do Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos*. Na publicação, com base em amostras coletadas em afloramentos do Membro São Domingos, as autoras realizam um estudo morfométrico de asterozoários da Formação Ponta Grossa, distinguindo-as entre as classes Ophiuroidea e Asteroidea do Filo Echinodermata (Silva & Bedani 2013).

Já em 2017, em um trabalho no XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Malton Carvalho Fraga e Cristina Silveira Vega descrevem um conjunto de amostras de asterozoários provenientes dos membros Jaguariaíva e São Domingos. Além do mais, partindo de uma breve descrição taxonômica, os mesmos autores classificam indivíduos como ophiuroides ou estrelas-do-mar dentre as amostras estudadas (Fraga & Vega 2017).

Em suma, apesar do substancial aumento do conhecimento de equinodermos do Paleozoico brasileiro nas últimas décadas, os trabalhos sobre asterozoários devonianos da Bacia do Paraná ainda são raros e, no geral, superficiais. Como consequência, a diversidade conhecida para esse grupo, provavelmente, é muito abaixo da existente. Desde as descrições de Clarke, em 1913, atualmente, só são conhecidas uma espécie de ophiuroide e outra de estrela-do-mar para a Formação Ponta Grossa. Portanto, espera-se que pesquisas futuras sejam estimuladas nessa área, contribuindo na expansão do entendimento desses paleoinvertebrados brasileiros.

Materiais e métodos

Os materiais estudados pertencem ao acervo da Coleção Científica do Laboratório de Paleontologia (LABPALEO), do Setor de Ciências da Terra (SCT), da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A coleta das amostras foi realizada entre os anos de 1995 e 2017, por alunos e professores da UFPR, em três diferentes afloramentos da Formação Ponta Grossa no estado do Paraná. O afloramento Jaguariaíva, relativo ao Membro Jaguariaíva, está localizado próximo à cidade de mesmo nome, enquanto os afloramentos Rio Caniú e Aeroporto Sant’Ana, pertencentes ao Membro São Domingos, estão localizados próximos à cidade de Ponta Grossa (Figura 1).

Ao todo, tratam-se de 60 exemplares de rocha contendo asterozoários devonianos. Em laboratório, as amostras

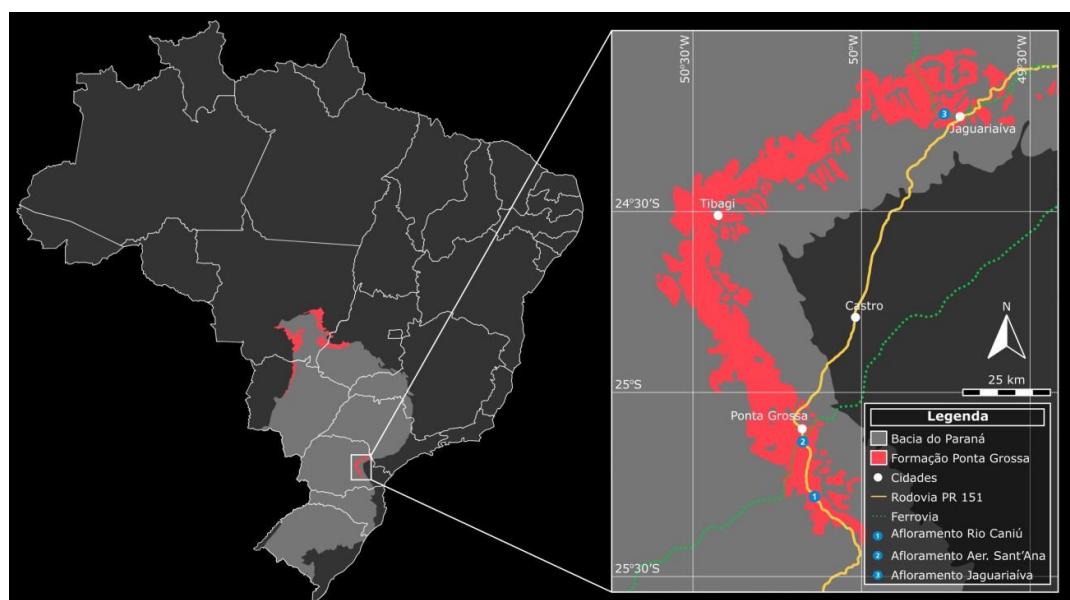


Figura 1 – Mapa indicando a localização da Formação Ponta Grossa na Bacia do Paraná e a posição dos afloramentos estudados no estado do Paraná.

foram preparadas com o auxílio de equipamentos manuais, como martelo e talhadeira, a fim de evidenciar os fósseis e remover o excesso de sedimento. Em seguida, a identificação dos fósseis foi feita pelo prefixo “UFPR”, seguido pelo número de catálogo no acervo e pelo sufixo “PI” (paleoinvertebrados), respectivamente.

As fotografias das amostras foram obtidas através da câmera de um iPad Pro, com abertura de f/2.2 e 12 megapixels de resolução. Ademais, para a edição e interpretação das imagens, foram utilizados os softwares Graphic®, Procreate® e Adobe Lightroom®. Por fim, a

Jaguaraiáva e São Domingos. Sendo assim, mesmo com a ausência de uma grande amostragem e de um controle estratigráfico detalhado durante a coleta, o registro fóssil desses ofiuroides parece resultar de eventos de soterramento rápido de grupos e/ou populações inteiras.

Esse fato pode ser indicado pelo gráfico de comprimento dos braços (Figura 2A), que é semelhante a uma pirâmide etária clássica, esperada para a população desses ofiuroides em vida, com uma base mais larga que o ápice, em virtude do maior número de indivíduos menores (jovens) em relação aos indivíduos maiores (adultos).

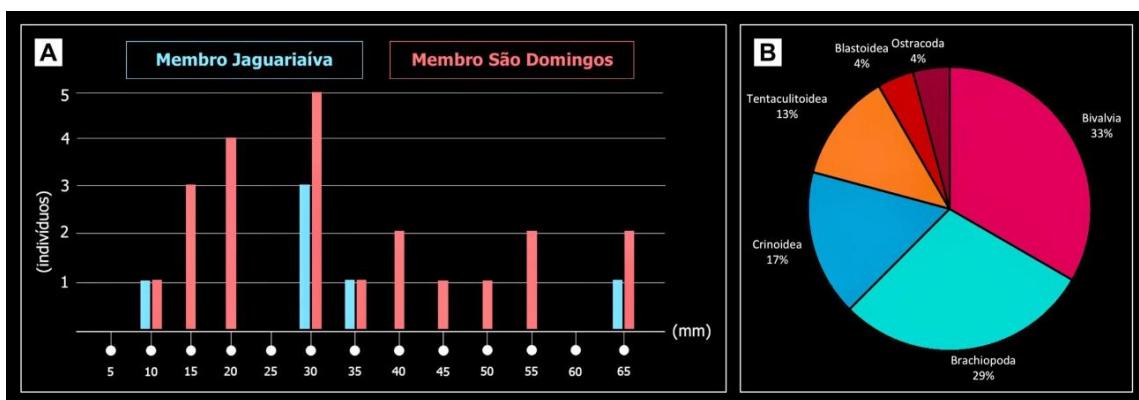


Figura 2 – A – Levantamento do comprimento dos braços de esqueletos de ofiuroides articulados para os membros Jaguaraiáva e São Domingos da Formação Ponta Grossa. B – Porcentagem da fauna fóssil associada às amostras com asterozoários.

identificação das placas esqueletais foi baseada na nomenclatura proposta no capítulo Asterozoans, do Treatise on Invertebrate Paleontology (Spencer & Wright 1966).

Resultados e discussões

A partir da comparação bibliográfica, o estudo morfológico do esqueleto dos asterozoários permitiu a distinção entre indivíduos das classes Astroidea ou Ophiuroidea. Dessa maneira, em meio às 60 amostras analisadas, foram caracterizados 3 espécimes de estrela-do-mar e 93 espécimes de ofiuroides.

A fossilização ocorreu por geração de molde externo, preservando o arranjo de poros, placas, nódulos e espinhos que compunham o esqueleto calcítico desses equinodermos. Além do mais, os siltitos do Membro Jaguaraiáva apresentam bons resultados em relação à qualidade da preservação que, no geral, reúnem indivíduos inteiros e com uma estrutural esqueletal bem definida. Por outro lado, os folhelhos do Membro São Domingos apresentam, com frequência, cristais milimétricos de minerais micáceos agregados à matriz, o que diminui a plasticidade da rocha e, portanto, prejudica a formação de moldes externos nítidos.

Em esqueletos articulados, a medida do centro da boca até a ponta do maior braço possibilita estimar o raio e, consequentemente, o diâmetro desses equinodermos. Entretanto, por serem muito mais numerosos, a mensuração em ofiuroides pode oferecer noções relevantes sobre a variação do tamanho desses animais nos membros

Ainda mais, a presença frequente desses asterozoários articulados reforça a ideia de uma sedimentação rápida, uma vez que, após a morte, a decomposição do tecido de revestimento leva à rápida desarticulação das centenas de placas delicadas do esqueleto desses organismos (Ausich 2001). Contudo, a ausência de indivíduos com comprimento de braço inferior a 5 milímetros pode ser justificada pelo ciclo de vida desses animais, que se inicia por um estágio larval com morfologia diferente.

A associação de ofiuroides e estrelas-do-mar com outros invertebrados fósseis mostrou-se notável. No geral, destacaram-se a ocorrência de valvas de bivalves e braquiópodes, presentes em 33% e 29% das amostras com associação, respectivamente (Figura 2B). Diante disso, esses equinodermos provavelmente seriam característicos de ambientes turvos e escuros, com um modo de vida epibentônico, compatível com os grupos de Orbiculoidea com que se encontram frequentemente associados (Alves & Fernandes 2001).

Por fim, a descrição morfológica das amostras levou ao reconhecimento de quatro morfotipos de asterozoários para a Formação Ponta Grossa: os morfotipos Astroidea 1, Astroidea 2, Ophiuroidea 1 e Ophiuroidea 2. Dentre as estrelas-do-mar (Figura 3), o morfotipo Astroidea 1 assemelha-se à espécie *Echinasterella? darwini*, descrita por Clarke em 1913. Esse morfotipo possui um sulco ambulacral amplo, com placas ambulacrais tipicamente sigmoidais e uma abundância de longos espinhos adambulacrais. Por outro lado, o morfotipo Astroidea 2 difere-se pela presença marcante de placas inferomarginais,

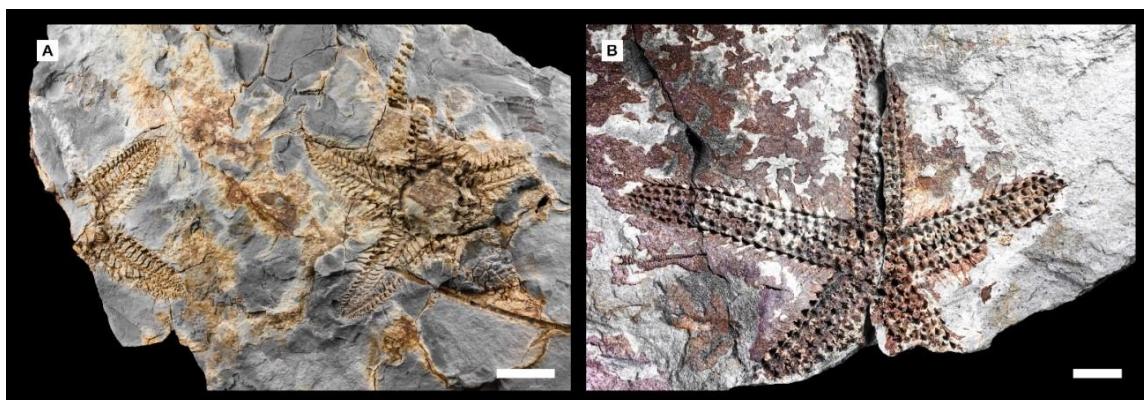


Figura 3 – A – Amostra UFPR 0344 PI, morfotipo Asteroidea 1, semelhante à *Echinasterella? darwini* Clarke 1913. B – Amostra UFPR 0586 PI, morfotipo Asteroidea 2, ainda indeterminado. Escala: 10 mm.

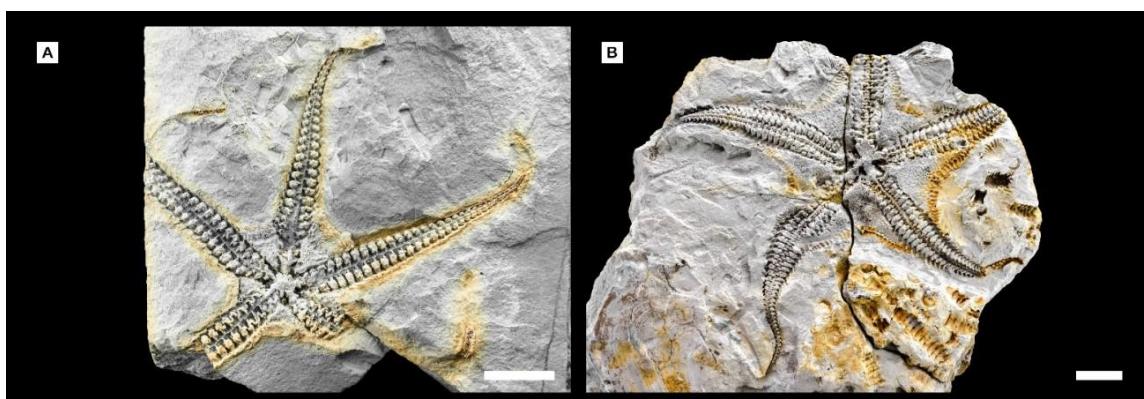


Figura 4 – A – Amostra 0589 PI, morfotipo Ophiuroidea 1, semelhante à *Enocrinaster pontis* Clarke 1913. B – Amostra UFPR 0588 PI, morfotipo Ophiuroidea 2, ainda indeterminado. Escala: 10 mm.

ausentes em *E.?* darwini, que margeiam os braços nas porções orais e aborais.

Em meio aos ofiuroides (Figura 4), o morfotipo Ophiuroidea 1 assemelha-se à espécie *Enocrinaster pontis*, descrita como *Aspidosoma? pontis* por Clarke em 1913. Esse morfotipo possui um disco central pequeno, com braços estreitos e placas ambulacrais em um formato de “bota” característico. Em oposição, o morfotipo Ophiuroidea 2 apresenta um disco central largo, com placas marginais proeminentes e muito mais numerosas que em *E. pontis*.

Conclusões

Por muito tempo, ofiuroides e estrelas-do-mar foram considerados fósseis pouco relevantes entre os paleoinvertebrados da Formação Ponta Grossa. Entretan-

to, os fósseis desses equinodermos devonianos têm se mostrado comuns em meio aos siltitos e folhelhos dos membros Jaguariaíva e São Domingos. Dessa forma, o presente trabalho resultou na identificação de quatro morfotipos de asterozoários para a Formação, sendo dois morfotipos já conhecidos e dois ainda indeterminados. Além disso, a análise morfométrica de esqueletos de ofiuroides articulados forneceu noções sobre os processos envolvidos na preservação desses animais, provavelmente, associados a eventos excepcionais de soterramento. Por fim, através do estudo desses asterozoários, foi possível contribuir na expansão das informações sobre a diversidade de equinodermos da Formação Ponta Grossa e fomentar futuras pesquisas para a classificação dos novos morfotipos aqui encontrados.

Referências

Alves SLS & Fernandes ACS 2001. Considerações sobre a presença de *Enocrinaster pontis* (Clarke, 1913) (Echinodermata-Ophiuroidea-Oegophiurida) na Formação Ponta Grossa (Devoniano da Bacia do Paraná). In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001. *Boletim de Resumos*, Rio Branco, p. 103.

Assine ML 1996. *Aspectos da Estratigrafia das sequências Pré-Carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 207p.

Ausich WI 2001. Echinoderm taphonomy. In: Jangoux M & Lawrence JM (Eds.). *Echinoderm studies* Rotterdam, A. A. Balkema, p. 171-227.

- Bolzon RT; Azevedo I & Assine ML 2002. Sítio Jaguariaíva, PR. Invertebrados devonianos de grande importância paleobiogeográfica. In: Schobbenhaus C; Campos DA; Queiroz ET; Winge M & Berbert-Born MIC (Eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos –SIGEP 065, p. 33-37.
- Clarke JM 1913. Fósseis Devonianos do Paraná. *Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 1: 353p.
- Fernandes ACS & Fonseca VMM 2014. Personagens fundadores da pesquisa de paleoinvertebrados do paleozoico marinho no Brasil. In: Ghilardi RP & Scheffler SM (Eds.). *Paleontologia de invertebrados: o legado brasileiro*. Porto Alegre, SBP, Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, v3, p. 23-38.
- Fraga MC & Vega CS 2017. Equinodermos devonianos da Bacia do Paraná depositados na coleção de Paleontologia do SCT/UFPR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA 25, 2017. *Boletim de Resumos*, Ribeirão Preto, p. 114.
- Lange FW & Petri S 1967. The Devonian of the Paraná Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, 21/22:5-55.
- Milani EJ; Melo JHG; Souza PA; Fernandes LA & França AB 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15: 265-287.
- Petri S & Fulfaro VJ 1983. *Geologia do Brasil*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 631 p.
- Quadros LP 1999. Silurian-Devonian acritarch assemblages from Paraná Basin: an update and correlation with Northern Brazilian basins. In: Rodrigues MAC & Pereira E (Eds.). *Ordovician – Devonian palynostigraphy in Western Gondwana: update, problems and perspectives*. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 105-145.
- Scheffler SM 2000. *Os Crinoidea do Afloramento Rio Caniú (Devoniano, Formação Ponta Grossa), no Estado do Paraná*. Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 52p.
- Scheffler SM 2011. Equinodermas do Paleozoico brasileiro. In: Carvalho IS; Srivastava NK & Lana CC (Eds.). *Paleontologia: cenários de vida*. Rio de Janeiro, Interciência, v4, p. 191-210.
- Schuchert C 1915. Revision of Paleozoic Stelleroidea with special reference to North American Asteroidea. *Bulletin of the United States National Museum*, 88: 311p.
- Silva CA & Bedani EF 2013. Estudo de espécies Echinodermatas fósseis da coleção do laboratório de geociências da Universidade Guarulhos. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências*, 12: 63-77.
- Spencer WK & Wright, CW 1966. Asterozoans. In: Moore RC (Ed.). *Treatise on invertebrate paleontology*. Part U. Echinodermata 3 (1). Boulder, Geological Society of America & Lawrence, University of Kansas Press, p. U4-U107.