

A Classe Strophomenata (Brachiopoda) em depósitos devonianos do estado do Paraná: um estudo de caso

The Class Strophomenata (Brachiopoda) in Devonian deposits from the State of Paraná, Brazil: a case study

La Clase Strophomenata (Brachiopoda) en depósitos devónicos del estado de Paraná, Brasil: un estudio de caso

Gabrieli Goltz

<https://orcid.org/0000-0002-5664-8872>

gabrielgoltz@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil

Elvio Pinto Bosetti

<https://orcid.org/0000-0003-1120-4933>

elviobosetti@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil

Roberto Videira-Santos

<https://orcid.org/0000-0002-6221-1693>

obvidsan@yahoo.com.br

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, UFRJ/
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFFRJ, Seropédica, RJ, Brasil*

Iniwara Kurovski Pereira

<https://orcid.org/0000-0002-8325-2128>

iniwara47@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil

Resumo: Os Strophomenata são braquiópodes Rhynchonelliformea, extintos e presumivelmente confinados ao Paleozoico. A Classe engloba as ordens Strophomenida, Productida, Orthotetida e Billingsellida. Três das quatro ordens possuem representantes nos sedimentos paleozoicos brasileiros: Strophomenida (Superfamília Strophomenoidea), Orthotetida (Subordem Orthotetidina) e Productida (subordens Chonetidina e Productina). Sendo assim, realizou-se um levantamento bibliográfico e a análise tafonômica por meio dos modos de ocorrência da Classe nos depósitos sedimentares devonianos da Bacia do Paraná, no estado do Paraná. Desta forma, foram formalmente reconhecidos estrofomenídeos representantes das

ordens Productida (Subordem Chonetidina) e Orthotetida (Subordem Orthotetidina), sendo ambos presentes nas Formações Ponta Grossa e São Domingos. Seis modos de ocorrência foram identificados, os quais sugerem que os estrofomenídeos encontrados na Formação Ponta Grossa, no estado do Paraná, são potenciais indicadores paleoambientais transitando entre o *shoreface* inferior e o *offshore* transicional.

Palavras-chave: Rhynchonelliformea, Formação Ponta Grossa, Formação São Domingos, Devoniano, Tafonomia.

Abstract: The Strophomenata (Rhynchonelliformea brachiopods) are extinct and presumably confined to the Paleozoic. The class comprises the orders Strophomenida, Productida, Orthotetida, and Billingsellida. Three of these four orders have representatives in Brazilian Paleozoic sediments: Strophomenida (Superfamily Strophomenoidea), Orthotetida (Suborder Orthotetidina), and Productida (suborders Chonetidina and Productina). Therefore, we carried out a bibliographic survey and a taphonomic analysis upon the occurrence mode of the class in devonian sedimentary deposits of the Paraná Basin, in the state of Paraná. It was formally recognized Strophomenids representing the orders Productida (Suborder Chonetidina) and Orthotetida (Suborder Orthotetidina), both being present in the Ponta Grossa and São Domingos formations. It was identified six different occurrences suggesting that strophomenids might be a potential bioindicator of bathimetric gradients.

Keywords: Rhynchonelliformea, Ponta Grossa Formation, São Domingos Formation, Devonian, Taphonomy.

Resumen: Los Strophomenata son braquiópodos Rhynchonelliformea, extintos y presumiblemente confinados al Paleozoico. La clase incluye los órdenes Strophomenida, Productida, Orthotetida y Billingsellida. Tres de los cuatro órdenes tienen representantes en los sedimentos del Paleozoico brasileño: Strophomenida (Superfamilia Strophomenoidea), Orthotetida (Suborden Orthotetidina) y Productida (subórdenes Chonetidina y Productina). Por lo tanto, se realizó un relevamiento bibliográfico y un análisis tafonómico por medio del modo de ocurrencia de la clase en los depósitos sedimentarios de la Cuenca del Paraná, en el estado de Paraná. Así, se reconocieron formalmente los estrofénidos que representan los órdenes Productida (Suborden Chonetidina) y Orthotetida (Suborden Orthotetidina), estando ambos presentes en las formaciones Ponta Grossa y São Domingos. Se identificaron seis modos de ocurrencia, que sugieren que los estrofoménidos encontrados la Formación Ponta Grossa, en el Estado de Paraná, son potenciales indicadores paleoambientales, de transición entre el *shoreface* inferior y el *offshore* transicional.

Palabras clave: Rhynchonelliformea, Formación Ponta Grossa, Formación São Domingos, Devónico, Tafonomía.

INTRODUÇÃO

Braquiópodes são organismos exclusivamente marinhos, bentônicos, que possuem o corpo protegido por duas valvas organo-fosfáticas ou organo-carbonáticas. Possuem hábito solitário, entretanto com tendência a serem gregários. A maioria das espécies fósseis e atuais são semi-infaunais ou epifaunais, vivendo livres ou fixadas nos diferentes substratos oceânicos, com exceção dos lingulídeos, que adotaram o hábito de vida infaunal. Suas valvas são desiguais e bilateralmente simétricas (Brusca, Moore & Shuster,

2018; Clarkson, 1998; Hickman, Roberts, Keen, Larson & Rhodes, 2016; James et al., 1992; Williams, Carlson & Brunton, 2000).

Devido a sua rápida evolução, grande diversidade morfológica e abundância nos mares paleozoicos, cada período desta Era apresenta uma composição faunística única e singular de braquiópodes, permitindo a datação relativa para cada período geológico (Fonseca, 2011). São um dos poucos grupos de invertebrados marinhos que possui um longo registro desde os primeiros representantes no Cambriano (Harper, Popov & Holmer, 2017).

Dentre os braquiópodes, a Classe Strophomenata destaca-se por apresentar inúmeros representantes e formas variadas, todas extintas. Aproximadamente 1.500 gêneros foram atribuídos à Classe, constituindo muitas associações fósseis (Clarkson, 1998; Williams, Brunton & Cocks, 2000). Strophomenata caracterizam-se por apresentar conchas côncavo-convexas ou plano-convexas pseudopontuadas (Williams, Brunton & Cocks, 2000). Ademais, possuem uma ampla distribuição geográfica e estratigráfica compreendendo o intervalo entre o Cambriano e o Permiano. No Brasil, na Bacia do Paraná, são encontrados nas formações Ponta Grossa e São Domingos.

Os primeiros registros de Strophomenata nos depósitos devonianos da Bacia do Paraná, no estado do Paraná, foram feitos no final do século XIX por Clarke (1913). Deste então, mesmo com o avanço dos estudos de ordem paleoecológica e tafonômica, a Classe Strophomenata tem passado despercebida. Exceto pelos estudos de cunho taxonômico (Kozłowski, 1913; Melo, 1985; Souza, 2007; Cerri, 2013; Videira-Santos, 2020; Videira-Santos, Scheffler & Fernandes, 2022) poucas considerações tafonômicas, paleoecológicas, paleogeográficas e bioestratigráficas foram feitas. Desta forma, este artigo levanta e atualiza as informações sobre a Classe Strophomenata, incluindo novas informações a respeito das características tafonômicas por meio da análise de seus modos de ocorrência nos depósitos sedimentares devonianos da Bacia do Paraná, no estado do Paraná.

METODOLOGIA

Além do levantamento bibliográfico de trabalhos desde o século XIX até o ano de 2022, foram analisadas 150 amostras pertencentes à coleção científica *Bosque Mistral*, a qual contém espécimes da seção homônima, depositada no Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Bosetti et al., 2021; Goltz & Bosetti, 2020; Goltz, Videira-Santos, Richter & Bosetti, 2021). Os aspectos tafonômicos e interpretações a serem consideradas na análise tafonômica estão resumidos no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1: Aspectos tafonômicos e respectivas interpretações. Para o significado das assinaturas foram utilizados os trabalhos de Brett & Baird (1968), Speyer & Brett (1988), Holz & Simões (2002), Kidwell, Fürsich & Aigner, (1986), Kidwell & Bosence, (1991) e Horodyski, (2014).

ASSINATURA TAFONÔMICA	DESCRIÇÃO E SIGNIFICADO	REFERÊNCIAS
<i>Desarticulação</i>	<p>Processo <i>post-mortem</i> de separação da estrutura esquelética.</p> <p>Em bivalves a separação de esqueletos ocorre rapidamente, entre algumas semanas ou poucos dias, sendo causada pela necrólise e/ou agitação da água. A desarticulação é maior onde a taxa de sedimentação é menor, as acumulações de restos esqueléticos são continuamente retrabalhadas pela ação de ondas e demais agentes.</p> <p>Em ambientes mais profundos, a entrada de sedimentos permanece alta e a energia hidrodinâmica diminui gradualmente, dessa forma os depósitos estão menos sujeitos a amalgamação, sendo mais propícios à preservação.</p> <p>Ambientes anaeróbios retardam a desarticulação dos restos esqueléticos.</p> <p>Como em bivalves as valvas podem permanecer unidas pelo ligamento, caracterizando as chamadas valvas em borboleta (<i>butterfly</i>), este modo de preservação sugere regimes de alta sedimentação de fundo.</p> <p>Bivalves articulados e fechados são uma boa indicação de morte por eventos episódicos.</p>	<p>Brett & Baird (1968)</p> <p>Speyer & Brett (1988)</p> <p>Holz & Simões (2002)</p>
<i>Fragmentação</i>	<p>Processo <i>post-mortem</i> de origem hidráulica (mecânica) ou biogênica. A suscetibilidade dos restos esqueléticos depende da morfologia da concha, da estrutura do esqueleto e da distribuição ecológica.</p> <p>Ondas e correntes atuando sobre o substrato (areia, cascalho) são agentes mais efetivos na fragmentação de conchas de organismos marinhos. No entanto, sob condições de correntes turbulentas, conchas pequenas e finas podem ser colocadas em suspensão, sendo transportadas “flutuando” acima do substrato. Dessa forma, o grau de fragmentação dessas conchas é menor em relação as conchas maiores e mais pesadas, que são transportadas junto ao substrato sofrendo atrito com o fundo e outros bioclastos.</p> <p>A influência dos processos mecânicos diminui em águas mais profundas, fornecendo um índice geral útil na discriminação de fácies costeiras.</p>	<p>Speyer & Brett (1988)</p> <p>Holz & Simões (2002)</p>
<i>Posição</i>	<p>Identificação do bioclasto em relação ao plano de acamamento no registro sedimentar controlada pelo ciclo exógeno, ou não, antes do soterramento final, comparado com o hábito de vida original do taxa estudado.</p> <p>Os bioclastos podem estar paralelos/concordantes, perpendiculares ou oblíquos em relação ao plano de acamamento.</p> <p>Bioclastos paralelos ao plano indicam a concorrência de eventos de redeposição, onde os fragmentos bioclásticos ou as conchas não foram colocadas em suspensão.</p> <p>O registro em posição perpendicular, ou em ângulo reto, é originada pela atuação de correntes e ondas oscilatórias sobre locais com grandes acúmulos de conchas. No entanto, esse tipo de biofábrica pode resultar da preservação <i>in situ</i> de invertebrados marinhos solitários (bivalves escavadores) ou gregários (braquiópodes, bivalves da epifauna bissada).</p> <p>A posição oblíqua é resultado da interferência unidirecional, maré ou da ação de organismos escavadores, que posicionam os bioclastos imbricados.</p>	<p>Kidwell, Fürsich & Aigner, (1986)</p> <p>Kidwell & Bosence, (1991)</p> <p>Horodyski, (2014)</p>
<i>Orientação</i>	<p>A orientação está intimamente ligada à energia do meio, forma e densidade dos bioclastos.</p> <p>De maneira geral, fósseis marinhos preservados em posição de vida (<i>in situ</i>), ou seja, que não sofreram transporte ou reorientação, são excelentes indicativos de sedimentações episódicas.</p> <p>Por outro lado, conchas de animais desarticulados podem sugerir inferências sobre as condições hidráulicas atuantes. Na orientação unimodal, a maior parte dos bioclastos aponta para um mesmo sentido. Já na orientação bimodal, os bioclastos são orientados por ondas e fluxos oscilatórios que os orientam perpendicularmente à direção das ondas, onde parte dos elementos apontará num sentido, parte para o outro. Isso ocorre por causa da ação do movimento orbital da água junto da interface água/sedimento.</p>	<p>Kidwell & Bosence, (1991)</p> <p>Holz & Simões, (2002)</p>

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia Sedimentar do Paraná é uma ampla bacia intracratônica de natureza policíclica que cobria porções do sudoeste da América do Sul durante o Paleozoico e o Mesozoico, possuindo cerca de 1.500.000km² (Milani et al. 2007; Bergamaschi, 1999). A bacia evoluiu entre o Neordoviciano e o Neocretáceo, como um golfo aberto voltado para o oceano Panthalassa (Milani & Ramos, 1988), implementada na forma de depressões alongadas na direção NE-SW, sobre o substrato Pré-Cambriano (Milani, 1997).

Milani et al. (2007) reconheceram seis supersequências que compõem e preenchem a bacia na forma de pacotes rochosos, os quais estão ligados a ciclos tectônicos e eustáticos: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Neocarbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso-Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico \ -Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

No Brasil, a Bacia do Paraná abrange porções dos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, sendo composta no Devoniano por dois depocentros sedimentares: Sub-bacia de Alto Garças, ao norte, e Sub-bacia de Apucarana ao sul (Melo, 1985; Grahn, Mauller, Bergamaschi & Bosetti, 2013). As sub-bacias foram separadas pelo arco Três Lagoas e de Campo Grande e evoluíram de maneiras distintas, embora pesquisas recentes tenham indicado que as duas sub-bacias não eram completamente compartimentalizadas até ao menos o Emsiano (Sedorko et al., 2018a; Scheffler, Silva & Sedorko, 2020).

A Sub-bacia de Apucarana é caracterizada por um ambiente mais profundo relacionado a oscilações do nível relativo do mar, que definem os ciclos transgressivos-regressivos. Além disso, a predominância e espessura dos folhelhos reforçam essa concepção. Em contrapartida, a Sub-bacia de Alto Garças demonstra condições mais rasas, com seções mais arenosas (Assine, 1996; Milani, França & Medeiros, 2007). Os estratos devonianos ocorrem em ambas as sub-bacias e compreendem a Supersequência Paraná que foi depositada em condições marinhas de clima temperado frio entre 60° S e 80° S de paleolatidade (Sedorko, Bosetti & Netto 2017a).

A Supersequência Paraná (Fig. 1) engloba o Grupo Campo Gerais (Grahn, Pereira & Bergamaschi, 2002; Gaugris & Grahn, 2006; Mendlowicz, Grahn & Cardoso, 2009; Grahn et al., 2013). Grahn et al. (2013) correlacionaram as unidades de Grahn (1992) e o arcabouço estratigráfico de Bergamaschi (1999), o qual é constituído por seis sequências deposicionais de terceira ordem, da base para o topo, da seguinte maneira: Sequência A (Formação Furnas: Pridoliana-Lochkoviana); B (Formação Ponta Grossa: Neolochkoviana-Emsiana); C (Formação São Domingos e Membro Tibagi: Neoemsiana-Eoiefeliana); D (Formação São Domingos: Eifeliano), E (Formação São Domingos: Neoeiefeliana-Neogivetiana) e F (Formação São Domingos: Frasniana). Além disso, Grahn et al. (2013) retomaram o uso do termo “Campo Gerais” proposto por Derby (1878), mas utilizando a denominação “Grupo Campos Gerais” ao invés de “Série Campos Gerais”. Sendo assim, o Grupo Campo Gerais é constituído, da base para o topo, pelas formações Furnas (Sequência A), Ponta Grossa

(Sequência B) e São Domingos, sendo parte deste último o Membro Tibagi (Sequência C, D, E e F) (Grahn et al., 2013; Fig. 2).

A Formação Furnas é representada por depósitos regressivos caracterizados por uma sucessão composta de arenitos quartzosos brancos, médios à grossos, caulínicos e exibindo estratificações cruzadas. Próximo a base da formação, são frequentes leitos conglomeráticos (Milani et al., 2007). A formação é composta por três unidades informais: inferior, média e superior (Assine, 1999; Bergamaschi, 1999; Sedorko et al., 2017b). A unidade inferior é formada por arenitos finos, lenticulares, no entanto, também estão presentes arenitos médios a grossos, conglomeráticos. Esta unidade apresenta traços fósseis que expressam as icnofácies *Cruziana* proximal e *Skolithos* (Sedorko et al., 2017b). A unidade média é caracterizada pela presença de arenitos com granulação fina à grossa, com estratificações cruzadas, que se intercalam com delgados níveis de siltitos e folhelhos, (Milani et al., 2007, Sedorko et al., 2017b). Por fim, a unidade superior é composta por arenitos grossos com camadas siltosas intercaladas e estratificações cruzadas *hummocky cross stratification*, além disso, por vezes encontram-se restos de plantas fósseis e icnofósseis que caracterizam as assembleias *Cruziana* e *Skolithos* proximais. A formação tem idade relativa ao Landoverly e Neolochkoviano (Grahn et al., 2013; Sedorko, Netto & Savrda, 2018b).

A Formação Ponta Grossa, em sua porção inferior, é marcada pela superfície transgressiva que registra o abrupto recobrimento (*onlap*) dos depósitos regressivos do topo da Formação Furnas (Bergamaschi & Pereira, 2001). A porção inferior da Formação Ponta Grossa é constituída por arenitos finos com estrutura *wave-cross* ou *hummocky-cross stratification*, folhelhos cinzas e/ou siltitos bioturbados. A porção superior é constituída por folhelhos, argilitos com nódulos calcários, arenitos e folhelhos. Esta formação é abundantemente fossilífera, contendo, principalmente, fósseis de invertebrados marinhos e icnofósseis, ademais, a sequência é caracterizada por ciclos, em geral, com tendência transgressiva. A formação em questão tem idade relativa entre o Neopraguiano e o Eoemsiano (Grahn et al., 2013; Grahn & Bosetti, 2010).

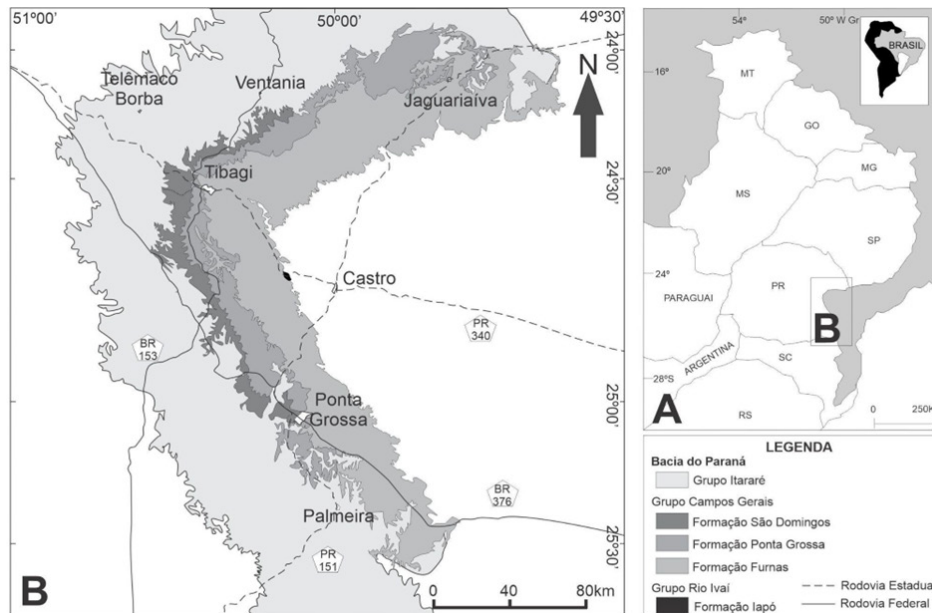
Figura 1: Arcabouço cronoestratigráfico de Grahn et al. (2013), correlacionando as unidades de Grahn (1992) e o arcabouço estratigráfico de Bergamaschi (1999).

Idade	Bacia do Paraná		Sequências	Esporos		Chitinozoa Grahn 2005 Mendowicz - Mauler et al., 2009
	Sub-bacia Apucarana	Sub-bacia Alto Garças		A	B	
Frasniano				IV	TP	U. bastosi S. langei
		Grupo Chapada Unidade 4	F	BM	Bpi	Hoegisphaera glabra
				BJ		
	Givetiano				TCo	Trg
Formação São Domingos				E	AD Lem	Lli
	Eifeliano	Grupo Chapada Unidade 2	D	AD Pre-Lem	Per	Alpenachitina eisenacki
Grupo Chapada Unidade 3				C	AP Vel	GS
			Pre-Vel			Ancyrochitina parisi
Emsiano	...? TI	?	?	FD	Não definido	Ancyrochitina pachycerata
	Formação Ponta Grossa	Grupo Chapada Unidade 2	B	AB		
Praguiano				Su		
				Pow Pre-Su	Ems	Ramochitina magnifica
Lochkoviano	?	?	?	BZ E	↑ E	Urochitina loboi
	Formação Furnas	Grupo Chapada Unidade 1	A	MN	↓ NsZ	Angochitina strigosa
						...

Fonte: Adaptado Grahn et al. (2013).

A Formação São Domingos é composta pela superposição de folhelhos, folhelhos sílticos, arenitos e siltitos cinza-escuros a preto, fossilíferos e micáceos. As porções mais basais correspondem ao Membro Tibagi. As estruturas sedimentares predominantes são laminações plano-paralelas, *wave* e *hummocky-cross stratification* (Grahn et al., 2013).

Figura 2: Localização do Grupo Campos Gerais, no estado do Paraná, e unidades litoestratigráficas aflorantes



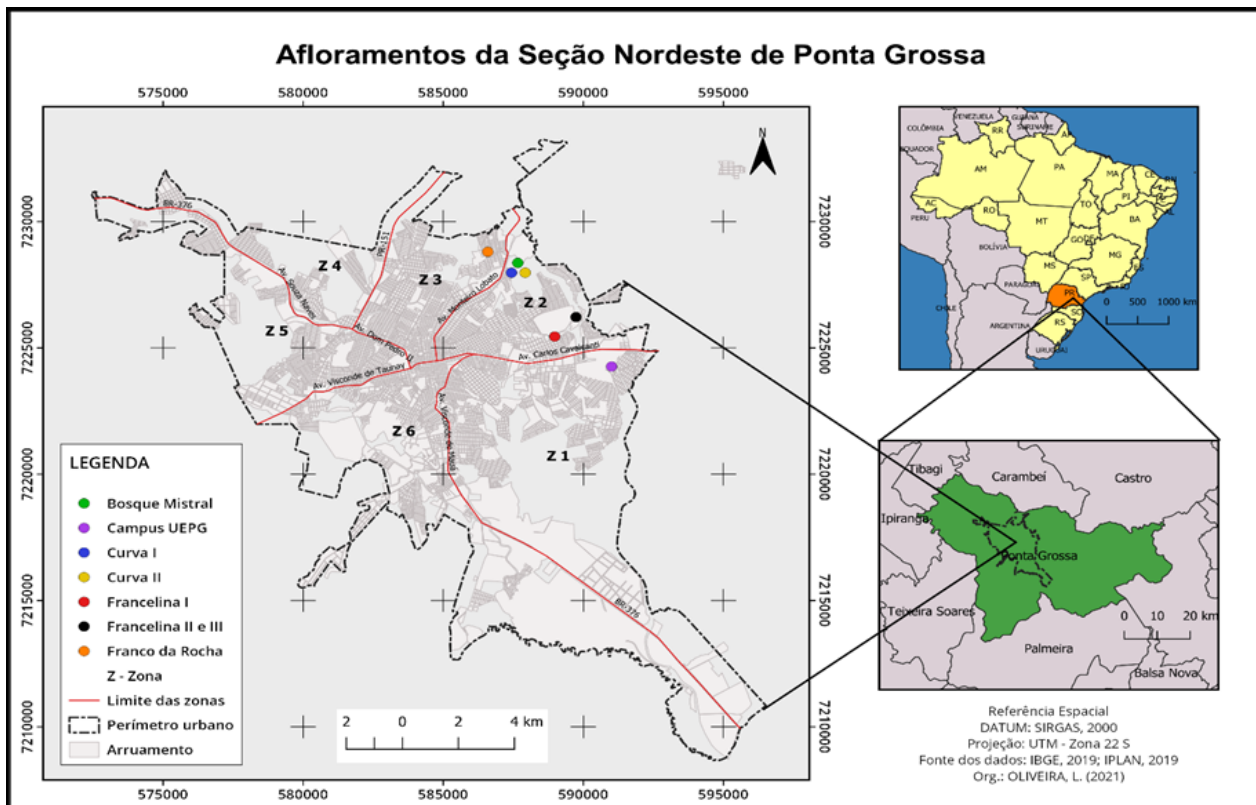
Fonte: Adaptado de Grahn et al. (2013).

ÁREA DE ESTUDO

A Seção Bosque Mistral localiza-se no interior de um empreendimento na área urbana de Ponta Grossa, o Bosque Mistral Condomínio. A seção encontra-se nas adjacências de dois importantes sítios paleontológicos: Curva I ($25^{\circ}03'55,88''S$; $50^{\circ}08'00,06''W$) e Curva II ($25^{\circ}03'58,97''S$; $50^{\circ}07'39''W$), os quais são expostos ao longo da Estrada de Ferro Central do Paraná (Goltz, Videira-Santos, Richter & Bosetti, 2021).

A sucessão sedimentar da área é constituída por 40 metros, que se inicia com um espesso pacote, cerca de 12 metros, de arenitos médios a finos (Fig. 5). Acima deste pacote ocorrem 28 metros de siltitos com laminação plano-paralela, intercalados na porção mediana da seção por folhelhos pretos e laminados. Em direção ao topo ocorrem camadas de arenitos finos a médios e, secundariamente, lentes de areia fina e grossa. As rochas sedimentares aflorantes são atribuídas à Formação Ponta Grossa e o perfil encaixa-se no arcabouço regional (Fig. 3), podendo ser correlacionado com seções já descritas em áreas adjacentes, como Curva I, Curva II, Campus UEPG, Seção Francelina (I, II e III) e Franco da Rocha (Bosetti et al., 2021; Goltz et al., 2021; Goltz & Bosetti, 2020).

Figura 3: Localização da área de estudo e áreas adjacentes já descritas aflorantes na Seção Nordeste de Ponta Grossa, Paraná.

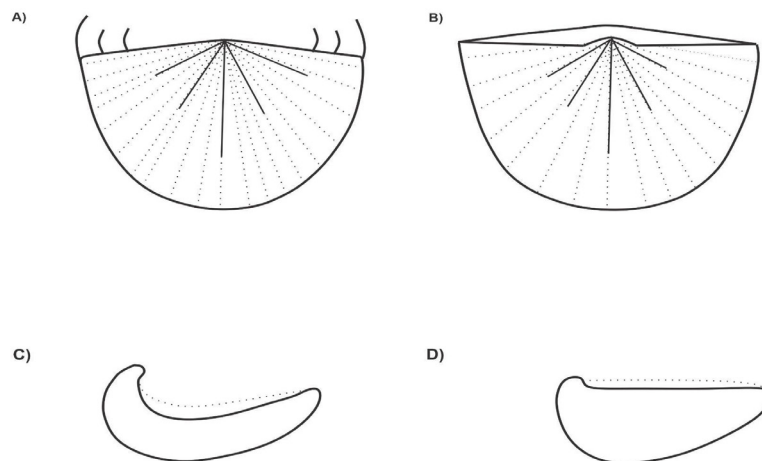


Fonte: Oliveira; Bosetti & Myszyński-Junior (2021).

CLASSE STROPHOMENATA

Conforme Williams et al. (1966), Strophomenata são braquiópodes Rhynchonelliformea caracterizados por apresentarem conchas com charneira estrófica, essencialmente plano-convexas ou côncavas-convexas, pseudopontuadas, sendo esta última uma característica importante na distinção entre os demais braquiópodes (Fig. 4). Algumas espécies podem ser cimentadas pelo umbo e espinhos tubulares são desenvolvidos exclusivamente em productídeos. Possuem dentes simples, podendo ser ausentes ou atrofiados em algumas formas. Durante os primeiros estágios do desenvolvimento apresentam um forâmen pedicular que posteriormente é fechado durante o crescimento, correspondendo à perda de seus pedículos (Fonseca, 2011; Manceñido & Damborenea, 2008; Williams et al., 1996; Williams, Brunton & Cocks, 2000).

Figura 4: Principais características da Classe Strophomenata. (A) Espinhos desenvolvidos e pseudopontuações, vista ventral; (B) Charneira estrófica, vista dorsal; (C) Concha côncavo-convexa; (D) Concha plano-convexa.



A Classe Strophomenata possui uma ampla distribuição temporal compreendendo o intervalo entre Cambriano e o Permiano (Curry & Brunton, 2007) e também geográfica, sendo encontrada no Brasil, Bolívia, Argentina, África do Sul, Paraguai, Uruguai, Ilhas Malvinas, Antártida Canadá, República Tcheca, Alemanha, China, Estados Unidos, Tailândia, Austrália, Nepal, França, Espanha, Rússia, Polônia, Irlanda, entre outras regiões (Racheboeuf, 1992; Racheboeuf & Isaacson, 1993; Williams, Brunton & Cocks, 2000). Desta forma, ao longo de toda a Era paleozoica, mais de 1.500 gêneros foram atribuídos aos Strophomenata (Clarkson, 1998; Williams, Brunton & Cocks, 2000). A Classe engloba quatro ordens: Strophomenida Öpik, 1934, Productida Sarytcheva & Sokolskaya, 1959, Orthotetida Waagen, 1884 e Billingsellida Schuchert, 1893 (Williams et al., 2000). Segundo Fonseca (2011), entre as diferentes formas de estrofomenídeos anteriormente citados apenas três das quatro ordens possuem representantes nos sedimentos paleozoicos brasileiros: Strophomenida (Superfamília Strophomenoidea), Orthotetida (Subordem Orthotetidina) e Productida (Subordem Chonetidina e Productina).

Strophomenida (Ordoviciano-Carbonífero) dispõem de conchas lisas ou com costelas finas normalmente côncavo-convexas, por vezes, biconvexas. Apresentam dentes simples, reduzidos ou modificados. Orthotetida (Ordoviciano-Permiano) possuem conchas biconvexas pseudopontuadas, abertura do pedículo fechada, dentes e fossetas dentárias bem desenvolvidas e ornamentação constituída por costelas finas. Já Productida (Ordoviciano-Permiano) apresentam conchas côncavo-convexas a plano-convexas com espinhos tubulares na margem posterior da interárea ventral ou ao longo da concha, prolongamentos da margem anterior das valvas, abertura do pedículo fechada e, ainda, algumas formas podem perder os dentes, as fossetas dentárias e interáreas (Brunton & Lazarev, 1997; Fonseca, 2011; Williams, Brunton & Cocks, 2000).

HISTÓRICO DE PESQUISAS SOBRE ESTROFOMENÍDEOS NO ESTADO DO PARANÁ

Estudos de ordem geológica e paleontológica foram pioneiramente idealizados em 1875, com a Comissão Geológica do Império (Lange, 1954). Desde então, na Bacia do Paraná, Sub-bacia Apucarana, foram formalmente reconhecidos estrofomenídeos representantes das ordens Productida (Subordem Chonetidina – *Pleurochonetes falklandicus* Morris & Sharpe, 1846, e *Australostrophia mesembria* Clarke, 1913) e Orthotetida, (Subordem Orthotetidina – “*Schuchertella*” spp.) (Clarke, 1913; Fonseca, 1998; Melo, 1985; Videira-Santos; Scheffler, 2019; Videira-Santos, 2020), sendo estes presentes em depósitos sedimentares das formações Ponta Grossa e São Domingos (*sensu*: Grahn et al., 2013).

Derby (1878) foi pioneiro em citar a ocorrência de Strophomenata no Devoniano paranaense ao reconhecer *Streptorhynchus* sp. (= *Schellwienella* sp.), posteriormente Waagen (1888) citou também a ocorrência do mesmo táxon na região. Já Clarke (1895) se referiu a presença de *Streptorhynchus* sp. e *Chonetes* sp. nos estratos devonianos de Jaguariaíva.

Clarke (1913) foi o primeiro a sistematizar a fauna devoniana paranaense utilizando o material coletado e as descrições de Orville Derby e Luther Wagoner, ambos membros da Comissão Geológica do Império. Sendo assim, é atribuída a ele a primeira descrição dos representantes da Classe Strophomenata em depósitos sedimentares da Formação Ponta Grossa, nos municípios de Ponta Grossa e Jaguariaíva. O autor descreveu as espécies *Schuchertella agassizi* Hartt, 1874, *Schuchertella sullivanii* Morris & Sharpe, 1848, *Schuchertella sancticrucis* Clarke, 1913, *Leptostrophia? mesembria* Clarke, 1913, *Chonetes falklandicus* Morris & Sharpe, 1848, e *Chonetes falklandicus* var. *rugosus*.

Caster (1939) introduziu na literatura o gênero *Australostrophia* a fim de realocar a espécie *Leptostrophia? mesembria* e a partir de seu trabalho a espécie passou a ser denominada *Australostrophia mesembria*. Neste mesmo trabalho, Caster (1939) sugeriu que “*Schuchertella*” austrais deveriam ser antes referidas ao gênero *Schellwienella* (Quadro 2).

Quadro 2: Nome dos táxons, sinonímias e ocorrências (Formações Ponta Grossa e São Domingos).

Identificação Pretérita	Táxon atualmente válido
<i>Chonetes falklandicus</i> / Clarke (1913), <i>Notiochonetes falklandica</i> / Quadros (1987)	<i>Pleurochonetes falklandicus</i> / Fonseca (1998)
<i>Leptostrophia? mesembria</i> / Clarke (1913)	<i>Australostrophia mesembria</i> / Caster (1939)
<i>Streptorhynchus</i> sp/ King (1850)	<i>Schellwienella</i> sp/ Thomas (1910)
<i>Schuchertella agassizi</i> / Hartt (1874)	<i>Schellwienella clarkei</i> / Rezende & Isaacson (2021)

Petri (1948), na tentativa de distribuir verticalmente e horizontalmente os fósseis na Formação Ponta Grossa, no estado do Paraná, discorre sobre alguns dos táxons pertencentes a Classe Strophomenata. Segundo o autor, *Chonetes falklandicus* e *Leptostrophia? mesembria* são comuns no município de Jaguariaíva, porém esta última é rara em Ponta Grossa. O autor ainda percebeu que *Chonetes falklandicus* possui uma ampla distribuição estratigráfica, porém é rara no topo da Formação Ponta Grossa, sendo encontrada nas

camadas de transição (*sensu*: Petri, 1948). No entanto, *Leptostrophia*? parece obedecer a fatores de ordem geográfica, sendo mais próximas à costa. Quanto ao gênero *Schuchertella*, o mesmo comenta que possui uma grande distribuição (Devoniano Inferior - Médio) e não apresenta valor para correlações.

Lange e Petri (1967) reconheceram na Formação Ponta Grossa *Schellwienella agassizi*, *Australostrophia mesembria* e *Chonetes falklandicus*. Os autores compararam a fauna devoniana do Paraná com a sua contemporânea boliviana e disseram que os macrofósseis mencionados não são satisfatórios para fins de correlação.

Boucot (1971, 1975) define as paleocomunidades marinhas silurianas e devonianas do Domínio Malvinocáfrico, agrupando-as em “Associações Bentônicas”, numeradas de 1 a 6, segundo a posição (distância crescente) ocupada por cada associação de comunidades em relação à linha de costa. Cada associação bentônica é controlada pela paleobatimetria e pelas variáveis ambientais, como a movimentação do meio aquoso, expresso pelas designações “águas turbulentas” e “águas calmas”. Dentre as paleocomunidades de Boucot (1971), destaca-se a comunidade *Notiochonetes* a qual ocupa uma posição intermediária em relação à linha de costa, ocupando uma posição na associação bentônica 3. A comunidade *Notiochonetes*, inclui os gêneros *Notiochonetes*, *Australocoelia*, *Schuchertella* e *Meristelloides* (*sensu*: Melo, 1985). Embora Boucot (1971) defina esta paleocomunidade e saliente que está presente nos estratos devonianos da Bacia do Paraná, não apresenta maiores informações.

Popp e Barcelos-Popp (1986) discorrem que 20m acima da base do Membro Jaguariaíva (*sensu*: Lange & Petri, 1967), na Ferrovia Jaguariaíva-Arapoti, são comuns os espécimes *Australocoelia tourteloti* e *Australostrophia mesembria* e que na mesma ferrovia no Km 4,2 ainda dominam estes espécimes, associados a pelecípodes infaunais e braquiópodes suspensívoros como *Notiochonetes falklandicus*. Segundo os autores, a diversidade faunística deste intervalo no Membro Jaguariaíva é decorrente do aumento da profundidade da água, caracterizando um ambiente com profundidade de aproximadamente 50m. Popp e Barcelos-Popp ainda comentam, sobre a presença da comunidade *Notiochonetes falklandicus*, proposta por Boucot (1971), associados a *Schellwinwella*, nos depósitos da Formação São Domingos (*sensu* Lange & Petri, 1967) no município de Ponta Grossa, Paraná. Os autores comentam que a referida comunidade é composta por animais suspensívoros, que em vida ocupavam uma posição vertical em relação ao substrato, indicando ambientes de baixa energia. A concepção de um ambiente de baixa energia, ainda pode ser reforçada, de acordo com Popp e Barcelos-Popp (1986) pela ocorrência de pedúnculos de crinóides preservados em posição vertical, e a presença de *Tentaculites* planctônicos obedecendo uma determinada orientação indicando um regime hidrodinâmico de baixa energia, com fracas correntes em águas mais profundas da plataforma, com significativo suprimento alimentar.

De acordo com Melo (1985,1988) a maioria das comunidades presentes nos depósitos da Formação Ponta Grossa são indicativas das associações bentônicas 2 e 3, eventualmente atingindo a posição 4. Essas faunas, incluso a comunidade *Notiochonetes*, indicam águas mais profundas de fundo plano que habitavam profundidades inferidas de até 50 m (Cooper, 1977). Melo (1988), ainda discorre que essas comunidades persistem para

porções superiores acima da sequência, ou seja, para as unidades Tibagi e São Domingos basais, sem quaisquer modificações significativas.

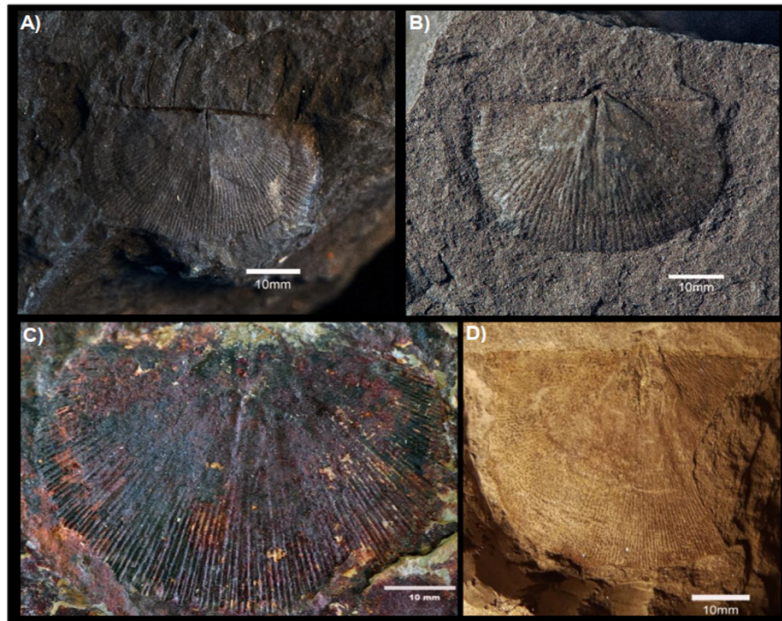
Racheboeuf (1992) elevou o subgênero *Pleurochonetes* a categoria de gênero e Fonseca (1998) reconheceu este gênero na Bacia do Paraná. Desde então os exemplares que vinham sendo identificados como *Notiochonetes falklandicus* e *Chonetes falklandicus* na Bacia do Paraná, passaram a serem reconhecidos como *Pleurochonetes falklandicus* (Quadro 2).

Bosetti (2004) atenta para o fato de que as paleocomunidades malvinocábricas propostas por Boucot (1971,1975) não poderem ser reconhecidas com clareza na Bacia do Paraná, exceto em alguns níveis estratigráficos da base da Formação Ponta Grossa (Sequência B) e possivelmente em pavimentos de parte da Formação São Domingos (Sequência C), pois a Fauna Malvinocáfrica sofreu transporte e modificações significativas até o soterramento final. Ademais, também comenta sobre a possibilidade de associações “removidas” a longas distâncias da área propriamente ocupada pela comunidade. Diante disto, o autor discorre sobre a presença de formas (que incluem representantes da comunidade *Notiochonetes*) em aparente posição de vida nas fácies de *offshore*. Essas ocorrências podem revelar organismos sobreviventes após eventos episódicos que ao serem transportados para regiões mais profundas tentaram sua fixação e, em seguida, foram soterrados por uma imediata carga sedimentar.

Bosetti et al. (2012), apresentam em seu trabalho um compilado dos *taxa* tipicamente malvinocátricos, e dentre os estrofomenídeos os autores reconheceram no Devoniano da Bacia do Paraná: *Australostrophia mesembria*, *Notiochonetes falklandicus*, *Schuchertella agassizi* e *Schuchertella sullivanii*. Os autores destacam ainda que a espécie *Notiochonetes falklandicus* teria sido extinta antes do Emsiano tardio. Contudo, alguns trabalhos têm sugerido que a diversidade de estrofomenídeos deve ser ainda maior. Souza (2007), Videira-Santos (2020) e Videira-Santos, Scheffler e Fernandes (2022) reconheceram a ocorrência de outros nove táxons no Devoniano do Paraná (*Babinia parvula maxima*, *Kentronetes? iclaense*, *Kentronetes? ortegae?*, *Sanjuanetes? sp.*, *Chonostrophia? aff. truyolsae*, *Chonetidae indet.*, *Pleurochonetes? comstocki?*, *Notiochonetes skottsbergi* e *Pleurochonetes surucoi?*), nos estratos das formações Ponta Grossa e São Domingos. Ademais, Videira-Santos (2020) e Videira-Santos, Scheffler e Fernandes (2022), além da identificação dos espécimes supracitados fornecem novas informações paleobiogeográficas e cronoestratigráficas a respeito de alguns estrofomenídeos.

Por fim, Rezende e Isaacson (2021) reclassificaram braquiópodes das formações Ponta Grossa e São Domingos descritos por Clarke (1913) como *Schuchertella agassizi*, denominando-os de *Schellwienella clarkei* e sugerindo que *Schuchertella sullivanii* e *Schuchertella sancticrucis* deveriam ser reclassificados como *Schellwienella sullivanii* e *Schellwienella sancticrucis* (Fig. 5).

Figura 5: Exemplos da Classe Strophomenata nos depósitos devonianos da Bacia do Paraná, no estado do Paraná. (A) *Kentronetes* sp. - (MPI 15694) valva interna ventral.; (B) *Pleurochonetes falklandicus* - (MPI 16938 B), interior da valva ventral; (C) *Schellwienella clarkei* - (MPI 16821), interior da valva ventral; (D) *Australostrophia mesembria* - (MPI 17591), interior da valva ventral.



MODOS DE OCORRÊNCIA

O modo de ocorrência, ou classes tafonômicas, refere-se ao modo como os indivíduos das concentrações fossilíferas se apresentam na matriz sedimentar. Desta forma, foram notadas para os Strophomenata estudados, seis classes tafonômicas que variam de acordo com: (I) sua posição em relação ao plano de acamamento; (II) o grau de articulação/desarticulação; (III) o grau de fragmentação e (IV) orientação. De acordo com essas variações, são descritas ao longo da seção Bosque Mistral as seguintes classes (Fig. 6):

- Classe I - compreende indivíduos agrupados, com eixo alinhado paralelamente ou oblíquo em relação ao plano de acamamento, ou seja, concordante. As valvas apresentam-se desarticuladas com ou sem espinhos e, por vezes, estão associadas a restos esqueléticos fragmentados de outros organismos. Esta concentração apresenta vários eixos de corrente caracterizando uma fossilização na forma de rosetas. Ocorre em siltitos com laminação plano paralela e pode ser interpretada como parautóctone, sendo composta por organismos retrabalhados por fluxos oscilatórios.

- Classe II - compreende indivíduos isolados, paralelos ao plano de acamamento. Os bioclastos apresentam as valvas sobrepostas, onde uma das valvas apresenta-se deslocada ventralmente em direção à linha de comissura. Além do mais, apresentam-se inteiros e sem espinhos. A classe pode ser interpretada como parautóctone, sem fluxos oscilatórios. Está presente em folhelhos pretos laminados.

- Classe III - compreende restos esqueléticos com valvas orientadas, apresentando um eixo unidirecional e aparentemente unimodal. Os bioclastos, ainda, apresentam-se

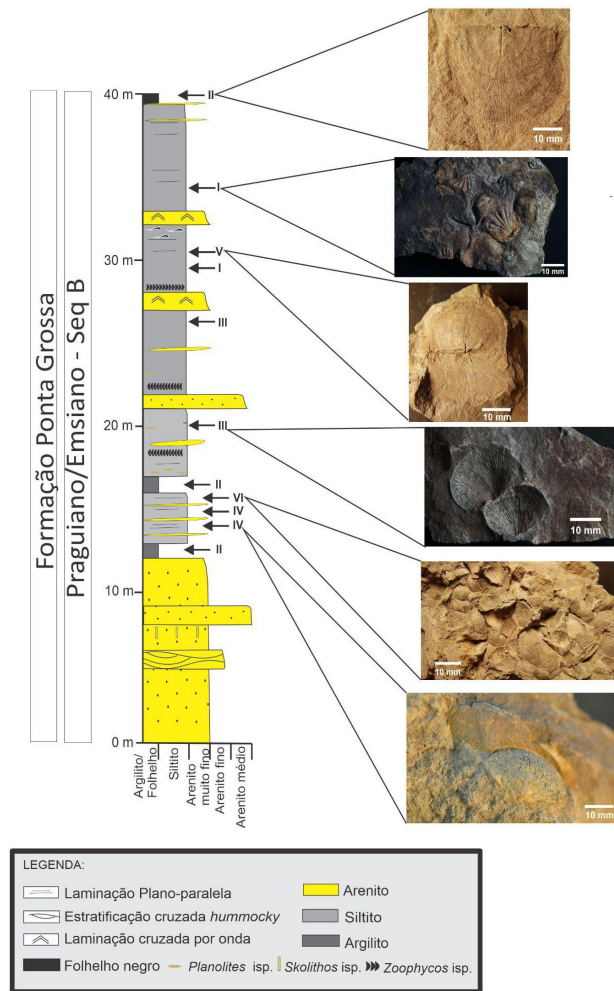
concordantes ao plano de acamamento, inteiros e desarticulados. Esta classe pode ser interpretada como parautóctone, com fluxo unidirecional, está presente nas camadas siltosas com intercalações de areia.

- Classe IV - apresenta os bioclastos em aparente posição de vida, dispostos na matriz em ângulo reto, em relação ao plano de acamamento. Ademais, as valvas encontram-se inteiras e articuladas. Está presente em siltitos com intercalações de areia, de laminação plano-paralela sem bioturbação. A classe representa uma associação autóctone, composta por organismos oriundos da fauna local. Caracterizando, aparentemente, um depósito de *obruption*.

- Classe V - esta compreende restos esqueléticos paralelamente ao plano de acamamento, inteiros em *butterfly*. Esta classe sugere pouco transporte, podendo ser interpretada como autóctone, sem fluxo.

- Classe VI - inclui os bioclastos distribuídos caoticamente na matriz, fortemente empacotados, fragmentados e inteiros, desarticulados, por vezes, sobrepostos, caracterizando uma fossilização na forma de *nesting*. Tipifica uma associação alóctone constituída por organismos transportados para fora de seu habitat de vida.

Figura 6: Distribuição das classes tafonômicas na Seção Bosque Mistral.



Fonte: adaptado de Bosetti et al. (2021).

DISCUSSÃO

A análise tafonômica por meio das classes demonstrou que, na área prospectada, o grupo focado não se encontra randomicamente distribuído ao longo da seção, sendo esta distribuição relacionada a implicações sedimentológicas, tafonômicas e paleoecológicas. Os arenitos da base da seção indicam condições de deposição de maior energia e ambientes mais proximais, originados no nível de base de ondas de tempo bom (NBOTB), com energia suficiente para transportar areia fina (Brett & Baird, 1986). Nesta porção não foram encontrados *Strophomenata*.

A presença de *Strophomenata* foi registrada, sem exceção, nos siltitos de laminação plano-paralela da porção mediana da seção. De particular importância são as ocorrências em aparente posição de vida ou *in situ* (Classe IV). De acordo com Kidwell e Bosence (1991), fósseis marinhos preservados *in situ* não sofreram transporte ou reorientação, sendo notáveis indicativos de sedimentações episódicas. Além disso, como evidenciado por Bergamaschi (1999) e Bergamaschi e Pereira (2001), o principal agente de transporte na Formação Ponta Grossa (Sequência B) são as ondas de tempestade. Desta forma, o modo de ocorrência citado anteriormente sugere que esse depósito foi originado a partir de tempestades. Em regiões mais profundas os organismos bentônicos são envolvidos por uma nuvem de sedimentos em suspensão, a qual é depositada em um curto lapso de tempo, os soterrando *in situ*. Tal feição tafonômica sugere um abrupto soterramento, caracterizando um depósito de sufocamento (*obruition deposits*) e uma associação autóctone (Brett & Seilacher, 1991 *apud* Kidwell & Bosence, 1991; Kidwell, Fürsich & Aigner, 1986; Holz & Simões, 2002). Associada a esta ocorrência, também são observados bioclastos densamente empacotados, paralelos ao plano e, por vezes, sobrepostos, tipificando uma fossilização na forma de *nesting* (Classe VI). Esta ocorrência pode indicar uma mistura temporal (*time-averaging*), onde os bioclastos se acumulam em escalas de tempo intermediárias, podendo ser formadas a partir de períodos de mudança ambiental significativa, neste caso tempestades, refletindo sobreposições tafonômicas de até dois ou mais ambientes, captando o registro de diferentes condições em um único depósito (Kidwell & Flessa, 1995; Kidwell & Bosence, 1991), sendo interpretado aqui como uma associação alóctone.

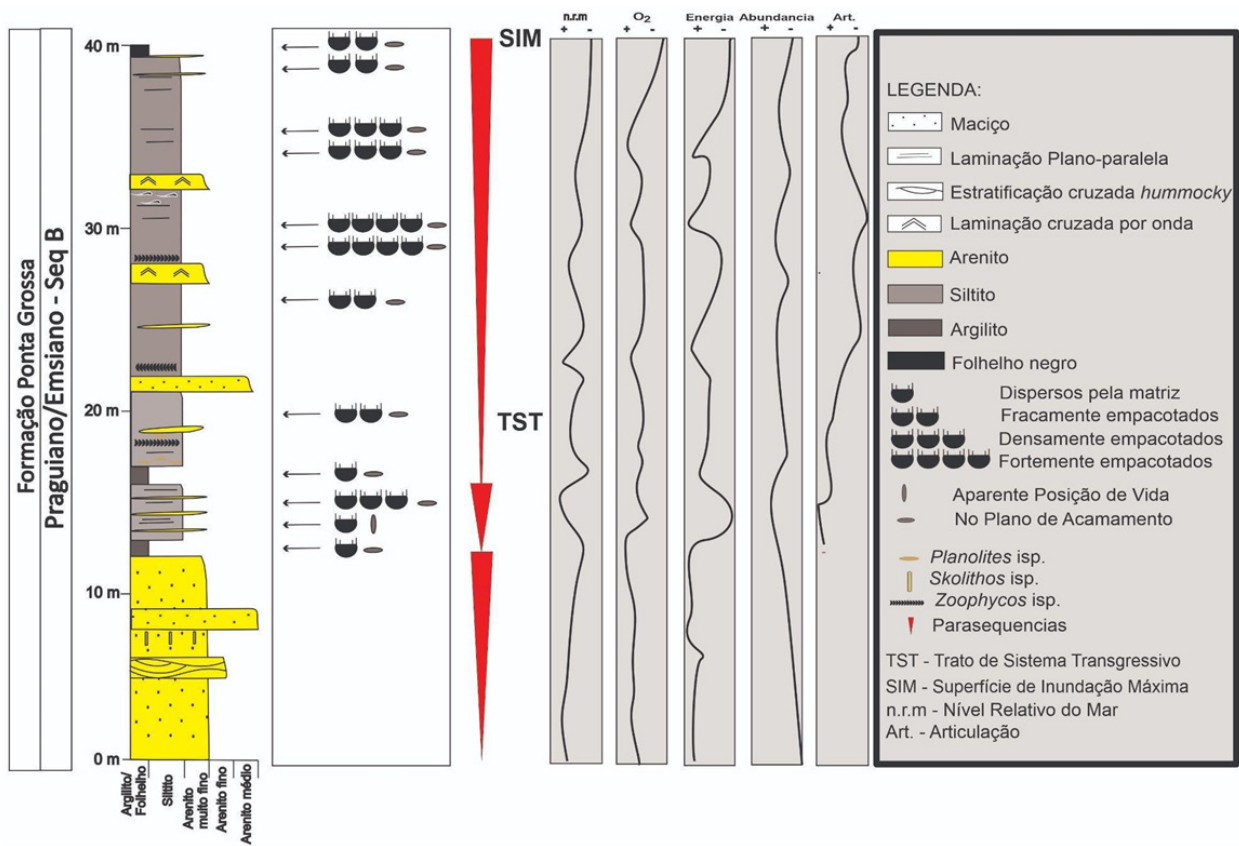
Em direção ao topo, a energia do meio, bem como a articulação das valvas, tende a diminuir. Todavia, é possível observar siltitos com lentes de areia também indicativas de tempestades. Nestes depósitos os bioclastos encontram-se paralelos ao plano, inteiros e desarticulados (Classes I, III e V). Observa-se, que há uma tendência transgressiva em direção ao topo da seção, deste modo, compreende-se que a taxa de sedimentação foi menor permitindo que os bioclastos permanecessem por mais tempo na interface água/sedimento, fazendo com que as acumulações fossem retrabalhadas por fluxos oscilatórios, ondas e outros agentes bioestratinômicos (Brett & Baird, 1968; Speyer & Brett, 1988).

Nos folhelhos pretos, a abundância dos bioclastos diminui. Essas rochas ricas em matéria orgânica indicam condições de ambientes redutores, abaixo do nível de base de ondas de tempestade (NBOT), que restringem a sobrevivência de determinados organismos. Os bioclastos encontram-se isolados, paralelos ao plano de acamamento com valvas

sobrepostas (Classe II). A análise tafonômica sugere que os elementos destas camadas sofreram pouco transporte, podendo ser interpretados como parautóctones (Kidwell & Flessa, 1995; Kidwell & Bosence, 1991).

Dessa maneira, a seção colunar apresenta um conjunto de três parasequências geneticamente relacionadas, que definem dois ciclos (Fig. 7). O primeiro, evidencia a porção inferior da Formação Ponta Grossa. Segundo Bergamaschi e Pereira (2001), a porção inferior na Formação Ponta Grossa é marcada pela superfície transgressiva que registra o abrupto recobrimento (*onlap*) dos depósitos regressivos (transicionais e costeiros) do topo da Formação Furnas. Em direção ao topo, pode-se observar o segundo ciclo, representado por uma superfície de inundação máxima, caracterizando o momento em que o mar atinge sua maior amplitude. Em termos paleoambientais, é possível notar uma passagem do *shoreface* inferior, que persiste ao longo de quase toda a seção, para o *offshore* transicional e *offshore*. Nota-se que os estrofomenídeos estudados, aparentemente, preferem ambientes que correspondem desde o *shoreface* inferior ao *offshore* transicional, sendo indicativos de ambientes mais profundos.

Figura 7: Distribuição da Classe Strophomenata na seção Bosque Mistral.



CONCLUSÃO

O conjunto de dados litológicos, estratigráficos, taxonômicos e tafonômicos da seção permitiu a identificação de seis classes tafonômicas distintas que retratam a sucessão de eventos na seção estudada. A porção basal é caracterizada litologicamente por um pacote espesso de arenitos, que caracteriza condições de maior energia, sendo uma fácies de *shoreface*, onde não foi descrita a presença de *Strophomenata*. Na porção mediana ocorrem as classes tafonômicas que tipificam depósitos originados pela ação de tempestades, entre o nível de base de ondas de tempo bom (NBOTB) e o nível de base de ondas de tempestade (NBOT), tipificando ambientes mais distais de *shoreface* inferior ao *offshore transicional*. Em direção ao topo os bioclastos apresentam-se desarticulados, inteiros e paralelos ao plano, indicando que as associações foram retrabalhadas por fluxos, indicando ambientes de *shoreface* inferior. Folhelhos pretos indicam ambientes disóxicos, qualificando ambientes gerados abaixo do nível de ondas de tempestade (NBOT) no *offshore* superior.

A distribuição das classes tafonômicas na seção, além de se apresentar em boas condições de preservação, ocorrências *in situ* sugerem que *Strophomenata* podem ser considerados bons indicadores paleobatimétricos, indicando condições de ambientes mais profundos entre o *shoreface* inferior e o *offshore* transicional. A próxima etapa da pesquisa será a análise das tafofácies a fim de se corroborar a sua aplicação como indicadores paleobatimétricos para o Devoniano da Bacia do Paraná.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). RVS agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo 141382/2021-0) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Assine, M.L. (1996). *Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, Brasil.
- Assine, M.L. (1999). Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco Sudeste da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 3, 357-370.
- Bergamaschi, S. (1999). *Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formações Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP, Brasil.
- Bergamaschi, S., & Pereira, E. (2001). Caracterização das seqüências deposicionais de 3ª ordem para o Siluro-Devoniano na sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. *Ciência-Técnica-Petróleo*, seção: Exploração de Petróleo, 20, 63-73.
- Bosetti, E.P. (2004). *Tafonomia de alta resolução das fácies de offshore da sucessão devoniana da região de Ponta Grossa – Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

- Bosetti, E.P., Grahn, Y., Horodyski, R.S., & Mauller, M.P. (2012). The first recorded decline of the Malvinokaffric Devonian fauna in the Paraná Basin (southern Brazil) and its cause; taphonomic and fossil evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, 37, 228-241.
- Bosetti, E.P., Myszynski-Junior, L.J., Sedorko, D., Oliveira, L., Kurovski, I.P., Richter, K.W., & Goltz, G. (2021). Salvamento Paleontológico, ambiente deposicional e correlação estratigráfica de uma seção da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná). *Terr@ Plural*, 15, 1-16.
- Boucot, A.J. (1971). *Malvinokaffric Devonian marine community distribution-and implications for Gondwana*. Recuperado de <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReaderMobile.aspx?bib=158119&PagFis=36510&Pesq=>
- Boucot, A. J. (1975). *Evolution and extinction rate controls*. New York: Elsevier.
- Brett, C.E., & Baird G.C. (1986). Comparative Taphonomy: A Key to Paleoenvironmental Interpretation Based on Fossil Preservation. *Palaios*, 1(3), 207-227.
- Brunton, C.H.C., & Lazarev, S.S. (1997). Evolution and classification of the Productellidae (Productida), Upper Paleozoic Brachiopods. *Journal of Palentology*, 71(3), 381-394.
- Brusca, R.C., Moore, W., & Shuster, S.M. (2018). *Invertebrados*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Caster, E.K. (1939) A Devonian Fauna from Columbia. *Bulletins of American Paleontology*, 24 (83), 7-191.
- Cerri, C.A.D. (2013). *Revisão sistemática dos Brachiopoda (Calciata), da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, SP.
- Clarke, J.M. (1895). As trilobitas do grez de Ereré e Maecurú. *Revista do Museu Nacional*, 9, 1-58.
- Clarke, J.M. (1913) Fósseis Devonianos do Paraná. *Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 1, 353.
- Clarkson, E.N.K. (1998). *Invertebrate paleontology and evolution*. 4 ed. Oxford: Blackwell Science.
- Cooper, P. (1977). Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and Frasnian Famennian mass extinction. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 21(3), 165-207.
- Curry, G.C., & Brunton, C.H.C. (2007) Stratigraphic distribution of brachiopods. In A. Williams et al. (Orgs). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda revised* (pp. 2902-3081). Kansas: The Geological Society of America and The University of Kansas.
- Derby, O.A. (1878). A Geologia da região diamantífera da Província do Paraná no Brasil. *Archivos do Museu Nacional*, 3, 89-96.
- Fonseca, V.M.M. (1998). A ocorrência de *Pleurochonetes falklandicus* (Morris & Sharpe) (Brachiopoda) no Devoniano da Bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70 (2), 377-378.
- Fonseca, V.M.M. (2011). Braquiópodes. In I.S. Carvalho (Org.). *Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados*. 3. ed. (cap. 19. pp. 334-356). Rio de Janeiro: Interciência.
- Gaugris, K.A., & Grahn, Y. (2006). New chitinozoan species from the Devonian of the Paraná Basin, south Brazil, and their biostratigraphic significance. *Ameghiniana*, 43 (2), 293-310.
- Goltz, G., & Bosetti, E.P. (2020). Projeto paleontológico de salvamento na área urbana de Ponta Grossa – Pr (Devoniano). *Anais do Encontro Anual de Iniciação Científica*. Ponta Grossa, PR, Brasil, 29. Recuperado de https://siseve.apps.uepg.br/storage/eaic2020/9_Gabrieli_Goltz-160572860314322.pdf
- Goltz, G., Videira-Santos, R., Richter, K.W., & Bosetti, E.P. (2021). Descrição preliminar de novo sítio paleontológico da área urbana de Ponta Grossa, Paraná. *Anais da Semana de Geografia UEPG*. Ponta Grossa, PR, Brasil, 27. pp. 43-46. Recuperado de https://siseve.apps.uepg.br/pt_BR/xxviisemanageografia/noticia/ANAIS%2027%C2%AA%20SEMAGEO
- Grahn, Y. (1992). Revision of Silurian and Devonian strata of Brazil. *Palynology*, 16, 35-61.
- Grahn, Y., & Bosetti, E.P. (2010). Storm deposited pebbles and cobble-sized particles in the early Emsian of the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin (State of Paraná, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, 40(1), 266-241.

- Grahn, Y., Pereira, E., & Bergamaschi, S. (2002). Middle and Upper Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palynology*, 26,135-165.
- Grahn, Y., Mauller, P.M., Bergamaschi, S., & Bosetti, E.P. (2013). Palynology and sequence stratigraphy of three Devonian rock units in the Apucarana Sub-basin (Paraná Basin, south Brazil): additional data and correlation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 198, 27-44.
- Harper, D.A.T., Popov, L.E., & Holmer, L.E. (2017). Brachiopods: origin and early history. *Paleontology*, 1-23.
- Hickman, C.P.J, Roberts, L.S, Keen, S.L, Larson, A., & L'anso, H. (2016). *Princípios Integrados de Zoologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Holz, M., & Simões, M.G. (2002). *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre: Ed. UFRGS.
- Horodyski, R.S. (2014). *Análise Tafonômica, Bioestratigráfica e Paleambiental dos Invertebrados Marinhos da Região de Tibagi-Pr (Devoniano Inferior e Médio da Bacia do Paraná)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- James, M.A., Ansell, A.D., Collins, M.J., Curry, G.B., Pec, L.S., & Rhodes, M.C. (1992). Biology of living brachiopods. *Advances in Marine Biology*, 28,177-250.
- Kidwell, S.M., Fürsich, F.T., & Aigner, T. (1986). Conceptual Framework for the Analysis and Classification of Fossil Concentrations. *Palaaios*, 1(3), 228-238.
- Kidwell, S.M., & Bonsence, D. J. (1991). Taphonomy and Time-Averaging of Marine Shelly Faunas. In P.A. Allison, & D.E. Briggs (Orgs.). *Taphonomy: releasing the data in the fossil record* (pp. 115-209). New York: Plenum Press.
- Kidwell, S.M., & Flessa, K.W. (1995). The Quality of the Fossil Record: Populations, Species, and Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 269-299.
- Kozłowski, R. 1913. Fossiles dévoniens de l'état de Parana (Brésil). *Annales de Paléontologie*, 8, 105-123.
- Lange, F.W. (1954). *Paleontologia do Paraná*. Curitiba: Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná.
- Lange, W.F., & Petri, S. (1967). The Devonian of the Paraná Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, 21(22), 6 - 55.
- Manceñido, M.O., & Damborenea, S.E. (2008). In H.H. Camacho, & M.I. Longobucco (Orgs). *Los Invertebrados Fósiles* (tomo I, pp. 243). Buenos Aires: Vazquez Mazzini.
- Melo, J.H.G. (1985). *A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil – estado atual dos conhecimentos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Melo, J.H.G. (1988). *The Malvinokaffric Real in the Devonian of Brazil*. Rio de Janeiro: Petrobrás Research Center.
- Mendlowicz, P.M., Grahn, Y., & Cardoso, T.R.M. (2009). Palynostratigraphy from the Lower Devonian of the Paraná Basin, south Brazil, and a revision of contemporary chitinozoan biozones from western Gondwana. *Stratigraphy*, 6(4), 313-332.
- Milani, E.J. (1997) *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Milani, E.J., Melo, J.H.G., Souza, P.A., Fernandes, L.A., & França, A.B. (2007). Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(2), 265-287.
- Milani, E.J., França, A.B., & Medeiros, R.A. (2007). Rochas geradoras e rochas reservatório da Bacia do Paraná, faixa de afloramentos, Estado do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(1), 135-162.
- Milani, E.J., & Ramos, A.V. (1998). Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(4), 473-484.
- Oliveira, L., Bosetti, E.P., & Myszynski-Junior, L.J. (2021) *Correlação Estratigráfica da seção Bosque Mistral, Pr, Brasil* (2021). *Anais da Semana de Geografia UEPG*. Ponta Grossa, PR, Brasil, 27. pp. 184-188. Recuperado de https://siseve.apps.uepg.br/pt_BR/xxviiseமானageografia/noticia/ANAIS%2027%C2%AA%20SEMAGEO

- Petri, S. (1948). Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 129(30), 8-125.
- Popp, J.H., & Barcelos-Popp, M. (1986). Análise estratigráfica da seqüência deposicional devoniana da Bacia do Paraná (Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, 16(2), 187-194.
- Racheboeuf, P.R. (1992). Los chonetáceos (braquiópodos) del Devónico boliviano: bioestratigrafía y datos taxonómicos complementários. *Revista Española de Paleontología*, 7(1), 31-52.
- Racheboeuf, P.R., & Isaacson, P.E. (1993). Los chonetoides (Braquiopodos) Siluricos y Devonicos de Bolivia. In R. Suarez-Soruco (Orgs). *Fossiles y Facies de Bolivia – Vol II Invertebrados y Paleobotánica* (pp. 99-119) Santa Cruz-Bolivia: Revista Técnica.
- Rezende, J.M.P., & Isaacson P.E. (2021). *Schellwienella clarkei* (Orthotetida, Brachiopoda): a new species from the Devonian of the Paraná Basin, Brazil. *Journal of Paleontology*, 95(4), 733-747.
- Scheffler, S. M., Silva, R.C., & Sedorko, D. (2020). O Devoniano no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil: nova área de distribuição e presença de típica fauna malvinocáfrica. *Estud. Geol.* 30(2), 38-76.
- Sedorko, D., Bosetti E.P., & Netto R.G. (2017a). An Integrative Ichnologic and Taphonomic Approach in a Transgressive-regressive Cycle: a case study from Devonian of Paraná Basin. *Lethaia*, 51(1), 15-34. <https://doi.org/10.1111/let.12219>.
- Sedorko, D., Netto, G.N., Savrda, C.E., Assine, M.L. & Tognoli, F.M.W. (2017b). Chronostratigraphy and environment of Furnas Formation by trace fossil analysis: Calibration the lower Paleozoic Gondwana realm in the Paraná Basin (Brazil). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 487, 307-320.
- Sedorko, D., Bosetti, E.P., Ghilardi, R.P., Myszynski Jr., L.J., Silva, R.C., & Scheffler, S.M. (2018a). Paleoenvironments of a regressive Devonian section from Paraná Basin (Mato Grosso do Sul state) by integration of ichnologic, taphonomic and sedimentologic analyses. *Brazilian Journal of Geology*, 48, 805-820. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201820180021>
- Sedorko, D., Netto R.G., & Savrda, C.E. (2018b). Ichnology applied to sequence stratigraphic analysis of Siluro-Devonian mud-dominated shelf deposits, Paraná Basin, Brazil *Journal of South American Earth Sciences*, 83, 81-95. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.02.008>.
- Souza, V.F.G. (2007). *Chonetoidea (Brachiopoda, Productida, Chonetidina) do Devoniano da Bacia do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Speyer, S.E., & Brett, C.E. (1988). Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 63(1-3), 225-262. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(88\)90098-3](https://doi.org/10.1016/0031-0182(88)90098-3).
- Videira-Santos R., & Scheffler S.M. (2019). O Estado da Arte das pesquisas sobre Chonetoidea (Brachiopoda) do Devoniano da Bacia do Paraná, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ*, (42), 329-335.
- Videira-Santos, R. (2020). *Revisão taxonômica dos Chonetoidea (Brachiopoda) do Devoniano da Bacia do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Videira-Santos, R., Scheffler, S.M., & Fernandes A.C.S. (2022). New occurrences of Malvinokaffric Chonetoidea (Brachiopoda), in the Paraná Basin, Devonian, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 25(1), 3-23.
- Waagen, W. (1888). Mittheilung eines Briefes von Herrn A. Derby über Spuren einer carbonen Eiszeit in Sudamerika, sowie einer Berichtigung Herrn J. Marcou's. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 68, 172-177.
- Williams, A., Brunton, C.H.C., & Cocks L.M.R. (2000). Strophomenata. In A. Williams et al. (Orgs). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda revised* (p. 215). Kansas: The Geological Society of America / The University of Kansas.
- Williams, A., Brunton, C.H.C, Carlson, S.J., Alvarez, F., Ansell, A.D., Baker, P.G., ..., & Wright, A.D. (2000). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopod revised*. Kansas: The Geological Society of America/ The University of Kansas.

Williams, A., Carlson S.J., & Brunton C.H.C. (2000). Brachiopoda. In A. Williams et al. (Orgs). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda revised* (pp. 28-29). Kansas: The Geological Society of America / The University of Kansas.

Williams, A., Carlson, S.J, Brunton, C.H.C., Holmer, L.A., & Popov, L. (1996). A supra-ordinal classification of the Brachiopoda. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 351(1344), 1171-1193.

Recebido em 31/out./2022

Aceito em 14/nov./2022

Publicado em 15/jan./2023