

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA E PALEOAMBIENTAL DOS INVERTEBRADOS
MARINHOS DE ALGUNS AFLORAMENTOS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA,
DEVONIANO, BACIA DO PARANÁ

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2012/15)

Aluno: Felipe Tomas A. Augusto

Orientador: Prof. Dr^a. Juliana de Moraes Leme

De acordo: _____.

São Paulo
2012

“Ajoelhem-se jovens!... E agradeçam a Deus por este afloramento!”

Agradecimentos

Gostaria de agradecer as diversas pessoas e instituições pelo apoio fornecido durante esses cinco anos desta fase maravilhoso de graduação em geologia no IGc-USP.

Primeiramente agradeço aos meus pais Tereza de Fátima A. Augusto e Antonio Augusto por todo o esforço, zelo e carinho na minha criação, educação.

Agradeço a minha namorada Cíntia Murakami (Patroa), por todo apoio nas horas difíceis, por todo incentivo, amor e carinho durante esse período muito importante da minha vida, agradeço também a ela pelas broncas e puxões de orelha que ajudaram a dedicar-me mais quando eu já não tinha vontade.

A minha irmã “agradeço” por me fazer acordar cedo até quando não tinha aula pela manhã, só para levá-la a faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, mas por outro lado sou grato também pela sua companhia e ajudas prestadas a mim.

Agradeço a minha professora e orientadora Dr. Juliana Leme pelas colaborações ao meu aprendizado, paciência, e pelas exaustivas horas de correções deste projeto, na qual ela demonstrou todo empenho e dedicação.

Ao prof. Dr. Elvio Bosetti, aos colegas de projeto André Mori e Cássio Cerri, agradeço pelas conversas enriquecedoras, e contribuições a este trabalho.

Agradeço ao quadro de funcionários e professores do IGc-USP, pela excelência no tratamento pessoal e educativo para comigo.

Aos meus amigos de longa data André Amorim (Pretoco), Danillo Modesto (Pico), Bruno Leão, e demais companheiros de bar, pelas belas e divertidas noites de confraternização e discussão nos mais diversos temas.

As amigas de formação Simone Carreira, Priscila Rezende por me aturarem na república delas durante quase toda graduação, e por todos os trabalhos realizados grupo. Aos amigos Caio Christofolletti (Gorgonzola), Felipe Torres (Banheirão), Matheus Magalhães (Perobo), Enrico Vial (Viadão), Rodrigo Bustamante (Tiozão), Francisco Rios (Leitoa), Victor Maurer (Sheila), Giuseppe Turini (Peluda), Lucas Andreatta (Habiba) e Raul Meloni (Melah), agradeço pelo companheirismo e pelas muitas conversas “geológicas”.

E finalmente agradeço a Deus por me proporcionar anos incríveis e muitas amizades durante este processo de graduação.

Resumo

Os fósseis de invertebrados marinhos da Formação Ponta Grossa são descritos desde 1913 na monografia de J. M. Clake. Após essa publicação, diversos grupos de invertebrados fósseis foram revisados e descritos, em decorrência do excelente estado de preservação, importância geocronológica e paleoambiental. O objetivo principal deste trabalho é a revisão bioestratigráfica dos invertebrados marinhos de alguns afloramentos da Formação Ponta Grossa, na Sub-bacia Apucarana. Os afloramentos estudados neste projeto estão ao longo da estrada de ferro Jaguariaíva – Arapoti, os recentemente expostos nas obras de retificação do traçado da Rodovia Transbrasiliana, na região de Tibagi – PR., além de afloramentos considerados na literatura como: Sítio Wolf, Rio Caniú, Curva I e II, e Boa vista entre outros. Foram compiladas informações sobre a ocorrência e distribuição das espécies descritas para a Formação Ponta Grossa até o momento, com base na literatura e em coleções científicas nacionais. Os dados coletados foram organizados de modo a comparar as idades e distribuição estratigráfica apresentadas em obras recentes com os dados disponíveis no *Paleodatabase* (paleodb.org). O banco de *Paleodatabase* é um recurso público voltado a comunidade científica mundial criado por um grupo de pesquisadores de diversas nacionalidades, com a finalidade reunir dados taxonômicos de espécies. A partir destas informações foram demarcadas as distribuições verticais dos táxons. Adicionalmente, foi montado o biozoneamento dos invertebrados marinhos. Uma tabela para comparação de dados e da distribuição vertical das espécies foi elaborada, sendo possível verificar que muitas espécies estudadas em trabalhos recentes apresentam idades diferentes daquelas consideradas pelo *Paleodatabase*. São discutidos também aspectos paleoambientais dos diversos grupos, que apresentam um ambiente de vida condizente com dados bibliográficos sobre o ambiente de deposição da Fm. Ponta Grossa. Para a melhoria dos estudos bioestratigráficos da Fm. Ponta Grossa é necessária a realização de mais estudos sobre a sistemática das espécies desta formação e/ou publicação dos trabalhos de mestrado e doutorado, pois apresentam informações de grande valor científico.

Abstract

The marine invertebrates fossils of the Ponta Grossa Formation are described in the monograph of J. M. Clarke since 1913. After this publication, several groups of invertebrates fossils were reviewed and described, due to the excellent state of preservation, geochronological and paleoenvironmental importance. The main objective of this project is to review the marine invertebrates biostratigraphic of some Ponta Grossa Formation outcrops in Apucarana Sub-basin. The outcrops studied in this project are along the Jaguariaíva - Arapoti railroad, and in outcrops recently exposed by the Highway Transbrasiliana rectification route works in the region of Tibagi – PR, besides outcrops considered in the literature as: Sitio Wolf, Rio Caniú, Curva I and II, and Boa Vista. We compiled information about the occurrence and distribution of species described in the Ponta Grossa Formation, based on the scientific literature and in national collections. These data were organized to compare ages and stratigraphic distribution presented in recent works with the data available in Paleodatabase (paleodb.org). The database Paleodatabase is a public resource for the scientific community world created by a group of researchers of different nationalities, with the purpose of gathering taxonomic data of marine and terrestrial species. With this information we demarcated vertical distributions of taxon. Additionally, we mounted the biozoneamento of marine invertebrates. A data comparison table and a vertical distribution of the species were prepared, and we could see that some species studied in recent papers have different ages of those considered by Paleodatabase. We also discuss paleoenvironmental aspects of various groups, which provide a living environment according to the bibliographic data on the depositional environment of Fm. Ponta Grossa. In order to refine the biostratigraphy of the Ponta Grossa Formation more studies are still necessary concerning the systematic of the species from this unit or even the publication of master and Phd thesis which present information of great scientific importance.

Sumário

1- Introdução	6
2- Objetivo	7
3- Contexto Geológico	7
4 - Localização e Descrições dos afloramentos	12
5. Materiais e Métodos.....	18
5.1. Revisão bibliográfica	18
5.2. Trabalho de campo	19
5.3. Análise de coleções	19
5.4. Organização da tabela síntese de dados	20
5.5. Organização distribuição bioestratigráfica	20
6. Resultados.....	21
6.1. Inferências nas idades	21
6.2. Inferências na distribuição paleoambiental.....	24
7. Discussões	25
8. Conclusões	27
9- Referências Bibliográficas	27

Anexos

1- Introdução

Os fósseis de invertebrados marinhos da Formação Ponta Grossa são descritos desde 1913 na monografia de J.M.Clake, provenientes dos afloramentos “clássicos” do Devoniano da Bacia do Paraná, entre os municípios de Ponta Grossa, Jaguariaíva e Tibagi, no estado do Paraná. Após a publicação dessa clássica monografia, diversos grupos de invertebrados fósseis, em decorrência de seu excelente estado de preservação, importância geocronológica e paleoambiental, foram revisados e descritos por pesquisadores brasileiros e estrangeiros.

Dentre os principais grupos de invertebrados preservados nos sedimentitos da Formação Ponta Grossa destacam-se os braquiópodes, os moluscos bivalves, os gastrópodes, os tentaculites, os trilobitas, os conulários, e os equinodermas, dentre outros (Lange & Petri, 1967). Uma excelente revisão histórica das pesquisas no Devoniano da Bacia do Paraná foi apresentada por Melo (1985), sendo que o caráter paleobiogeográfico e geocronológico da fauna foram discutidos por Lange & Petri (1967), Boucot (1971) e Cooper (1977), especialmente no que tange ao enquadramento da fauna no Domínio Malvinocáfrico.

Trabalhos mais recentes sobre os macroinvertebrados da Fm. Ponta Grossa tem colaborado para o melhor entendimento da sistemática, tafonomia, bioestratigrafia e paleoecologia. Entre estes trabalhos podemos citar, por exemplo, Ciguel (1989, 1990) e Azevedo-Soares (1999) estudaram a sistemática dos tentaculitídeos; Leme (2002), Leme *et al.* (2004), Rodrigues (2002), Rodrigues *et al.* (2003) desenvolveram estudos sobre sistemática, paleobiogeografia e tafonomia dos conulários; Ghilard (2004) analisou os macroinvertebrados de modo geral, mas com ênfase em trilobites; Scheffler (2004, 2010) e Scheffler & Fernandes (2007a, b) estudaram a sistemática dos crinóides e blastóides, Soares (2007), Soares *et al.* (2008a, b) e Simões *et al.* (2009) revisaram a sistemática dos trilobites Homalonotiidae e apresentaram um modelo de tafofácies para esse grupo; Zabini *et al.* (2010), Zabini (2007, 2011), que apresentou um estudo sobre a tafonomia e sistemática de braquiópodes ligulídeos; Corniskey (2011) fez a revisão sistemática, distribuição geográfica e estratigráfica Discinidae (Brachiopoda); Horodyski (2010) e Bosetti *et al.* (2010a,b; 2011) evidenciaram a presença de uma fauna de trilobites, conulários e braquiópodes rinconeliformes com fenótipos de dimensões subnormais que representam uma fauna reliquial, que é resultado de uma crise biótica ocorrida no período. Leme *et al.* (2010b), Batista *et al.* (2010) e Mori *et al.* (2010) apresentaram a revisão sistemática e bioestratigráfica dos trilobites, ampliando as distribuições bioestratigráficas de *Metacryphaeus*, *Pennaia* e *Burmeisteria* e refinou as correlações entre a Formação Ponta Grossa e outras coevas da América do Sul.

A pesquisa com macrofósseis marinhos, no Devoniano da Bacia do Paraná, borda leste, pode contribuir com dados para solução de problemas estratigráficos ainda

pendentes, em especial no que tange ao contato entre a Formação Furnas e a Formação Ponta Grossa, que já vem sendo discutido por diversos autores a varias décadas. Autores como Bergamaschi (1999), acreditam que o contato é erosional, apresentando um hiato deposicional entre a Fm. Furnas e a Fm. Ponta Grossa. Já outros autores propõem um limite transicional entre as duas formações, entres essas obras podemos relacionar Dino *et al* (1999) e Rubinstein *et al.* (2005), baseados em estudos de biozonas de esporos e miósporos respectivamente.

Outro ponto importante deste trabalho é o levantamento da distribuição estratigráfica e o refinamento das idades dos macroinvertebrados da Fm. Ponta Grossa, com base em trabalhos recentes (Granh; 1992, 2005; Gaugris & Grahn, 2006; Grahn *et al.*, 2011; Bosseti *et al.* 2010b, 2012), uma vez que, são poucos trabalhos sobre o tema, e obras importantes como Lange & Petri (1967) e Boucot (1971), estão defasados em comparações com trabalhos de revisões sistemáticas e cronológicas mais recentes. Adicionalmente, quando os dados cronológicos são comparados aos disponíveis no *Paleodatabase*, é possível verificar que os mesmos se encontram desatualizados, uma vez que, grande parte das espécies estão datadas com base na obra de Melo (1988).

2- Objetivo

O projeto tem como objetivo principal a análise da distribuição bioestratigráfica e paleoambiental dos macrofósseis de invertebrados marinhos da Formação Ponta Grossa, de acordo com os dados disponíveis na literatura.

3- Contexto Geológico

A área de estudo está compreendida na Fm. Ponta Grossa, no Devoniano da bacia do Paraná, em sua borda leste, na sub-bacia de Apucarana.

A Bacia do Paraná se estende por uma área de 1.400.000 Km² do continente sulamericano, e é uma bacia intracratônica preenchida por rochas vulcânicas e sedimentares com idades desde o Ordoviciano até o Cretáceo (Zalán *et al* 1990). No Brasil a Bacia do Paraná ocupa uma área de aproximadamente 1.100.000 Km² (Zalán *et al* 1990), estendendo-se por diversos estados, desde o sul dos estados de Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais, até o sul do estado do Rio Grande do Sul passando por boa parte dos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e todos da região sul do Brasil. (Lange & Petri 1967).

A Formação Ponta Grossa, alvo de estudo deste trabalho de formatura, aflora nos estados brasileiros de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do

Sul e Goiás, sendo que a área estudada está situada na porção leste do estado do Paraná, na região dos municípios de Ponta Grossa, Tibagi, e Jaguariaíva (Figura 1).

Lange & Petri (1967) propuseram a divisão da Formação Ponta Grossa em três membros: Membro Jaguariaíva, Membro Tibagi e Membro São Domingos (Figura 2). Segundo as definições de Lange & Petri (1967) o membro Jaguariaíva é composto, da base para o topo, por siltito intercalado com arenito grosso, seguindo de folhelhos moles azulados, amarelados ou arroxeados, folhelhos arenosos amarelo-acinzentado, contendo nódulos calcário – argilosos ou arenosos ou ainda folhelhos duros, negros, com pirita. O membro Tibagi é composto predominantemente por arenito grosso a fino, com coloração variando entre cinza-claro e amarelo-ocre ou avermelhada, seguido de siltito e uma pequena porcentagem de argilito. O membro São Domingos é composto em sua base por arenito conglomerático argiloso, seguindo-se por folhelhos micáceos ricos em restos vegetais e posteriormente por folhelhos siltosos e folhelhos argilosos.

Posteriormente, Bergamashi (1999) reconheceu cinco seqüências deposicionais de terceira ordem (seqüências B, C, D, E e F) para a Formação Ponta Grossa, com idades baseadas em estudos de Grahn (1997) sobre o registro de quitinozoários (Figura 2).

A seqüência deposicional B corresponde, grosso modo, ao Membro Jaguariaíva, com idade situada entre o Neolochkoviano e o Emsiano. A seqüência deposicional C foi situada entre o Neoemsiano e o Eoifeliano, e a seqüência deposicional D de idade eifeliana, ambas as seqüências deposicionais correspondem ao Membro Tibagi. A seqüência deposicional E com idades entre o Neoeifeliano–Neogivetiano, já seqüência deposicional F, possui idade Frasniana, e essas duas ultimas correspondem ao Membro São Domingos proposto por Lange & Petri (1967) (Figura 2).

Outros trabalhos como de Gaugris & Grahn (2006), Granh (1992, 2005) Grahn *et al.* (2011), sugerem diferentes nomenclaturas e idades para os estes depósitos devonianos. Nesses trabalhos são sugeridas as seguintes divisões: Formação Ponta Grossa e Formação São Domingos, e no topo da Fm. Ponta Grossa está posicionado o membro Tibagi. Grahn *et al.* (2011) propõem que o Mb. Tibagi estaria na base da formação São Domingos, e com base em evidências palinológicas ele atribui idades Praguiana – Emsiana para a Formação Ponta Grossa, Neoemsiana para o Mb. Tibagi da Fm. São Domingos, e final do Neoemsiano a Frasniano para o restante da Fm. São Domingos (Figura 2). Quanto a questão da nomenclatura da estratigrafia, este trabalho adota os nomes atribuídos por Lange & Petri (1967).

A Fm. Ponta Grossa possui um rico conteúdo fossilífero, especialmente no tocante aos macro-invertebrados marinhos. Estudos mostram tratar-se de uma variada fauna bentônica. Entre os invertebrados marinhos estão trilobites, conulários, bivalves, ligulídeos, tentaculídeos, gastrópodes, braquiópodes, etc.

O conteúdo fossilífero da formação em estudo é bem conhecido e retratado a partir da obra de Clarke (1913). Desde então os fósseis da Fm. Ponta Grossa têm sido alvos de estudos sistemáticos, bioestratigráficos, paleogeográficos e paleoecológicos. Na última década foram publicados diversos trabalhos sobre os fósseis da Fm. Ponta Grossa. Esses trabalhos tratam de revisões sistemáticas, além de interpretações tafonômicas, paleoambientais, paleoecológicas e bioestratigráficas (e.g. Azevedo-Soares, 1999; Leme 2002; Leme *et al.*, 2004; 2010 a,b; Rodrigues, 2002; Rodrigues *et al.*, 2003; Ghilard, 2004; Scheffler, 2004, 2010; Scheffler & Fernandes, 2007a, b; Soares, 2007; Soares *et al.*, 2008a, b; Simões *et al.*, 2009; Zabini *et al.*, 2010; Horodyski, 2010; Comniskey, 2011; Bosetti *et al.*, 2010a, b; 2011; 2012; Grahn 2005, Grahn *et al.*, 2011).

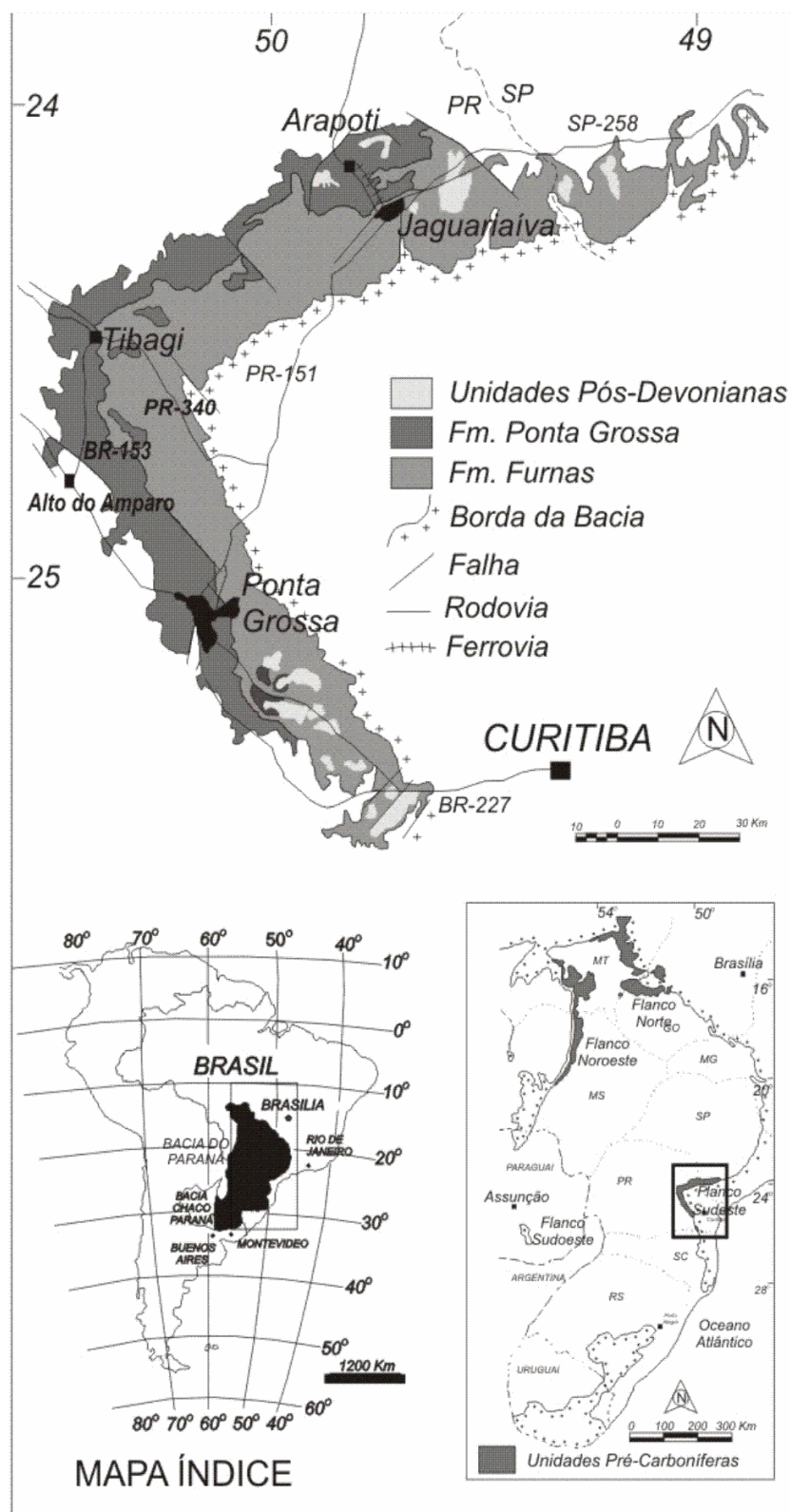


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo, mostrando a faixa de afloramentos da borda leste da bacia do Paraná. Retirado de Leme *et al.* 2004

Idades						
	Milhões de anos	Grahn et al., 2011	Grahn et al., 2010	Gaugris; Grahn, 2006	Bergamaschi, 1999	Lange; Petri, 1967
Frasniano	370 ↑				Seq. F	
Givetiano			não investigado	Fm. São Domingos	Seq. E	Mb São Domingos
Eifeliano		São Domingos Fm.			Seq. D	Fm. Ponta Grossa
Emsiano	397.5	?	Mb Tibaji Fm. Ponta Grossa ?	Mb Tibaji Fm. Ponta Grossa	Seq. C	Mb Tibaji
					Seq. B	Mb Jaguariáva
Praguiano	407.0	Ponta Grossa Fm.	? Fm. Ponta Grossa	Fm. Ponta Grossa		
Lochkoviano	411.2	? Fm. Furnas	? Fm. Furnas	Fm. Furnas	Seq. A	Fm. Furnas
	416.9					

Figura 2 – Evolução do conhecimento geológico da seqüência devoniana da Bacia do Paraná. Modificado de Zabini (2011). Ti – Membro Tibaji

4 - Localização e Descrições dos afloramentos

A posição geográfica dos afloramentos estudados neste projeto está representada na Figura 3, a distribuição vertical dos afloramentos estudados representada na Figura 4, as idades e coordenadas geográficas dos afloramentos estão demarcadas na Tabela 1 e a descrição litológica de cada afloramento está discriminada abaixo:

- 1- **Lambedor:** Constituído por intercalações de camadas de arenitos e camadas de siltitos e folhelhos. Nos arenitos ocorre estratificação plano-paralela, irregular ou incipiente, mascarada por bioturbação. Nos siltitos a presença de bioturbação é comum e nos folhelhos ocorre com frequência estruturas tipo *linsen* (Ciguel, 1989).
- 2- **Metalúrgica Águia:** Representados argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons amarelo-ocre, amarelo-claro, rosa - avermelhado, cinza muito claro e branco. (Bosetti, 1989).
- 3- **Boa Vista:** Composto por argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons amarelos-ocre, amarelo-claro, rosa-avermelhado, cinza muito claro e branco. (Bosetti, 1989)
- 4- **Vendrami:** Formado por argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons amarelo-ocre, amarelo-claro, rosa - avermelhado, cinza muito claro e branco. (Bosetti, 1989).
- 5- **Desvio Ribas-Tibagi:** Constituído por argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos finos e arenitos (Bosetti, 2004).
- 6- **Caça & Pesca:** Argilitos siltosos e siltitos argilosos, geralmente maciços, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons de cinza claros a escuro (Bosetti, 1989).
- 7- **Sutil:** Formado por argilitos siltosos e siltitos argilosos, geralmente maciços, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons de cinza claros a escuro (Bosetti, 1989)
- 8- **Caniú:** Argilitos siltosos e siltitos argilosos, geralmente maciços, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons de cinza claros a escuro (Bosetti, 2004).
- 9- **Casa de Pedra:** Constitui-se de argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos (Bosetti, 1989).

- 10- **Jaguariaíva-Arapoti:** Apresenta argilitos e argilitos siltosos de cor cinza média a cinza escura, secundariamente pode ocorrer folhelhos cinza escuros e pretos e arenitos finos. Estes sedimentitos apresentam superficialmente cores avermelhadas ou amareladas devido à alteração (Bergamaschi, 1999).
- 11- **Rivadavia:** A base possui siltitos laminados finos, cinza médio, recoberto por um silito muito fino. Em direção ao topo aumenta a proporção de areia ocorrendo aí arenitos muito finos, amarelo-avermelhados, que exibem estratificações do tipo *microhummocky*. Como capeamento ocorre um folhelho escuro, argiloso (Bosetti, 2004)
- 12- **Curva 1:** Argilitos e argilitos siltosos de cor cinza-escura, sobrepostos por folhelhos cinza escuros a negros (Bosetti, 2004).
- 13- **Curva 2:** A base é composta por silito grosso, com intercalações de silito médio, no topo ocorre um silito grosso (Bosetti, 1989).
- 14- **Vila Placidina:** Representados argilitos siltosos e siltitos argilosos, localmente gradando para siltitos arenosos finos. A coloração varia entre tons amarelo-ocre, amarelo-claro, rosa - avermelhado, cinza muito claro e branco. (Bosetti, 1989).
- 15- **Vila Francelina:** É constituído por silito de granulometria grossa, maciço, com intercalações de finas lentes de areia muito fina (Bosetti, 2004).
- 16- **Campus UEPG:** Constituído por folhelho preto argilo, folhelho siltico argiloso micáceo de coloração amarelada, arenitos muito fino a fino lateritizado, e silito maciço com nódulos e concreções ferroginosas (Mysznski Junior, 2011).
- 17- **Tibagi I:** Em sua maior parte é constituída de arenito grosso a fino, seguido de silito e uma pequena porcentagem de argilito. O arenito pode variar da cor cinza-clara a amarelo-ocre ou avermelhada. Na base o arenito apresenta-se micáceo-laminado. Mais acima ocorre um folhelho micáceo duro (Bosetti, 2004).
- 18- **Tibagi II:** Constituído por folhelho siltico e silito fino cinza claro a cinza escuro, no topo ocorre um pacote espesso de folhelho negro piritoso (Zabini, 2007).
- 19- **Sitio Wolf:** A base é composta por arenitos mal selecionados que variam de médios a grossos, maciços com níveis conglomeráticos. Acima ocorre uma camada com intercalações de siltitos e folhelhos siltícos, bioturbados. Na porção média do afloramento registra-se uma camada de folhelho preto, muito duro e laminado. Sobreposto a esta fácies encontra-se uma pequena camada de arenito conglomerático. No topo da seção são encontrados folhelhos siltícos, duros, micáceos, de coloração amarelo-ocre, intensamente fraturado e ainda uma sucessão de siltitos médios a grossos fraturados (Bosetti *et al.*, 2010).

- 20- **BR 153 Transbrasiliana km 217:** Perfil composto na base por siltitos finos e no topo por argilitos siltosos (Matsumura, (2010) *apud* Comniskey, (2011)).
- 21- **Seção tipo Membro Tibagi:** Em sua maior parte é constituída de arenito grosso a fino, seguido de siltito e uma pequena porcentagem de argilito. O arenito pode variar da cor cinza-clara a amarelo-ocre ou avermelhada. Na base o arenito apresenta-se micáceo-laminado. Mais acima ocorre um folhelho micáceo duro (Bosetti, 2004).

Tabela 1- Coordenadas geográficas e idades dos afloramentos segundo Grahn *et al.* (2010; 2011).

Nº de Afloramento	Nomes dos Afloramentos	Cordenadas Geograficas	Idade (Grahn et al., 2010, 2011)
1	Lambedor	24°15'56,94"S-50°06'31,97"O	Neopraguiano-Givetiano
2	Metalúrgica Águia	25°03'25,27"S-50°10'43,52"O	Neoemsiano
3	Boa Vista	25°00'26,63"S-50°13'11,25"O	Neoemsiano
4	Vendrami	25°08'57,94"S-50°08'43,16"O	Neoemsiano
5	Desvio Ribas-Tibagi	25°10'42,03"S-50°08'59,03"O	Neoemsiano
6	Caça & Pesca	25°11'24,85"S-50°08'28,06"O	Neoemsiano
7	Sutil	25°17'27,47"S-50°01'26,91"O	Mesogivetiano
8	Caniú	25°17'16,14"S-49°58'4,57"O	Neoemsiano
9	Casa de Pedra	24°23'11,12"S-50°22'25,81"O	Eogivetiano
10	Jaguariaíva-Arapoti	24°14'49,92"S-49°43'18,70"O	Neolochkoviano-Mesoemsiano
11	Rivadavia	25°17'09,00"S-50°00'47,00"O	Mesoemsiano
12	Curva 1	25°03'55,88"S-50°08'00,06"O	Eoemsiano
13	Curva 2	25°03'58,97"S-50°07'39,00"O	Eoemsiano
14	Vila Placidina	25°06'12,92"S-50°33'10,00"O	Neoemsiano
15	Vila Francelina	25°04'55,36"S-50°06'52,86"O	Neopraguiano
16	Campus UEPG	25°05'33,00"S-50°06'15,19"O	Neopraguiano
17	Tibagi 1	24°30'01,98"S-50°24'55,25"O	eoemsiano
18	Tibagi 2	24°29'49,55"S-50°25'01,21"O	Mesoemsiano
19	Sitio Wolf	24°29'57,69"S-50°27'23,13"O	Eifeliano-Eogivetiano
20	BR 153 Transbrasiliiana Km217	24° 36' 30"S-50° 26' 37"O	Mesoemsiano
21	Seção tipo do Membro Tibagi	24°25'19,71"S-50°20'20,46"O	Eoemsiano

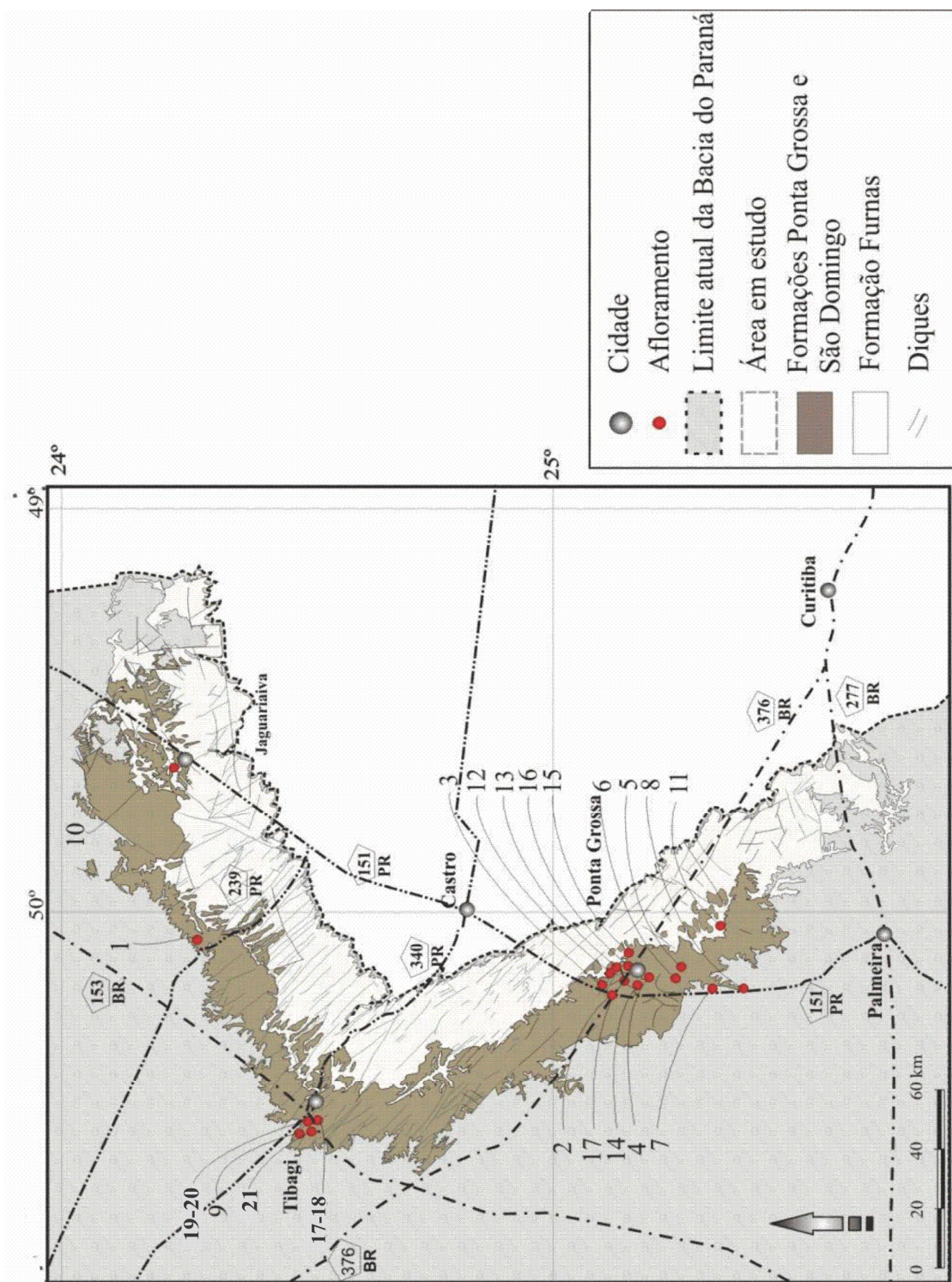


Figura 3 - Distribuição geográfica dos afloramentos estudados. Modificado de Zabini (2011)

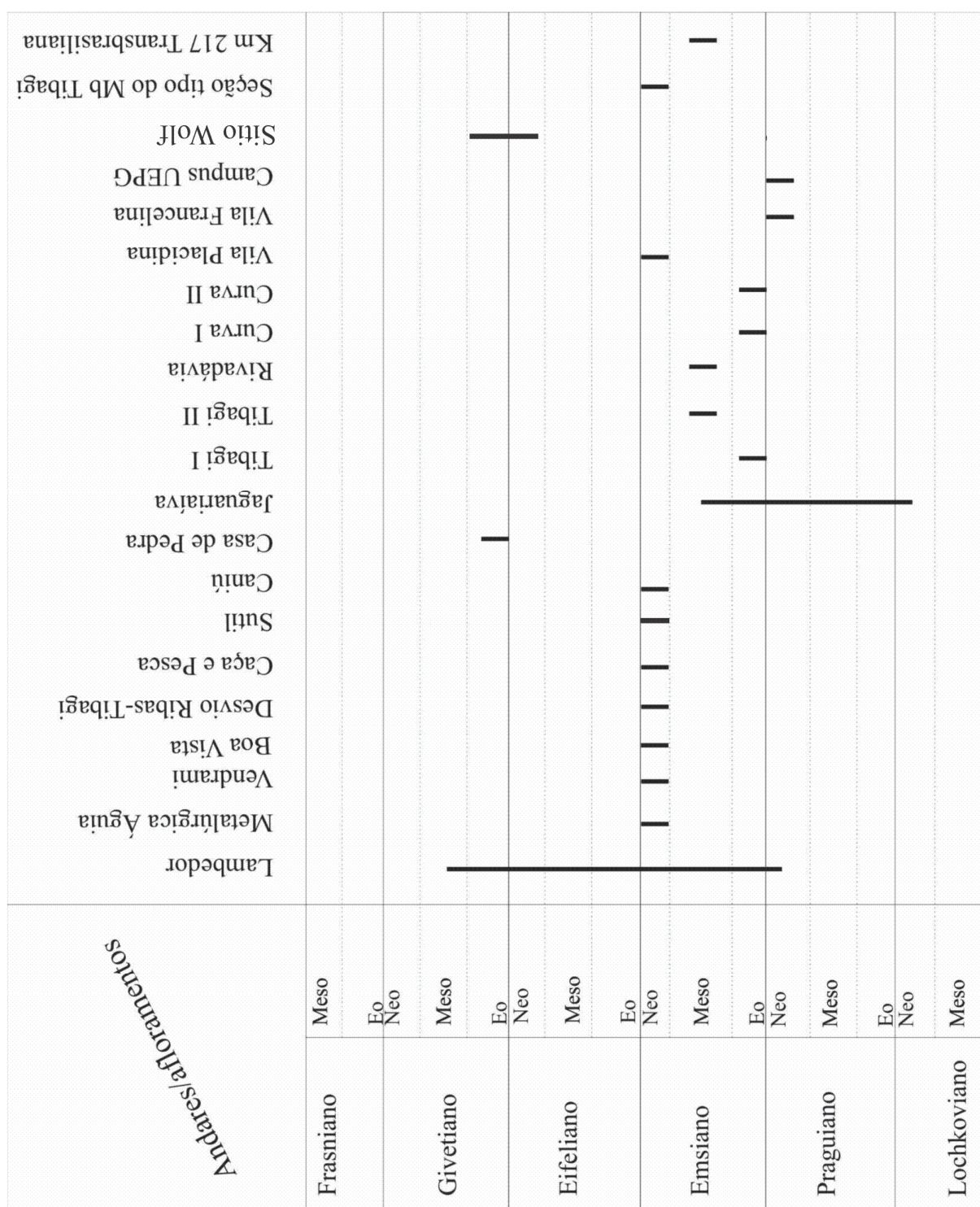


Figura 4- Distribuição das idades dos afloramentos estudados com base em Grahn (2010, 2011). Modificado de Zabini 2011

5. Materiais e Métodos

5.1. Revisão bibliográfica

Uma das mais importantes etapas da realização deste trabalho foi à seleção e análise de artigos, dissertações e teses sobre a sistemática, tafonomia, paleoecologia dos diversos grupos de paleoinvertebrados marinhos, além da estratigrafia, e datações relativas pertinentes a Fm. Ponta Grossa.

Foram aqui consideradas as revisões sistemáticas apresentadas em dissertações e teses. Embora esses trabalhos não possuam validação sistemática, pois não foram publicados, esses trabalhos representam a maior parte da literatura disponível e o que há de mais atualizado na literatura para os invertebrados marinhos da Fm. Ponta Grossa, inclusive com informações importantes sobre a localização e distribuição estratigráfica. Para o objetivo do trabalho, eram imprescindíveis que essas obras fossem incluídas e consideradas.

O projeto priorizou informações de sistemática de obras específicas como, por exemplo, Ciguel (1989,1990); Kotzian (1995); Azevedo-Soares (1999); Leme (2002); Leme *et al.* (2004); Scheffler (2004); Scheffler & Fernandes (2007a, b), Soares, 2007; Soares *et al.*, 2008a, b; Simões *et al.*, 2009; Zabibi (2007, 2011); Comniskey (2011); Bosetti *et al.* (2012);. Para as informações cronológicas foram priorizadas obras mais recente, com base em microfósseis, como Grahn *et al* (2010, 2011) e seus dados cronológicos foram comparados com as informações do *Paleodatabase* (<http://paleodb.org/>). Clarke (1913) foi usado como bibliografia base para todas as espécies estudadas neste projeto.

Das obras de Kotzian (1995, 2003) foram extraídas informações de ocorrência e paleoambiente para os bivalves estudos no presente trabalho. Dos trabalhos de Kotzian & Marchioro (1997) e Petri (1948) foram adquiridos dados sobre os gastrópodes da Fm. Ponta Grossa. Para os Tentaculítídeos foram analisadas as obras de Ciguel (1989; 1990), Azevedo-Soares (1999) e Popp (1985). Para os braquiópodes orbiculóides o trabalho de Comniskey (2011) forneceu dados de ocorrência, sistemática e paleoambiente. Já para Braquiópodes Calciata foram utilizadas as obras Horodyski (2010), Bosetti *et al.* (2010, 2011, 2012), Myszynski junior (2012), Popp (1985) e dados dos mestrando Cássio Cerri em citação verbal. Os ligulídeos foram abordados e discutidos segundo os dados das obras de Bosetti (1989), Emig (2003) e Zabini (2007, 2011) e.

Para a aquisição de informações sobre os cnidários foram realizadas análises nas obras de Leme (2002), Leme *et al* (2004), Rodrigues (2002), Rodrigues *et al.* (2003), Horodyski (2010) e Bosetti *et al.* (2010, 2011).

Com os trabalhos de Scheffler (2004, 2010) e Scheffler & Fernandes (2007a, b) foi possível o posicionamento vertical e geográfico das ocorrências de equinodermas.

No filo dos Artrópodes, os trilobitas foram estudados com base nas obras de Popp (1985), Popp *et al.* (1996), Soarers *et al.* (2007, 2008 a, b); Simões *et al.* (2009), Batista *et al.* (2010), Mori *et al.* (2010), Horodyski (2010), Leme *et al.* (2010b), Bosetti *et al.* (2010, 2011); , e do mestrado de Mori em citação verbal 2012.

Alguns exemplares pertencentes a Fm. Ponta Grossa estão ilustrados na prancha de imagens em anexo.

5.2. Trabalho de campo

Entre os dias 22 e 25 de outubro de 2012 foi realizado o trabalho de campo para a coleta de material fóssil e a observação de coleções de fósseis da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Nos dias 22 e 23 foram realizados trabalhos de campo no município de Jaguariaíva, com o objetivo na coleta de fósseis e de observação da estratigrafia da seção tipo do membro Jaguariaíva descrita por Lange & Petri (1967), na estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti. Nesta localidade foram visitados três afloramentos pertencentes a porção central do Mb. Jaguariaíva, e observou-se intercalação de folhelhos negros por vezes com pirita, e folhelhos siltosos acinzentados com nódulos e concreções ferruginosas.

Nos afloramentos visitados foi realizada a coleta de material fóssil, entre os grupos coletados estão bivalves, braquiópodes, tentaculites, trilobitas. Os níveis de coleta das amostras em campo foram anotados, e as amostras coletas foram embaladas em jornal e plástico bolha para sua preservação e posteriormente acomodadas em caixas plásticas para evitar a degradação das amostras durante o transporte. As amostras foram depositadas na coleção científica de Paleontologia do IGc/USP. No dia 24 foi feita uma visita ao Departamento de Geociências da Universidade Federal do Paraná, onde foram observados exemplares de *Conularia quichua*, *Paraconularia africana*, *Austraslospirifer*, *Australoscoelia*, trilobitas, gastrópodes, orbiculóides, língulas, bivalves, e equinodermas.

No último dia de campo foi realizada a visita ao setor de paleontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que tem como responsável o ilustre professor Dr. Elvio Bosetti. Neste foi observado o acervo paleontológico e foram realizadas discussões sobre a estratigrafia e cronologia da Fm. Ponta Grossa. Entre o material observado estão bivalves, braquiópodes, conulários, trilobitas e icnofósseis

5.3. Análise de coleções

Além das coleções da UFPR e UEPG, a coleção de Paleontologia científica do IGc-USP também foi observada.

A observação do material nas coleções científicas teve o objetivo de familiarização e reconhecimento dos grupos estudados na literatura. Por exemplo, na Universidade Federal do Paraná foi possível observar todos os grupos de invertebrados marinhos da Fm. Ponta Grossa estudados neste projeto.

5.4. Organização da tabela síntese de dados

A partir dos dados adquiridos na literatura e nas coleções científicas foi confeccionada uma tabela que sintetiza os dados de sistemática, cronológicos, paleoambientais, estratigráficos e de localização dos afloramentos onde foram coletadas as amostras (Tabela 2, em anexo). A localização dos afloramentos foi inserida a partir das orientações propostas pelo relator do projeto. Na tabela de síntese de dados estão representadas as espécies na primeira coluna, os autores que as descreveram ou revisaram na segunda coluna. As idades indicadas pelo *Paleodatabase.org* na terceira coluna e para comparação, na quarta coluna estão as idades das ocorrências, atualizadas pelos trabalhos mais recentes de Grahn *et al.*, (2010; 2011) sobre a idade da Fm. Ponta Grossa. Na quinta coluna está a posição estratigráfica onde as amostras foram coletadas. Na sexta coluna foram colocadas as localizações dos afloramentos de onde foram extraídas as amostras. (vide Tabela 1 e Figura 3). Os afloramentos presentes na tabela de síntese de dados são aqueles citados pelos autores, na coluna 2. Na última coluna está a interpretação dos autores para a distribuição paleoambiental das respectivas espécies.

5.5. Organização distribuição bioestratigráfica

Um gráfico representando a distribuição bioestratigráfica das espécies em relação a uma coluna estratigráfica da Fm. Ponta Grossa foi elaborado. Para esta representação foi utilizada uma coluna estratigráfica da Fm. Ponta Grossa (Comniskey 2011), com as idades referentes à deposição de cada membro da Fm. Ponta Grossa (Bosetti *et al.* 2010b, 2011, 2012; Grahn 2010, 2011). Com base nessa seção estratigráfica foram posicionadas as ocorrências fossilíferas das espécies citadas na tabela de síntese de dados (Figura 5, em anexo).

Os dados coletados foram organizados de modo a comparar as idades e distribuição estratigráfica apresentadas em obras recentes (Grahn; 1992, 2005; Gaugris & Grahn, 2006; Grahn *et al.*, 2011; Bosetti *et al.* 2010b, 2012) com os dados disponíveis no *Paleodatabase* (paleodb.org), um recurso público voltado à comunidade científica mundial, com a finalidade reunir dados taxonômicos de espécies fósseis.

Conforme mostrado na Figura 5, em anexo, em alguns trabalhos foi possível reconhecer o posicionamento exato de coleta das amostras, a partir do contato Furnas/Ponta Grossa. Nesse caso, as distribuições bioestratigráficas foram marcadas em

preto. No entanto, na maioria dos trabalhos consultados, não havia a informação exata de localização estratigráfica, somente a indicação do afloramento coletado. A distribuição bioestratigráfica dessas ocorrências foram feitas em cinza, representando a distribuição vertical inferida, a partir das idades dos afloramentos (vide discussão no item 7).

6. Resultados

6.1. Inferências nas idades

Com a construção da tabela síntese de dados e da distribuição bioestratigráfica das espécies foi possível verificar que a maioria das espécies aqui analisadas apresentam idades diferentes das consideradas pelo *Paleodatabase*, além de algumas que não possuem registro neste banco de dados (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Fundamentado nos trabalhos de Clarke (1913), Kotzian (1995, 2003) e Kotzian & Marchioro (1997) foi feita a distribuição bioestratigráfica para os moluscos bivalves e gastrópodes.

Em relação aos bivalves, algumas espécies não apresentavam registros de idade no *Paleodatabase*. Suas idades são inferidas aqui como sendo: Praguiana - Emsiana (*Leptodesma austronotica*), Emsiana (*Edmondia brasiliensis*), Eoemsiana para as espécies do gênero *Midiolopsis* e Emsiana para *Glossites* aff. *Lingualis* (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

As espécies que possuíam registros de idade no *Paleodatabase* tiveram seus limites de idade (superior/inferior) modificados, quando comparados com os dados mais recentes da literatura. A espécie *Orthonota bokkeveldensis* teve o limite inferior do modificado Emsiano para o Praguiano e o superior do Eifeliano para o Givetiano. *Pholadella epops* teve o limite inferior alterado do Emsiano para o Praguiano e o limite superior do Frasniano para o Emsiano. *Nuculites* sp. sofreu redução do limite inferior do Emsiano para o Praguiano e o limite superior mantido. *Palaeoneilo magnífica* teve o limite inferior reduzido do Emsiano para o Praguiano e o superior expandido para o Givetiano, assim aumentando sua ocorrência no tempo geológico. *Grammysioidea capricornus* sofreu alteração do limite inferior do Emsiano para o Praguiano e o superior reduzido do Frasniano para o Emsiano, diminuindo sua ocorrência no tempo geológico (Tabela 2 e Figura 5, em anexo). *Pleurodapis multicincta* tem ambos os limites reduzidos, o inferior do Emsiano para o Praguiano e o superior do Eifeliano para Emsiano. *Phestia viator* tem seu limite inferior mantido no Emsiano e o superior reduzido do Frasniano para o Givetiano. *Prothyris knodi* tem sua ocorrência reduzida do Emsiano - Frasniano para somente o Emsiano. *Sphenotus lagoensis* tem sua ocorrência reduzida do Emsiano - Eifeliano para o Emsiano. *Pholadella radiata* também sofre uma redução na sua ocorrência no tempo geológico do Emsiano - Praguiano para o Emsiano (Tabela 2 e Figura 5, em anexo). *Sanguinolites ulrichi* tem sua idade aqui

sugerida do Praguiano ao Emsiano, fundamentada na literatura. Os dados disponíveis no *Paleodatabase* são referentes ao gênero que é Emsiana - Eifeliana na Fm. Ponta Grossa (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

A maioria das espécies de gastrópodes não apresentavam registros de idade no *Paleodatabase*. Dessa forma, foram consideradas as distribuições apresentadas na literatura (Clarke, 1913; e Kotzian & Marchioro (1997). A espécie *Pleurotomaria kayseri* tem idade Emsiana. *Ptomatis* tem registro Emsiano - Eifeliano do gênero no *Paleodatabase*. *Ptomatis moreirai* ocorre no Emsiano e *Ptomatis paranaensis* no Praguiano - Emsiano (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

O gênero *Platyceras* está registrado com idade Emsiana, e a espécie *Platyceras allardycei* var. *circularis* estudada neste projeto apresenta a mesma idade (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

A distribuição biostratigráfica dos tentaculídeos está baseada nos trabalhos de Clarke (1913), Ciguel (1989, 1990) e Azevedo-Soares (1999). Nos trabalhos de Ciguel (1989, 1990) é sugerida a ocorrência de diversas espécies novas de tentaculídeos para a Fm. Ponta Grossa. Azevedo-Soares (1999) revisou nove das novas espécies sugeridas por Ciguel (1989), como, por exemplo, *Tentaculites hartensis* Ciguel (1989) é interpretada por Azevedo-Soares (1999) como sinônima de *Tentaculites jaculus* de Clarke (1913). Outras novas espécies sugeridas por Ciguel (1989) não são aqui analisadas, uma vez que algumas amostras são de coleções de museus e não está claro de quais afloramentos foram extraídas, já outras amostras possuem origem em afloramentos pouco conhecidos, definidos por pontos de referência que dificultam a correlação de idade da amostra. As espécies com estes problemas de correlação são: *T. gorceixensis*, *T. coutinhenses*, *T. kozlowskiensis*, *Homoctemus carvalhensis*, *H. gonzagensis*, *H. ribeirensis*, *Dmitriella dutoitensis*, *D. hundensis* e *Styliolina eschwegensis*.

As espécies *Tentaculites crotalinus* e *Tentaculites jaculus* possuem idade Emsiana - Givetiana no banco de dados *Paleodatabase*. *T. crotalinus* tem sua faixa de ocorrência expandida com sem limite inferior no Praguiano e o superior no Givetino e *T. jaculus* seus limites reduzidos o inferior para o Praguiano e o superior para o Emsiano, *Tentaculites barnnerensis* e *Homoctemus kayserensis* não possuíam idade relatada no *Paleodatabase* e aqui são interpretadas como Neoemsiana (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Em relação aos braquiópodes Lingulata foram considerados os trabalhos de Clarke (1913), Bosseti (1989) e Zabini (2007, 2011) para os lingulídeos e de Clarke (1913) e Comniskey (2011) para os Orbiculóidea.

Os orbiculóides analisados neste trabalho possuem registro dos gêneros no *Paleodatabase* com idade Emsiana - Givetiana. Neste estudo é sugerido que a ocorrência da espécie *Gigadiscina collis* tenha limite inferior no Neopraguiano e superior o Emsiano, as espécies *Orbiculoidea baini* e *Orbiculoidea excêntrica* tenha seus limites inferiores reduzidos

para o Neopraguiano e superior para o Eogivetiano. *Orbiculoidea bondenbenderi* tem o limite inferior reduzido para o Neopraguiano e o superior reduzido para o Eifeliano (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Os lingúlídeos são aqui tratados como lingúlídeos infaunais, conforme Zabini (2011). Bosetti (1989) sugere a ocorrência de ao menos quatro espécies. Esse é um grupo no qual ainda ocorrem muitas discussões não só sobre a sistemática e a bioestratigrafia, mas também sobre a existência do gênero *Lingula* no Devoniano como discutido por Emig (2003). Esse autor sugere que o aparecimento da família no Mesozóico e de *Lingula* apenas no final do Cretáceo e início do Terciário. Este projeto assim como Zabini (2007, 2011, cit. verbal 2012) infere a ocorrência dos lingulídeos infaunais do Praguiano ao Givetiano, enquanto o *Paleodatabase* registra idade Emsiana a Eifeliana.

Para a distribuição bioestratigráfica dos braquiópodes Calciata foram utilizados os trabalhos de Clarke (1913), Horodyski (2010); Bosetti *et al.* (2010a, b, 2011, 2012), Myszynski Jr. (2012) e comunicação pessoal com Cássio Cerri, aluno de Mestrado que está revisando a sistemática dos braquiópodes Calciata da Fm. Ponta Grossa, sub-bacia Apucarana. *Cryptonella baini* tem sua faixa de ocorrência diminuída do Emsiano - Eifeliano para o Emsiano. *Derbyina whitiorum* teve seu limite inferior expandido do Emsiano para o Praguiano (Tabela 2 e Figura 5, em anexo). *Australospirifer iheringi* tem seu limite superior diminuído do Frasniano para o Eogivetiano. As espécies *Australospirifer contrarius*, *Australospirifer antarticus*, *Australospirifer kayserianus* possuíam idades segundo a *Paleodatabase* entre o Emsiano - Givetiano, neste projeto foram adotadas idades de ocorrência do Praguiano ao Emsiano. Para a espécie *Australocoelia palmata* a idade de ocorrência muda do Eifeliano - Frasniano para do Praguiano - Eogivetiano. A espécie *Australostrophia mesembria* tem sua ocorrência alterada do Emsiano - Eifeliano para o Praguiano-Emsiano. *Notiochonetes falklandicus* apresenta idade de ocorrência no *Paleodatabase* do Emsiano - Eifeliano, já nos trabalhos esta expandida do Praguiano ao Eogivetiano. *Schuchertella agassizi* teve as idades como no *Paleodatabase* (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Os conulários tiveram a distribuição bioestratigráfica alterada, fundamentados nos trabalhos de Clarke (1913), Leme (2002), Rodrigues (2002), Rodrigues *et al.* (2003) e Leme *et al.* (2004). As três espécies de conulários analisadas possuem idades Emsiana - Eifeliana no *Paleodatabase*. As idades de *Conularia quichua* e *Paraconularia urichana* foram expandidas para Praguiana - Eogivetiana, e a *Paraconularia africana* manteve a idade referida no *Paleodatabase* (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Os trabalhos de Clarke (1913), Scheffler (2004, 2010) e Scheffler & Fernandes (2007a, b) fundamentaram a distribuição bioestratigráfica dos equinodermes. Nenhuma das espécies analisadas possui referências de idade no *Paleodatabase*. A espécie *Crenatames amicabilis* teria idade inferida no Eoemsiano, a espécie *Laudonomphalus multituberculatus*

com idade Neoemsiana e as espécies *Ophiocrinus stangeri* e *Cyclocaudex paranaensis* com idade Praguiana - Eemsiana (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

Fundamentado nos trabalhos de Clarke (1913), Popp (1985), Popp *et al.* (1996), Soares (2007), Soares *et al.* (2008a, b), Simões *et al.* (2009); Batista *et al.* (2010); Mori *et al.* (2010), Horodyski (2010); Bosetti *et al.* (2010, 2011), Leme *et al.* (2010b) foi feita a distribuição bioestratigráfica para os trilobitas (Clamoniidae e Homalonotidae). Para as espécies do gênero *Bumeisteria* (*B. herscheli* e *B. noticus*) o *Paleodatabase* apresentou idades Emsiana - Eifeliana. Neste projeto os limites são reduzidos, o limite inferior com idade Praguiana e o superior com idade Emsiana tanto para. Para os clamoniídeos a idade que consta no banco de dados é Emsiana - Eifeliana, sendo algumas vezes apresentada apenas para os gêneros (vide Tabela 2). É sugerida idade Praguiana - Emsiana para *Calmonia signifer*. Já as espécies *Paracalmonia pessula* e *Paracalmonia cuspidata* são de idade Emsiana. *Metacryphaeus australis* tem idade entre o Emsiano - Eogivetiano, já *M. rotundatus* possui idade Praguiana - Eogivetiana (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

A espécie *Pennaia pauliana* esta descrita no *Paleodatabase* com sendo de idade Emsiana - Eogivetiana, porém neste trabalho é considerada de idade Emsiana (vide discussão no item 9). As espécies *Paranacaste pontagrossensis*, *Tybagya* e *Odontochile accola*, não possuem dados no *Paleodatabase*, suas idades são aqui interpretadas como Emsiana para as duas primeiras e Emsiana - Givetiana para a última (Tabela 2 e Figura 5, em anexo).

6.2. Inferências na distribuição paleoambiental

Com as análises realizadas neste projeto foi possível à obtenção de dados voltados a interpretação paleoambiental das espécies em estudo. Esses dados foram extraídos das publicações relacionadas na segunda coluna (Autores) da tabela de síntese de dados (Tabela 2, Figura 6, em anexo).

Com as informações obtidas a partir da tabela e na literatura sobre a geologia da Fm. Ponta Grossa o ambiente de vida das espécies e de deposição dos sedimentos seria águas marinhas, com profundidade não muito superior a 200m, o que é condizente com os trabalhos de Assine (1996) e Bergamachi (1999), que sugerem um ambiente de deposição em plataforma marinha rasa, em um mar epicontinental. Além disso, pode-se verificar que determinados grupos de espécies possuem um ambiente de vida semelhante (Tabela 2 e Figura 6, em anexo). Os bivalves ocorreriam em sua maioria em águas mais proximais de energia moderada, mais oxigenadas, e em substrato arenoso, salvando algumas exceções como as espécies *Phestia viator* e *Nuculites* sp, que ocorreriam em ambientes de baixa energia e em substratos lamosos (vide Figura 6, em anexo). As espécies de gastrópodes viveriam em ambientes proximais de energia moderada e substrato rochoso (Kotzian, 1995).

Para as espécies de conulários e a maioria dos trilobitas clamoniídeos o ambiente de vida seria a profundidades distais ou abaixo do nível de onda de tempestade (Rodrigues *et*

al., 2003; Leme *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2008b). Já os homalonotídeos estariam preferencialmente em ambientes proximais (Soares *et al.* 2008b).

Para os tentaculítídeos e os orbiculóides não estão bem definidos os ambiente de vida, as referências analisadas apenas apontam para águas rasas de até 200m.

A partir dos dados sobre ligulídeos na obras de Bosetti (1989), Zabini (2007, 2011), Emig (2003) infere-se um ambiente de vida amplo, ocorrendo tanto na porção mais proximal (*foreshore* e *shoreface*) quanto na porção distal abaixo de nível de base de onda de tempestade (*offshore*). Para os braquiópodes Calciata as obras analisadas (Horodyski (2010), Bosetti *et al.* (2010a, b, 2011, 2012), Myszynski Jr. (2012) e comunicação pessoal com o mestrando Cássio Cerri, sugerem um ambiente de vida mais proximal, com ocorrência até o nível de base de onda de tempo bom.

No caso dos equinodermes são foram encontradas referencias sobre possível ambiente de vida das espécies descritas.

7. Discussões

Com base nos resultados obtidos é notável a variação das idades das muitas espécies aqui estudadas (Tabela 2 e Figura 5, em anexo), se levada em consideração a comparação dos dados disponíveis no *Paleodatabase* e os trabalhos recentes sobre a cronologia da Fm. Ponta Grossa. O levantamento de dados também demonstrou não só uma grande variação das idades atribuídas às espécies estudadas nas diversas obras, mas também uma enorme variação na interpretação sistemática das espécies e gêneros dos invertebrados marinhos da Fm. Ponta Grossa.

Os problemas na sistemática podem ser atribuídos ao fato de que muitas das obras específicas sobre taxonomia da Fm. Ponta Grossa são trabalhos de mestrado e doutorado, não publicados as inferências sobre a sistemática não são consideradas como válidas pela comunidade científica. Na maioria dos casos os trabalhos de mestrado e doutorado são as únicas obras de revisão encontradas na literatura. É a necessária a realização de mais estudos sobre a sistemática das espécies desta formação, e/ou publicação das teses de mestrado e doutoramento, pois apresentam informações de grande valor científico.

Um exemplo a ser citado é a obra de Bosetti *et al.* (2012), que estuda o declínio da fauna malvinocráfica entre no Emsiano. Nessa obra o autor trabalha com dados cronológicos recentes, porém com uma relação de espécies fundamentadas na obra de Clarke (1913). Vale aqui lembrar, que o trabalho de Bosetti *et al.* (2012) não tinha o objetivo de revisar a sistemática dos grupos, mas para a realização do projeto, foi necessária a atualização das espécies com base em trabalhos já disponíveis na literatura.

Outro exemplo de como a falta de publicações na sistemática pode afetar as interpretações bioestratigráficas é em relação a espécie de trilobita *Pennaia pauliana*. .

Bosetti *et al.* (2010b) interpreta os exemplares de trilobita como *Pennaia pauliana*, expandindo a idade dessa espécie até o Givetiano. Entretanto, após análises realizadas por Mori (2012, dissertação de Mestrado em andamento, em comunicação verbal) sobre as imagens apresentadas por Bosetti *et al.* (2010b) em relação à identificação de *Pennaia pauliana*, indicam que as amostras não possuem evidências suficientes para a denominação como *Pennaia pauliana*. Em suas análises A. Mori tem as seguintes observações (vide Figura 7, em anexo):

1 - A figura 6b de Bosetti *et al.* (2010b) representa um fragmento de tórax: O gênero *Pennaia* não possui nenhum caráter diagnóstico ou descritivo no tórax, o que inviabiliza a determinação da espécie com base nessa imagem.

2 - A figura 6c de Bosetti *et al.* (2010b) mostra um pigídio de *Pennaia pauliana*: A imagem mostra um pigídio com mais de 3 pares de costelas, e claramente a terminação do pigídio é mais aguda do que arredondada. Em *Pennaia pauliana* o pigídio possui 3 pares de costelas, bem como 3 pares de espinhos pleurais, além de ter uma borda posterior arredondada, sem espinho terminal. Portanto, o pigídio da imagem não se assemelha a *Pennaia pauliana*.

3 - O céfalo apontado na figura 6d de Bosetti *et al.* (2010b) tem um arqueamento do bordo frontal muito característico de *Metacryphaeus* (de forma quase semicircular). Além disso, o lobo frontal da glabella apresenta-se muito inflado e bem destacado do resto da glabella, fato esse, que não acontece com em céfalos de *Pennaia* ou *Calmonia*.

4 - A figura 6e de Bosetti *et al.* (2010b) mostra um tórax e pigídio atribuídos a *Pennaia pauliana*. Porém o tórax não é um fator conclusivo na determinação da espécie, como citado anteriormente. O pigídio possui 5 pares de costelas em vez de 3, como é comum aos exemplares de *Pennaia pauliana*. A borda do pigídio da figura 6e da é mais arredondada do que o da figura 6c, assim, analisando a borda, mais o número de costelas e o de lapelas, pode-se classificar esse exemplar como *Metacryphaeus rotundatus*.

Com base na análise de A. Mori sobre a figura 6e, é aceito neste trabalho a ampliação bioestratigráfica do limite superior de ocorrência do *Metacryphaeus rotundatus* do Emsiano para o Givetiano inferior e o limite de idade superior de *Pennaia pauliana* foi reduzido do Givetiano para o Emsiano.

Outra dificuldade encontrada é que em algumas das obras analisadas não é especificado o nível estratigráfico do afloramento que foi coletada cada espécie, dificultando assim a reinterpretação das idades de ocorrência em relação aos novos dados cronológicos e um posicionamento mais preciso na distribuição vertical das espécies. Seria de grande importância para o trabalho de revisão bioestratigráfica que nas obras de sistemática fossem descritas informações mais detalhadas sobre a ocorrência de cada exemplar coletado. Para este trabalho essa falta de dados, gerou um posicionamento vertical inferido das espécies

com base na idade do afloramento, o que pode gerar certa imprecisão nas faixas de ocorrência de cada espécie.

8. Conclusões

- 1- Apesar dos primeiros estudos das ocorrências fósseis da Fm. Ponta Grossa possuírem quase um século, ainda são muitas as questões a serem refinadas, tanto da parte de sistemática de espécies quanto da estratigrafia e cronologia desta formação;
- 2- Com este estudo foi possível notar que a partir das novas tecnologias de datação empregadas por Granh (1992, 2005) Gaugris & Grahn, (2006) Grahn *et al* (2010; 2011) na Formação Ponta Grossa, houve um refinamento sobre as distribuições bioestratigráficas das espécies dos invertebrados marinhos;
- 3- Para a melhoria dos estudos bioestratigráficos da Fm. Ponta Grossa é necessária a realização de mais estudos sobre a sistemática das espécies desta formação e/ou publicação dos trabalhos de mestrado e doutorado, pois apresentam informações de grande valor científico.
- 4- O paleoambiente das espécies estudadas é condizente com o proposto por trabalhos como Assine (1996) e Bergamashi (1999). Além disso, alguns grupos como os equinodermes, tentaculítídeos e orbiculóides ainda necessitam de novos estudos para a melhor definição de seus ambientes de vida.

9- Referências Bibliográficas

- Assine M. L. 1996. Aspectos da estratigrafia das sequências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 206 p.
- Azevedo-Soares H.L.C. 1999. Classe Tentaculita na Formação Ponta Grossa: uma proposta de sistematização. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 132 p.
- Batista L.A., Mori, A.S., Leme J.M. 2010. Revisão da distribuição bioestratigráfica de *Calmonia* e *Paracalmonia* (Trilobita, Phacopida), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, São Paulo. *Boletim de Resumos- CD*.

- Bergamaschi S. 1999. Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formação Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 167 p.
- Borghi L. 1996. A formação Furnas revisitada no bordo Leste da bacia do Paraná. *In*: Simpósio Sulamericano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1, Ponta Grossa, PR,. *Anais*, p. 13-28.
- Bosetti E. P. 1989. Paleontologia do Lingulida (Brachiopoda : Inarticulata) da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 136p.
- Bosetti E. P. 2004. Tafonomia de alta resolução das fácies de *offshore* da sucessão devoniana da Bacia do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 125p
- Bosetti E.P.; Horodyski R.S.; Zabini C.; Matsumura W.M.K., Penteado A. 2010a. Ocorrência de fenótipos subnormais no limite Neoeifeliano/Eogivetiano, Tibagi, estado do Paraná: implicações tafonômicas e paleossinecológicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, Belém, v.5, p. 135-149.
- Bosetti E. P., Grahn Y., Horodyski R. S., Mauller P. M., Breuer P., Zabini C., 2010b. An earliest Givetian "Lilliput Effect" in the Paraná Basin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. *Paläontologische Zeitschrift*. DOI 10.1007/s12542-010-0075-8.
- Bosetti E.P., Grahn Y., Horodyski R.S., Mauller P.M., Breuer, P., Zabini C., 2011. An earliest Givetian "Lilliput effect" in the ParanáBasin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. *Paläontologische Zeitschrift* **85**, 49-65.
- Bosetti E. P., Grahn Y., Horodyski R. S., Mauller P. M. 2012. O primeiro registro do declínio da fauna Malvinocáfrica do devoniano da bacia do Paraná (sul do Brasil) e suas causas; evidências fósseis e tafonômicas. *Journal of South American Earth Sciences*, **37**: 1-14.
- Boucot A.J. 1971. Malvinokaffric Devonian marine community distribution and implications for Gondwana. *Academia Brasileira de Ciências* 43, 23–49 Suppl.
- Ciguel J.H.G. 1989. Bioestratigrafia dos Tentaculoidea no flanco oriental da Bacia do Paraná e sua ocorrência na América do Sul (Ordoviciano-Devoniano). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 237 p.
- Ciguel, J.H.G. 1990. Tentaculitoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano-Bacia do Paraná). *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*, v.11,n. 1, p. 4-71.
- Clarke J.M. 1913. Fósseis devonianos do Paraná. Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 353 p.

- Comniskey J.C. 2011. Paleontologia dos Discinidae (Brachiopoda: Linguliformea) da Sucessão Devoniana da Bacia do Paraná, Estado do Paraná, Brasil: Revisão Sistemática, Distribuição Geográfica e Estratigráfica. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 179p.
- Copper P. 1977. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famennian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **21**:165-207.
- Dino R., Oliveira S.F., Antonioli L. 1999. Análise palinológica de sedimentos da Formação Ponta Grossa aflorantes no flanco NW da Bacia do Paraná, MT, Brasil. *In*: 2º Simpósio sobre a Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, Porto Alegre. *Boletim de Resumos Expandidos*, **1**:1-9.
- Emig C.C. 2003. Proof that *Lingula* (Brachiopoda) is not a living-fossil, and emended diagnoses of the Family Lingulidae. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology - Letter* 2003/01.
- Ghilardi R.P. 2004. Tafonomia comparada e Paleoecologia dos Macroinvertebrados (ênfase em Trilobitas), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-bacia Apucarana), Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 113 p.
- Gaugris K. A. & Grahn Y. 2006. New chitinozoan species from the Devonian of the Paraná basin, south Brazil, and their biostratigraphic significance. *Ameghiniana*, **43**: 293-310.
- Grahn Y. 1992. Revision of Silurian and Devonian strata of Brazil. *Palynology*, v. 16, p. 35-61.
- Grahn Y. 1997. Bioestratigrafia do Devoniano na Faixa de Afloramentos na Borda Leste da Bacia do Paraná. *In*: Simpósio sobre a Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 3, Barra do Garças, UERJ, *Boletim de Resumos*, p. 10.
- Grahn Y. 2005. Devonian chitinozoan biozones of Western Gondwana. *Acta Geológica Polonica*, **55** (3):211-227.
- Grahn Y., Mendlowicz Mauller, P.; Breuer, P., Bosetti, E.P.; Bergamaschi, S.; Pereira, E. 2010. The Furnas/Ponta Grossa contact and the age of the lowermost Ponta Grossa Formation in the Apucarana Sub-Basin (Paraná Basin, Brazil): integrated palynological age determination. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 13, n° 2, p. 89-102.
- Grahn Y., Mendlowicz Mauller P., Bergamaschi S., Bosetti E.P. 2011. 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*. doi:10.1016/j.revpalbo.2011.10.006.

- Horodyski R.S. 2010. Tafonomia dos invertebrados fósseis na seqüência Eifeliana-Frasniana da sucessão devoniana da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Tibagi – PR, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 78p
- Kotzian C.B. 1995. Estudo Sistemático e Morfo-funcional de Bivalves (Mollusca) das Formações Vila Maria (Siluriano) e Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil: Interpretação do Regime Hidrodinâmico Sedimentar. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 377p.
- Kotzian C.B. 2003. A New Devonian Modiolopsidae (Mollusca: Bivalvia) from the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brazil. *Pesquisas em Geociências*, **30** (2): 27-32,
- Kotzian C.B. & Marchioro A. 1997. Gastrópodes (Mollusca) Devonianos da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná (Bacia do Paraná): Gêneros *Ptomatis* Clarke, 1899, *Pleurotomaria* (?) Defrance, 1826 e *Platyceras* Conrad, 1840. *Revista Ciência e Natura*, **19**: 77-117.
- Lange F.W. & Petri S. 1967. The Devonian of the Paraná Basin. In: J.J. Bigarella (ed.). Problems in Brazilian Devonian Geology. *Boletim Paranaense de Geociências*, **21**:22:5-55.
- Leme J.M. 2002. Revisão sistemática dos Conulatae Collins et al.2000, Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), Bacia do Paraná, Brasil: implicações paleobiogeográficas e comentários sobre as relações filogenéticas entre os Conulatae. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 100 p.
- Leme J.M., Rodrigues S.C., Simões M.G., Van Iten H. 2004. Sistemática dos conulários (Cnidária) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7**(2):213-222.
- Leme J.M., Simões M.G. & Van Iten H. 2010a. *Phylogenetic systematics and evolution of conulariids (Cnidaria; Ediacaran/Triassic)*. Lambert Academic Publication, Germany, 49p.
- Leme J.M., Mori .A.S., Batista L.A. 2010b. Systematic revision of Calmoniidae (Phacopida, Trilobita) of the Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil. In: X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología, La Plata, *Boletim de Resumos*, p. 177.
- Lima M.R. 1989. Fósseis do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, p 118.
- Melo J.H.G. 1985. A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 467 p.
- Melo J. H. G. 1988. The Malvinokaffric Realm in the Devonian of Brazil. In: McMillan N.J., Embry A .F., Glass D. J. (eds.). *Devonian of the World*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir **14**:669-703.

- Mori A.S, Leme J.M., Batista L.A. 2010. Análise tafonômica básica de Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, São Paulo. Boletim de Resumos-CD.*
- Myszynski Junior L.J. 2012. Inserção do afloramento Curva II no contexto tafonômico e estratigráfico da sequência Neopraguiana – Eoemsiana: Interpretação paleoambiental do setor nordeste do Sítio Urbano de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em geografia. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 81p.
- Petri S. 1948. Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. *Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral*, **129**:125p.
- Popp M.T.B. 1985. Revisão dos trilobitas calmoniídeos e comunidades faunísticas da formação Ponta Grossa, Devoniano, no estado do Paraná. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 112 p.
- Popp M.T.B.; Coimbra J.C. & Hauch A. 1996. Revisão do gênero *Paracalmonia* Struve, 1958 (pro *Proboloides* Clarke, 1913), Trilobita - um ensaio de sistemática filogenética. *Gaia*, **12**:19-32.
- Rodrigues S.C. 2002. Tafonomia comparada dos Conulatae Collins, et al. 2000, Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), Bacia do Paraná: implicações paleoecológicas e paleoambientais. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 100 p.
- Rodrigues S.C., Leme J.M., Simões M.G. 2003. Tafonomia Comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, **4**(33):1-10.
- Rubinstein C, Melo J.H.G., Steemans P. 2005. Lochkovian (earliest Devonian) miospores from the Solimões Basin, northwestern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **133**: 91-113.
- Scheffler S.M. 2004. Os Crinóides e Blastóides da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100 p.
- Scheffler S. M. Uma nova localidade com pegadas fósseis no Estado do Mato Grosso do Sul. *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, v. 61, p. 15, 2008.
- Scheffler S.M. 2010 Crinóides e blastóides do Devoniano brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100 p.
- Scheffler S.M. & Fernandes, A.C.S. 2007a. Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **65**:83-98.

- Scheffler S.M. & Fernandes A.C.S. 2007b. Blastoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, **65**:99-112.
- Simões M.G., Kowalewski M., Torello F.F., Anelli L.E. 1998a. Long term time averaging despite abrupt burial: Paleozoic obrution deposits from epeiric settings of Paraná Basin, Brazil. *In: Geological Society of American Annual Meeting, Abstracts with Programs*, Toronto, p. 384.
- Simões M.G., Torello F.F., Kowalewski M., Klein C., Mello L.H.C., Ghilardi R.P., 1998b. Are the obrution deposits the most precise and the best resolved beds in event stratigraphy? Some Paleozoic examples from the Paraná Basin, Brazil. *In: XL Congresso Brasileiro de Geologia*, Belo Horizonte, p. 444.
- Simões M.G., Kowalewski M., Torello F.F., Ghilardi R.P. 1999. Devonian and Permian benthic marine invertebrates preserved in life position: taphonomic feedback in a Paleozoic epeiric sea. *In: XVI Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Crato – CE, *Boletim de Resumos*, p. 109-110.
- Simões M.G., Mello L.H.C., Rodrigues S.C., Leme J.M., Marques A.C. 2000. Conulariid taphonomy as a tool in paleoenvironmental analysis. *Revista Brasileira de Geociências*, **4**(30):757-762.
- Simões M.G.; Leme, J.M. & Soares, S.P. 2009. Systematics, taphonomy, and paleoecology of the Homalonotidae (Trilobita, Phacopida) of Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**(1):199-213.
- Soares S.P. 2007. Sistemática, tafonomia e paleoecologia de trilobita, Phacopida (Homalonotidae, Calmoniidae), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Sub-Bacia Apucarana, Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 28p
- Soares S.P., Simões M.G., Leme J.M., 2008a. Metacryphaeus rotundatus, um Novo Elemento da Fauna de Trilobites Calmoniidae (Phacopida), da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Geologia USP, Série Científica*, **8**:15-24.
- Soares S.P., Simões M.G., Leme J.M. 2008b. O Papel da Tafonomia na Sistemática os Trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae), Formação Ponta Grossa, (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**(2):59-68.
- Sandford, A.C. 2005. Homalonotid trilobites from the Silurian and Lower Devonian of south-eastern Australia and New Zealand (Arthropoda: Trilobita: Homalonotidae). *Memoirs of Museum Victoria*, **62**(1):1-66.
- Zabini C. 2007. Lingulídeos da sucessão devoniana da Bacia do Paraná, região dos Campos Gerais, Brasil: revisão de conceitos biológicos-ecológicos e análise tafonômica básica. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 130 p.

- Zabini C., Bosetti E.P., Holz M. 2010. Taphonomy and taphofacies analysis of lingulid brachiopods from Devonian sequences of the Paraná Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **292**:44–56
- Zabini C. 2011. Integração da tafonomia e estratigrafia de seqüências no estudo dos lingulídeos da sucessão devoniana da Bacia do Paraná. Tese de doutorado. Universidade do Rio Grande do Sul. 235p.
- Zalán P.V., Wolf S., Conceição J.C.J., Marques A., Astolfi M.A.M., Vieira I.S., APPI, V.T., Zanotto O.A. 1990. Bacia do Paraná. *In*: Origem e Evolução das bacias sedimentares. Rio de Janeiro. Petrobrás, p. 135-168.



Prancha de imagens - Fotografias de exemplares pertencentes a Fm. Ponta Grossa. A- Lingulideo (20mm), B- *Burmeisteria notica* (140mm) , C- *Calmonia signifer* (7.5mm), D- *Conulária ulrichana* (30mm). Imagens retiradas de Lima (1989)



Prancha de imagens (continuação) - E- *Australospirifer iheringi* (85mm), F- Equinoderma (30mm), G- *Tentaculites crotalinus* (25mm), H- Bivalve (50mm). Imagens retiradas de Lima (1989)

Tabela 2 - Tabela de comparação de dados

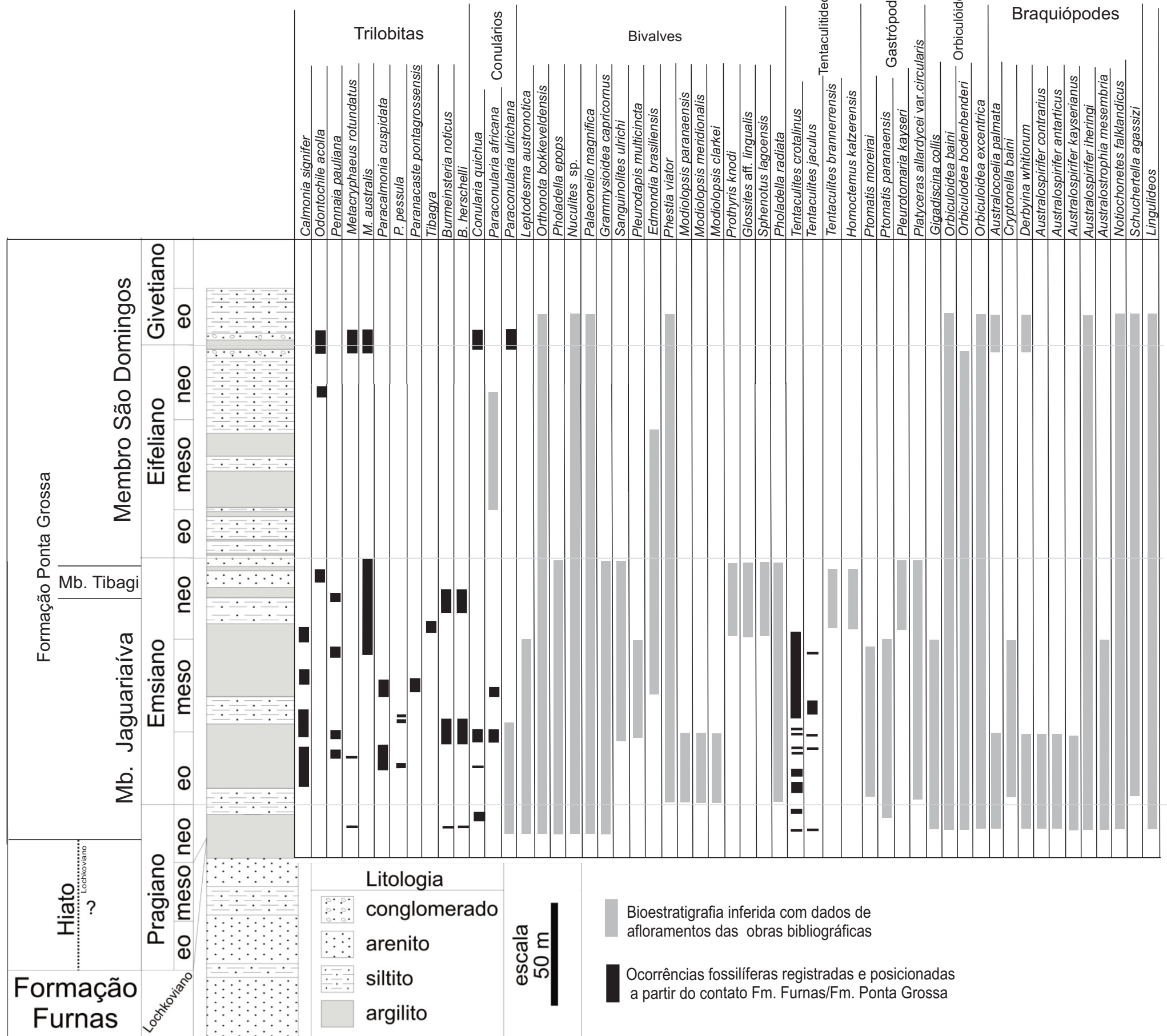
Grupo	Espécies	Autores	Idade Data Base	Idade de Trabalhos Recentes	Posição Estratigrafica	Localização do Afloramento	Paleoambiente
Bivalves	<i>Leptodesma austronotica</i>	Kotzian (1995, 2003)	sem dados	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Jaguariaíva	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Orthonota bokkeveldensis</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Givetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva, Rio Caniú, Vale do Lamberdor	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Pholadella epops</i>		Emsiano/Frasniano	Praguiano/Emsiano	Membros Jaguariaíva, Tibagi	Jaguariaíva, Rio Caniú	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Nuculites</i> sp.		Emsiano/Givetiano	Praguiano/Givetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva, Curva I, Rio Caniú, Vale do Lamberdor	Águas calmas e ambientes lamosos
	<i>Palaeoneilo magnifica</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Givetiano	Membro Jaguariaíva, Topo do São Domingos	Jaguariaíva, Rio Caniú, Vale do Lamberdor	Águas calmas e ambientes lamosos
	<i>Grammysioidea capricornus</i>		Emsiano/Frasniano	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Jaguariaíva	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Sanguinolites ulrichi</i>		Emsiano/Eifeliano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Jaguariaíva, Rio Caniú	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Pleurodapis multicincta</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Jaguariaíva	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Edmondia brasiliensis</i>		sem dados	Emsiano	Membro Tibagi e Jaguariaíva	Tibagi, Curva I, Rio Caniú, Metalúrgica Águia	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Phestia viator</i>		Emsiano/Frasniano	Emsiano/Givetiano	Base do membro São Domingos, e membro Jaguariaíva	Curva I, Sitio Wolf, Metalúrgica Águia	Águas calmas e ambientes lamosos
	<i>Modiolopsis paranaensis</i>		sem dados	EoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Curva I	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Modiolopsis clarkei</i>		sem dados	EoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Curva I	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Modiolopsis meridionalis</i>		sem dados	EoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Curva I	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Prothyris knodi</i>		Emsiano/Frasniano	NeoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Rio Caniú, Metalúrgica Águia	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Glossites aff lingualis</i>		sem dados	NeoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Rio Caniú	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Sphenotus lagoensis</i>		Emsiano/Eifeliano	NeoEmsiano	Membro Jaguariaíva	Rio Caniú	Águas de energia moderada e substrato arenoso
	<i>Pholadella radiata</i>		Emsiano/Frasniano	Emsiano	Membro Jaguariaíva	Tibagi I e II	Águas de energia moderada e substrato arenoso
Gastrópodes	<i>Ptomatis moreirai</i>	Petri (1948); Kotzian & Marchioro (1997)	Emsiano/Eifeliano*	Emsiano	Membros Jaguariaíva e Tibagi	Tibagi I e II	Águas rasas de energia moderada
	<i>Ptomatis paranaensis</i>		Emsiano/Eifeliano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Curva I, Jaguariaíva	Águas rasas de energia moderada
	<i>Pleurotomaria kayseri</i>		sem dados	Emsiano	Membro Tibagi	Tibagi	Águas rasas de energia moderada
	<i>Platyceras allardycei</i> var. <i>circularis</i>		Emsiano*	Emsiano	Membros Jaguariaíva e Tibagi	Tibagi, Rio Caniú, Curva I	Águas rasas de energia moderada
Tentaculitóides	<i>Tentaculites crotalinus</i>	Popp (1985); Ciguel (1989); Azevedo-Soares (1999)	Emsiano/Givetiano	Praguiano/Givetiano	Formação Ponta Grossa	Tibagi, Jaguariaíva, Fazenda Rivadária, Casa de Pedra	Águas Rasas, até 200m de prof.

Tabela 2 - Tabela de comparação de dados (continuação)

Tentaculitóides	<i>Tentaculites jaculus</i>	Popp (1985); Ciguel (1989); Azevedo-Soares (1999)	Emsiano/Givetiano	Praguiano/Emsiano	Membros Jaguariaíva e Tibagi	Tibagi, Jaguariaíva, Ponta Grossa, Fazenda Rivadária	Águas Rasas, até 200m de prof.
	<i>Tentaculites brannerrensis</i>		sem dados	Neoemsiano	Membro Jaguariaíva	Rio Caniú	-
	<i>Homoctemus katzerensis</i>		sem dados	Neoemsiano	Membro Jaguariaíva	Vendrami	-
Orbiculóides	<i>Gigadiscina collis</i>	Comniskey (2011)	Emsiano/Givetiano*	NeoPraguiano/Emsiano	Membros Jaguariaíva, e Tibagi	Jaguariaíva, Caça e Pesca, Boa Vista	Águas Rasas, até 200m de prof.
	<i>Orbiculoidea baini</i>		Emsiano/Givetiano*	NeoPraguiano/EoEivetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva, Caça e Pesca, Boa Vista, Tibagi1 e 2, Sitio Wolf, Ribas-Tibagi	Águas Rasas, até 200m de prof.
	<i>Orbiculoidea bodenbenderi</i>		Emsiano/Givetiano*	NeoPraguiano/EoEifeiano	Membros Jaguariaíva, Tibagi e base do São domingos	Jaguariaíva, Curva I e II, Boa Vista, Tibagi1 e 2, Vendrami, base do Sitio Wolf	Águas Rasas, até 200m de prof.
	<i>Orbiculoidea excentrica</i>		Emsiano/Givetiano*	NeoPraguiano/EoGivetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva, Boa Vista, Vendrami, Sitio Wolf	Águas Rasas, até 200m de prof.
Lingulídeos	<i>Lingulideos</i>	Bosetti (1989); Zabini (2007, 2011); Emig (2003)	Emsiano/Eifeliano*	Praguiano/Frasniano	Formação Ponta Grossa	Todos os afloramentos estudados	Plataforma proximal e no offshore abaixo do nível de base de ondas de tempestade
Braquiópodes Calciata	<i>Cryptonella baini</i>	Popp (1985); Horodyski (2010); Bosetti <i>et al.</i> (2010, 2011, 2012); Myszynski junior (2012)	Emsiano/Eifeliano	Emsiano	Membro Jaguariaíva	Curva II, Jaguariaíva	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Derbyina whitiorum</i>		Emsiano-Givetiano	Praguiano/EoGivetiano	Membros Jaguariaíva e base do São Domingos	Campos UEPG, Sitio Wolf, Curva I	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Australospirifer contrarius</i>		Emsiano/Frasniano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Vila Francelina, Campus UEPG, Curva I e II	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Australospirifer antarticus</i>		Emsiano/Frasniano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Vila Francelina, Campus UEPG, Curva I e II	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Australospirifer kayserianus</i>		Emsiano/Frasniano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Vila Francelina, Campus UEPG, Curva I e II	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Australospirifer iheringi</i>		Emsiano/Frasniano*	Emsiano/EoGivetiano	Membros Jaguariaíva e São Domingos	Jaguariaíva, Curva II, Lambedor	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Australostrophia mesembria</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Campus UEPG, Jaguariaíva, Curva I	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Notiochonetes falklandicus</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/EoGivetiano	Membros Jaguariaíva e São Domingos	Jaguariaíva, Rio Caniú, Vale do Lambedor	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
	<i>Schuchertella agassizi</i>		Emsiano/Givetiano	Emsiano/EoGivetiano	Membros Jaguariaíva e São Domingos	Jaguariaíva e Sitio Wolf	Águas Rasas, dentro da zona fótica
	<i>Australocoelia palmata</i>		Eifeliano/Frasniano	Praguiano/EoGivetiano	Membros Jaguariaíva e São Domingos	Campos UEPG, Sitio Wolf	Plataforma proximal, até o nível de onda de tempo bom
Conulários	<i>Conularia quichua</i>	Popp (1985); Leme (2002); Leme <i>et al.</i> (2004); Rodrigues (2002); Rodrigues <i>et al.</i> (2003); Horodyski (2010) e Bosetti <i>et al.</i> (2010, 2011)	Emsiano/Eifeliano	Emsiano/EoGivetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva, Curva I, Curva II, Sitio Wolf	plataforma externa (offshore)
	<i>Paraconularia urichana</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/EoGivetiano	Formação Ponta Grossa	Sitio Wolf, Jaguariaíva	plataforma externa (offshore)

Tabela 2 - Tabela de comparação de dados (continuação)

Conulários	<i>Paraconularia africana</i>	Popp (1985); Leme (2002); Leme <i>et al.</i> (2004); Rodrigues (2002); Rodrigues <i>et al.</i> (2003); Horodyski (2010) e Bosetti <i>et al.</i> (2010, 2011)	Emsiano/Eifeliano	Emsiano/Eifeliano	Formação Ponta Grossa	km 4,5 da estrada de ferro Jaguariaíva-Jacarezinho, base do São Domingos	plataforma externa (offshore)
Equinodermas	<i>Crenatames amicabilis</i>	Scheffler (2004, 2008,2010) e Scheffler & Fernandes (2007a, b)	sem dados	Eoemsiano	Membro Jaguariaíva	Curva I	-
	<i>Laudonomphalus multituberculatus</i> sp.n.		sem dados	Neoemsiano	Membro Jaguariaíva	Rio Caniú.	-
	<i>Ophiocrinus stangeri</i>		sem dados	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Afloramento Jaguariaíva, km 3,9 da estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti.	-
	<i>Cyclocaudex paranaensis</i>		sem dados	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Afloramento Jaguariaíva, km 4,4 da estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti.	-
Trilobitas	<i>Burmeisteria herscheli</i>	Popp (1985), Popp <i>et al.</i> (1996), Soares (2007), Soares <i>et al.</i> (2008a, b), Simões <i>et al.</i> (2009); Batista <i>et al.</i> (2010); Mori <i>et al.</i> (2010), Horodyski (2010); Bosetti <i>et al.</i> (2010, 2011), Leme <i>et al.</i> (2010b)	Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva e Membro Tibagi	Vila Francelina, Tibagi, Jaguariaíva	próximo ao litoral (near-shore)
	<i>Burmeisteria noticus</i>		Emsiano/Eifeliano	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva e Membro Tibagi	Vila Francelina, Tibagi, Jaguariaíva	próximo ao litoral (near-shore)
	<i>Calmonia signifer</i>		Emsiano/Eifeliano*	Praguiano/Emsiano	Membro Jaguariaíva	Estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti	plataforma externa (offshore)
	<i>Paracalmonia pessula</i>		Emsiano/Eifeliano*	Emsiano	Membro Jaguariaíva	Estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti	plataforma externa (offshore)
	<i>Paracalmonia cuspidata</i>		Emsiano/Eifeliano*	Emsiano	Membro Jaguariaíva	Estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti	plataforma externa (offshore)
	<i>Metacryphaeus australis</i>		Emsiano/Eifeliano*	Emsiano/EoGivetiano	Formação Ponta Grossa	Estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti, Sítio Wolf	Águas Plataformais, abaixo do nível de onda de tempestade
	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>		Emsiano/Eifeliano*	Praguiano/Eogivetiano	Formação Ponta Grossa	Jaguariaíva-Arapoti, Sítio Wolf	Águas Plataformais, abaixo do nível de onda de tempestade
	<i>Pennaia pauliana</i>		Emsiano/EoGivetiano	Emsiano	Formação Ponta Grossa	Rio Caniú, Jaguariaíva-Arapoti	Águas Plataformais, abaixo do nível de onda de tempestade
	<i>Paranacaste pontagrossensis</i>		sem dados	Emsiano	Membro Jaguariaíva	Estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti	Águas Plataformais, abaixo do nível de onda de tempestade
	<i>Tybagya</i>		sem dados	Emsiano	Membro Tibagi	Vila Placidina	Águas Plataformais, abaixo do nível de onda de tempestade
	<i>Odontochile accola</i>		sem dados	Emsiano/Givetiano	Membros Tibagi e São Domingos	Vila Placidina, Lambedor	-
* dados registrados no paleodatabase apenas para o gênero. As localizações dos afloramentos são retiradas dos trabalhos analisados na coluna 2 "Autores", assim os como dados paleoambientais							



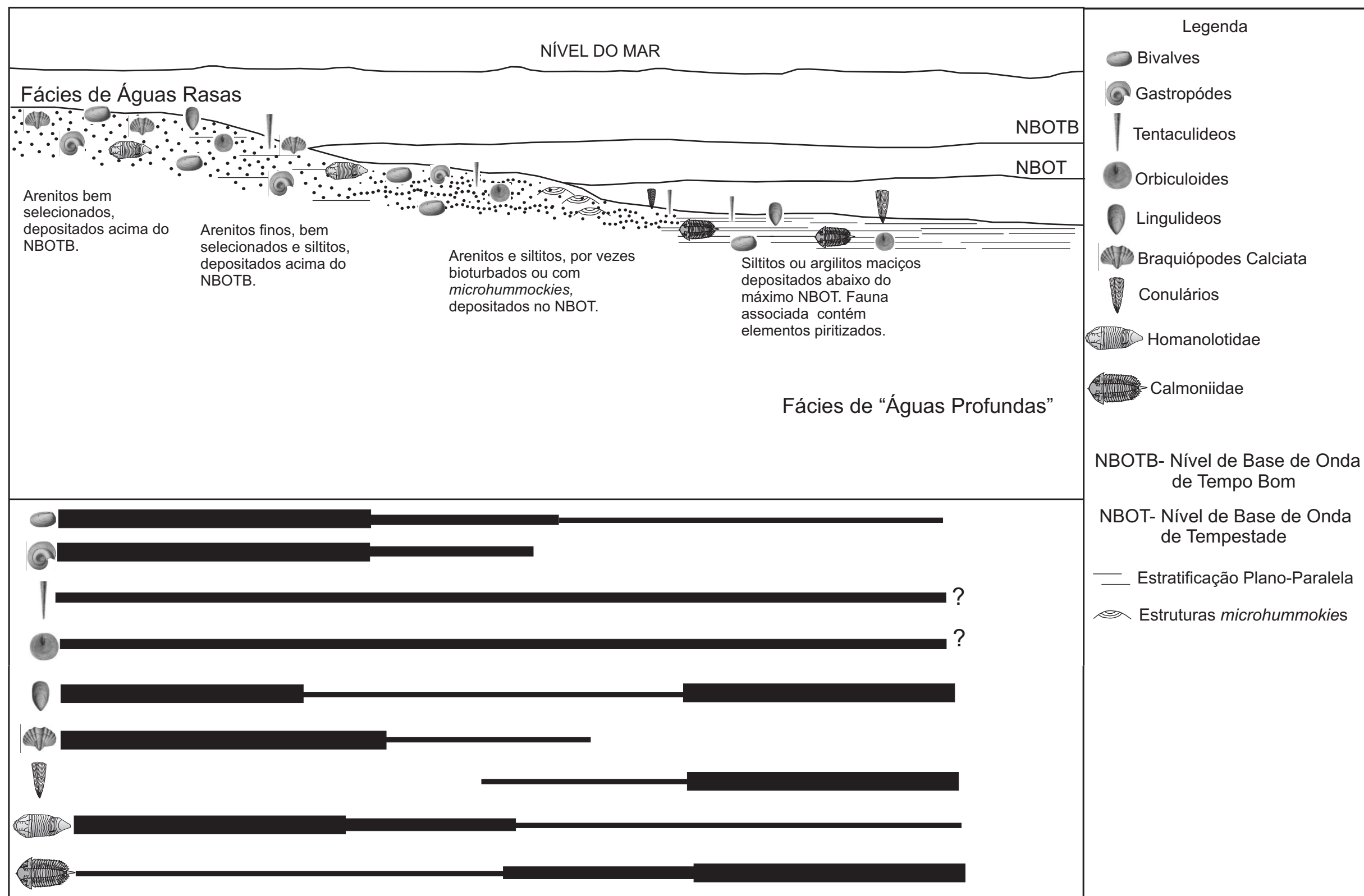


Figura 6- Reconstituição e distribuição paleoambiental esquemática do ambiente de vida dos grupo analisados neste projeto.
Modificado de Stanford (2005), Simões *et al.* (2009), Zabini (2011)

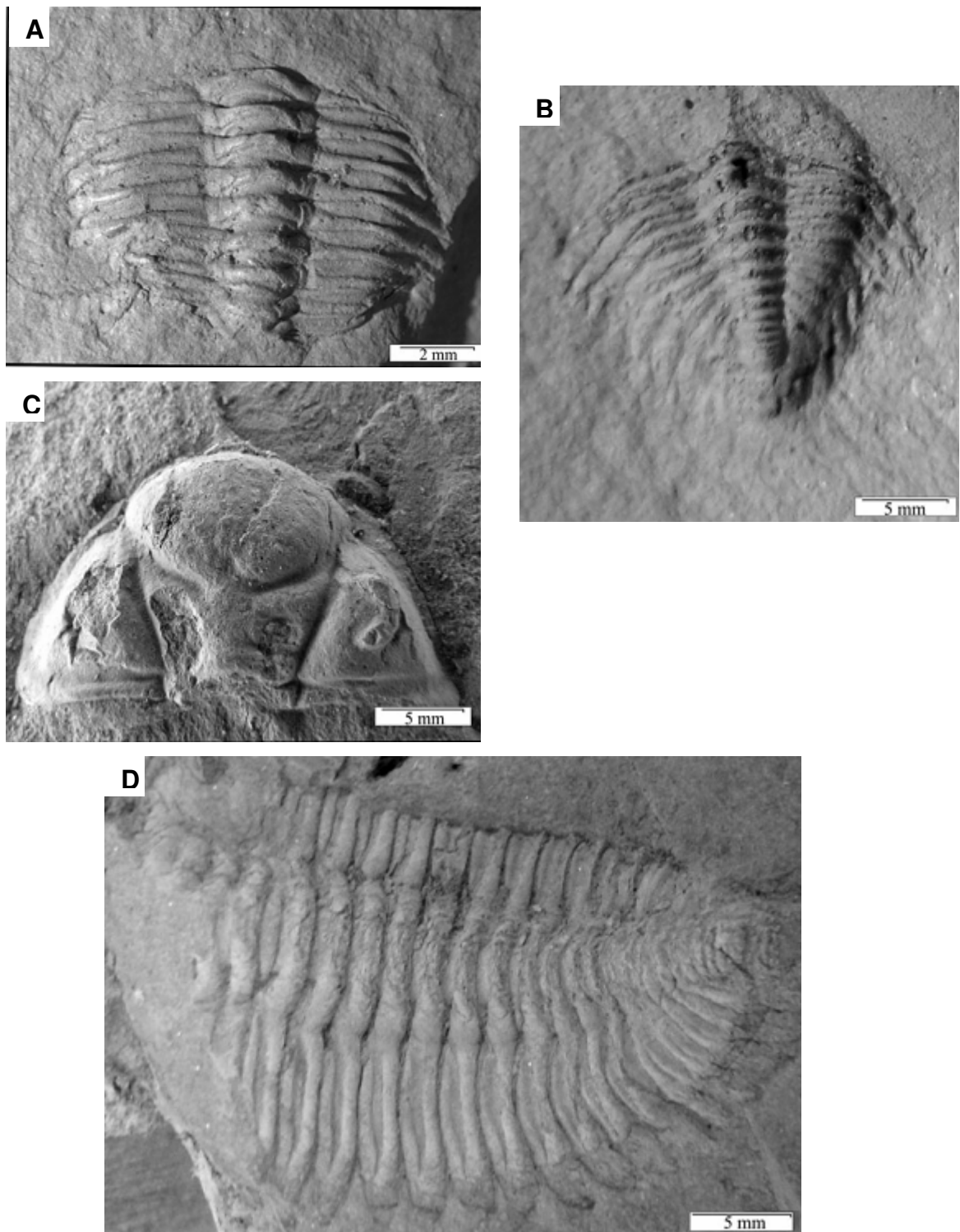


Figura 7 - Exemplares de trilobitas interpretados como *Pennaia pauliana*, apresentados por Bossetti *et al.* (2010b). A-Tórax (Figura 6b de Bossetti *et al.*,2010b) .B- Pigídio (Figura 6c de Bossetti *et al.*,2010b). C- Céfaló (Figura 6d de Bossetti *et al.*,2010b). D- *Metacryphaeus rotundatus*. (Figura 6e de Bossetti *et al.*,2010b). Modificado de Bosetti (2010b)