

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CALMONIIDAE  
(TRILOBITA, PHACOPIDA) DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA,  
DEVONIANO, BACIA DO PARANÁ, BRASIL**

Andre Mori Di Stasi

Orientadora: Profa. Dra. Juliana de Moraes Leme

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

SÃO PAULO, SP  
2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CALMONIIDAE (TRILOBITA,  
PHACOPIIDA) DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA, DEVONIANO,  
BACIA DO PARANÁ, BRASIL



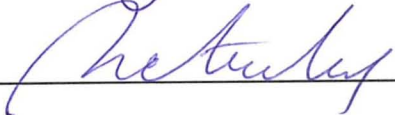
ANDRÉ MORI DI STASI

Orientador: Profa. Dra. JULIANA DE MORAES LEME

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA



Nome	Assinatura
Presidente: Profa. Dra. Juliana de Moraes Leme	
Examinadores: Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi	
Prof. Dr. Setembrino Petri	

DEDALUS - Acervo - IGC



30900031697

SÃO PAULO  
2013  
versão original



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**REVISÃO SISTEMÁTICA DOS CALMONIIDAE  
(TRILOBITA, PHACOPIIDA) DA FORMAÇÃO PONTA  
GROSSA, DEVONIANO, BACIA DO PARANÁ, BRASIL**

Andre Mori Di Stasi



Orientadora: Profa. Dra. Juliana de Moraes Leme

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

SÃO PAULO, SP  
2013

## SUMÁRIO

I. LISTA DE FIGURAS.....	i
II. AGRADECIMENTOS.....	ii
III. APRESENTAÇÃO.....	iv
IV. RESUMO.....	v
V. ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. DISCUSSÃO.....	5
3.1. Problemas encontrados em <i>Calmonia</i> .....	7
3.2. Problemas encontrados em <i>Metacryphaeus</i> .....	13
3.3. Problemas encontrados em <i>Paracalmonia</i> .....	15
3.4. Novo gênero <i>Paraphacopina</i> .....	19
3.5. Nova ocorrência de <i>Paranacaste pontagrossensis</i> .....	21
4. CONCLUSÕES.....	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
6. ANEXO I: ARTIGO	
7. ANEXO II: LISTA DE EXEMPLARES	

## I. LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de localização dos afloramentos da Formação Ponta Grossa.....	2
FIGURA 2 - Seções colunares dos afloramentos da Formação Ponta Grossa.....	3
FIGURA 3 - <i>Calmonia signifer</i> .....	8
FIGURA 4 - <i>Calmonia signifer</i> .....	9
FIGURA 5 - <i>Pennaia pauliana</i> .....	11
FIGURA 6 - <i>Pennaia pauliana</i> & <i>Metacryphaeus australis</i> .....	12
FIGURA 7 - <i>Metacryphaeus australis</i> .....	14
FIGURA 8 - <i>Paracalmonia cuspidata</i> .....	16
FIGURA 9 - <i>Paracalmonia cuspidata</i> .....	17
FIGURA 10 - <i>Paranacaste pontagrossensis</i> , <i>Paraphacopina polygona</i> & <i>Phacopina brasiliensis</i> .....	20

## II. AGRADECIMENTOS

O pós-graduando gostaria de expressar seus sinceros agradecimentos a diversas pessoas e instituições que permitiram e contribuíram para o encaminhamento e confecção deste trabalho, entre elas:

À minha orientadora, Profa. Dra. Juliana de Moraes Leme Basso (IGc, USP, São Paulo, SP), por todo o apoio e orientação conferida a mim desde o meu tempo na graduação, por me apresentar ao fantástico mundo dos calmoniídeos, e também por me acompanhar e guiar durante minha exploração pelo universo da paleontologia;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento concedido na forma de bolsa de Mestrado;

Ao Instituto de Geociências (IGc) e ao Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental (GSA) da Universidade de São Paulo, pelo espaço e infraestrutura disponibilizada para a realização de minhas pesquisas;

Aos professores e doutores Robson Tadeu Bolzon e Cristina Silveira Vega (Universidade Federal do Paraná - UFPR), Maria Judite Garcia (Universidade de Guarulhos - UnG), Ismar de Souza Carvalho (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ), Antônio Carlos Sequeira Fernandes e Vera Maria Medina da Fonseca (Museu Nacional da UFRJ), Élvio Pinto Bosetti (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG) e Marcello Guimarães Simões (Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu), que forneceram a oportunidade, material e espaço necessários para analisar as diferentes coleções de trilobitas da Formação Ponta Grossa;

Ao Rodrigo da Rocha Machado, responsável pela coleção do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) por fornecer a oportunidade e espaço para analisar o material tipo de Clarke (1913);

Ao Prof. Dr. Luis Eduardo Anelli (USP) pelo auxílio no trabalho fotográfico e por me ensinar a incrível técnica do óxido de magnésio;

Ao Prof. Dr. João Carlos Coimbra (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS) por fornecer as fotos originais tiradas por Popp *et al.* (1996);

À Profa. Dra. Maria da Glória Pires Carvalho (American Museum of Natural History - AMNH) pelo auxílio com minhas dúvidas em relação a terminologias morfológicas e pesquisas de trilobitas;

Aos profissionais Flávia Alessandra Figueiredo e Mônica de Medina Coeli (UFRJ), Fábio Costa Casado (UnG) e Ivone Cardoso Gonzales (USP) pelo auxílio e acompanhamento durante minhas visitas a suas respectivas coleções;

Ao Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild, por oferecer meu primeiro estágio durante a graduação, e conseqüentemente por ter me introduzido à paleontologia, além de seu grande auxílio durante minha iniciação científica, pós-graduação e monitoria;

À técnica Zefinha, pela ajuda nas monitorias, preparo de viagem de campo, e por seu bom humor contagiante;

Ao motorista Tomás, por sempre nos carregar de um lado para outro em nossas viagens de campo ao Paraná, e por partilhar suas histórias engraçadas;

Ao mestrando, colega, amigo e “irmão” do IGc Cássio Angelo Dalcin Cerri, por todos os bons momentos em nossa pós-graduação, e também pelo auxílio e apoio nos momentos difíceis, fazendo com que todo esse processo de dois anos que passamos juntos fosse divertido e proveitoso;

À professora, doutora, e amiga do IGc Liza Alves Forancelli Pacheco, por suas dicas ricas e ajudas essenciais para resolver problemas que eu encontrei durante a pós-graduação;

Aos colegas Felipe van Enck Meira da pós-graduação e Felipe Augusto Tomas da graduação, pela ajuda e companhia nas viagens de campo e/ou congressos;

Aos meus amigos e familiares, cujo apoio foi imprescindível para meu sucesso e desenvolvimento pessoal e profissional, em especial minha irmã Angela e minha mãe Lilian, por nunca duvidarem de meu potencial e das minhas escolhas na vida.

### **III. APRESENTAÇÃO**

A presente dissertação foi apresentada em forma de artigo científico. Segundo as normas do Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, IGc/USP o texto deve conter os capítulos de Introdução, Discussão e Conclusões, além do artigo pronto e submetido em anexo. Dessa forma, os Materiais e Métodos e Resultados, são apresentados apenas no artigo e não no corpo do texto da dissertação.

#### IV. RESUMO

Uma revisão sistemática dos Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Sub-bacia Apucarana, Bacia do Paraná é apresentada. Até o presente trabalho, eram reconhecidos 17 nomes específicos para trilobites calmoniídeos na Formação Ponta Grossa. Entretanto, estudos tafonômicos prévios sobre os trilobitas da Formação Ponta Grossa revelaram que algumas espécies possam corresponder a espécies tafonômicas, cujos caracteres se modificaram durante o processo de fossilização. Dessa forma, os objetivos desse trabalho foram: a - revisão sistemática dos Calmoniidae da Formação Ponta Grossa, Sub-bacia Apucarana, a partir da análise tafonômica; b - verificar a diversidade da fauna de calmoniídeos, já que muitas das 17 espécies são morfologicamente semelhantes entre si, colocando em dúvida seu *status* como espécies válidas; c - investigar a implicação dos dados tafonômicos na sistemática dos Camoniidae. Os resultados mostraram que 9 das 17 espécies de calmoniídeos descritas podem ser consideradas como artificiais, ou seja, tafotáxons. São elas: *Kozlowkiaspis subseciva*, *Calmonia ? gonzagana*, *C. signifer* var. *micrischia*, *Tibagya parana*, *Paracalmonia pessula*, *P. salamunii*, *P. mendesi*, *Metacryphaeus granulata*, e *M. sedori*. Essas espécies foram aqui sinonimizadas. Adicionalmente, um novo gênero e espécie de trilobita *Paraphacopina polygona* é aqui descrito pela primeira vez para a Formação Ponta Grossa. Foi documentada uma nova ocorrência de *Paranacaste pontagrossensis* na Formação Ponta Grossa. O número revisado de espécies de calmoniídeos para a Formação Ponta Grossa agora consta de 9 espécies: *Acaste lombardi*; *Bainella paranaense*; *Calmonia signifer*; *Paracalmonia cuspidata*; *Paranacaste pontagrossensis*; *Pennaia pauliana*; *Metacryphaeus australis*; *Metacryphaeus rotundatus* e *Paraphacopina polygona*. Esses dados têm implicação na diversidade da fauna de trilobitas calmoniídeos na Formação Ponta Grossa, sendo menor do que se pensava anteriormente. Os resultados aqui obtidos serviram para fortalecer a ideia de que a designação de novas espécies deve ser realizada perante a presença de diversos espécimes, com holótipos bem preservados, para que o maior espectro possível de variações tafonômicas e morfológicas decorrentes do processo de fossilização seja identificado, o que diminui a margem de erros. Portanto, é importante aliar a tafonomia com o estudo sistemático, a fim de identificar caracteres sujeitos à maior variação tafonômica.

## V. ABSTRACT

A systematic revision of the Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) of the Ponta Grossa Formation, Devonian, Sub-basin Apucarana, Paraná basin is presented. Until this present research, there used to be 17 calmoniid species described in the Ponta Grossa Formation. However, previous taphonomic studies about the trilobites of the Ponta Grossa Formation revealed that some species might correspond to taphonomic species, whose characters were modified via the fossilization process. Hence, the objectives of this research were: a - systematic revision of the Calmoniidae from the Ponta Grossa Formation, Apucarana sub-basin, coupled with a taphonomic analysis; b - verify the faunal diversity of calmoniid trilobites, since many of the 17 species are morphologically similar amongst themselves, raising doubts about their status as new and valid species; c - investigate the implications of the taphonomic data on the systematics of Calmoniidae. The results show that 9 of the 17 described species of calmoniids can be considered as artificial, or taphotaxa: *Kozlowkiaspis subseciva*, *Calmonia ? gonzagana*, *C. signifer* var. *micrischia*, *Tibagya parana*, *Paracalmonia pessula*, *P. salamunii*, *P. mendesi*, *Metacryphaeus granuata*, and *M. sadori*. All these species were hereby synonymized. Moreover, a new trilobite genus and species *Paraphacopina polygona* is here described for the first time for the Ponta Grossa Formation. Also, a new occurrence of *Paranacaste pontagrossensis* in the Ponta Grossa Formation was documented. The revised number of calmoniid species for the Ponta Grossa Formation now stands at 9: *Acaste lombardi*; *Bainella paranaense*; *Calmonia signifer*; *Paracalmonia cuspidata*; *Paranacaste pontagrossensis*; *Pennaia pauliana*; *Metacryphaeus australis*; *Metacryphaeus rotundatus* and *Paraphacopina polygona*. This revision has an implication on the faunal diversity of calmoniid trilobites in the Ponta Grossa Formation, which is lower than what was previously thought. These results served to strengthen the notion that the designation of new species must be done with the presence of many specimens, with well-preserved holotypes, so that the biggest possible spectrum of taphonomic and morphological variations resulting from the fossilization process be identified, which decreases the margin of error. Therefore, it's important to ally taphonomy with the systematic study, in order to identify characters that are more liable to taphonomic variations.



## 1. INTRODUÇÃO

A fauna de macroinvertebrados marinhos do Devoniano do Paraná, Formação Ponta Grossa (Figs. 1 e 2) é uma das mais diversificadas do paleozoico brasileiro. Essa fauna inclui cnidários (e.g. conulários), braquiópodes (e.g. linguliformes e calciatas), moluscos (e.g. bivalves, gastrópodes, tentaculites, cefalópodes), equinodermes (e.g. crinoides) e artrópodes, incluindo os trilobitas. De fato, trilobitas estão entre os grupos mais comuns e conspícuos do registro fóssil da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, sub-bacia Apucarana.

Revisões importantes para a fauna de macroinvertebrados da Formação Ponta Grossa envolveram os braquiópodes, tais como, os Linguliformea (Bosetti, 1989a,b; Zabini, 2007, 2011) e Calciata (Quadros, 1987; Marques, 2006), os Mollusca, Bivalvia (Kotzian, 1995; 2003), Gastropoda (Kotzian & Marchioro, 1997; Marchioro *et al.*, 1998), Tentaculida (Ciguel, 1989; Azevedo-Soares, 1999) e os Cnidaria, Conulariida (Leme, 2002; 2006; Leme *et al.*, 2004; 2008; 2010b). Já os trilobites foram revisados por Popp (1985), com enfoque especial aos calmoniídeos do Estado do Paraná e, por Carvalho & Quadros (1987) e Carvalho & Edgecombe (1991), com ênfase aos calmoniídeos da Formação Ponta Grossa, dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás.

Calmoniidae é uma família de trilobitas que se destaca na Formação Ponta Grossa, pois é o grupo de trilobitas mais abundante e diversificado dessa Formação. Estudos anteriores focaram nas espécies da ordem Phacopida (Clarke, 1913; Popp, 1985; Carvalho & Edgecombe, 1991; Popp *et al.*, 1996; Carvalho *et al.*, 1997, Soares *et al.*, 2008a, Leme *et al.*, 2010a), provavelmente devido a suas condições de preservação e a abundâncias em certos estratos, particularmente nas fácies pelíticas, geradas dentro ou abaixo do nível de onda de tempestade.

Os estudos com calmoniídeos começaram com a clássica monografia de Clarke (1913), que descreveu não só trilobitas, mas também vários outros grupos de invertebrados marinhos da Formação Ponta Grossa. Após esse trabalho, muitos outros autores têm contribuído para os estudos desta família (Clarke, 1980; Clarke, 1913; Kozłowski, 1913; Struve, 1958; Copper, 1977; Eldredge & Ormiston, 1976; Cooper, 1982; Carvalho & Edgecombe, 1991; Popp *et al.*, 1996; Ghilardi e Simões, 2007, Leme *et al.*, 2010).

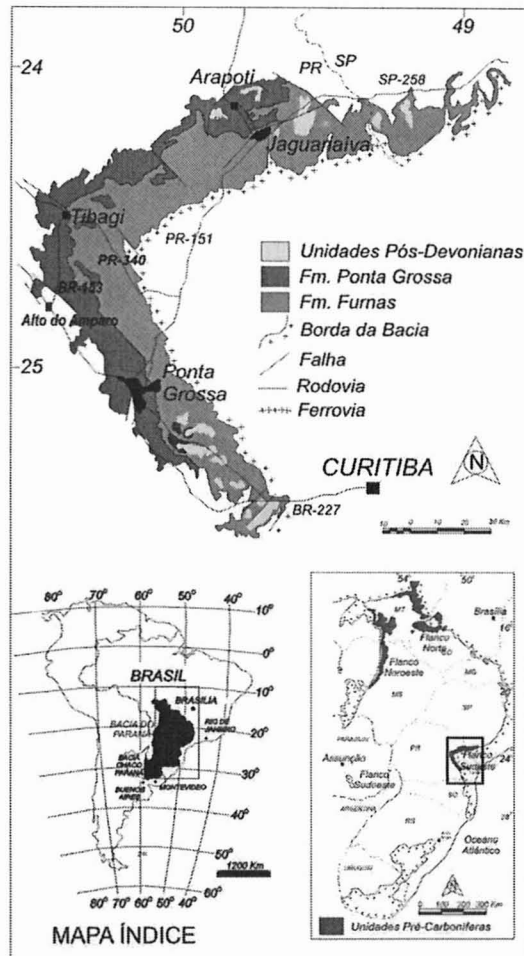


Figura 1 - Mapa de localização dos afloramentos fossilíferos estudados, na Formação Ponta Grossa, mostrando a faixa de afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná.

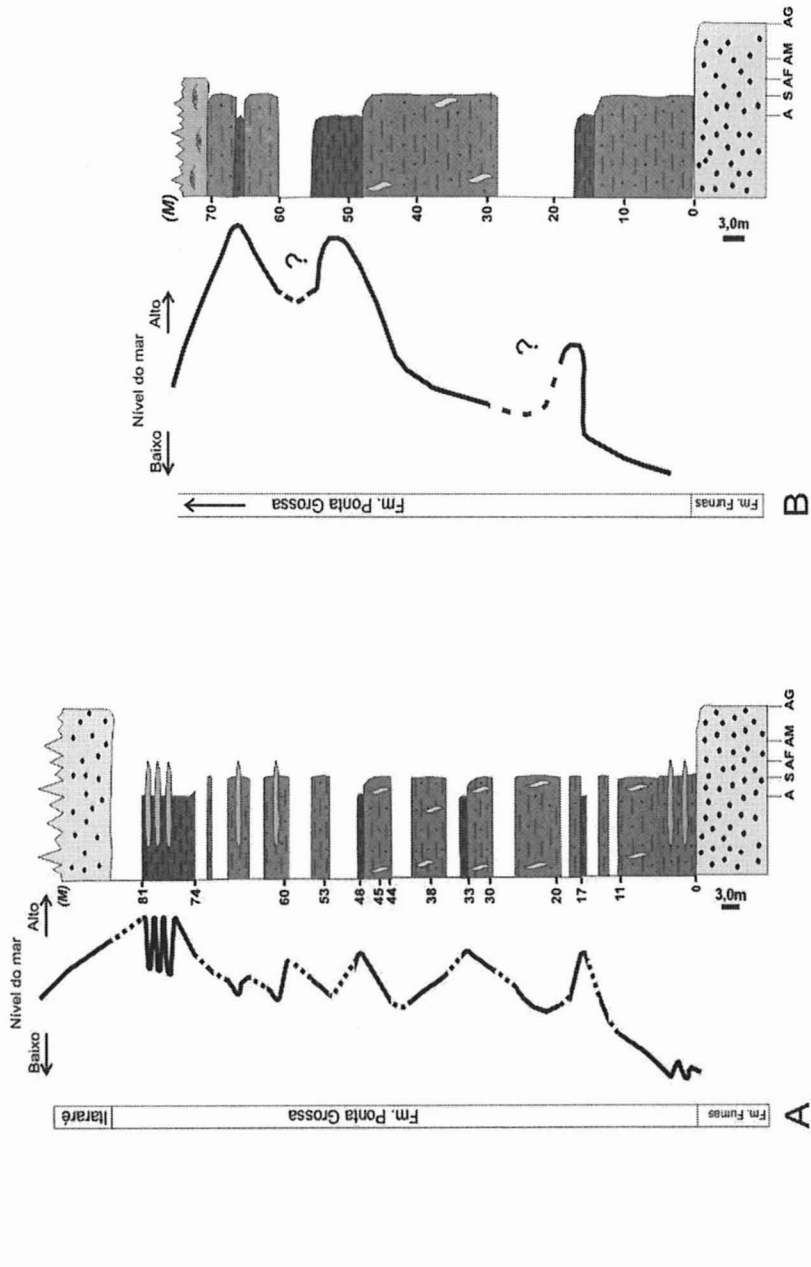


Figura 2 - Seções colunares dos afloramentos da Formação Ponta Grossa. A- Seção colunar de Jaguariaíva, ao longo do ramal ferroviário. B- Seção colunar composta, incluindo, na base, os litótipos aflorantes ao longo da PR-340, na entrada de Tibagi, PR, bem como da estrada que arte de Tibagi, rumo NW para Telêmaco Borba. Seções colunares modificadas de Ghilardi (2004) e Soares *et al.* (2008b).

Popp (1985) revisou os calmoniídeos da Formação Ponta Grossa em sua monografia, designando 6 novas espécies, das quais 5 não foram validadas porque nunca foram publicadas. Alguns anos depois, Popp *et al.* (1996) revisou o gênero *Paracalmonia*, designando 3 novas espécies, cujos *status* como táxons são discutidos neste trabalho.

Uma síntese histórica do desenvolvimento das pesquisas paleontológicas com trilobites no Brasil, apresentada por Ghilardi & Simões (2007), indica pelo menos 17 espécies descritas para trilobites calmoniídeos da Formação Ponta Grossa, entretanto os trabalhos de Soares (2007) e Soares *et al.* (2008b) mostram que muitos desses nomes específicos podem não ser válidos, porque os caracteres morfológicos que os diagnosticam são o produto de alterações via processos de fossilização e intemperismo (pós-fossilização) (Holz & Schultz, 1998; Simões *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009). Esse fato é particularmente evidente nos exemplares de espécies de trilobites preservados em diferentes litótipos (*e.g.*, arenito *versus* lamitos), com graus distintos de compactação e intemperismo. Com base no exposto acima, o *status* das espécies de calmoniídeos pode ser discutido.

Os dados apresentados por Soares *et al.* (2008b) reforçam a idéia de que a proposição de novas espécies de trilobites deve estar fundamentada em coleções científicas com numerosos exemplares, permitindo que o espectro de modificações tafonômicas decorrentes da fossilização em diferentes litótipos seja examinado. Esse procedimento diminui o risco de estabelecimento de novos táxons, com base em caracteres modificados por processos tafonômicos.

Lucas (2001) introduziu um novo termo, tafotáxon, em alusão aos táxons que foram designados com base em caracteres originados tafonomicamente, em contraste àqueles com origens biológicas. Tal termo é profundamente relevante ao escopo da paleontologia sistemática, pois a identificação de caracteres alterados durante o processo de fossilização tem sido de grande preocupação aos paleontólogos.

Mais recentemente, Leme *et al.* (2010) e Mori & Leme (2012) apresentaram dados preliminares de uma revisão sistemática de Calmoniidae da Formação Ponta Grossa. Os dados preliminares mostraram que é possível afirmar que pelo menos 5 das 17 espécies de calmoniídeos reconhecidas na Formação Ponta Grossa correspondem a tafotáxons. Entretanto, estes mesmo autores chamaram a atenção

para o fato de que um estudo mais abrangente seria necessário para se conseguir resolver todos os problemas taxonômicos e realizar uma revisão sistemática bem resolvida e fundamentada. Baseando-se nessas observações, o *status* atual das espécies de calmoniídeos pode ser questionado.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos: a - revisão sistemática dos Calmoniidae da Formação Ponta Grossa, Sub-bacia Apucarana, a partir da análise tafonômica; b - verificar a diversidade da fauna de calmoniídeos, já que muitas das 17 espécies são morfologicamente semelhantes entre si, colocando em dúvida seu *status* como espécies válidas; e c- investigar a implicação dos dados tafonômicos na sistemática dos Camoniidae.

## 3. DISCUSSÃO

Embora na análise taxonômica em geral alguns caracteres biométricos (*e.g.* ângulos, largura, comprimento, espaçamento entre estruturas) são frequentemente usados nas descrições de gêneros e espécies, estudos tafonômicos sugerem que o método de preservação interfere em muitos caracteres morfométricos (Simões *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2003; Leme *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009; Mori & Leme, 2012). Em outras palavras, há a possibilidade de que muitos táxons existentes na literatura, propostos utilizando-se dos caracteres acima mencionados, possam representar espécies artificiais ou tafotáxons.

De acordo com Lucas (2001), tafotáxon é "[...] um táxon com uma morfologia distintiva que não reflete diferenças taxonômicas significativas, mas um no qual um processo tafonômico (variando de bioestratinômico a diagenético) alterou a morfologia original de forma a criar uma aparente distinção". Não faltam estudos executados recentemente na Formação Ponta Grossa que analisam grupos sob uma ótica tafonômica, frequentemente levando a invalidação de espécies previamente descritas, apontando-as como sendo tafotáxons (Simões *et al.*, 2003;

Rodrigues *et al.*, 2003; Leme *et al.*, 2004; Ghilardi, 2004; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009).

Simões *et al.* (2003) e Rodrigues *et al.* (2003) estudaram a tafonomia e seus reflexos na paleoautoecologia e paleoambiente dos conulários da Formação Ponta Grossa, e notaram que embora caracteres biométricos fossem frequentemente utilizados em descrições de gêneros de conulários, os dados tafonômicos obtidos sugeriram que as condições preservacionais interferiram com a maioria desses caracteres, o que provavelmente levou a muitas espécies artificiais, apontando alterações de compactação *post-mortem* e perda de informação associada com intemperismo como causas comuns para enganos nas descrições sistemáticas dos conulários. De fato, Leme *et al.* (2004), ao revisar a sistemática dos conulários da Formação Ponta Grossa, notaram que, se caracteres biométricos fossem capazes de estabelecer relações sistemáticas entre conulários, a análise cladística do grupo mostraria árvores incompletas e grupos parafiléticos, e afirmaram que caracteres biométricos não deveriam ser utilizados na sistemática dos conulários sem própria e rigorosa análise tafonômica.

Os trilobitas da Formação Ponta Grossa também foram estudados com enfoque nas alterações tafonômicas que podem ter causado má interpretação em sua sistemática. Ghilardi (2004) relacionou os gêneros de trilobitas encontrados na Formação Ponta Grossa com seus problemas tafonômicos, causados principalmente por condições preservacionais e sua posição na sequência estratigráfica, concluindo que a tafonomia desses grupos era complexa e deveria ser levada em consideração em qualquer estudo sobre eles.

Soares *et al.* (2008a) determinou que até agora 17 nomes específicos foram aplicados aos trilobites da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná. Isso indica que a fauna da calmoniídeos dessa unidade litoestratigráfica é muito diversificada. Porém, várias dessas espécies podem corresponder a tafotáxons, com caracteres artificiais que resultaram de fatores externos. Tal fato é bem evidente para espécimes que estão preservados em diferentes litótipos ou tafofácies, ou seja, que estão submetidos a distintos processos de fossilização. Em especial, o grau de compactação das diferentes rochas e o grau de esfoliação dos fósseis são os principais fatores que obliteram e afetam os caracteres diagnósticos dos calmoniídeos. (Soares, 2007; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009)

Soares *et al* (2008b) apresentou alguns caracteres morfológicos que podem ser alterados tafonomicamente, dentre eles: forma e inflação do lobo glabellar, profundidade dos sulcos axiais e glabellares e presença/ausência de ornamentação externa (e.g. espinhos). Além desses exemplos, pode-se adicionar também o formato e tamanho dos sulcos axiais e glabellares, a confluência dos sulcos glabellares laterais com os sulcos axiais, o tamanho dos espinhos e também a presença ou ausência de granulação ou tubérculos ao longo do exoesqueleto (Mori & Leme, 2012). Calmoniidae é uma família com grande semelhança taxonômica entre os gêneros e espécies, o que se reflete no fato de que os caracteres diagnósticos muitas vezes estão representados por mínimos detalhes. Isso acarreta diversos problemas, pois tais detalhes são abruptamente vulneráveis e maleáveis perante os diversos fatores externos aos quais os fósseis e organismos originais são expostos. O presente trabalho revelou que a diversidade de calmoniídeos foi superestimada além do que Soares *et al.* (2008b) já havia apontado, com vários outros tafotaxons equivocadamente levantados.

### **3.1. Problemas encontrados em *Calmonia* Clarke, 1913**

Edgecombe (1994) transferiu a espécie *Calmonia subseciva* para o gênero *Kozlowkiaspis* Branisa and Vanek, 1973, designando *Kozlowkiaspis subseciva* (Figs. 3A e 4A). O autor realizou esta modificação com base no formato diferente dos ângulos genais e pela ausência de um espinho terminal no pigídio. No entanto, a análise dos ângulos genais do holótipo e dos parátipos de *K. subseciva*, os quais apresentam-se com esfoliação em volta do corpo, não revelou diferenças daqueles encontrados em *C. signifer*, pois ambos são agudos e angulares (Fig. 3A-C e E).

Soares *et al.* (2008b) também havia levantado um problema em relação a *C. subseciva*, argumentando que esta espécie poderia ser sinônima de *C. signifer* (Fig. 3). Clarke (1913) diferencia ambas espécies apenas pela ausência de um espinho terminal no pigídio. Ao mesmo tempo, o autor ressalta que é possível ver em alguns exemplares de *C. subseciva* espinhos pequenos em volta das pigopleuras e ângulos genais, os quais são correspondentes em tamanho e posição aos espinhos encontrados em *C. signifer*.



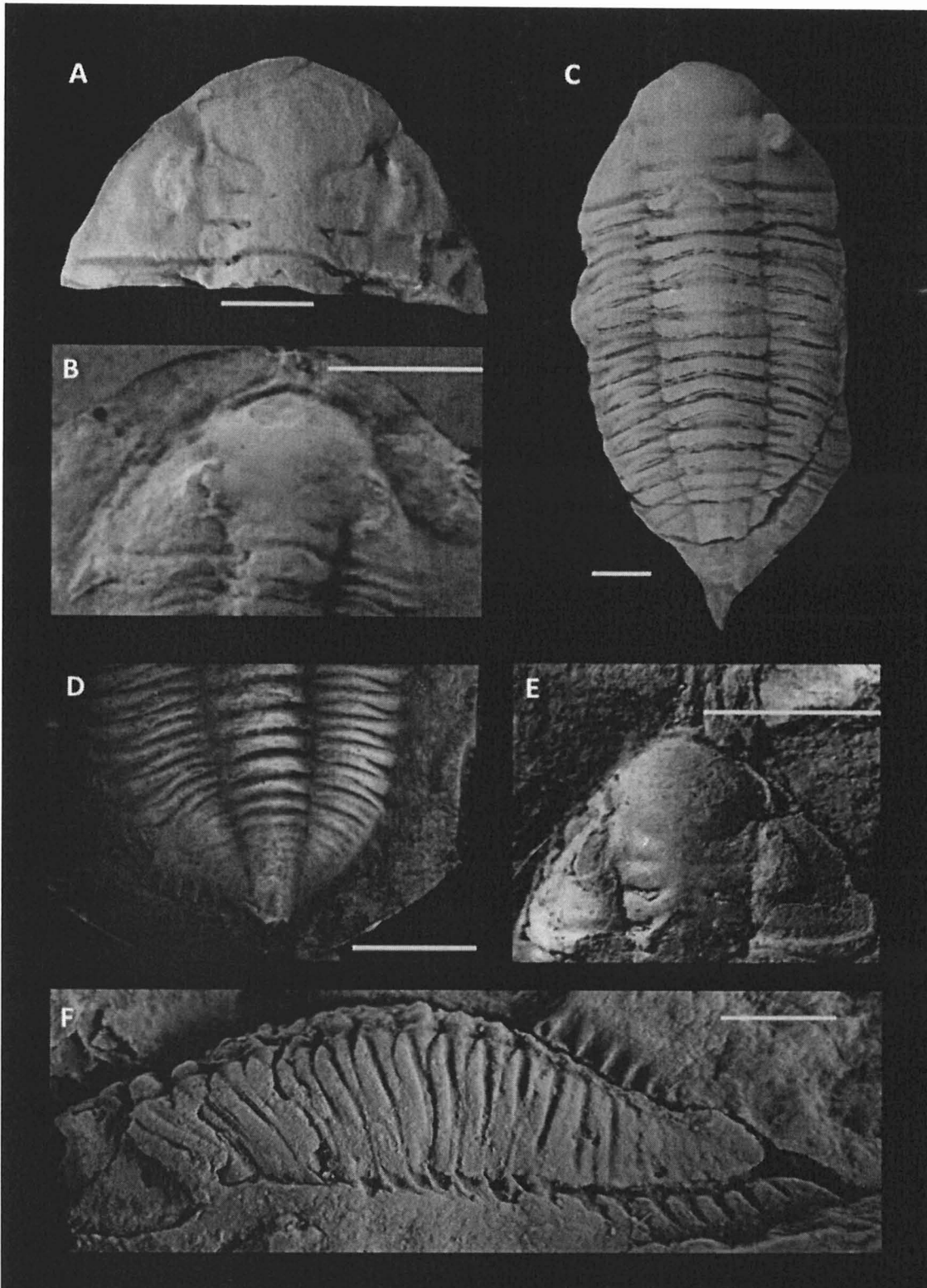


Figura 3 - A-F - *Calmonia signifer*. A - DGM25; molde interno do céfalo anteriormente designado como holótipo de *Kozlowkiapis subseciva*. B - GP/1E7490; molde de látex de um céfalo com espinhos frontal e genais. C - Holótipo: DGM17; molde interno completo. D - GP/1C423; molde de látex de pigídio e parte do tórax, com espinhos pleurais preservados e terminal quebrado. E - NR3133B; molde interno de um céfalo com o processo frontal. F - NR3878; molde interno, mostrando evidências dos frágeis espinhos. Escala = 5mm.



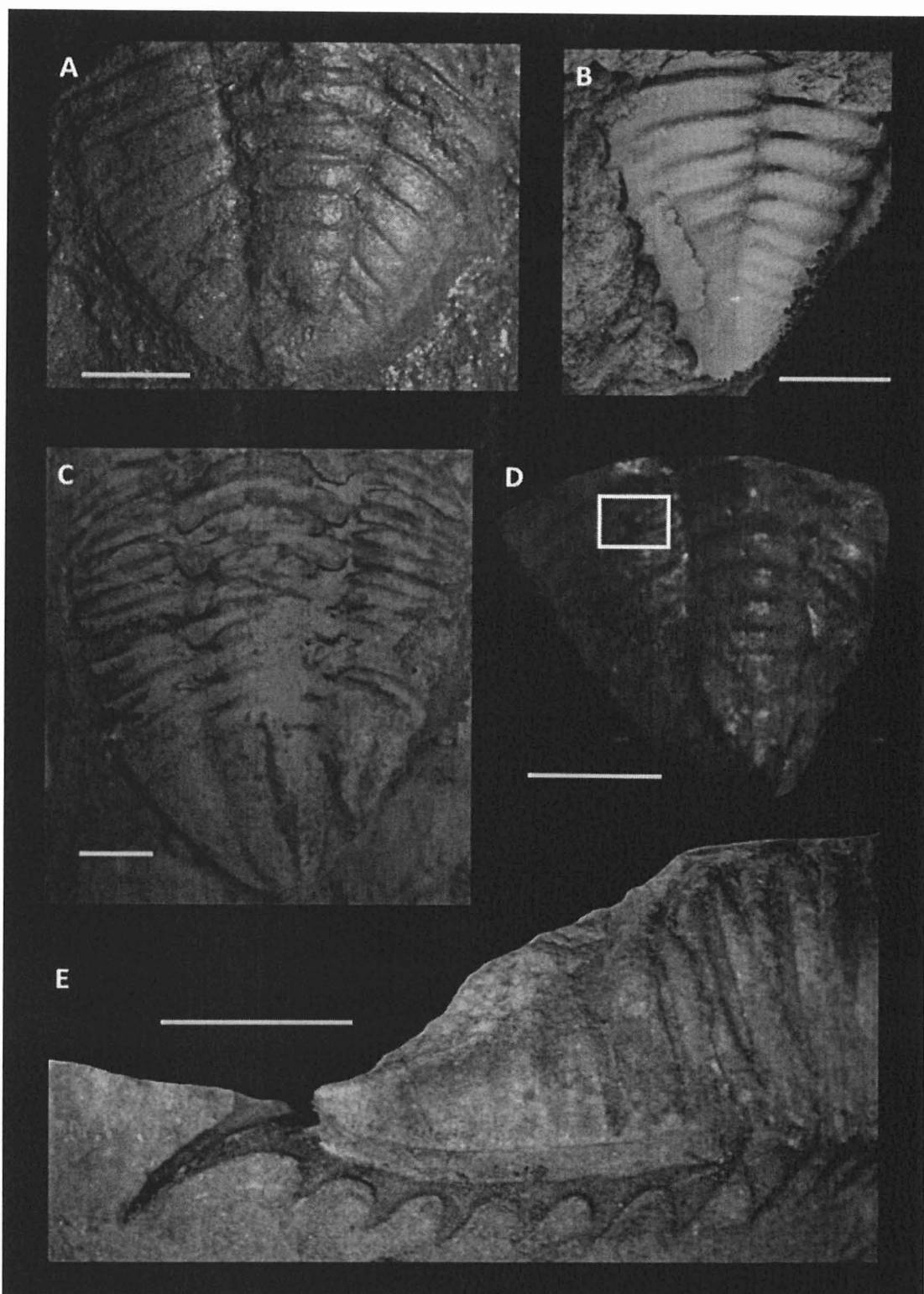


Figura 4 - A-E - *Calmonia signifer*. A - DGM25; molde interno do pigídio anteriormente designado como holótipo de *Kozlowkiapis subseciva*. B - TPG1; molde interno de pigídio com 6 espinhos pleurais preservados. C - CPUFPR-80; molde interno esfoliado de pigídio, mostrando evidências de espinhos pleurais perdidos em volta da margem. D - DGM19; molde interno do pigídio anteriormente designado como o holótipo de *Calmonia ? gonzagana*, mostrando a suposta tuberculação. E - DGM3709; molde interno de tórax e pigídio, com evidências de dos espinhos frágeis perdidos. Escala = 5mm.

Similarmente, Clarke (1913) descreveu e nomeou um pigídio encontrado em Jaguariaíva como *Calmonia ? gonzagana*, o qual também foi comparado com *C. signifer*, diferindo-os na ausência de espinhos pleurais e presença de tubérculos axiais. A análise deste pigídio (DGM19, Fig. 4D) não revelou nenhuma tuberculação, a não ser por um pequeno caroço que não parece ter origem biológica, mas sim tafonômica, uma vez que a tuberculação encontrada em trilobitas geralmente é muito mais vistosa e se distribui de forma organizada ao longo do exoesqueleto, o que não corresponde ao holótipo de *C. ? gonzagana* (fig. 4D).

O problema de se utilizar apenas espinhos para separar espécies é que é necessário considerar que tais estruturas são extremamente frágeis e passíveis de serem quebradas ou perdidas pelo processo de fossilização (Figs. 3C-D e F, 4). De fato, são raros os fósseis em que os 6 pares de espinhos pleurais + o espinho terminal inteiro estão preservados. Além disso, os pigídios identificados como *K. subseciva* e *C. ? gonzagana* possuem margens laterais e posteriores esfoliadas e/ou quebradas, o que pode explicar a ausência de espinhos pigidiais (Fig. 4A, C e D). Logo, *K. subseciva* e *C. ? gonzagana* são aqui consideradas como sinônimas de *C. signifer*.

Clarke (1913) também designou uma variação da espécie *C. signifer* como *Calmonia signifer* var. *micrischia*, ressaltando que essa espécie representa uma transição interessante entre os gêneros *Calmonia* e *Pennaia* (Fig. 5), porque ela possui 4 pares de espinhos e costelas pleurais no pigídio (1 par a menos do que se encontra em *Calmonia* e 1 par a mais do que se encontra em *Pennaia*). No entanto, a análise desses exemplares, especialmente o holótipo (DGM22, Fig. 6C), revelou que o pigídio está muito mais próximo do gênero *Pennaia* do que de *Calmonia*. Apesar do pigídio apresentar 4 pares de costelas, ele não está ornamentado com 4 pares de espinhos pleurais, mas sim com 3 pares, os quais correspondem em posição aos espinhos pigopleurais encontrados nos pigídios de *Pennaia*. Além disso, a forma arredondada, compacta e semielíptica do micropigídio, indica que *C. signifer* variação *micrischia* provavelmente pertence ao gênero *Pennaia* (Figs. 5B-E, 6A-C). Neste trabalho, essa espécie então é considerada como sinônima de *P. pauliana*, já que apenas o número de costelas pigidiais os diferenciam.

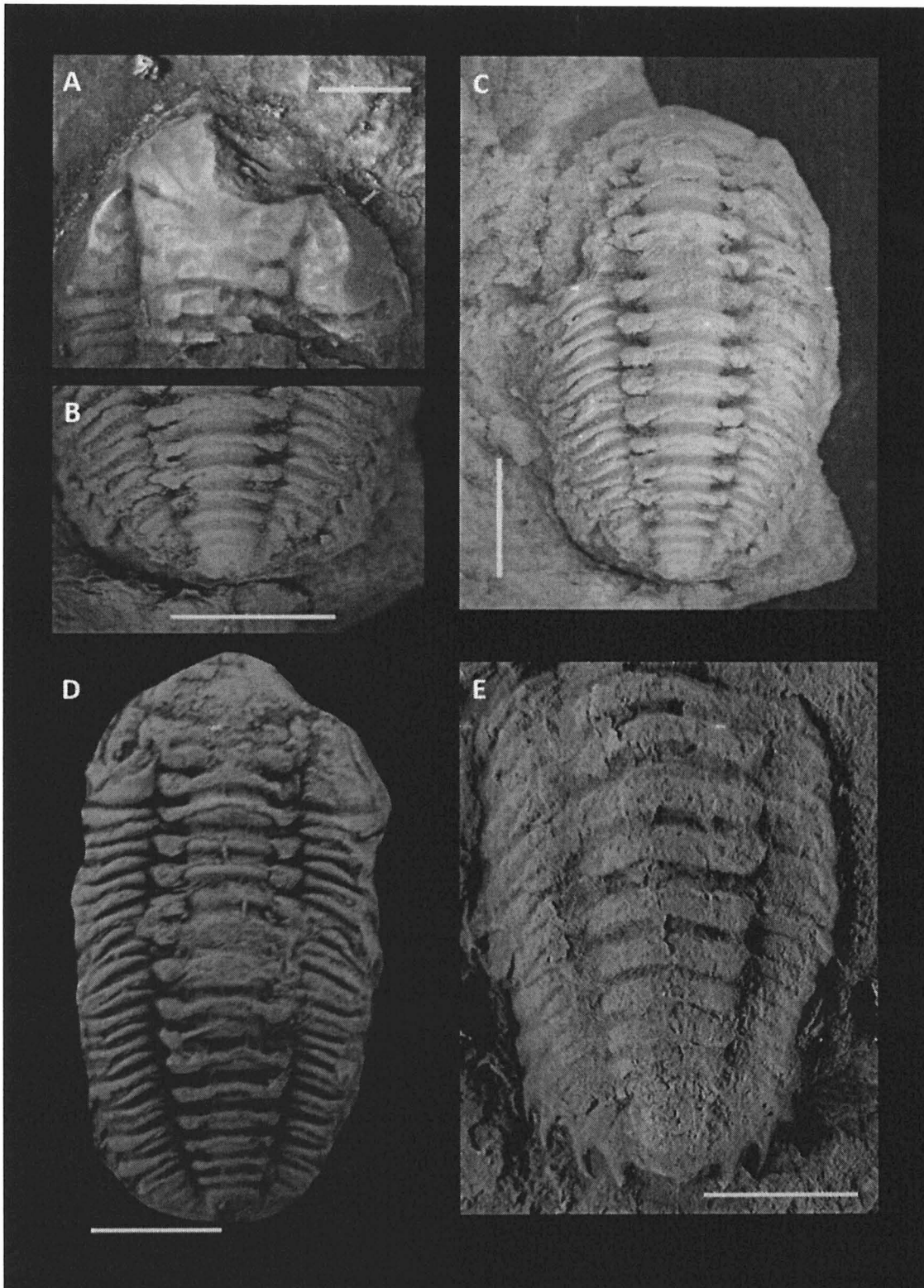


Figura 5 - A-E - *Pennaia pauliana*. A - Holótipo: DGM74; molde interno de céfalo quebrado. B - TPg211; molde interno de um micropigídio e parte do tórax. C - Tpg211; molde interno do tórax e pigídio. D - DZP-17461; molde interno do exoesqueleto. E - GP/1E7491; molde de látex de um tórax e pigídio, com os 3 pares de espinhos característicos preservados. Escala = 5mm.

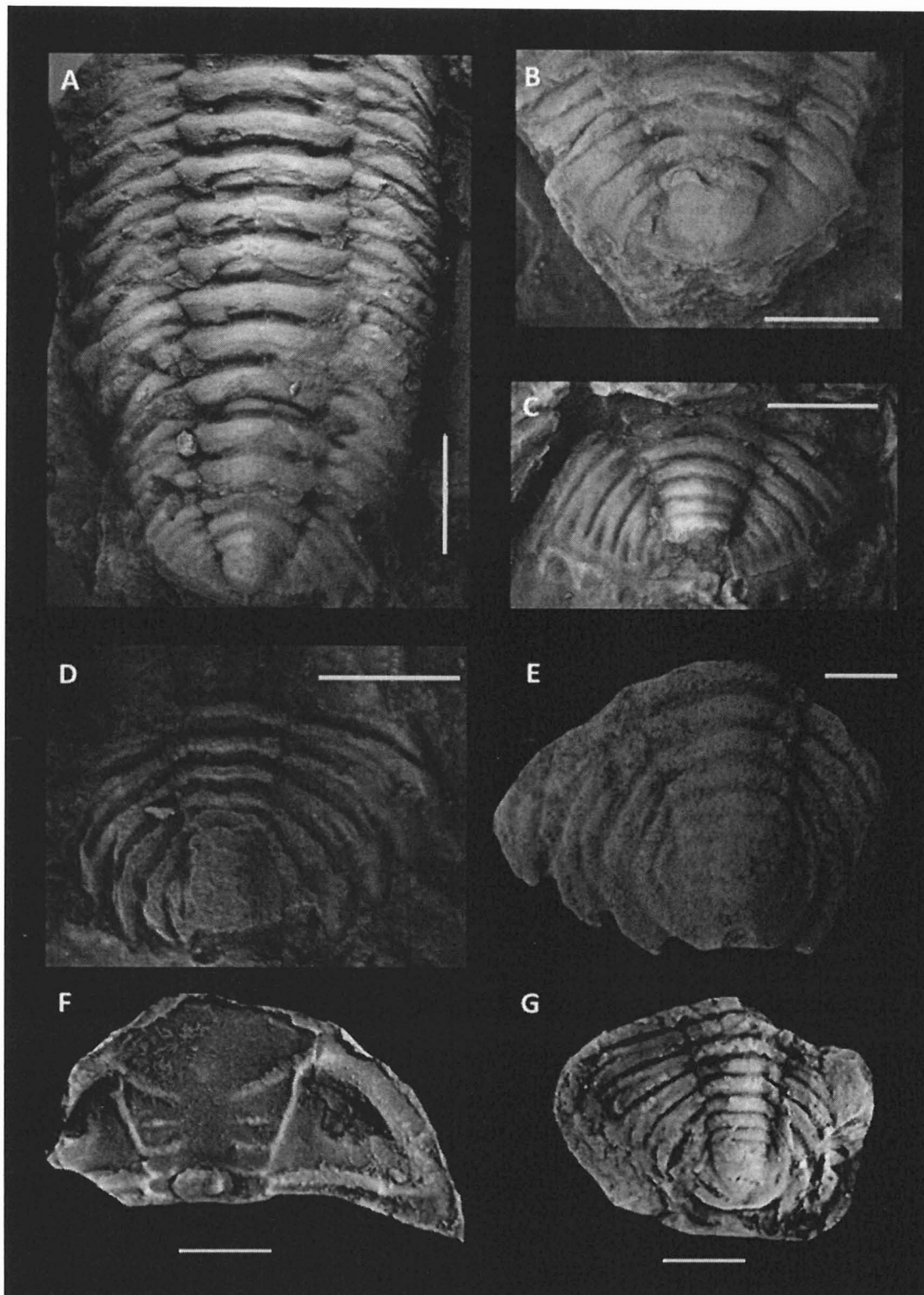


Figura 6 - A-C - *Pennaia pauliana*. A - Holótipo: DGM71; tórax e pigídio. B - Holótipo: DGM71; micropigídio em detalhes. C - DGM22 - pigídio anteriormente designado como holótipo de *Calmonia signifer* var. *micrischia*. D - *Metacryphaeus australis*: NR3167; pygídio com as lapelas pleurais preservadas. E-G - *Metacryphaeus rotundatus*. E - DGM69; pigídio anteriormente designado como holótipo de *Tibagya parana*. F - DZP-18626; molde externo de um céfalo. G - DZP-18570a; molde interno de um pigídio. Figuras F e G adaptado de Soares *et. al*, 2008b. Escala = 5mm.



### 3.2. Problemas encontrados em *Metacryphaeus* (Reed, 1907)

Popp (1985) designou a espécie *Metacryphaeus granulata* baseada em apenas um exemplar representado por um céfalo (Fig. 7E e G). A única característica que foi considerada para distinguir *M. granulata* de *M. australis* foi a presença de granulação nas genas e na superfície cefálica. No entanto, essa não foi uma designação apropriada, pois existem céfalos de *M. australis* com essa granulação (Lieberman *et al.*, 1993) (Fig. 7D). Na Formação Ponta Grossa, é muito comum encontrar espécimes com superfície lisa (Fig. 7B-C), e a análise de céfalos esfoliados revelou que em alguns desses fósseis, era possível ver evidências ou traços de granulação, e em outros casos, foram vistos granulação parcial na superfície cefálica (Fig. 7H). Isso demonstra que a granulação é um caráter que pode ser perdido devido ao intemperismo e/ou esfoliação da carapaça. Essa espécie permanece como inválida (*nomem nudum*), já que nunca foi apropriadamente publicada, mas ela serve como um exemplo de como uma estrutura morfológica pode ser alterada por processos tafonômicos.

Popp (1985) também descreveu a espécie *Metacryphaeus sedori*, baseada em um exemplar deformado, esfoliado e achatado (Fig. 7F). Os caracteres que a diferenciam de *M. australis* são os ângulos genais mais arredondados, S2 confluyente com sulcos axiais e arqueamento cefálico moderado. A análise do holótipo (NR3202, Fig. 7F) não corroborou tais afirmações, pois os ângulos genais e arqueamento cefálico não diferem do que é geralmente encontrado em *M. australis*. Além disso, S2 não alcança os sulcos axiais já que L2 e L3 estão fundidos. De qualquer modo, a confluência dos sulcos glabulares com os sulcos axiais é um caráter que deve ser visto com cuidado, pois nos céfalos de trilobitas da Formação Ponta Grossa, que demonstram alto grau de esfoliação e/ou compactação, os sulcos podem ser muitas vezes preenchidos ou apagados, dando impressões errôneas sobre a existência ou não de ligação entre os sulcos. Portanto, *M. sedori* permanece como espécie inválida (*nomem nudum*), pois não há diferenças diagnósticas significativas para distingui-la de *M. australis*.

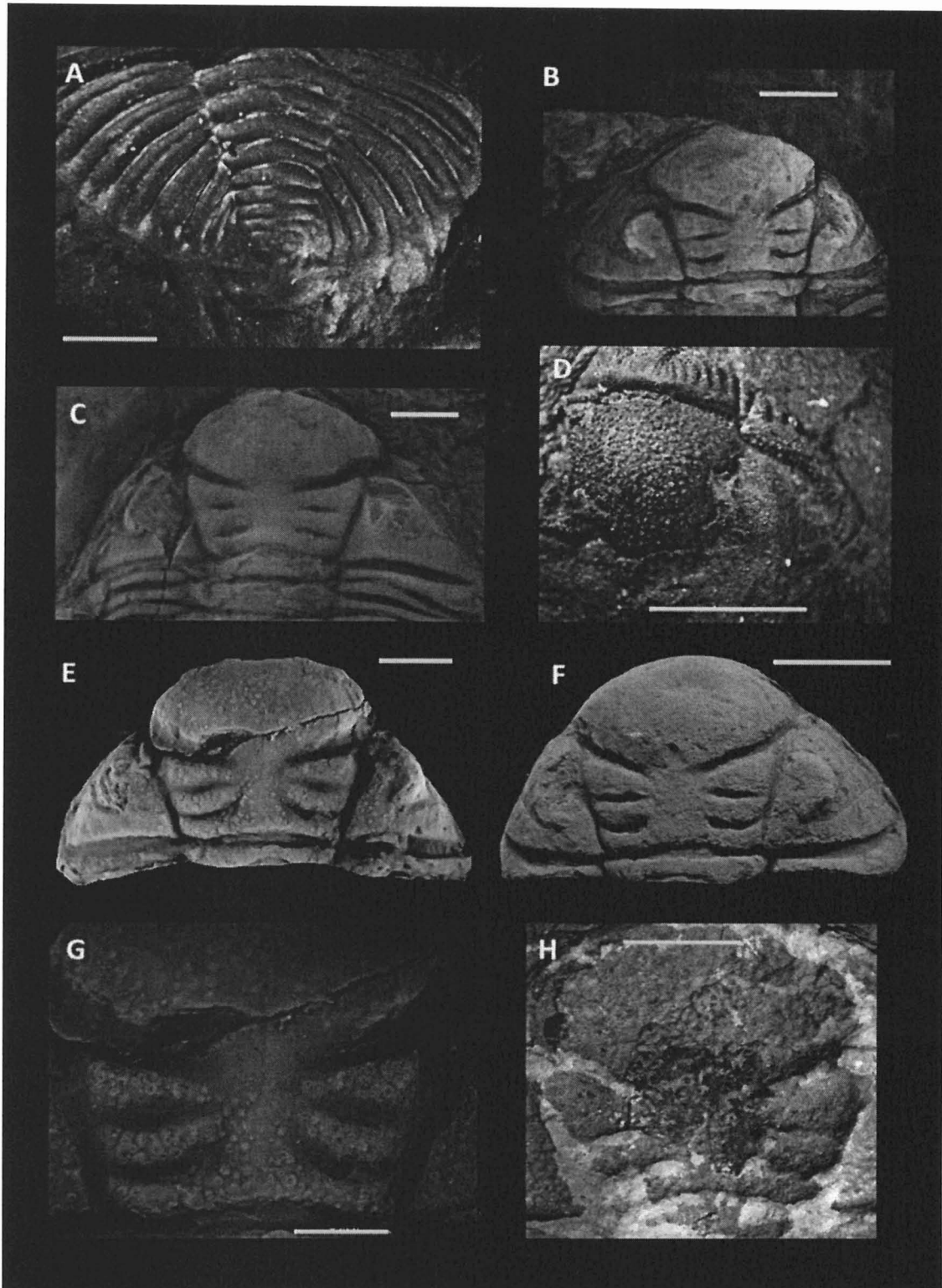


Figura 7 - A-H - *Metacryphaeus australis*. A – GP/1C402; molde de látex de um pigídio. B – NR3290; molde interno de um céfalo. C - Holótipo: DGM31; molde interno de um céfalo. D - GP/1E7492; molde de látex de um céfalo, com granulação visível no lobo frontal. E - NR3130; céfalo anteriormente designado como holótipo *Metacryphaeus granulata*, com a superfície granulada. F – NR3202; céfalo anteriormente designado como holótipo de *Metacryphaeus sadori*. G - NR3130; granulação glabellar. H – TPg3b; molde interno esfoliado da glabella, com granulação parcial. Escala = 5mm.

Struve (1958) renomeou um pigídio identificado por Clarke (1913) como *Homanolotus parana*, principalmente por não apresentar nenhuma similaridade com a família Homanolotiidae (Thomas, 1977). No entanto, Struve (1958) não incluiu esse pigídio em uma das espécies já estabelecidas, elegendo um novo gênero monoespecífico, *Tibagya parana* (Fig. 6E). Apesar da similaridade dessa amostra com os pigídios de *M. australis*, o autor diferenciou essas espécies fundamentando-se nas lapelas pigopleurais, que são mais espessas do que as lapelas encontradas em *M. australis*, e também nos 4 pares de costelas e lapelas pigidiaias, os quais diferem dos 5 pares tradicionais do gênero *Metacryphaeus*. O holótipo de *Tibagya parana* (DGM69, Fig. 6E), no entanto, está incompleto, o que não possibilitou a determinação de que há apenas 4 pares de costelas e lapelas. Provavelmente, havia 5 pares no pigídio mas um deles pode ter sido perdido, o que acontece com frequência nos trilobitas em geral, não só gênero *Metacryphaeus*. A espessura das lapelas pleurais, por outro lado, são conspicuamente diferentes das lapelas encontradas nos pigídios de *M. australis* (Figs. 6D e 7A). Porém, a presença de lapelas pigopleurais mais espessas e arredondadas, bem como a terminação arredondada do pigídio indicam que esse exemplar corresponda na verdade a *Metacryphaeus rotundatus* (Fig. 6F-G). Dessa forma, *T. parana* foi considerada aqui como sinônimo de *M. rotundatus*.

### 3.3. Problemas encontrados em *Paracalmonia* (Clarke, 1913)

Clarke (1913) descreveu a espécie *Paracalmonia pessula* baseando-se apenas em um exemplar (Figs. 8F e 9A), diferenciando-a de *Paracalmonia cuspidata* pelo tamanho do processo mediano frontal, que é do mesmo tamanho que o céfalo, em contraste com o tamanho do processo frontal de *P. cuspidata*, o qual é maior do que o comprimento do céfalo (Fig. 8A-C). Além disso, Clarke (1913) também utilizou a forma arredondada do pigídio e a ausência de espinhos pigidiaias em *P. pessula* para distinguir as espécies. Como já mencionado anteriormente, a ausência dos espinhos pigidiaias é um caráter dúbio que deve ser considerado com cuidado, ainda mais quando se trata do pigídio de *P. pessula*, uma vez que foi descrito apenas a partir de um exemplar mal preservado e, portanto, com grande chance dos espinhos terem sido perdidos durante o processo de fossilização (Fig. 9A).

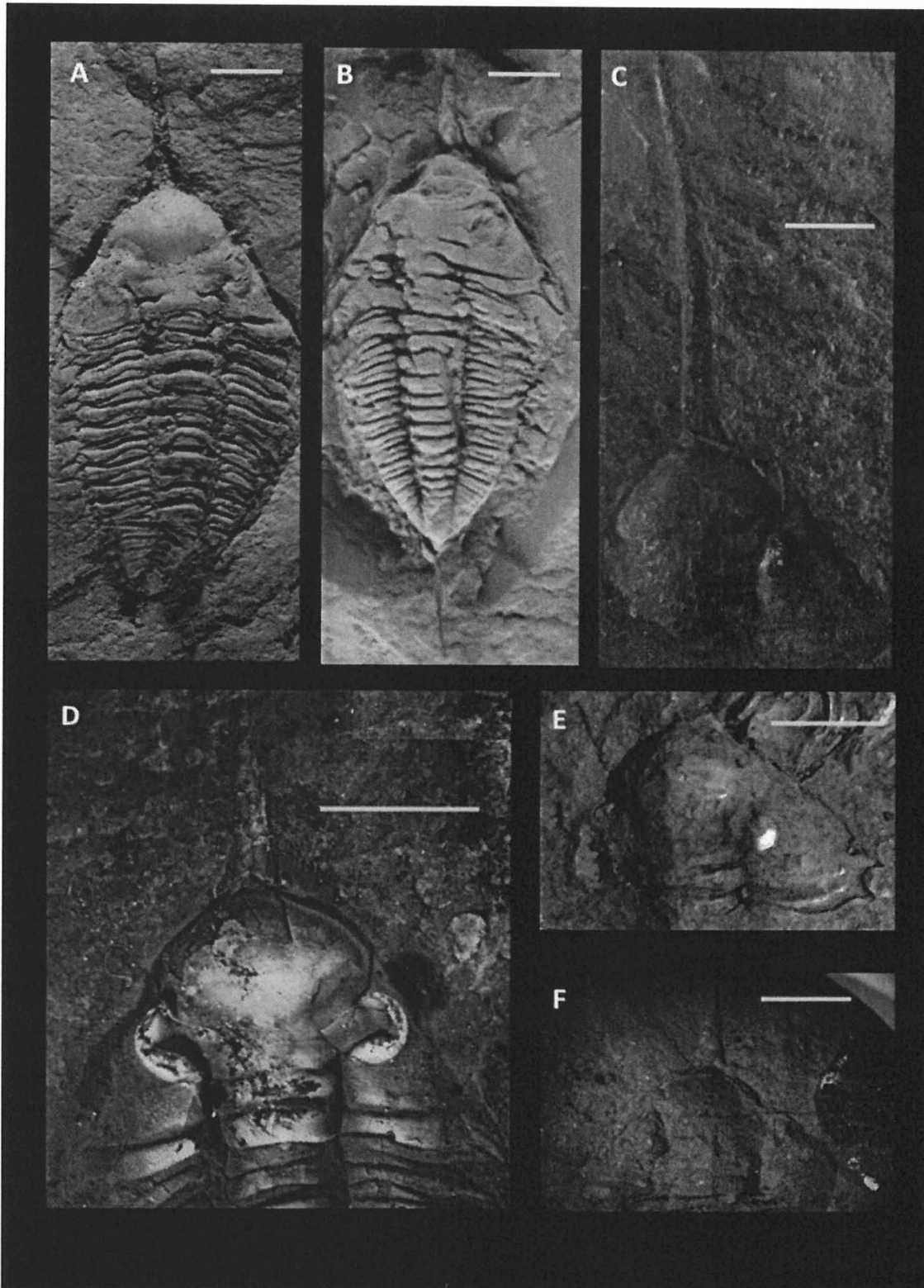


Figura 8 - A-F - *Paracalmonia cuspidata*. A - CUFPR-31256; molde interno de um exoesqueleto; foto tirada por Popp *et al*, 1996. B - NR2265A; molde interno de um exoesqueleto. C - Holótipo: DGM78; molde interno de céfalo, com longo espinho frontal. D - GP/1C404; molde de látex de um céfalo, com espinho frontal menor. E - DGM1580; molde interno de um céfalo, com o característico par de espinhos genais. F - DGM85; molde do céfalo anteriormente designado como holótipo de *P. pessula*. Escala = 5mm.



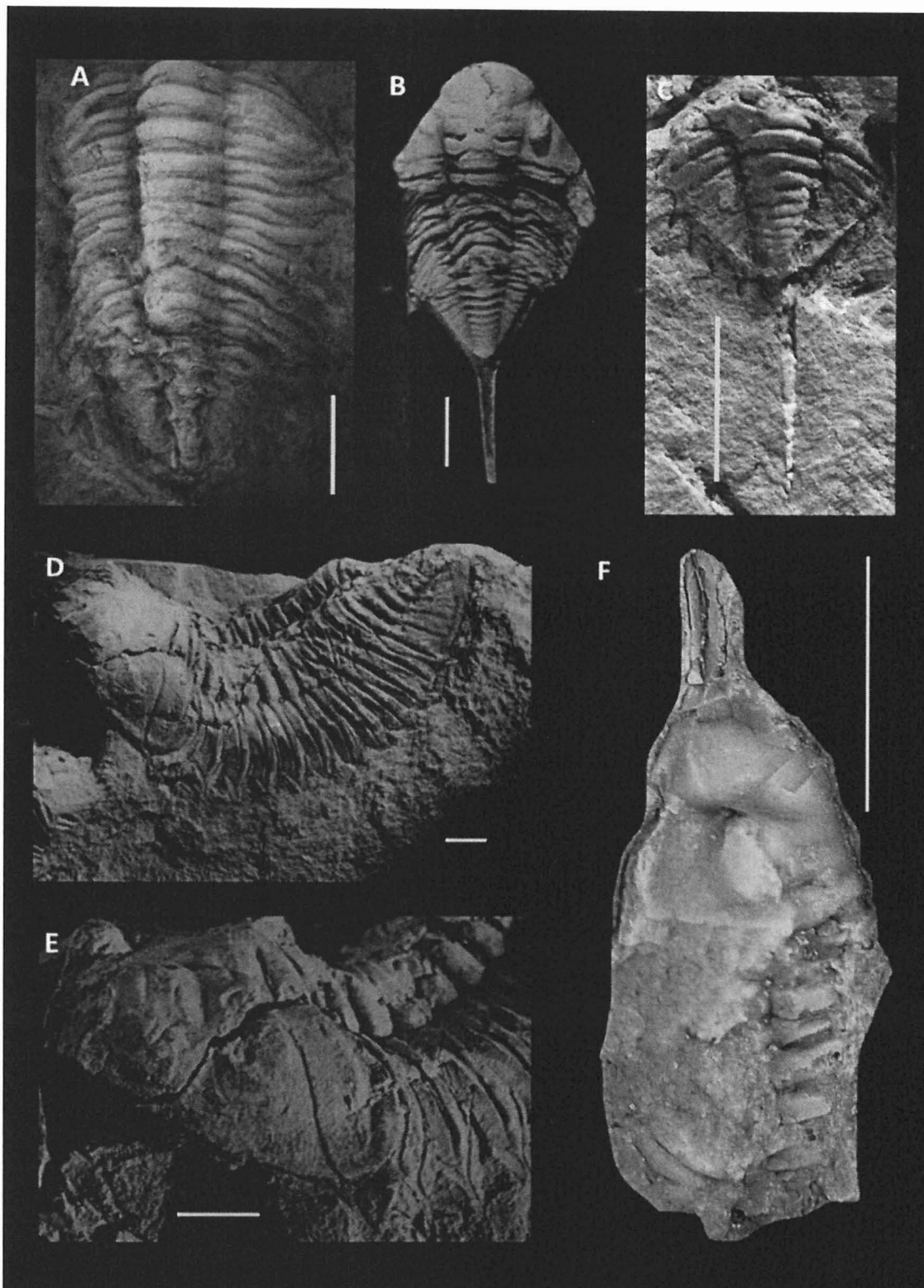


Figura 9 - A-F - *Paracalmonia cuspidata*. A – DGM85; exemplar anteriormente designado como holótipo de *P. pessula*. B - DGM 3708; exemplar anteriormente designado como holótipo de *P. mendesi*; foto adaptada de Carvalho & Edgecombe, 1991. C - NR3195; pigídio com espinhos. D – NR3161; exemplar anteriormente designado como holótipo de *P. salamunii*. E – NR3161, detalhe da glabela. Fotos C-E tiradas por Popp *et al*, 1996. F - DZP-18419; céfalo; foto adaptada de Soares *et al*, 2008b. Escala = 5mm.

O único caráter então que distingue *P. pessula* de *P. cuspidata* é o tamanho do espinho cefálico em relação ao comprimento do céfalo. Na Formação Ponta Grossa é muito difícil encontrar espécimes de *Paracalmonia* com o espinho frontal completo, especialmente quando são tão longos como no caso de *P. cuspidata* (Fig. 8). No entanto, uma importante observação surgiu a partir da análise de vários exemplares, incluindo aqueles descritos e identificados por Clarke (1913), ou seja, não há uma regra clara para o tamanho do espinho frontal dos fósseis classificados como *P. cuspidata* e *P. pessula*, podendo variar desde o tamanho do espinho sendo apenas um pouco maior do que o do céfalo ou do próprio tamanho do céfalo (Fig. 8A-B e D), enquanto outros chegavam ao dobro do tamanho do céfalo (Fig. 8C). Isso indica que apenas o tamanho do espinho frontal não deve ser um caráter utilizado para diagnose de táxons. Portanto, *P. pessula* e *P. cuspidata* foram aqui consideradas sinônimas, e os tamanhos distintos dos espinhos frontais são, provavelmente, uma variação intraespecífica.

Popp *et al.* (1996) designou 3 novas espécies de *Paracalmonia* baseando-se principalmente em caracteres concentrados na glabela. Popp *et al.* (1996) distinguiu *P. paranaensis* de *P. cuspidata* por possuir o lobo frontal e L3 mais inflados. Entretanto, Soares *et al.* (2008b) notaram que os lobos glabulares dos espécimes de *P. cuspidata* estavam comprimidos, e portanto suspeitaram que espécimes de *P. paranensis* correspondiam na verdade a espécimes bem preservados de *P. cuspidata*, sugerindo-os como sinônimos (Fig. 9F).

Carvalho & Edgecombe (1991) identificaram o exemplar DGM3708 (Fig. 9B) como *P. cuspidata*. Popp *et al.* (1996), elegeu essa amostra como holótipo de *P. mendesi*, cuja diagnose foi a presença de lobo glabular frontal inflado. Aplicando o raciocínio apresentado por Soares *et al.* (2008b), é possível que os espécimes de *P. mendesi* representem também exemplares bem preservados de *P. cuspidata* (Fig. 9B). A partir da análise dos espécimes de *P. mendesi* e *P. cuspidata*, foi possível manter a identificação sugerida por Carvalho & Edgecombe (1991). Dessa forma, *P. mendesi* foi considerada como sinônima de *P. cuspidata*.

A terceira espécie descrita por Popp *et al.* (1996), a partir de um único exemplar, é *Paracalmonia salamunii*. Essa espécie difere de *P. cuspidata* também por diferenças na glabela, incluindo o S3 sinuoso e sulcos axiais rasos em volta de L2 e L3. É importante ressaltar que o holótipo (NR3161) utilizado para validar esse táxon apresenta preservação precária, especialmente na glabela, pois está

fraturado, deformado e esfoliado (Fig. 9D-E). Os lobos glabulares laterais estão muito apagados, bem como os sulcos glabulares. Portanto, a condição preservacional do holótipo e os caracteres utilizados para diagnosticar *P. salamunii* não são adequados para designação de um novo táxon, sendo *P. salamunii* aqui também considerado como sinônimo de *P. cuspidata*. Desse modo, o gênero *Paracalmonia* tornou-se então monoespecífico (Figs. 8 e 9).

### 3.4. Novo gênero *Paraphacopina* Mori & Leme, 2013

Além da identificação de tafotaxons, a revisão sistemática de Calmoniidae da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, também revelou a presença de um novo gênero monoespecífico, *Paraphacopina polygona* (Fig. 10C-D). Este gênero destaca-se entre os outros calmoniídeos por apresentar um distinto formato corporal (quase retangular), mas principalmente pelo tamanho e formato da glabela, que se estende por grande parte do céfalo, deixando as genas muito finas (Fig. 10C-D). O formato da glabela é particularmente interessante, pois diferentemente dos outros calmoniídeos, ela não tem um arredondamento tão acentuado no contorno e apresenta um formato mais compacto e quase poligonal (retangular).

Primeiramente, foi considerada a possibilidade desse espécime pertencer ao gênero *Phacopina* Clarke, 1913 (Fig. 10E-F), pois ambos gêneros apresentam uma glabela grande e genas finas. Espécies de *Phacopina* nunca foram documentadas na Formação Ponta Grossa, apesar de terem sido descritas no Brasil, particularmente na Formação Maecuru do Devoniano da Bacia Amazônica (Silva & Fonseca, 2005). No entanto, *Paraphacopina polygona* distingue-se de *Phacopina* pois os sulcos axiais em volta de glabela são muito mais retos, o que confere um formato mais poligonal e retangular à glabela em contraste à glabela mais arredondada e trapezoidal de *Phacopina*. As genas também são muito mais finas e retas em *Paraphacopina polygona*, e os olhos desta espécie são menores e não tão arredondados quanto em *Phacopina*. Além disso, o novo gênero não compartilha os caracteres diagnósticos de *Phacopina*, como a obscuridade dos sulcos glabulares S2 e S3 (Whittington *et al.*, 1997). Portanto, esse novo gênero pode ser validado por ter sido baseado em um exemplar conspicuamente diferente, com caracteres diagnósticos que não podem ter sido resultantes de alterações tafonômicas.

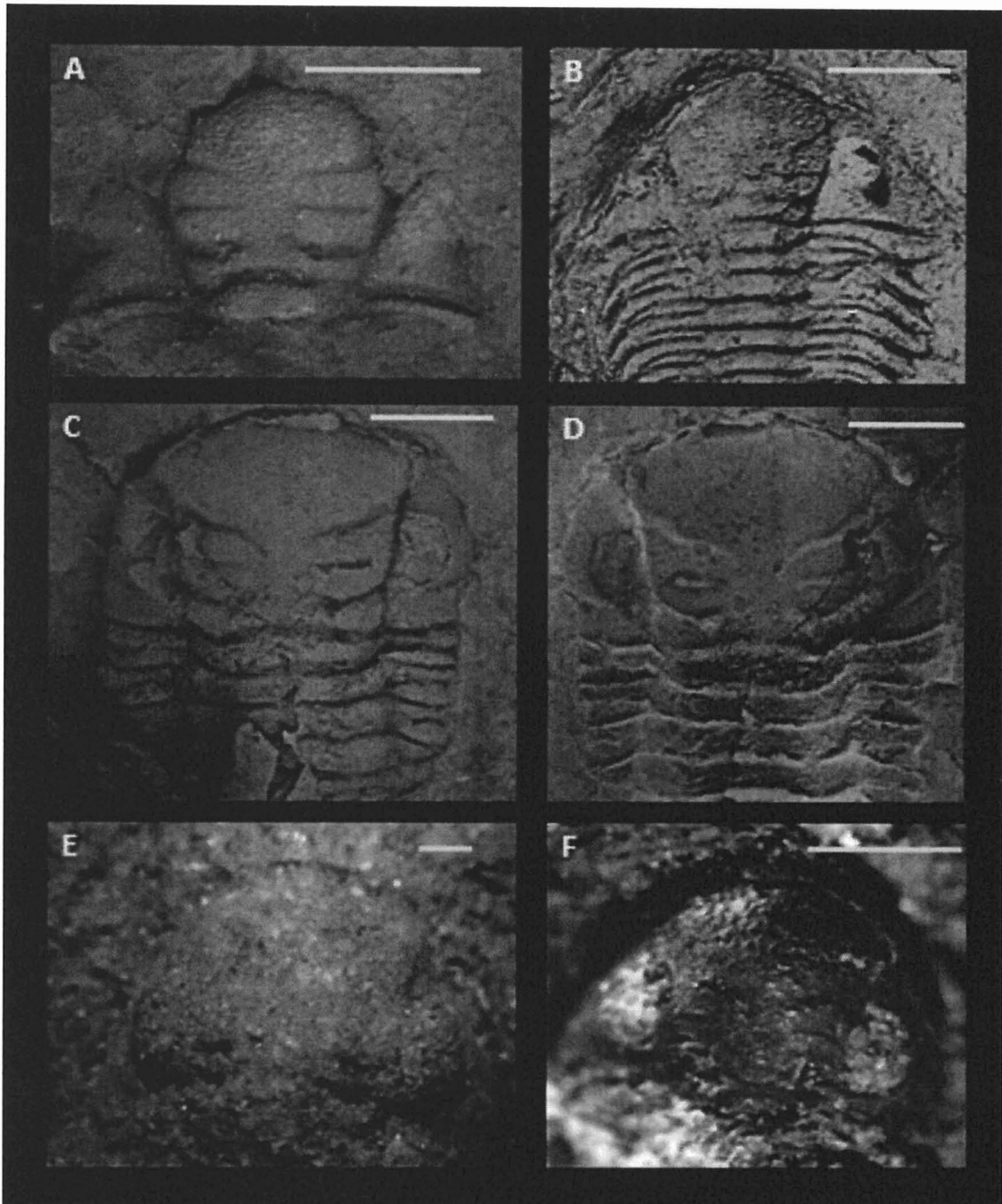


Figura 10 - A-B - *Paranacaste pontagrossensis*. A - GP/1E7488; molde interno da glabella, com granulação distinta. B - Holótipo: 127Tr; molde de látex do céfalo e parte do tórax; foto adaptada de Carvalho & Edgecombe (2006). C-D - *Paraphacopina polygona*. C - GP/1E7493; molde de látex do céfalo e parte do tórax. D - Holótipo: NR5951B; molde externo do céfalo e tórax. E-F - *Phacopina brasiliensis*. E - MN3390-I - molde interno de céfalo; F - MN3376-I - molde interno de céfalo; fotos E-F adaptadas de Silva & Fonseca, 2005. Scale bar = 5mm.

### 3.5. Nova ocorrência de *Paranacaste pontagrossensis* Popp, 1985

Um novo espécime de *Paranacaste pontagrossensis* encontrado no município de Jaguariaíva, mais especificamente no afloramento próximo ao ramal ferroviário, foi aqui analisado (Fig. 10A). Esse fóssil consiste de um molde interno e externo de uma glabela, com a granulação preservada. Esta amostra apresenta os caracteres diagnósticos de *P. pontagrossensis*, como a glabela larga, inflada e arredondada, com granulação conspícua (Fig. 10A-B). Isto representa uma nova ocorrência deste gênero monoespecífico, fortalecendo seu *status* como táxon válido.

## 4. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados apresentados neste trabalho, as seguintes conclusões foram obtidas:

a- *Calmonia signifer* e *Kozlowkiaspis subseciva* (antigamente classificada como *C. subseciva*), assim como *Paracalmonia cuspidata* e *P. paranaenses* são consideradas como sinônimas, como já referido por Soares *et al.* (2008b);

b- *Calmonia ? gonzagana* também foi considerada como sinônima de *C. signifer*, o que torna esse gênero monoespecífico na Formação Ponta Grossa;

c- *Calmonia signifer* var. *micrischia* foi aqui interpretada como sinônima de *Pennaia pauliana*;

d- *Tibagya parana* foi sinonimizada como *Metacryphaeus rotundatus*;

e- *Paracalmonia pessula*, *P. salamunii* e *P. mendesi* foram todas consideradas como sinônimas de *P. cuspidata*, tornando este gênero monoespecífico na Formação Ponta Grossa;

f- Foi documentada uma nova ocorrência de *Paranacaste pontagrossensis*;

g- Foi descrito um novo gênero monoespecífico, *Paraphacopina polygona* baseado em um exemplar conspicuamente distinto, com caracteres diagnósticos que não podem ter sido resultantes de alterações tafonômicas;

h- A lista atualizada das espécies válidas de calmoniídeos da Formação Ponta Grossa, corresponde a um total de 9 espécies, isso é: *Acaste lombardi* Kozlowski, 1913; *Bainella paranaense* Carvalho & Edgecombe, 1991; *Calmonia signifer* Clarke, 1913; *Paracalmonia cuspidata* Clarke, 1913; *Paranacaste*



*pontagrossensis* Popp, 1989; *Pennaia pauliana* Clarke, 1913; *Metacryphaeus australis* Struve, 1958; *Metacryphaeus rotundatus* Lieberman, 1993 e *Paraphacopina polygona* Mori & Leme, 2013;

i- A diversidade da fauna de trilobitas calmoniídeos na Formação Ponta Grossa é menor do que se pensava anteriormente;

j- Os resultados aqui obtidos serviram para fortalecer a ideia de que a designação de novas espécies deve ser realizada perante a presença de diversos espécimes, para que o maior espectro possível de variações tafonômicas e morfológicas decorrentes do processo de fossilização seja identificado, com holótipos bem preservados, o que diminui a margem de erros. Portanto, é importante aliar a tafonomia com o estudo sistemático, a fim de identificar caracteres sujeitos à maior variação tafonômica.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo-Soares, H.L.C. 1999. *Classe Tentaculita na da Formação Ponta Grossa: uma proposta de sistematização*. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 1-132.
- Bosetti, E.P. 1989a. Proposição de uma sistemática artificial para lingulídeos fósseis, baseada no estudo de lingulídeos da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. In: XI Congresso Brasileiro de Paleontologia. *Anais do XI congresso Brasileiro de Paleontologia*, 53 – 71.
- Bosetti, E.P. 1989b. Revisão sistemática dos Lingulida (Brachiopoda : Inarticulata) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do paraná, Brasil In: XI Congresso Brasileiro de Paleontologia. *Anais do XI congresso Brasileiro de Paleontologia*, 72 – 89.
- Carvalho, M.G.P. & Quadros, L.P. 1987. Trilobitas devonianos do flanco noroeste da Bacia do Paraná. In: X Congresso Brasileiro de Paleontologia. *Anais, Rio de Janeiro*, 545-565.
- Carvalho, M. da G.P. de & Edgecombe, G.D. 1991. Lower- early middle Devonian calmonioid trilobites from Mato Grosso, Brazil, and related species from Paraná. *American Museum Novitates*, 3022,1-13.

- Carvalho, M. da G.P. de; Edgecombe, G. D.; Lieberman, B. S. 1997. Devonian Calmoniid trilobites from the Parana Basin, Piauí State, Brazil. *American Museum Novitates*, 3192, 1-11.
- Carvalho, M. da G. P.; Edgecombe, G. D. 2006. *Paranacaste pontagrossensis* Popp, 1989 (Trilobita: Acastoidea): Proposed Conservation of the Taxon. *Journal Information*, 80, n.3, 581-582.
- Ciguel, J.H.G. 1989. *Bioestratigrafia dos Tentaculoidea no flanco oriental da Bacia doParaná e sua ocorrência na América do Sul (Ordoviciano - Devoniano)*. Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, 1-237.
- Clarke, J.M. 1890. As Trilobitas do Grez de Ereré e Maecurú, Estado do Pará, Brasil. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, IX, 1-58.
- Clarke, J.M. 1913. Fósseis devonianos do Paraná. *Monografias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 1, 1-353.
- Cooper, M.R. 1982. A Revision of the Devonian (Emsian - Eifelian) trilobita from the Bokkeveld Group of South Africa. *Annals of the South African Museum*, 89, n.1, 1-174.
- Copper, P. 1977. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian - Famennian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21, 165-207.
- Edgecombe, G.D. 1994. Calmoniid trilobites from the Devonian Fox Bay Formation, Falkland Islands. *New York State Museum Bulletin*, 481, 55-68.
- Eldredge, N. & Ormiston, A.R. 1976. Biogeography of Silurian and Devonian Trilobites of the Malvinokaffric Realm. In: A.J. Boucot & J. Gray (eds.). *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and Changing Environment*. Oregon State Univ. Press, Corvalis, 147-167.
- Ghilardi, R.P. 2004. *Tafonomia comparada e Paleoecologia dos Macroinvertebrados (ênfase em Trilobites), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-bacia Apucarana), Estado do Paraná, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 1-113 .
- Ghilardi, R.P. & Simões, M.G. 2007. History and Development of Trilobite Research in Brazil. IN: D.G. Mikulic, E. Landing & J. Kluessendorf. *Fabulous Fossils – 300 years of worldwide research on trilobites*. *New York State Museum Bulletin*, 507, 97-104.
- Grahn, Y.; Mauller, P.; Breuer, P.; Bergamaschi, S.; Pereira, E.; Bosetti, E. P. 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*, 13, 89-102.
- Holz, M. & Schultz, C.L. 1998. Taphonomy of the south Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. *Lethaia*, 31, n.4, 335-345.
- 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*. UFRGS, Porto Alegre, RS. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, 1-378.
- Kotzian, C. B. & Marchioro, A. 1997. Gastrópodes (Mollusca) devonianos da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná). Gêneros: Ptomatis Clarke, 1899, Pleurotomaria (?) Defrance, 1826 e Platyceras Conrad, 1840. *Ciência e Natura*, 19,143-185.
- 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.
- 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*. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 1-112.
- 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. 2006. *Análise cladística dos Conulatae (Cambriano-Triássico): caracterizando e definindo o escopo de um enigmático grupo de cnidários extintos*. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 1-94.
- Leme, J.M.; Simões, M.; Marques, A.; Iten, H.V. 2008. Cladistic analysis of the suborder Conularinna Miller and Gurley, 1896 (Cnidaria, Scyphozoa, Vendian/Triassic). *Palaeontology*, 51, 649-662.
- Leme, J.M.; Mori, A.S. & Batista, L.A. 2010a. Systematic revision of the Calmoniidae (Phacopida, Trilobita) from the Devonian Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brazil. In: X Congresso Argentino de Paleontologia e Bioestratigrafia e VII Congresso Latino-Americano de Paleontologia", La Plata, Argentina. *Boletim de resumos*, 177-178.



- Leme, J.M.; Simões, M.; Iten, H.V. 2010b. Phylogenetic systematics and evolution of conulariids. Saarbrücken: LAP LAMBERT. Academic Publishing GmbH & Co., 1-49.
- Lieberman, B.S. 1993. Systematics and biogeography of the “*Metacryphaeus* Group” Calmoniidae (Trilobita, Devonian), with comments on adaptative radiations and the geological history of the Malvinokaffric Realm. *Journal of Paleontology*, 67, n.4, 549-570.
- Lucas, S. 2001. Taphotaxon. *Lethaia*, 34, n.1, 30.
- Marchioro, A.; Kotzian, C.B.; Simões, R.I. 1998. Belerofontinas (Mollusca: Gastropoda?) devonianos do Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná): Gênero *Bucanella* Meek, 1871. *Ciência e Natura*, 20, 143-185.
- Marques, R.C. 2006. *Taxonomia dos invertebrados da Formação Ponta Grossa (Eomesodevônico) na borda norte da Bacia do Paraná e análise cladística de espiriferídeos basais*. USP, São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, 1-145.
- Mori, A.S, Leme, J.M. 2012. Revisão Sistemática de Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brail. *In: I Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Invertebrados, Bauru. Boletim de Resumos*, 77.
- Popp, M.T.B. 1985. *Revisão dos trilobitas calmoniídeos e comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano do Estado do Paraná*. UFRGS, Porto Alegre, RS, Tese de Doutorado, Instituto Geociências, 112p.
- Popp, M.T.B. 1989. *Paranacaste* um novo gênero de trilobita da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná. *Anais 11 Congresso Brasileiro Paleontológico, Sociedade Brasileira de Paleontologia*, 1, 19-35.
- Popp, M. T. B.; Coimbra, J. C.; Hauch, A. 1996. Revisão do gênero *Paracalmonia* Struve, 1958 (*Proboloides* Clarke, 1913), Trilobita – um ensaio de sistemática filogenética. *Gaia*, 12, 19-32.
- Quadros, R. 1987. *Paleontologia dos brachiopoda - Lingulida, Strophomenida, Spiriferina, Terebratulida - devonianos, da Serra de Atimã e arredores, Mato Grosso, Brasil*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, 1-87.
- Silva, C.F., and Fonseca, V.M.M. 2005. Hábitos de vida dos trilobitas das Formações Maecuru e Ererê, Devoniano da Bacia do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8, n.1, 73-82.

- Simões, M.G.; Rodrigues, S.; Leme, J. M.; ITEN, H. V. 2003. Some Middle Paleozoic Conulariids (Cnidaria) as Possible Examples of Taphonomic Artifacts. *Journal of Taphonomy*, 1, n. 3, 165-186.
- Simões, MG.; Leme, J. M.; Soares, S.P. 2009. Systematics, taphonomy, and paleoecology of homalonotid trilobites (Phacopida) from the Ponta Grossa Formation. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12, 27-42.
- Soares, S.P. 2007. *Sistemática, Tafonomia e Paleoecologia de Trilobita, Phacopida (Homalonotidae, Calmoniidae), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Sub-bacia Apucarana, Estado do Paraná, Brasil*. USP, São Paulo, SP, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, 1-140.
- 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. ; Leme, J. M. 2008b. O papel da fossilização e do intemperismo na sistemática dos trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae), Formação Ponta Grossa, (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 11, 59-68.
- Struve, W. 1958. Uber einige Fälle von Homonymie bei Gattungen der Phacopacea. *Senckenbergiana Lethae*, 39, 301-302.
- Thomas, A. T. 1977. Classification and phylogeny of homalonotid trilobites. *Palaeontology*, 20, n.1, 159-178.
- Whittington, H. B.; Chaterton, B.D.E.; Speyer, S.E.; Fortey, R. A.; Owens, R.M.; Chang, W.T.; Dean, W.T.; Jell, P. A.; Lawrie, J. R.; Palmer, A. R.; Repina, L. N.; Rushton, A. W. A.; Shergold, J. H.; Clarkson, E.N.K.; Wilmot, N.V. & Kelly, S.R.A. 1997. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. O, Arthropoda 1, Trilobita (revised edition)*. Geological Society of America and The University of Kansas Press, 1-530.
- 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*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Dissertação de Mestrado, 1-120.
- Zabini, C. 2011. *Integração da tafonomia e estratigrafia de sequências no estudo dos lingulídeos da sucessão Devoniana da Bacia do Paraná*. Programa de Pós-graduação da UFRGS. Tese de doutorado, 1-238.



# **ANEXO I:**

**Artigo submetido ao Journal of  
Systematic Palaeontology:**

**“Systematic Revision of Calmoniidae (Trilobita,  
Phacopida) of the Ponta Grossa Formation  
(Devonian), Paraná Basin, Brazil”**

## **Systematic Revision of Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) of the Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil**

MORI, A.S. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental. Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, 05508-900. São Paulo/SP, Brazil. Email: andr\_mori@hotmail.com

LEME, J.M. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental. Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, 05508-900. São Paulo/SP, Brazil. Email: leme@usp.br

## Contents

Abstract	03
Introduction	03
Material and methods	06
Discussion	07
Systematic paleontology	09
Genus <i>Calmonia</i> Clarke, 1913	09
<i>Calmonia signifer</i> Clarke, 1913	10
Genus <i>Pennaia</i> Clarke, 1913	14
<i>Pennaia pauliana</i> Clarke, 1913	14
Genus <i>Metacryphaeus</i> Reed, 1907	17
<i>Metacryphaeus australis</i> Clarke, 1913	18
<i>Metacryphaeus rotundatus</i> Kozłowski, 1923	22
Genus <i>Paracalmonia</i> Struve, 1958	24
<i>Paracalmonia cuspidata</i> Clarke, 1913	25
Genus <i>Paranacaste</i> Popp, 1989	29
<i>Paranacaste pontagrossensis</i> Popp, 1989	29
Genus <i>Paraphacopina</i> gen. nov.	31
<i>Paraphacopina polygona</i> sp. nov.	32
Conclusions	34
Acknowledgements	35
References	34

## Abstract

Previous taphonomic studies about the trilobites of the Ponta Grossa Formation revealed that some species might correspond to taphonomic species, whose characters modified via the fossilization process. This article presents the systematic revision of Calmoniidae, based on data about the influence of taphonomy on the preservation of the diagnostic characters of this group. The most current tally identified 17 species of calmoniids, a number that is inaccurate because it included invalid species, not to mention taphonomic species. The results show that at least 9 species of calmoniids can be considered as artificial: *Kozlowkiaspis subseciva*, *Calmonia ? gonzagana*, *C. signifer* var. *micrischia*, *Metacryphaeus granulata*, *M. sadori*, *Tibagya parana*, *Paracalmonia pessula*, *P. salamunii* and *P. mendesi*. All these species were hereby synonymized with previously erected species. Also, the new trilobite genus and species *Paraphacopina polygona* is described for the first time in the Ponta Grossa Formation. The revised number of valid calmoniid species now stands at 9, which is very different from what was previously thought. This systematic revision highlighted the importance of allying a taphonomic vision with the taxonomic studies in order to reach a more accurate depiction of the calmoniid diversity, and to avoid the creation of artificial taxa.

Key words: trilobite, Calmoniidae, Devonian, Ponta Grossa Formation, Paraná Basin

## Introduction

The marine macroinvertebrate fauna of the Devonian in Paraná, Ponta Grossa Formation is one of the most diverse faunas of the Paleozoic in Brazil. This fauna includes cnidarians (*e.g.* conulariids), brachiopods (*e.g.* linguliforms and rinchoneliforms), mollusks (*e.g.* bivalves, gastropods, tentaculitids, cephalopods), echinoderms (*e.g.* crinoids) and arthropods, including the



trilobites. In fact, trilobites are amongst the most common and conspicuous groups of the fossil record in the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Apucarana Sub-basin.

Calmoniidae is a trilobite family that stands out in the Ponta Grossa Formation, for it is the most abundant and diverse group of trilobites. Previous studies focused on the species of this phacopidean group (Clarke, 1913; Popp, 1985; Carvalho & Edgecomb, 1991; Popp *et al.*, 1996; Carvalho *et al.*, 1997, Soares *et al.*, 2008a, Leme *et al.*, 2010), most likely due to its preservation conditions and the abundance in certain strata, particularly in the pelitic facies, generated within or under the storm wave base level.

The studies with calmoniids in the Ponta Grossa Formation began with the classic monograph written by Clarke (1913), who described not only trilobites, but also several other groups of marine invertebrate of the Ponta Grossa Formation. After this, many other authors have contributed to the studies of this family (Clarke, 1890; Clarke, 1913; Kozłowski, 1913; Struve, 1958; Copper, 1977; Eldredge & Ormiston, 1976; Cooper, 1982; Carvalho & Edgecombe, 1991; Popp *et al.*, 1996; Ghilardi & Simões, 2007, Leme *et al.*, 2010).

Popp (1985) reviewed the calmoniids of the Ponta Grossa Formation in her monograph, designating 6 new species, 5 of which are considered invalid because they were never duly published. A few years later, Popp *et al.* (1996), revised the *Paracalmonia* genus, erecting 3 new species, whose current standings are discussed in this paper.

Ghilardi and Simões (2007) presented a historical synthesis of the development of paleontological researches with trilobites in Brazil, and also compiled a general list of valid calmoniid species described in the Paraná Basin, which was later updated by Soares *et al.* (2008a), closing the official number to 17 different species of calmoniids.

However, Soares *et al.* (2008b) stated that the calmoniid diversity in the Paraná Basin is potentially lower, because some of these species might be taphonomic species that were erected based on diagnostic characters that were altered via the fossilization process or by weathering (Holz & Schultz, 1998; Simões *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2008b; Simões *et al.*, 2009), singling out specifically two taxonomic problems (*Calmonia subseciva* being a synonym of *C. signifer* and *Paracalmonia paranaensis* being a synonym of *P. cuspidata*). This fact is particularly evident in the trilobite specimens that were preserved in different lithotypes (*e.g.* sandstones *versus* mudstones), with distinct degrees of compression and weathering (Soares *et al.*, 2008b).

More recently, Leme *et al.* (2010) and Mori & Leme (2012) presented preliminary data from a systematic revision of Calmoniidae from the Ponta Grossa Formation. Such data revealed that it's possible to assert that at least 5 of the 17 described calmoniid species correspond to taphotaxa. However, these same authors highlighted the fact that a more comprehensive study would be necessary to attain the solution for the taxonomic problems, as well as to accomplish a finely resolved and aptly structured systematic revision. Based on these observations, the current status of the calmoniid species can be questioned.

Hence, the main goal of the present contribution is a systematic revision of the Calmoniidae from the Ponta Grossa Formation, Sub-basin Apucarana, involving a taphonomic analysis of this family, and putting emphasis in the effect that taphonomic characters, and consequently the taphotaxa, have on the systematics of the calmoniids.

## Materials and Methods

The Ponta Grossa Formation is situated in the Paraná Basin, extending over more than one state. The specimens analyzed in this work all hail from the Apucarana Sub-basin, and they were collected in the Paraná State, specifically from the municipalities of Jaguariaíva and Ponta Grossa, and also from the municipality of Tibagi to a lesser extent (Fig. 1). The vertical distribution of the studied calmoniidae trilobites in the Jaguariaíva county stratigraphic section of the Ponta Grossa Formation is summarized in figure 2. In this section, the Ponta Grossa Formation is up to 80 m thick and consists predominantly of shales and siltstones. Shallow marine, fine-grained sandstones bearing wavy structures and hummocky cross-stratification occur at the base of the unit (Petri, 1948; Lange & Petri, 1967; Melo, 1988). The remainder of the Jaguariaíva stratigraphic section is made up of fairly fossiliferous muddy shelf rocks, mainly light-grayish siltstones, strongly bioturbated, which are intercalated with massive, dark shales. These shales were deposited below storm wave base, and are a record of marine flooding surfaces (Bergamaschi, 1999). Stratigraphic intervals particularly suitable to Calmoniidae collecting are the railroad cuts at km 2.2, and km 6.0 (Fig. 2). Pyritic, well-laminated, poorly fossiliferous dark shales enclose the Devonian sequence at the top of Jaguariaíva section (Petri, 1948; Lange & Petri, 1967; Melo, 1988; Bergamaschi, 1999; Bergamaschi & Pereira, 2001) (Fig.2). According to Bergamaschi (1999), these rocks are recording the transgressive maximum in the area and they were deposited in dysaerobic bottom conditions, as indicated by the scarcity of burrowing fauna.

The analysis of material entailed collections from several institutes, including Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade de Guarulhos (UnG) and Universidade de São

Paulo (USP). The correspondence between the acronyms used to number each fossil and the institute from which they derive is as follows: fossils identified with DGM are from DNPM; DZP from UNESP; GP/1E and GP/1C from USP; CPUFPR and NR from UFPR; TPg from UnG; Tr from UFRJ, and MN from Museu Nacional (UFRJ).

In total, 838 trilobite fossils were examined with the help from a stereomicroscope and microscope, so that the analyses were as thorough as possible. In some cases, molds made of a mixture of latex and silicon were produced, to make the study of these specimens even more detailed, especially in the cases of preserved external molds that needed this technique to highlight important characteristics. The photographs were taken with the help of Zeiss stereomicroscope, model SV6, digital camera, and the Axiovision software. Most of the specimens utilized for pictures were fumigated with magnesium oxide: a technique that accentuated the contrast between high and low surfaces, and therefore stressing the important diagnostic characters, while giving the conspicuous whitened hue seen in the pictures.

The systematic description follows the morphological terms applied by Clarke (1913), Eldredge & Branisa (1980), Lieberman *et al.* (1991), Lieberman (1993) and Whittington *et al.* (1997).

## **Discussion**

Lucas (2001) introduced the term tafotaxon, alluding to the taxa with distinct morphology that does not reflect significant taxonomic differences, but instead a case in which a taphonomic process (be it biostratinomic or diagenetic) altered the original morphology, creating an apparent distinction. Such term is deeply relevant to the scope of the systematic paleontology, inasmuch as identifying the characters altered during the fossilization process has been of great concern to the paleontologists. In fact, there have

been many studies in the Ponta Grossa Formation that analyzed groups under the taphonomic vision, frequently leading to the invalidation of previously described species. (Simões *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2003; Leme *et al.*, 2004; Ghilardi, 2004; Soares *et al.*, 2008a; Simões *et al.*, 2009).

Ghilardi (2004) studied the trilobites of the Ponta Grossa Formation with this taphonomic approach, emphasizing the taphonomic alterations that may have caused a poor interpretation on the systematics, relating the trilobite genera to each preservation issue and position in the stratigraphic sequence, concluding that the taphonomy of these groups were complex and must be taken into consideration in any study about them.

Soares *et al.* (2008a) determined that so far 17 species were identified for the calmonioid trilobites of the Ponta Grossa Formation. This indicates that the calmonioid fauna of this unity is very diversified. However, several of these species might correspond to taphotaxa, with artificial characters that resulted from external factors. This is particularly evident for specimens that were preserved in different lithotypes or taphofacies, or in other words, that were subjected to distinct fossilization processes. For instance, the degree of compression of the different rocks and the exfoliation intensity of the fossils are the main factors that obliterate and affect diagnostic characters of calmonioids. (Soares, 2007; Soares *et al.*, 2008a; Simões *et al.*, 2009)

Soares *et al.* (2008b) had previously presented some morphological characters that might be altered taphonomically, for example: the shape and degree of inflation of the glabellar lobes, depth of the axial and glabellar furrows and the presence or absence of external ornamentation (*e.g.* spines/lappets). Aside from these examples, it's possible to also mention the shape and size of the axial and glabellar furrows, the confluence of the lateral glabellar furrows with the axial furrows, the size of the spines and the

presence or absence of granulation or tuberculation throughout the exoskeleton (Mori & Leme, 2012).

Calmoniidae is a family with great taxonomic similarity amongst the genera and species, which incurs the fact that the diagnostic characters are in many cases represented by minimal details. This causes several problems, since such details are abruptly vulnerable and malleable against the various external factors to which the fossils and organisms are exposed. This paper revealed that the diversity of calmoniids was overestimated beyond what Soares *et al.* (2008b) had already pointed out, with several other taphotaxa erected.

## Systematic paleontology

Family Calmoniidae Delo, 1935

Subfamily Calmoniinae Delo, 1935

Genus *Calmonia* Clarke, 1913

**Type species.** *Calmonia signifer* Clarke, 1913

**Diagnosis.** Cephalon with short median frontal process; glabella depressed; axial furrows slightly divergent; lateral glabellar furrows S3 shallow and S2 reduced to elongate; eyes small and distant from posterior border; short genal spines present; pygidium triangular with 6 pairs of pleural spines; terminal spine present.



*Calmonia signifer* Clarke, 1913

(Figs. 3 and 4)

1913 *Calmonia signifer*, Clarke: 121, pl. 6, figs. 1,3,4,5,7-12.

1913 *Calmonia subseciva*; Clarke: 126, pl. 7, figs. 2-10.

1913 *Calmonia ? gonzagana*; Clarke: 131, pl. 7, fig. 1 (syn. nov.)

1934 *Acaste (Calmonia) signifer*, Mendez-Alzola; 21-54.

1985 *Calmonia paranaensis*; Popp: 103, pl. 2, figs. A-E (*nom. nud.*)

1991 *Kozlowkiaspis (Kozlowskiaspis) subseciva*; Edgecombe: 57, pl. 2, figs. A-B (syn. nov.)

**Diagnosis.** Cephalon short and subtriangular; eyes positioned very closely to the glabella; genal angle angular; glabella pentagonal and inflated when compared to the cheeks; lateral glabellar lobes depressed and subequal in size; lateral glabellar furrows obscure, with the exception of S1; glabellar furrows S1 and S3 confluent with axial furrows; thorax with 8 or 9 rings and bearing pleural spines; pygidium with 8 or 9 rings, 5 pairs of ribs, and 6 pairs of lateral spines; short terminal spine when compared to the ones found in *Paracalmonia* sp.

**Material.** DGM 13 (holotype), DGM 17, DGM 19, DGM 25, DGM 27, DGM 28, DGM 30, DGM 1576, DGM 1577, DGM 3709, DZP-18401, GP/1C423, GP/1E4790, CPUFPR-80, NR 3106, NR3110, NR3133b, NR3181, NR3878, NR3956, NR6473, TPg1, TPg72.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation, (Pragian/Eifelian).

**Description.** Body outline oval; cephalon short and subtriangular, bearing a short frontal median process; eyes ranging from 0,2-0,4 cm in length, distant from the posterior border, and positioned very close to the glabella, never exceeding 0,1 cm in distance; Large Eye Index around 0,35; genal angles angular, with one short genal spine in each side; genal spines

varying between 0,1-0,3 cm; axial furrows slightly divergent and shallow; cephalon wider than longer (length about 60% of width); cephalic length measuring around 33% of entire body length.

Glabella large, pentagonal in shape, usually inflated when compared to the cheeks; frontal lobe more inflated than lateral lobes; L0 moderately curved frontward, especially in the middle; lateral glabellar lobes depressed and subequal in size, all in the same plane; L1 relatively thick and almost rounded, resembling a little bit the shape of a water drop; L2 straighter, displaying a tenuous undulation; L3 triangular; L2 and L3 are connected in a point close to the lateral margin of the glabella; S0 deep and convex in the middle; lateral glabellar furrows obscure, with the exception of S1; S1 relatively deep, almost straight, barely reaching the axial furrows; S2 shallow and straight, without making contact with axial furrows; S3 transverse, deeper than S2 but shallower than S1, confluent with the axial furrow; S3 is the longest, followed by S1, and then S2 as the shortest; glabella longer than wider (width across the frontal lobe about 85% of length); glabellar width around 50% (sometimes less) of cephalic width.

Thorax with 9 to 11 rings, all of them ending in spines around the pleural margins; pleural spines directed outwards; axis narrower (sometimes barely reaching the same width) and usually more elevated than pleurae; all the rings are curved to the front, especially in the middle, very similar to L0; axial furrows shallow and parallel; interanellar furrows wavy and deeper than axial furrows; interpleural furrows shallow, straighter than interanellar furrows; pleural furrows deeper and straight, becoming more transverse towards the terminal portion of the thorax; thorax wider than longer in the segment immediately following L0 (length around 70% of width), but becoming longer than wider as it gets closer to the pygidium (width in the ring immediately preceding pygidium around 85% of length); thoracic length around 44% of entire body length.

Pygidium triangular; anterior margin somewhat convex; lateral margins almost straight diagonally; axial furrows slightly divergent in the anterior portion, but becoming straighter towards the posterior margin; interanellar furrows straight and shallow; interpleural furrows shallow and transverse, becoming shorter towards the posterior margin; pigaxis usually in the same plane as the pigopleurae; axis with 8 or 9 rings; pigopleurae bearing 5 pairs of ribs; pleural margin with 6 spines in each side, all directed mostly backwards; posterior margin ends in acute extremity; terminal spine present, relatively small in size, especially compared to the ones found in *Paracalmonia*, varying between 0,4-1,1 cm; pygidium wider than longer (length about 60% of width, not including terminal spine); pygidial length measuring around 23% of entire body length.

**Discussion.** *Calmonia signifer* is by far the most abundant species of trilobite found in the Ponta Grossa Formation. Aside from the common occurrences, it is also relatively easy to identify, even if the fossils are not completely articulated, mostly because of the distinctive characters on the cephalon and pygidium, such as the characteristic set of spines. However, that doesn't mean this species is exempt from having taxonomic issues.

Edgecombe (1994) reassigned the species *Calmonia subseciva* to the genus *Kozlowskiaspis* Branisa and Vanek, 1973, electing *Kozlowskiaspis (Kozlowskiaspis) subseciva* (Figs. 3A & 4A). The author argued that *C. subseciva* did not belong in the *Calmonia* genus because of the different form of the genal angles and the absence of the terminal spine in the pygidium. Regarding the form of the genal angles, the analysis of the holotype and paratypes of *C. subseciva*, which show exfoliation around the body outline margins, did not reveal any differences from the ones found in *C. signifer*, as they are both acute and angular. Moreover, the characters that were used to approximate *C. subseciva* to the genus *Kozlowskiaspis* (e.g. wide frontal glabellar lobe; broad and arched cephalic outline; thoracic pleurae ending in

spines, pigaxis ending near the posterior margin) are all characteristics that can be seen in specimens of *C. signifer*. (Figs. 3 & 4).

As mentioned previously, Soares *et al.* (2008b) had already observed two problems in the systematic of calmoniids, one of them concerning the genus *Calmonia*. Clarke (1913) differentiates *Calmonia subseciva* from *Calmonia signifer* only because of the absence of a terminal spine in the pygidium, while at the same time stating that in better preserved individuals it is possible to see small spines around the pigopleurae and the genal angles that are correspondent in shape and size to the ones found in *C. signifer*. In a similar case, Clarke (1913) also described and named one pygidium found in Jaguariaíva as *Calmonia ? gonzagana*, and also compared it to the pygidium of *C. signifer*, differing them based on the absence of pleural spines and presence of axial tubercles. The analysis of this pygidium did not reveal any tubercles, save for one small bump that does not appear to be a taxonomic character, but instead a taphonomic one (Fig. 4D).

The problem with using just spines to separate species is that it's necessary to consider that such structures are extremely fragile and liable to being broken and therefore lost. In fact, it is very rare to find a pygidium with a full set of 12 pleural spines plus the entire terminal spine preserved. Moreover, the pygidia assigned to *K. subseciva* and *C. ? gonzagana* showed exfoliated and/or broken lateral and posterior margins, which can explain the absence of the pleural and terminal spines. Hence, *K. (Kozlowskiaspis) subseciva*, as well *C. ? gonzagana*, are here considered as synonyms of *C. signifer*.

Genus *Pennaia* Clarke, 1913

**Type-species.** *Pennaia pauliana*

**Diagnosis.** Cephalon similar to *Calmonia*, without medial frontal spine or genal spines; genal angle rounded; glabella large; S1 and S3 confluent with axial furrows; thoracic axis very broad, without pleural spines; Micropygidium with 3 moderately long pleural lappets and usually 3 pairs of ribs; posterior margin between pleurae rounded; terminal spine absent.

*Pennaia pauliana* Clarke, 1913

(Figs. 5 & 6A-C)

1913 *Pennaia pauliana*; Clarke: 129, pl. 5, figs. 18-25.

1913 *Calmonia signifer* var. *micrischia*; Clarke: 124, pl. 6, figs. 13-16  
(syn. nov.)

**Diagnosis.** Eyes small, positioned very closely to the glabella; all lateral glabellar lobes depressed and in varying sizes, with L3 being the longest, L2 intermediary and L1 the shortest; glabellar lateral furrows with different sizes, with S3 being the longest, S1 and S2 the shortest; S1 and S3 reach the axial furrows; thorax with 8-11 rings; termination around the thoracic pleurae are rounded; pygidium with 3 or 4 pairs of ribs.

**Examined material.** DGM 22, DGM 71 (holotype), DGM 72, DGM 74(holotype), DGM 75, DZP-17461, GP/1E4791, NR3104, NR3130, TPg211.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation (Ensian).

**Description.** Body outline oval and compact; cephalon short and subtriangular, very similar to *Calmonia*; median frontal process absent, as well as any kind of genal spines in the cephalon; eyes rather small, not differing

from most calmoniids in size (0,2-0,5 cm); eyes positioned very closely to the glabella, never exceeding more than 0,1 cm, and very distant from the posterior border; Large Eye Index around 0,38; genal angles rounded; axial furrows divergent, especially around the front of the glabellar margin until L1, becoming progressively parallel; cephalon wider than longer (length about 62% of width); cephalic length measuring around 29% of entire body length.

Glabella large and pentagonal, mostly in the same plane as the rest of the cephalon, but sometimes a little flattened; frontal lobe a little more inflated than the lateral ones; L0 slightly convex and bent forwards in the middle; all lateral glabellar lobes depressed, in the same plane and with varying sizes, with L3 being the longest, L2 in the middle, and L1 the shortest; L1 somewhat sinuous, sometimes straight; L2 mostly straight, with scarce undulation; L3 somewhat triangular, with the basis being curved; L3 and L2 are fused in a point near the axial furrows; S0 shallow and moderately convex in the middle, turning curvier in the posterior border of the genae; lateral glabellar furrows with different sizes, with S3 being the longest, S1 intermediate, and S2 the shortest; S1 sinuous and shallow, reaching the axial furrows; S2 curved and shallow, does not reach axial furrow; S3 transverse and the deepest, also reaching the axial furrows; glabella longer than wider (width across the frontal lobe about 90% of length); glabellar width around 58% of cephalicwidth.

Thorax with 8-11 segments, all ending in rounded extremities, giving a smoother margin around the pleurae; axis very large, more elevated and wider than the pleurae; rings very thick, slightly sinuous, bending frontward in the middle and in the area in contact with the pleurae; axial furrows almost parallel; interanellar furrows very deep, also curved following the rings' pattern; interpleural furrows moderately deep and transverse; pleural furrows shallow; thorax longer than wider in the segment immediately following L0



(width about 81% of length), and even longer in last thoracic ring (width about 58% of length); thoracic length around 55% of entire body length.

Micropygidium very short, more rounded than *Calmonia*, almost semielliptical in form; anterior margin strongly convex; axial furrows abruptly converging towards the posterior margin direction; interanellar furrows highly vaulted and shallow; interpleural furrows very obscure, shallow, and transverse, emulating anterior margin; pigaxis a little more elevated than pigopleurae; lateral margins bearing 3 lappets at the end of 3 ribs in each side; all the lappets are directed backwards; anterior margin convex; posterior margin between lappets is rounded, without a terminal spine; pigaxis contains around 5 rings; interpleural furrows shallow and curved frontwards; pleural furrows very obscure; pygidium much wider than longer (length about 45% of width); pygidial length measuring around 16% of entire body length.

**Discussion.** *Pennaia pauliana* has been a well-established species since its conception by Clarke (1913), because of its very unique characteristics, especially in the pygidium, which is very peculiar not only in the combination of 3 pleural ribs and 3 spines, but also due to being the only calmoniid species in the Ponta Grossa Formation to have a micropygidium (Figs. 5 & 6A-C).

Identification is usually straightforward when the pygidium is present. On the other hand, the cephalon is not so distinct, as it is basically similar to *Calmonia* but without the spines, which can be easily lost as discussed before. Therefore, identifying specimens with only the cephalon preserved should be done with caution and also in well-preserved fossils.

Clarke (1913) erected a variation from the *Calmonia signifer* species, calling it *Calmonia signifer* var. *micrischia* (Fig. 6C), and noting that these individuals represented an interesting transition between *Calmonia* and *Pennaia*, because they bear 4 pairs of pleural spines and ribs (1 less pair than

*Calmonia* and 1 more pair than *Pennaia*). As a result, this variation was put under the *Calmonia* genus (Clarke, 1913).

However, the analysis of the specimens designated as *C. signifer* var. *micrischia*, especially the holotype (DGM22), revealed that the pygidium is much closer to the genus *Pennaia* (Fig. 6A-C). Although the micropygidium certainly bears 4 pair of ribs, it was not adorned with 4 pairs of pleural spines, but instead with 3 pairs, which correspond in position around the pygidium margin to the position of spines found in the pygidia of *Pennaia*. Additionally, the rounded semielliptical shape of the micropygidium, as well as it being conspicuously short just like in *Pennaia pauliana*, all indicate that the *Calmonia signifer* var. *micrischia* most likely belongs to the genus *Pennaia*. In this paper, *C. signifer* var. *micrischia* is considered a synonym of *Pennaia pauliana*, since aside from the 4 pairs of ribs, there is no other different character to set them apart.

### *Genus Metacryphaeus* (Reed, 1907)

1935 *Hadorachus*; Delo: 415.

1940 *Hadoracos*; Delo: 9.

1942 *Asteropyge*; Richter & Richter: 174.

**Type species.** *Phacops caffer* Salter 1856, p. 219.

**Diagnosis.** Cephalon moderately vaulted; anterior margin usually rounded, sometimes forming a short process; axial furrows straight and moderately divergent; frontal glabellar lobe inflated and distinctly detached from the rest of glabella; S3 well defined; S2 reduced; S1 deepest furrow, reaching axial furrows; L2 and L3 connect in a point; thoracic axis broad; thorax usually ending in pointed ends; pygidium with 8 to 11 rings and 5

pairs of ribs (6<sup>th</sup> incomplete); pleural furrows deep; interpleural furrows narrow; 5 pairs of pleural lappets.

*Metacryphaeus australis* (Clarke, 1913)

(Figs. 6D & 7)

1913 *Cryphaeus australis*; Clarke: 108-114, pl. 3, figs. 7, 9, 11-14; pl. 4, figs. 3-5.

1925 *Dalmanites australis*; Reed: 145, pl. 11, fig. 9.

1935 *Hadorachus australis*; Delo: 415, figs. 34-35.

1938 *Dalmanites australis*; Méndez-Alzola, 9, pl. 75-76.

1942 *Asteropyge australis*; Richter & Richter: 134.

1954 *Asteropyge australis*; Lange: p. 48.

1985 *Metacryphaeus sedori*; Popp: 87, pl. 5, figs. A-B (*nom. nud.*)

1985 *Metacryphaeus granulata*; Popp: 92, pl. 5, figs. C-D (*nom. nud.*)

**Diagnosis.** Cephalon semicircular, without a median frontal process; genal angles subangular; surface may be smooth or display conspicuous granulation; L3 is the largest glabellar lateral lobe, and L1 the smallest; all lateral glabellar furrows with distinct lengths, with S3 being the longest and S2 the shortest; S3 reaches axial furrows; S2 does not reach axial furrows; S1 barely reaches the axial furrows; thorax with 8 to 10 segments; pigaxis with 8 to 9 rings, usually ending in pleural lappets; pigopleurae bearing 5 pleural lappets with acute ends, all directed backwards; terminal spine absent.

**Examined material.** DGM 31 (holotype), DGM 33, DGM 35, DGM 36, DGM 1581, DGM 1582, DGM 1991, GP/1C402, GP/1E7492, NR3099,

NR3126, NR3130, NR3167, NR3202, NR5182, NR17821, TPg3b, TPg15, TPg29, 89Tr.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation (Ensián-Givetian).

**Description.** Cephalon semicircular, highly vaulted, without a median frontal process; eyes small, not differing from the rest of the calmoniids in size (0,2-0,5 cm), situated very close to the glabella, and distant from the posterior border; Large Eye Index around 0,32; genal angles subangular; axial furrows deep, conspicuously divergent, practically straight diagonally; overall cephalon surface may be smooth, but some conspicuous granulation was visible in some fossils; cephalon much wider than longer (length about 53% of width); cephalic length corresponding to 26% of entire body length.

Glabella large, pentagonal and inflated especially in the frontal lobe area; frontal lobe oval, distinctly detached from rest of the glabella by S3; L0 sinuous, with middle portion bending frontwards; lateral glabellar lobes with different sizes, with L3 being the largest, L2 intermediary, and L1 the smallest; none of the lateral glabellar lobes are fused, however L2 and L3 connect in a point close to the axial furrows; L1 and L2 might also appear connected in some individuals; L1 wavy, short and narrow; L2 somewhat transverse, not completely straight and thick; L3 is the longest and stockiest, and triangular in shape; S0 deep and convex, especially at the middle; all three lateral glabellar furrows very visible and with distinct lengths; S3 is the longest, S1 shorter than S3, and S2 the shortest; S1 mostly straight and shallow, a little curvy, barely reaching the axial furrows; S2 also straight and shallow, however does not reach the axial furrows; S3 is the deepest, transverse and confluent with the axial furrows; glabella a little longer than wider (width across the frontal lobe about 90% of length); glabellar width around 54% of cephalic width.

Thorax with 8 to 10 segments, usually ending in pleural lappets, all pointed mostly outwards; axis is more elevated than the pleurae, and usually

larger than them as well, but not by much; axial rings straight and thick; axial furrows straight, virtually parallel; interanellar furrows are straight and deep to a degree, however interpleural and pleural furrows are deeper; interpleural and pleural furrows slightly wavy; thorax not differing much in width and length in the segment immediately following L0, but it becomes longer than wider as it gets closer to the pygidium (width in the ring immediately preceding pigaxis about 83% of length); thoracic length around 53% of entire body length.

Pygidium semicircular and vaulted; anterior margin almost straight; lateral margins are curved; axial furrows very divergent in anterior portion of pygidium, becoming parallel around the last 4 rings; interanellar furrows moderately deep and convex at the anterior portion, but becoming shallower and straight around the last 4 rings; interpleural furrows shallow and transverse; pigaxis in the same plane as pigopleurae, bearing from 8 to 10 rings; pigopleurae with 5 ribs; lateral pygidium margin is adorned with 5 pleural lappets with acute ends, all directed backwards; pigaxis ending before reaching the lateral lappets; terminal spine absent; pygidium wider than longer (length about 57% of width); pygidial length around 21% of entire body length.

**Discussion.** Originally described as *Cryphaeus australis* by Clarke, 1913, *Metacryphaeus australis* is a very common trilobite species in the Ponta Grossa Formation. This species has undergone several name changes, mostly because the genus *Metacryphaeus* itself was the target of many discussions about its taxonomic standing (Reed, 1927; Rennie, 1930; Delo, 1935; Richter & Richter, 1942; Struve, 1959; Wolfart, 1968; Lieberman *et al.*, 1991;). Lieberman *et al.*, 1991, compiled a comprehensive synthesis of all the systematic reassignments that were subjected to the *Metacryphaeus* genus.

Popp (1985) designated the species *Metacryphaeus granulata*, based on one cephalon showing distinct granulation on the cheeks, especially on the glabellar surface, which was the sole character considered to separate it from *M. australis* (Fig. 7E). However, it was not an appropriate designation, because there are cephalons of *M. australis* with visible granulation on the surface, as already noticed by Lieberman *et al.* (1993) (Fig. 7D & H). In the Ponta Grossa Formation, it's very common to find specimens with smooth surface (Fig. 7B-C & F), and the analysis of exfoliated cephalons of *M. australis* revealed that in some fossils it was possible to see very faint evidences or a smaller amount of these granules, demonstrating that the granulation is a character that can be lost due to exfoliation by taphonomic processes, like weathering for example (Fig. 7H). Therefore, this species remains as invalid (*nomem nudum*), since it was never duly published, but it serves as an example of yet another taxonomic character being influenced by taphonomy.

Popp (1985) also erected *Metacryphaeus sedori* based on a very flattened and exfoliated specimen, differing it from *M. australis* for having more rounded genal angles, S2 confluent with axial furrows, and moderate cephalic arching (Fig. 7F). The analysis of the holotype did not corroborate such differences. The genal angles and cephalic arching do not differ from what is usually found within the *M. australis* species. Also, S2 does not reach the axial furrows since L2 and L3 are fused. In any case, the confluence of the lateral glabellar furrows with the axial furrows is a character that must be seen with caution, because in the cephalons of the trilobites from the Ponta Grossa Formation, which show high degree of exfoliation and/or compression, the furrows are often filled or erased, denoting dubious impressions about the existence or absence of these connections between the furrows. Therefore, none of the characters pointed out differ at all from what is seen in the cephalons of *M. australis*, rendering this species as another *nomem nudum*.



*Metacryphaeus rotundatus* (Kozłowski, 1923)

(Fig. 6E-G)

1892 *Cryphaeus giganteus*; Ulrich: pl.1, fig. 7.

1913 *Homalonotus parana*; Clarke: 97, pl. 3, figs. 5-6 (syn. nov.)

1923 *Cryphaeus australis* var. *Rotundatus*; Kozłowski: pl. 3, figs. 1 & 11.

1958 *Tibagya parana*; Struve: 301-302 (syn. nov.)

1965 *Metacryphaeus giganteus*; Branisa: pl.13, figs. 8, 11 &12.

2010 *Pennaia pauliana*; Bosetti *et al.*: 58, fig. 6e.

**Diagnosis.** Frontal lobe rounded anteriorly; genal spine long, slender, constricted at its base, parallel to lateral border; L3 flattened; pygaxis bearing 7 or 8 rings; pigopleurae with 5 ribs, all ending in large lappets, with thick and usually rounded terminations; posterior margin of pygidium rounded, forming a terminal lappet that overlaps the last axial ring; terminal spine absent.

**Examined material.** DGM 69, DZP-18570a, DZP-186262, NR3108, NR3201.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation (Pragian-Eifelian).

**Description.** Pygidium semicircular and vaulted; anterior margin slightly curved frontwards; axial furrows divergent, but not as bluntly divergent as in *M. australis*, becoming more parallel around the last 4 rings; interanellar furrows a little curvy at the anterior portion, becoming straighter around the last 4 rings; interpleural furrows shallow and transverse; pigaxis more elevated than pigopleurae, bearing 7 or 8 rings; pigopleurae with 5 ribs, all of which ending in large lappets, with terminations that are more rounded than the ones found in *M. australis*; posterior margin of pygidium rounded,

forming a terminal lappet that overlaps the last axial ring; terminal spine absent.

**Discussion.** This species was initially considered a variation from *Cryphaeus australis* by Kozłowski (1923). Later on, Lieberman (1993) elevated *M. rotundatus* to species level, stating that *M. rotundatus* is the sister-group of *Metacryphaeus giganteus*, and not of *M. australis*, because of the long genal spine that they share. Thus, it was unlikely that *M. rotundatus* was a subspecies of *M. australis*. *M. rotundatus* was first described in the Devonian of the Paraná Basin by Soares *et al.* (2008a), utilizing characters such as the pigaxis extending in a termination that reaches the pleural lappets, rounded pleural lappets, long genal spine, and cephalic margin extended anteriorly.

Struve (1958) had previously reassigned a pygidium that was identified by Clarke (1913), as *Homanolotus parana*, mostly because the pygidium bore no similarity at all to the family Homanolotiidae and clearly belonged in the Calmoniidae family (Thomas, 1977). However, he did not include this pygidium in one of the already established species, instead creating a new monospecific genus for it: *Tibagya parana* (Fig. 6E). The pygidium looked very similar to *Metacryphaeus australis*, but Struve (1958) erected the new genus based mostly on two characteristics: the pigopleural lappets, which are thicker than the lappets found in *M. australis*, and also the 4 pairs of pleural ribs and lappets which differ from the 5 pairs found amongst the *Metacryphaeus* genus. Also, no other parts of the *Tibagya* exoskeleton were ever found.

A close study of the *Tibagya parana* holotype revealed that the pygidium is actually incomplete, and therefore, certainty about how many pleural ribs and lappets really existed in said pygidium is not possible to achieve (Fig. 6E). The pygidium had its anterior margin lost and so very likely there was an extra pair not preserved. Not only that, but the pleural lappets

and rounded termination of the pygidium clearly indicate that this pygidium in reality belongs to the *Metacryphaeus rotundatus* species, representing an incomplete specimen of it (Fig. 6E). Taking all this into consideration, *T. parana* is considered a synonym of *M. rotundatus*.

Bosetti *et al.* (2010) interpreted a trilobite thorax and pygidium as belonging to *Pennaia pauliana*. However, the analysis of the image (Bosetti *et al.*, Fig. 6e) revealed that the specimen actually corresponds to *M. rotundatus*, because of the pygidium, which bears 5 pairs of pleural ribs and lappets, as well as the characteristic terminal lappet of this species, and none of these characters are found in *Pennaia pauliana*. This new assignment changes the biostratigraphical interpretation, and it also adds yet another specimen of *M. rotundatus*, which is relatively rare in the Ponta Grossa Formation.

#### Genus *Paracalmonia* (Struve, 1958 emend.)

1913 *Proboloides*; Clarke: 135-139, Pl. 7, Figs. 11-19.

**Type species.** *Proboloides cuspidatus* Clarke 1913; subsequent designation Struve (1958).

**Diagnosis.** Cephalon triangular with long median frontal spine, usually longer than cephalon, separated from glabella by facial sutures surrounding frontal lobe closely; all lateral glabellar lobes subequal in size; L1 is the thickest and distinctly detached from L2 and L3; L2 and L3 fused; S1 deepest of lateral glabellar furrows; S2 short, not reaching axial furrows; S1 and S3 reach axial furrows; fixigenal and prolibrigenal spines short; thorax with pleurae ending in spines; pygidium triangular with 5 pairs of pleural

spines directed outwards; long terminal spine present, considerably longer than the pygidium.

*Paracalmonia cuspidata* (Clarke, 1913)

Figs. 8 & 9

1913 *Proboloides cuspidatus*; Clarke: 135-137, pl. 7, figs. 13-19.

1913 *Proboloides pessulus*; Clarke: 138, pl. 7, figs. 11-12 (syn. nov.)

1996 *Paracalmonia paranaensis*; Popp *et al.*: 23, fig. 4 A-D (syn. nov.)

1996 *Paracalmonia salamunii*; Popp *et al.*: 28, fig. 5 B-C (syn. nov.)

1996 *Paracalmonia mendesi*; Popp *et al.*: 29, fig. 5 D-F (syn. nov.)

**Diagnosis.** The same as the genus.

**Examined material.** DGM 77, DGM 78 (holotype), DGM 79, DGM 83, DGM 84, DGM 85, DGM 1580, DGM 3708, DZP-18419, GP/1C404, CPUFPR31256, NR2265A, NR3131, NR3160, NR3161, NR3195, 5Tr, 34Tr.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation (Ensian).

**Description.** Cephalon triangular; frontal margin bearing a very large frontal spine, usually longer than the cephalon; eyes small, showing no considerable differences in size in comparison to the other calmoniids (0,2-05, cm); eyes very close to the glabella, distant from the lateral margin of the genae and the posterior border of the cephalon; Large Eye Index around 0,34; genal angles angular, bearing two small fragile spines in each side of the cheeks, ranging from 0,2-0,4 cm in size: one fixigenal and one prolibrigenal, both pointing outwards; axial furrows slightly divergent at the front, but becoming straight around S2; cephalon wider than longer (width about 57% of length); cephalic length measuring around 31% of entire body length.

Glabella pentagonal, usually in the same plane as the genae; frontal glabellar lobe medium-sized and in the same plane as the lateral lobes; L0 a little thick and almost straight, with a very tenuous forward bending in the middle; lateral glabellar lobes not differing greatly in size, with L3 and L2 being roughly subequal, while L1 being a little thicker; L2 and L3 are fused; L1 undulated quite round near the axial furrow, very similar to the lobes found in *Calmonia*; L2 almost straight, a little transverse on the basis; L3 triangular and somewhat obscure; S0 shallow and curved around the middle; all lateral glabellar furrows fairly visible and in different sizes, with S3 being the longest, S1 intermediate, and S2 being the shortest; S1 the deepest and practically straight, confluent with axial furrows; S2 straight, shallow and obscure, not confluent with axial furrows; S3 transverse, shallow and obscure, reaching the axial furrows; glabella longer than wider (width across the frontal lobe about 77% of length); glabellar width around 59% of cephalic width.

Thorax bearing about 9 segments, all of which ending in very acute spines directed outwards; the axis is usually narrower and either more inflated or around the same level as the pleurae; thoracic rings slightly curved to the front in the middle; axial furrows shallow, almost parallel; interanellar furrows deep, slightly curved frontwards; interpleural furrows deep, mostly straight and transverse; pleural furrows shallow and rather wavy; thorax wider than longer in the segment immediately following L0 (length around 80% of width), but becoming longer than wider as it gets closer to the pygidium (width of the ring immediately preceding pygaxis about 75% of length); thoracic length corresponding around 45% of entire body length.

Pygidium triangular, kind of similar to *Calmonia*; anterior margin straight; axial furrows converging until the posterior border; lateral margins abruptly transverse and converging; interanellar furrows somewhat deep and

practically straight; interpleural furrows shallow and transverse; pigaxis in the same plane as pigopleurae, containing 7 or 8 rings; pigopleurae bearing 5 ribs, all adorned with spines, totaling 5 pleural spines in each side of the pygidium, all pointing outwards; terminal spine present and considerably longer than the pygidium; pygidium wider than longer (length about 72% of width); pygidial length measuring 24% of entire body length.

**Discussion.** Clarke (1913) originally described this species as *Proboloides cuspidatus*, based especially on the conspicuously large frontal spine and the prolibrigenal spines on each side of the cephalon. The name of the genus *Proboloides* was maintained until Struve (1958) substituted it for *Paracalmonia*, because it was a homonym of *Proboloides* Valle, 1893 (Crustacea) and *Proboloides* Morley, 1903 (Hymenoptera). Clarke (1913) also erected *Proboloides pessulus*, renamed to *Paracalmonia pessula*, based on just one individual that had a different median frontal process.

The analysis of the samples indicated that, unlike the frontal spine found in *P. cuspidata*, the frontal spine from *Paracalmonia pessula* had about the same length as the glabella, instead of being longer than it (Fig. 8F). In addition, the pygidium of *P. pessula* seems a little rounder than the ones found in *P. cuspidata*, and without the pleural or terminal spines, but unfortunately it was not well preserved (Fig. 9A). Hence, it is more than likely that the absence of the pleural or terminal spines is a taphonomic character. In fact, the only character that would separate both species would be the size of the frontal spine.

In the Ponta Grossa Formation it is very hard to find specimens with complete spines, especially when they are so long as it is the case in *Paracalmonia*. One important observation arose from the analysis of the *Paracalmonia* fossils: there isn't really any rule to the size of the frontal spine found in the specimens that were classified as *P. cuspidata*. There were even some cases in which the size of the spine was just a little longer than the

cephalon, while other cephalata bore frontal spines measuring double the cephalic length. All this indicates that the size of the frontal spine alone could not determine differences between these species, since they vary so greatly amongst individuals of the same species. So, *P. cuspidata* and *P. pessula* are here considered as synonyms, and the size of the frontal spine is considered an intraspecific variation.

Popp *et al.* (1996) revised the *Paracalmonia* genus, electing three new species based mostly on characters related to the glabella. Soares *et al.* (2008b) questioned the taxonomical validity of one these new species: *Paracalmonia paranaensis*. Popp *et al.* (1996) distinguished *P. paranaensis* from *P. cuspidata* because the former had a more inflated frontal lobe and L3 in comparison to the latter. Soares *et al.* (2008b) noticed that the glabellar lobes from the specimens of *P. cuspidata* were compressed (Fig. 9F), and therefore suspected that specimens of *P. paranaensis* in reality corresponded to well-preserved specimens of *P. cuspidata*, and thus suggesting that they are synonyms.

In the same way, *Paracalmonia mendesi* Popp *et al.* (1996) was also designated on the basis of an inflated frontal glabellar lobe, which was compared to the ones seen in *P. paranaensis*. Following the argument given by Soares *et al.* (2008a), it is likely that the specimens of *P. mendesi* also represent better preserved specimens of *P. cuspidata*. Moreover, Carvalho & Edgecomb (1991) had previously identified the *P. mendesi* holotype assigned by Popp *et al.* (1996) as *P. cuspidata*. The analysis of the fossil allows the former designation made by Carvalho & Edgecomb (1991) to be maintained, and so *P. mendesi* also stands as a synonym of *P. cuspidata*.

The third species erected by Popp *et al.* (1996), *Paracalmonia salamunii*, differs from *P. cuspidata* also by differences in the glabella, including a sinuous S3 and shallow axial furrows around L2 and L3. It is important to notice that the holotype used to designate this new species is



not at all well preserved, especially the glabella, which is compressed, fractured and severely exfoliated (Fig. 9D-E). The glabellar lateral furrows are very obscure and barely visible, as are the lateral glabellar lobes. Therefore, the physical condition of the holotype, as well as the characters utilized to distinguish *P. salamunii*, are not enough to elect a new taxon, so *P. salamunii* also stands as a synonym for *P. cuspidata*.

### Genus *Paranacaste* Popp, 1989

**Type species.** *Paranacaste pontagrossensis*

**Diagnosis.** Cephalic margin rounded medially; very large and inflated frontal glabellar lobe; granulation present on cephalon surface; genae bluntly angular; pygidium small and semicircular.

### *Paranacaste pontagrossensis* Popp, 1989

Fig. 10A-B

**Diagnosis.** The same as the genus

**Examined material.** GP/1E7488, 126Tr (holotype), 127Tr.

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation.

**Description.** Cephalon subtriangular; genae surface with visible granulation; eyes small (0,2 cm) situated very closely to the glabella and distant from posterior border; Large Eye Index around 0,33; genal angles angular, without median frontal process; axial furrows heavily curved, circumventing the round shape of the glabella; cephalon wider than longer (length around 53% of width).

Glabella somewhat pentagonal, however it displays a distinct lateral expansion giving it a more rounded and pear-shaped appearance; glabellar surface with conspicuous granulation on the lobes; frontal lobe highly inflated, standing out from the rest of the cephalon; L0 curved, bending slightly backwards in the middle; all lateral glabellar lobes distinct in size, with L3 being the largest, L2 the medium, and L1 the smallest; L1 is the most flattened and almost straight; L2 is almost circular, D-shaped; L3 is the most inflated, somewhat rounded and subtriangular; S0 somewhat deep and convex; all lateral furrows quite visible, with S3 being the longest, and S2 and S1 being subequal in length; S1 deep and straight; S2 straight and shallow; S3 transverse and shallow; glabellar length and width having the same proportion in size; glabellar width corresponding to around 54% of cephalic width.

Thorax with 10 rings, all ending in spines around the pleurae; pleural spines directed outwards; axis narrower and more elevated than the pleurae; all the rings are straight, with a very slight bump frontwards near the axial furrows; axial furrows almost parallel, direction differs greatly from the portion around the cephalon; interanellar furrows deep and mostly straight; interpleural furrows shallow and slightly curving backwards; pleural furrows shallow and almost straight; thorax wider than longer in the segment immediately following L0 (length about 82% of width).

Pygidium short and semicircular; anterior margin rather convex; lateral margins curved, outlining the round shape of pygidium; axial furrows slightly divergent; interanellar furrows curved and shallow, bending frontwards in the middle; interpleural furrows very shallow, almost obscure and transverse; pigaxis a little more inflated than pigopleurae, and bearing 5 or 6 ribs, all of which ending in rounded termination; terminal spine absent; pygidium much wider than longer (length about 46% of width).

**Discussion.** *Paranacaste* Popp, 1989 was suggested based on one individual named *Paranacaste pontagrossensis*. Carvalho and Edgecomb (1991) considered this fossil to be conspecific with *Bainella*, therefore renaming it to *Bainella pontagrossensis*. However, Carvalho and Edgecomb (2006) found another specimen that clearly represented *Paranacaste pontagrossensis*, and thus proposed the conservation of this taxon. The species previously assigned by Carvalho & Edgecomb (1991) as *Bainella pontagrossensis* was then renamed as the new species *Bainella paranaense* by Carvalho & Edgecomb (2006).

A new specimen of *Paranacaste pontagrossensis* found in the municipality of Jaguariaíva was here analyzed. The fossil comprises of an internal mold of the glabella, with the granulation preserved, as well as the external mold of it. The sample preserves the diagnostic characters of *Paranacaste pontagrossensis*, such as the large, inflated and rounded glabella, bearing conspicuous granulation (Fig. 10A). This represents a new occurrence of this monospecific genus, increasing its geographical range, and establishing with even more strength its status as a valid species.

#### Genus *Paraphacopina* gen. nov.

**Type species.** *Paraphacopina polygona* sp. nov.

**Diagnosis.** Body outline seemingly elliptical; cephalon short and semielliptical, almost polygonal, without frontal median process; glabella very large, extending to a great portion of the cephalon, almost polygonal; axial furrows almost straight; genae very slim; genal angles rounded, bearing no genal spines.

*Paraphacopina polygona*

Fig. 10C-D

**Diagnosis.** The same as the genus

**Examined material.** GP/1E7493, NR5951B (holotype).

**Occurrence.** Ponta Grossa Formation (Ensian).

**Description.** Body outline elliptical, almost rectangular and compact; cephalon short and semielliptical, almost polygonal, bearing no frontal median process; eyes measuring 0,3 cm in length, distant from the posterior border, and positioned very closely to the glabella (less than 0,1 cm in distance; Large Eye Index around 0,35; genal angles rounded, bearing no median frontal process; axial furrows slightly divergent around glabella, becoming strictly parallel in the thoracic area; cephalon wider than longer (length around 75% of width).

Glabella very large, distinctly extending to a great portion of the cephalon, polygonal, somewhat pentagonal due to the very modest slant of the axial furrows; glabella seemingly smooth and depressed; frontal lobe depressed and in the same plane as the other glabellar lobes; L0 somewhat wavy, being straight in the middle and sharply bending upwards near the axial furrows; lateral glabellar lobes not differing greatly in size, with L3 and L2 being roughly subequal, and L1 being the smallest; L2 and L3 fused; L1 bluntly transverse and thick, following the orientation of L0; L2 round, displaying a crescent shape; L3 triangular and transverse; S0 relatively deep sigmoid; all lateral glabellar furrows visible and different in size, with S3 being the longest, S1 the intermediate, and S2 the shortest; S1 deep sharply transverse, confluent with the axial furrows; S2 straight, moderately deep and nonconfluent with the axial furrows; S3 transverse and long, reaching axial furrows; glabella longer than wider (width across the frontal lobe about

80% of length); glabellar width around 65% of cephalic width, with the genae looking conspicuously slim.

Thorax bearing at least 3 segments, all of which ending in rounded terminations, without pleural spines; axis wider than pleurae, following the very wide glabella; axis also more elevated than the pleurae; thoracic rings slightly bending frontwards; axial furrow shallow and parallel; interanellar furrows moderately deep and slightly curvy; interpleural furrows very shallow and straight; pleural furrows somewhat deep and transverse. Pigydium unknown.

**Derivation of name.** *Paraphacopina polygona* is a newly designated calmonioid species. The generic name is derived from its morphological similarities to the genus *Phacopina*, whereas the specific name is derived from the distinct shape of the cephalon and glabella, which is straighter than what is usually seen in Phacopidean glabellas and cephalons, closely resembling a polygon.

**Discussion.** In light of what has been argued regarding the systematic stances of some taxa, extra care and consideration was given into the decision of designating not only a new species, but also a new genus based on only one fossil.

The glabella is by and large the most conspicuous and peculiar part of this specimen amongst calmonioid trilobites. Unlike any of the other calmonioids of the Ponta Grossa Formation, the glabella is almost rectangular in shape, and it also occupies a large portion of the cephalon, leaving the genae as prominently slim in comparison to the usual genae found in calmonioids.

At first, the possibility of this specimen belonging to the *Phacopina* genus Clarke, 1913 (Fig. 10E-F) was considered, for both of these genera display a large glabella and thin genae. *Phacopina* species have never been documented in the Ponta Grossa Formation, although they have been

described in Brazil, particularly in the Formação Maecuru from Devonian of the Amazon Basin (Silva & Fonseca, 2005).

However, *P. polygona* is distinguished from *Phacopina* sp. because the axial furrows are much straighter around the glabella, which gives it a more polygonal and rectangular shape to the glabella in contrast to the somewhat rounded and trapezoid glabella of *Phacopina*. Also, the genae in *P. polygona* are much thinner and straighter as well, and its eyes are smaller and not as rounded as the ones found in *Phacopina*. Additionally, it does not share the faintness of the lateral glabellar furrows S2 and S3, which is one of the main diagnostic characters of *Phacopina* sp. (Whittington *et al.*, 1997).

Therefore, this new monospecific genus' stance as a valid taxa is built on an evidently peculiar diagnostic character, which could not have been the result of any taphonomic change, given also the well preserved condition of the holotype.

## Conclusions

Based on the results presented in this paper, the following conclusions were obtained:

a- *Calmonia signifer* and *Kozlowkiaspis subseciva* (formerly *Calmonia subseciva*), as well as *Paracalmonia cuspidata* and *P. paranaensis* are considered as synonyms, as already suspected by Soares *et al.* (2008a);

b- *Calmonia ? gonzagana* was also considered a synonym of *C. signifer*, which makes this genus monospecific in the Ponta Grossa Formation;

c- *Calmonia signifer* var. *micrischia* was here interpreted as a synonym of *Pennaia pauliana*;

d- *Tibagya parana* was a synonymized with *Metacryphaeus rotundatus*;

e- *Paracalmonia pessula*, *P. salamunii* and *P. mendesi* were all considered as synonyms of *P. cuspidata*, turning this genus into monospecific.

f- A new occurrence of *Paranacaste pontagrossensis* was documented.

g- A new monospecific genus (*Paraphacopina polygona*) was designated based on a conspicuously distinct specimen, with diagnostic characters that couldn't have been the results of taphonomic alterations.

h- Now it is possible to provide an updated list of the valid calmoniid species of the Ponta Grossa Formation, which stands with 9 species: *Acaste lombardi* Koslowski, 1913; *Bainella paranaense* Carvalho & Edgecombe, 1991; *Calmonia signifer* Clarke, 1913; *Paracalmonia cuspidata* Clarke, 1913; *Paranacaste pontagrossensis* Popp, 1989; *Paraphacopina polygona* Mori & Leme, 2013; *Pennaia pauliana* Clarke, 1913; *Metacryphaeus australis* Clarke, 1913; *Metacryphaeus rotundatus* Kozlowski, 1923.

i- the faunal diversity of calmoniid trilobites in the Ponta Grossa Formation is lower than what was previously thought;

j- All these systematic results highlight the importance of allaying a taphonomic view to the taxonomic study, in order to identify potential taphonomic characters that might be used to creating artificial taxa. They also stress the idea that the designation of new species must be based on the presence of many specimens and with well-preserved holotypes, as to allow the identification of taphonomic variations and their respective taxonomic consequences, which minimize the margin for errors.

### **Acknowledgments**

The authors of this article would like to express our gratitude towards the institutions and their respective professionals: R.R. Machado (DNPM), Dr.É.P. Bosetti (UEPG), Dr. M. G. Simões (UNESP), Drs. R.T. Bolzon and C. S.Vega (UFPR), Dr. I.S. Carvalho (UFRJ), Drs. A. C. S. Fernandes and V. M. M. Fonseca Museu Nacional (UFRJ) and Dr. M.J. Garcia (UnG). We would also like to thank Dr. J.C. Coimbra(UFRGS) for providing us with the original pictures taken by Popp *et al.*(1996), and also Dr.M.G.P.Carvalho (American Museum of



Natural History) for the assistance with our doubts concerning morphological terminology and trilobite research.

### References

- Bergamaschi, S. 1999. Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formação Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. USP, São Paulo, SP (Doctorate thesis, Instituto de Geociências), 1-167.
- Bergamaschi, S. & Pereira, E. 2001. Caracterização de Seqüências Depositionais de 3a ordem para o Siluro-Devoniano da Sub-Bacia Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. *In: J.H.G. Melo & G.J.S. Terra (eds.). Correlações de Seqüências Paleozóicas Sul-Americanas, Ciência Técnica Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, 20, 63-72.*
- Bosetti, E.P.; Grahn, Y.; Horodyski R.S.; Mauller, P.M.; Breuer, P. & Zabini C. 2010. An earliest Givetian “Lilliput effect” in the Paraná Basin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. *Palaeontologische Zeitschrift, 85, n.1, 49-65.*
- Branisa, L. 1965. Los fósiles guías de Bolivia: index fossils of Bolivia. *Serviço Geológico de Bolivia, 6, 282.*
- Carvalho, M. da G.P. & Edgecombe, G.D. 1991. Lower- early middle Devonian calmonioid trilobites from Mato Grosso, Brazil, and related species from Paraná. *American Museum Novitates, 3022, 1-13.*
- Carvalho, M. da G.P.; Edgecombe, G.D. & Lieberman, B. S. 1997. Devonian Calmonioid trilobites from the Parana Basin, Piauí State, Brazil. *American Museum Novitates, 3192, 1-11.*
- Carvalho, M. da G.P. & Edgecombe, G.D. 2006. *Paranacaste pontagrossensis* Popp, 1989 (Trilobita: Acastoidea): Proposed Conservation of the Taxon. *Journal Information, 80, n.3, 581-582.*
- Clarke, J.M. 1890. As Trilobitas do Grez de Ereré e Maecurú, Estado do Pará, Brasil. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, IX, 1-58.*

- Clarke, J.M. 1913. Fósseis devonianos do Paraná. *Monografias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 1, 1-353.
- Cooper, M.R. 1982. A Revision of the Devonian (Emsian - Eifelian) trilobites from the Bokkeveld Group of South Africa. *Annals of the South African Museum*, 89, n.1, 1-174.
- Copper, P. 1977. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian - Famennian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21, 165-207.
- Delo, D.M. 1935. A revision of the Phacopid trilobites. *Journal of Paleontology*, 9, 402-420.
- Delo, D.M. 1940. Phacopid trilobites of North America. *Geological Society of America*. 29, 1-134.
- Edgecombe, G.D. 1994. Calmonioid trilobites from the Devonian Fox Bay Formation, Falkland Islands. *New York State Museum Bulletin*, 481, 55-68.
- Eldredge, N. & Branisa, L. 1980. Calmonioid trilobites of the Lower Devonian Scaphiocoelia Zone of Bolivia, with remarks on related species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 165, n.2, 181-289.
- Eldredge, N. & Ormiston, A.R. 1976. Biogeography of Silurian and Devonian Trilobites of the Malvinokaffric Realm. In: A.J. Boucot & J. Gray (eds.). *Historical Biogeography, Plate Tectonics, and Changing Environment*. Oregon State Univ. Press, Corvallis, 147-167.
- Ghilardi, R.P. 2004. Tafonomia comparada e paleoecologia dos macroinvertebrados (ênfase em Trilobites), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-bacia Apucarana), Estado do Paraná, Brasil. *Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado*, 1-113.
- Ghilardi, R.P. & Simões, M.G. 2007. History and Development of Trilobite Research in Brazil. In: D.G. Mikulic, E. Landing & J. Kluesendorf. *Fabulous*

*Fossils – 300 years of worldwide research on trilobites. New York State Museum Bulletin*, 507, 97-104.

- Grahn, Y.; Mauller, P.; Breuer, P.; Bergamaschi, S.; Pereira, E. & Bosetti, E.P. 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*, 13, 89-102.
- Holz, M. & Schultz, C.L. 1998. Taphonomy of the south Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. *Lethaia*, 31, n.4, 335-345.
- Kozłowski, R. 1913. Fossiles Devonienens de l'État de Paraná (Brésil). *Annales de Paleontologie*, 8, 14-19.
- Kozłowski, R. 1923. Faune dévonienne de Bolivie. *Annales de Paleontologie*, 12, 1-112.
- Lange, F.W. 1954. Paleontologia do Paraná. *Comissão de Comemoração do Centenário do Paraná*. 1-105.
- 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.; Rodrigues, S.; Simões, M. & Iten, H.V. 2004. Sistemática dos Conulários (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), do Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7, n.1, 213-222.
- Leme, J. M.; Mori, A.S. & Batista, L.A. 2010. Systematic revision of the Calmoniidae (Phacopida, Trilobita) from the Devonian Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brazil. "X Congresso Argentino de Paleontologia e Bioestratigrafia e VII Congresso Latino-Americano de Paleontologia", La Plata, Argentina. *Boletim de resumos*, 177-178.

- Lieberman, B.S. 1993. Systematics and biogeography of the “*Metacryphaeus* Group” Calmoniidae (Trilobita, Devonian), with comments on adaptative radiations and the geological history of the Malvinokaffric Realm. *Journal of Paleontology*, 67, n.4, 549-570.
- Lieberman, B.S.; Edgecombe, G.D. & Eldredge, N. 1991. Systematics and biogeography of the “*Malvinella* Group”, Calmoniidae (Trilobita, Devonian). *Journal of Paleontology*, 65, n.5, 824-843.
- Lucas, S. 2001. Taphotaxon. *Lethaia*, 34, n.1, 30.
- Melo, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. In: N. J. McMillan, A. F. Embry, & D. J. Glass (eds.) *Devonian of the World, Volume I*, Canadian Society of Petroleum Geologists. Calgary, Alberta, Canada, 669-703.
- Méndez-Alzola, R. 1934. Contribucion al conocimiento de la fauna devónica de Rincón. *Boletin Instituto de Geologia y Perforaciones*. Montevideo. 21-54.
- Méndez-Alzola, R. 1938. Fósiles devónicos del Uruguay. *Boletin Instituto de Geologia y Perforaciones*. Montevideo. 1-115.
- Mori, A.S & Leme, J.M. 2012. Revisão Sistemática de Calmoniidae (Trilobita, Phacopida) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brail. In: *I Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Invertebrados, Bauru. Boletim de Resumos*, 77.
- Petri, S. 1948. Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. *Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral*, 129, 1-125.
- Popp, M.T.B. 1985. Revisão dos trilobitas calmoniídeos e comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano do Estado do Paraná. UFRGS, Porto Alegre, RS (Tese de Doutorado, Instituto Geociências), 1-112.
- Popp, M.T.B. 1989. *Paranacaste* um novo gênero de trilobita da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná. *Anais 11 Congresso Brasileiro Paleontológico, Sociedade Brasileira de Paleontologia*. 1, 19-35.

- Popp, M. T. B.; Coimbra, J. C.; Hauch, A. 1996. Revisão do gênero *Paracalmonia* Struve, 1958 (*Proboloides* Clarke, 1913), Trilobita – um ensaio de sistemática filogenética. *Gaia*, 12, 19-32.
- Reed, F.R.C. 1925. Revision of the fauna of the Bokkeveld beds. *South African Mus.*, 22, 122-163.
- Reed, F.R.C. 1927. Recent work on the Phacopidae. *Geological Magazine*, 64, 308-322, 337-353.
- Rennie, J.V.L. 1930. Some Phacopidae from the Bokkeveld Series. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 18, 327-360.
- Richter, R. & Richter, E. 1942. Die Trilobiten der Weismes-Schichten am Hohen Venn, mit Bemerkungen über die Malvinocaffrische Provinz. *Senckenbergiana*, 25, 156-179.
- Richter, R. & Richter, E. 1949. Die Trilobiten der Erdbach Zone (Kulm) im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz, 1. *Die Gattung Phillibole*. *Senckenbergiana*, 30, 63-94
- 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, n.33, 1-10.
- Silva, C.F. & Fonseca, V.M.M. 2005. Hábitos de vida dos trilobitas das Formações Maecuru e Ererê, Devoniano da Bacia do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8, n.1, 73-82.
- Simões, M.G.; Rodrigues, S.; Leme, J. M. & Iten, H. V. 2003. Some Middle Paleozoic Conulariids (Cnidaria) as Possible Examples of Taphonomic Artifacts. *Journal of Taphonomy*, 1, n. 3, 165-186.
- Simões, M.G.; Leme, J.M. & Soares, S.P. 2009. Systematics, taphonomy, and paleoecology of homalonotid trilobites (Phacopida) from the Ponta Grossa Formation. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12, 27-42.
- Soares, S.P. 2007. Sistemática, Tafonomia e Paleoecologia de Trilobita, Phacopida (Homalonotidae, Calmoniidae), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Sub-

- bacia Apucarana, Estado do Paraná, Brasil. USP, São Paulo, SP. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências), 1-140.
- 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. ; Leme, J.M. 2008b. O papel da fossilização e do intemperismo na sistemática dos trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae), Formação Ponta Grossa, (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 11, 59-68.
- Struve, W. 1958. Über einige Fälle von Homonymie bei Gattungen der Phacopacea. *Senckenbergiana Lethae*, 39, 301-302.
- Struve, W. Trilobita. 1959. In: Moore, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology Part O. Arthropoda*, Geological Society of America and University of Kansas Press, 0483 – 0489.
- Thomas, A. T. 1977. Classification and phylogeny of homalonotid trilobites. *Palaeontology*, 20, n.1, 159-178.
- Ulrich, A. 1892. Paleozoiche Versteinerungen aus Bolivien. In: Steinman, G. *Beiträge zur Geologie und Paleontologie von Sudamerika*. Schweizerbart, Stuttgart. 1-116.
- Whittington, H.B.; Chaterton, B.D.E.; Speyer, S.E.; Fortey, R.A.; Owens, R.M.; Chang, W.T.; Dean, W.T.; Jell, P.A.; Lawrie, J. R.; Palmer, A.R.; Repina, L.N.; Rushton, A.W.A.; Shergold, J.H.; Clarkson, E.N.K.; Wilmot, N.V. & Kelly, S.R.A. 1997. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. O, Arthropoda 1, Trilobita* (revised edition). Geological Society of America and The University of Kansas Press, Lawrence, 1-530.
- Wolfart, R. 1968. Die Trilobiten aus dem Devon Boliviens und ihre Bedeutung für Stratigraphie und Tiergeographie. In: R. Wolfart & A. Voges. *Beiträge zur Kenntnis des Devons von Bolivien*, 74, 5-201.





## **ANEXO II:**

**Lista do material examinado de Calmoniidae**



## ANEXO II

Lista do material examinado de Calmoniidae. Espécimes depositados nas coleções científicas do DNPM, IBB/UNESP, USP, UFPR, UnG e UFRJ.

<b>Exemplar</b>	<b>Unid. Litoestrat.</b>	<b>Procedência</b>	<b>Espécie</b>	<b>Col. Científica</b>
DGM5	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM6	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM7	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM8	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM9	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM10	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM11	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM12	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM13	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM14	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM15	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM16	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM17	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM18	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM19	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM25	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM26	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM27	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM28	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM29	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM30	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1574	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1575	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1576	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1577	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1614	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
DGM1992	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	DNPM
TPg 16	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 21	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 36	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 43	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 47	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 52	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 55	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 58	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 62	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 71	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 72	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 74	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 77	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG
TPg 80	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UnG



GP/1C434	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C449	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C453	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C455	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C475	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C481	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C483	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1C493	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E2603	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E4785	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E7490	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E7898	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E7914	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	USP
GP/1E7915	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	USP
DZP-3350	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3704	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3708	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3712	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3745	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3753	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-3754	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17069	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17072	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17096	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17099	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17131	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17166	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17167	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17183	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17187	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17190	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17250	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17289	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17409	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17413	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17415	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17418	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17511	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-17651	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18324	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18327	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18328	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18330	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18404	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18559	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18565	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18571	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18576	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP

DZP-18578	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18583	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18595	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
DZP-18602	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Calmonia signifer</i>	UNESP
CPUFPR66-80	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
Sem número	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR1435	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR1701	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR1707	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3054	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3111	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3133	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3134	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3157	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3179	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3181	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3185	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3216	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3218	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3218	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3241	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3272	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3380	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3415	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3426	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3878	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR3956	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR4796	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR4919	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR5427	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR5594	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR5906	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR5933	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR6304	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
NR6473	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Calmonia signifer</i>	UFPR
DGM20	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM21	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM22	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM23	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM24	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM71	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM72	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM73	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM74	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM75	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
DGM76	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Pennaia pauliana</i>	DNPM
TPg 149	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG



TPg 196	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 210	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 211	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 286	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 338	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 259	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
TPg 333	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UnG
GP/1C420	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Pennaia pauliana</i>	USP
GP/1E3373	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Pennaia pauliana</i>	USP
GP/1E5624	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Pennaia pauliana</i>	USP
GP/1E7491	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	USP
DZP-16900	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UNESP
DZP-16906	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UNESP
DZP-16939	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UNESP
DZP-17419	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UNESP
DZP-18591	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Pennaia pauliana</i>	UNESP
NR3104	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UFPR
NR3211	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UFPR
Tr-21	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Pennaia pauliana</i>	UFRJ
DGM31	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM32	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM33	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM34	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM35	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM36	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM37	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM38	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM39	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM40	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM41	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM42	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM369	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM1581	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM1582	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM

DGM1778	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
DGM1991	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Metacryphaeus australis</i>	DNPM
TPg 3	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 17	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 29	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 34	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
Tpg 44	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
Tpg 73	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 176	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 349	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 352	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
TPg 376	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UnG
GP/1C402	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C414	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C433	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C446	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C454	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C457	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C468	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C472	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1C489	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
GP/1E7492	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	USP
DZP-2235	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-2236	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-2237	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i>	UNESP

			<i>australis</i>	
DZP-3690	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-3697	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-3698	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-3699	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-3706	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-3759	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17095	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17123	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17233	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17234	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17243	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17245	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17246	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17257	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17282	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17543	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-17634	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18566	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18569	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18573	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18574	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18577	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18580	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
DZP-18581	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP



DZP-18590	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus australis</i>	UNESP
NR3099	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3126	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3130	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3156	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3202	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3290	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR3433	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR5182	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR5300	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
NR6125	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus australis</i>	UFPR
DGM69	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	DNPM
TPg 150	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UnG
GP/1C419	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	USP
GP/1C438	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	USP
GP/1C494	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	USP
DZP-17218	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UNESP
DZP-18570	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UNESP
DZP-18626	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UNESP
DZP-18570	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UNESP
BV14	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UFPR
NR1721	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UFPR
NR3109	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UFPR
NR3152	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus rotundatus</i>	UFPR
NR3201	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i>	UFPR

			<i>rotundatus</i>	
TPg 2	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 18	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 76	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 202	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 368	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 85	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 118	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 147	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 194	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
TPg 361	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UnG
GP/1C396	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
GP/1C439	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
GP/1C444	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
GP/1C464	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
GP/1C496	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
GP/1C416	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Metacryphaeus</i> sp.	USP
DZP-3691	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
DZP-3701	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
DZP-3709	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
DZP-17073	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
DZP-17229	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
DZP-17238	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UNESP
Sem número	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3167	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR

NR3207	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3223	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3230	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3281	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3284	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR3416	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR5247	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
NR6256	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Metacryphaeus</i> sp.	UFPR
DGM77	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM78	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM79	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM80	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM81	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM82	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM83	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM84	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM85	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
DGM1580	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	DNPM
TPg 26	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 67	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 98	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 105	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 113	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 133	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i> <i>cuspidata</i>	UnG
TPg 178	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i>	UnG

			<i>cuspidata</i>	
TPg 179	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 195	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 221	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 228	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 235	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 239	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 249	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 256	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 279	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 291	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 296	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 322	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 330	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 334	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
TPg 357	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UnG
GP/1C404	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C417	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C422	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C424	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C427	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C429	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C431	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C436	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C445	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP

GP/1C456	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C459	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C466	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C470	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C471	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C473	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C476	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1C501	Fm. Ponta Grossa	-	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1E7900	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1E7905	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1E7908	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1E7909	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
GP/1E7913	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	USP
DZP-7464	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-16893	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-16894	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-16898	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17132	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17168	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17194	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17195	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17287	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-17512	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-18396	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-18419	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia</i>	UNESP

			<i>cuspidata</i>	
DZP-18420	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-18568	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
DZP-18645	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UNESP
NR2265	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR3125	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR3131	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR3160	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR3161	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR4378	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR5093	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR5618	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR6860	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
NR3195	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFPR
Tr-005	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFRJ
TR-134	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paracalmonia cuspidata</i>	UFRJ
GP/1E7493	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paraphacopina polygona</i>	UFPR
NR5951	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paraphacopina polygona</i>	UFPR
GP/1E7488	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paranacaste pontagrossensis</i>	USP
GP/1E7489	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paranacaste pontagrossensis</i>	USP
Tr-126	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paranacaste pontagrossensis</i>	UFRJ
Tr-127	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	<i>Paranacaste pontagrossensis</i>	UFRJ
TPg 1	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 4	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 5	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 6	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 7	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 8	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG

















TPg 374	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
TPg 375	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UnG
GP/1C397	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C399	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C400	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C401	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C403	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C405	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C407	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C408	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C409	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C411	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C412	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C413	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C418	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C421	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C426	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C430	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C432	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C435	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C437	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C440	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C441	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C442	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C443	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C447	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C448	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C450	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C451	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C452	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C458	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C460	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C461	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C462	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C463	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C465	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C467	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C469	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C474	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C477	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C478	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C479	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C480	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C482	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C484	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C485	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C486	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C487	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP

GP/1C488	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C490	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C491	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C492	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C495	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C497	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C498	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C499	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1C500	Fm. Ponta Grossa	-	Calmoniidae	USP
GP/1E240	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E266	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E269	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E270	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E509	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E510	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E2020	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E2614	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E2619	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E2621	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3152	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3188	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3211	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3336	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3341	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E3417	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4705	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4706	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4707	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4711	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4717	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E4788	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5103	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5106	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5108	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5111	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5115	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E5117	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7897	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7899	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7901	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7902	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7903	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7904	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7906	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7907	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7910	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7911	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP
GP/1E7912	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	USP

DZP-1714	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-1742	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-2234	Fm. Ponta Grossa	Ponta Grossa	Calmoniidae	UNESP
DZP-3382	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-3525	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-3696	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3713	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3715	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3720	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3750	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3751	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-3756	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-3760	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-15579	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-16899	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17072	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17107	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17114	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17122	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17127	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17131	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17134	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17137	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17138	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17185	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17188	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17197	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17237	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17274	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17282	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17296	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17299	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-17414	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17417	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17423	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17424	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17461	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17465	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-17677	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-18329	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-18398	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-18401	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UNESP
DZP-18567	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18575	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18579	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18582	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18584	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18586	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP



DZP-18587	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18589	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18625	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18645	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
DZP-18787	Fm. Ponta Grossa	Tibagi	Calmoniidae	UNESP
NR1624	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1651	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1687	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1688	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1703	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1711	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR1790	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR2759	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3056	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3056	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3075	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3101	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3110	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3134	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3155	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3174	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3180	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3189	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3194	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3197	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3206	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3217	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3231	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3269	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3305	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3417	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3629	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR3878	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR4796	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR5419	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR
NR6061	Fm. Ponta Grossa	Jaguariaíva	Calmoniidae	UFPR

