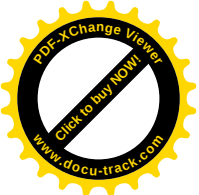


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO

LUCINEI JOSÉ MYSZYNSKI JUNIOR

**INSERÇÃO DO AFLORAMENTO CURVA II NO CONTEXTO TAFONÔMICO E
ESTRATIGRÁFICO DA SEQUÊNCIA NEOPRAGUIANA – EOEMSIANA:
INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DO SETOR NORDESTE DO SÍTIO
URBANO DE PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL**

PONTA GROSSA
2012



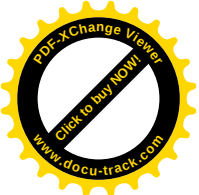
LUCINEI JOSÉ MYSZYNSKI JUNIOR

**INSERÇÃO DO AFLORAMENTO CURVA II NO CONTEXTO TAFONÔMICO E
ESTRATIGRÁFICO DA SEQUÊNCIA NEOPRAGUIANA – EOEMSIANA:
INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DO SETOR NORDESTE DO SÍTIO
URBANO DE PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de mestre na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação
em Geografia, curso de Mestrado em Gestão
do Território.

PONTA GROSSA

2012



Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor Tratamento da Informação Bicen/UEPG

M998i

Myszynski Junior, Lucinei José

Inserção do afloramento curva II no contexto tafonômico e estratigráfico da seqüência neopraguiana – eoemsiana: interpretação paleoambiental do setor nordeste do sítio urbano de Ponta Grossa, Paraná, Brasil / Lucinei José Myszynski Junior. Ponta Grossa. 2012.

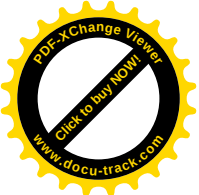
81f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geografia - Gestão do Território), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Elvio Pinto Bosetti

1. Camadas basais – análise estratigráfica e tafonômica.
2. Camadas basais – seqüência B – Ponta Grossa.
3. Afloramento curva II. I. Bosetti, Elvio Pinto. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Geografia. III. T

CDD: 560



LUCINEI JOSÉ MYSZYNSKI JUNIOR

INSERÇÃO DO AFLORAMENTO CURVA II NO CONTEXTO TAFONÔMICO E
ESTRATIGRÁFICO DA SEQUÊNCIA NEOPRAGUIANA – EOEMSIANA: INTERPRETAÇÃO
PALEOAMBIENTAL DO SETOR NORDESTE DO SÍTIO URBANO DE PONTA GROSSA,
PARANÁ, BRASIL

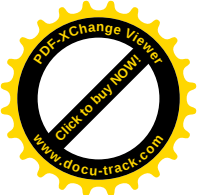
Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, Programa de Pós-Graduação em Geografia, curso de
Mestrado em Gestão do Território

Ponta Grossa, 09 de março de 2012

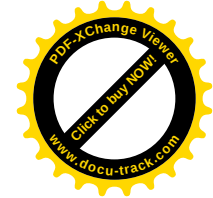
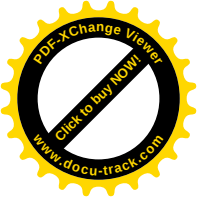
Professor Dr. Elvio Pinto Bosetti – Orientador
Doutor em Geociências/Paleontologia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Professor Dr. Luiz Carlos Godoy
Doutor em Geologia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Professor Dr. Roberto Iannuzzi
Doutor em Geociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



À minha filha Maria Fernanda



AGRADECIMENTOS

O autor do presente trabalho gostaria de externar os mais sinceros agradecimentos às instituições e pessoas que cooperaram de alguma forma com esta dissertação:

À coordenação e ao corpo docente do Mestrado em Gestão do Território, pela oportunidade em fazer parte deste programa e por todos os conhecimentos transmitidos.

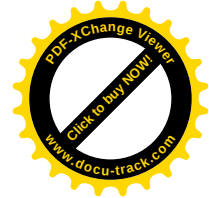
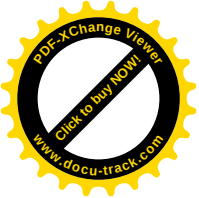
Ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela colaboração e acesso ao Laboratório de Paleontologia.

Ao Profº Dr. Elvio Pinto Bosetti, meu orientador, por todos os anos de companheirismo, paciência, dedicação e confiança, e também por mostrar-me os caminhos para uma vida científica.

Ao Grupo Palaios – Paleontologia Estratigráfica da Universidade Estadual de Ponta Grossa/CNPq, pelos trabalhos de campo e em especial aos amigos pesquisadores MSc Rodrigo Scalise Horodyski (UFRGS) e Profº MSc Willian Mikio Kurita Matsumura (UFRGS), por todos os campos e discussões que, com certeza, auxiliaram neste trabalho.

Às professoras da rede estadual de ensino Msc. Suzana Ferreira Cruz e MSc. Rosane Salache de Souza, por todo o empenho que tiveram para que eu pudesse regressar à cidade de Ponta Grossa no início do mestrado e também pelos materiais disponibilizados.

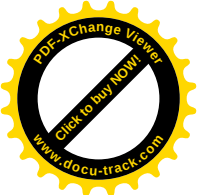
À chefia e coordenação da equipe de educação básica do Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa pela compreensão em momentos em que tive me ausentar do trabalho.



Aos professores Dr. Gilson Campos Ferreira da Cruz e Dr Luiz Carlos Godoy por participarem da minha banca de qualificação, seus questionamentos foram de extrema importância para a conclusão deste trabalho.

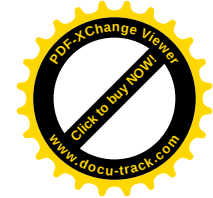
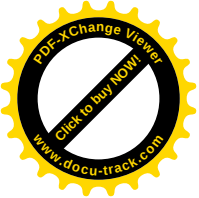
À Prof^o Dr^a Carolina Zabini pelo auxílio durante a fase de elaboração do projeto.

À minha companheira Flavia Chelski é externado um agradecimento especial, por todo carinho, amizade, compreensão e, principalmente pela confiança durante todo o período do mestrado.



*“Cada coisa tem sua hora
e cada hora tem seu caminho.”*

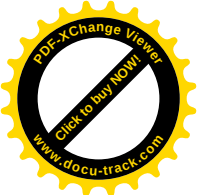
Raquel de Queiroz



RESUMO

Na presente pesquisa buscou-se a análise estratigráfica e tafonômica das camadas basais da Sequência B (Neopraguiano/Eoemsiano), Formação Ponta Grossa, com enfoque no afloramento Curva II, Ponta Grossa, Paraná, que até então não havia sido estudado sob estes aspectos. Objetivou-se a descrição e interpretação do afloramento citado bem como a inserção de suas camadas no arcabouço estratigráfico de sequências. Com o intuito de se obter dados mais precisos, utilizou-se metodologia de coleta de alta resolução tafonômica. A fauna aqui analisada é representante típica do Domínio Malvinocáfrico e ocorre distintamente ao longo do afloramento Curva II tendo sido identificadas três diferentes tafocenoses que representam distintos ambientes de sedimentação. Os dados obtidos nesta pesquisa foram integrados aos de áreas de ocorrência fossilífera adjacentes ao afloramento Curva II. Com uma análise conjunta entre os aspectos tafonômicos, paleontológicos e estratigráficos e após uma reinterpretação dos afloramentos da região nordeste do perímetro urbano de Ponta Grossa, insere-se o afloramento Curva II acima das seções Campus UEPG e Francelina I, II e III e abaixo das seções Curva I e Franco da Rocha, sendo representantes de um processo transgressivo, em situação de retrogradação sedimentar ocorrida na passagem Neo-praguiano/Eo-emsiano da Formação Ponta Grossa, preenchendo, desta maneira, uma lacuna na coluna estratigráfica de sequências local da base da Sequência B.

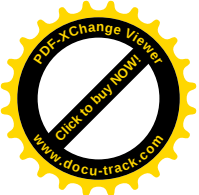
Palavras-chave: Afloramento Curva II, Devoniano, Formação Ponta Grossa, macroinvertebrados, Paleontologia Estratigráfica, Tafonomia



ABSTRACT

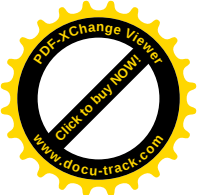
In this study we investigated the taphonomic and stratigraphic analyses of the basal layers of Sequence B (Neopraghiano / Eoemsiano), Ponta Grossa Formation, with a focus on Curva II outcrop, Ponta Grossa, Paraná, which until then had not been studied under these aspects. The objective is to provide a description and interpretation of the above mentioned outcrop, as well as the inclusion of its layers in stratigraphic framework of the sequence. In order to obtain more accurate data, the methodology used to collect data was of taphonomic high-resolution. The fauna here considered is a typical representative of the Malvinokaffric Realm and occurs distinctly along the Curva II outcrop. Three different taphocenosis representing different sedimentary environments have been identified. The data obtained in this study were integrated into the areas of occurrence of fossiliferous outcrops adjacent to Curva II. A combined analysis of the taphonomic, paleontological and stratigraphic aspects, followed by a reinterpretation of the outcrops in northeastern urban area of Ponta Grossa, inserts the Curva II outcrop above sections of the UEPG Campus, as well as Francelina I, II and III and below sections of Curva I and Franco da Rocha, which are representatives of a transgressive process, in a situation of sedimentary retrogradation which occurred in the passage Neopraghiano/Eoemsiano in the Ponta Grossa Formation, filling, thus, a gap in the stratigraphic sequence of the base of sequence B.

Keywords: Curva II outcrop, Devonian, Ponta Grossa Formation, macroinvertebrates, Stratigraphic Paleontology, Taphonomy.



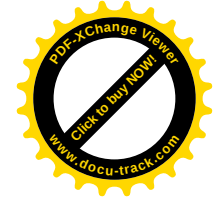
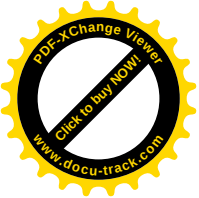
LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos afloramentos.....	14
Figura 2 - Coluna estratigráfica local com inserção do afloramento.....	
Curva II.....	20
Figura 3 - Mapa de localização e Supersequências da Bacia do Paraná.....	22
Figura 4 - Carta estratigráfica de Grahn et al., 2011.....	25
Figura 5 - Fósseis Malvinocáfricos da seção Curva II.....	33
Figura 6 - Tafocenoses identificadas por Bosetti et al., 2009.....	45
Figura 7 - Correlação tafonômica e estratigráfica entre as seções Campus UEPG e Francelina I, II e III.....	46
Figura 8 - Distribuição tafonômica do afloramento Curva I.....	49
Figura 9 - afloramento Curva II.....	50
Figura 10 - Distribuição tafonômica do afloramento Curva II.....	53
Figura 11- Tafocenoses identificadas no afloramento Curva II.....	54
Figura 12- Distribuição taxonômica – Setor 1.....	55
Figura 13- Distribuição taxonômica – Setor 2.....	55
Figura 14 - Distribuição taxonômica – Setor 3.....	56
Figura 15 - Distribuição taxonômica – Setor 4.....	57
Figura 16 - Distribuição taxonômica – Setor 5.....	57
Figura 17 - Distribuição taxonômica – Setor 6.....	57
Figura 18 - Distribuição taxonômica – Setor 7.....	58
Figura 19 - Zona hipotética de habitação.....	59
Figura 20 - Carta estratigráfica de distribuição dos afloramentos analisados Na sequência B de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2011).....	60
Figura 21 Correlação entre os afloramentos Curva I e Curva II e a seção Rivadavia.....	61
Figura 22 Coluna estratigráfica local com inserção do afloramento Curva II.....	63



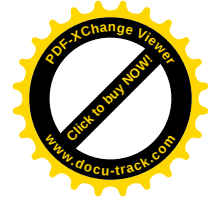
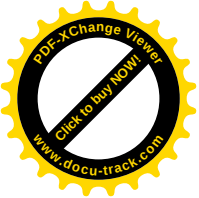
LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Representação das unidades litoestratigráficas de Petri (1948)...	22
Quadro 2 - Representação das unidades litoestratigráficas de Lange e Petri, 1967.....	23
Quadro 3 - Representação das unidades litoestratigráficas de Assine, 1996	23
Quadro 4 - Sequências deposicionais de Bergamaschi (1999).....	24
Quadro 5 - Conteúdo fossilífero das seções Campus UEPG e Francelina I, II e II.....	40

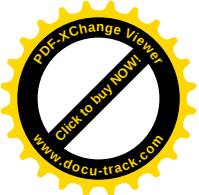


SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problemática.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3	METODOLOGIA DE TRABALHO.....	18
3.1	Metodologia de trabalho de campo.....	18
3.2	Metodologia de trabalho em laboratório.....	19
4	CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA E ESTRATIGRÁFICA. 21	
4.1	Bacia do Paraná.....	21
4.2	Subdivisões litoestratigráficas do Siluro-Devoniano da Bacia Sedimentar do Paraná e Grupo Campos Gerais.....	21
4.2.1	Formação Furnas.....	24
4.2.2	Formação Ponta Grossa.....	26
4.2.3	Formação São Domingos.....	27
4.2.3.1	Membro Tibagi da Formação São Domingos.....	27
5	ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS DO GRUPO CAMPOS 28	
	GERAIS.....	
5.1	Sequência A.....	28
5.2	Sequência B.....	28
5.3	Sequência C.....	29
5.4	Sequência D.....	29
5.5	Sequência E.....	29
5.6	Sequência F.....	30
6	DOMÍNIO MALVINOCÁFRICO.....	31
7	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
8	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E PALEONTOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	35
8.1	Seção Campus UEPG.....	35
8.2	Seção Francelina I (F1).....	35
8.3	Seção Francelina II (F2).....	36



8.4	Seção Francelina III (F3).....	36
8.4.1	Porção basal.....	36
8.4.2	Porção média.....	37
8.4.3	Porção topo.....	38
8.5	Interpretação.....	41
9	AFLORENTOS CURVA I E SEÇÃO FRANCO DA	
	ROCHA.....	47
9.1	Interpretação.....	48
10	AFLORENTO CURVA II.....	50
10.1	Descrição.....	50
10.2	Interpretação.....	51
10.3	Correlação.....	58
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	ANEXO A - LISTA DE FÓSSEIS – <i>Australocoelia palmata</i>.....	72
	ANEXO B - LISTA DE FÓSSEIS – <i>Australospirifer spp</i>.....	77
	ANEXO C – LISTA DE FÓSSEIS – DEMAIS ESPÉCIES.....	81



1 INTRODUÇÃO

A região de Ponta Grossa, Paraná, destaca-se no cenário da Paleontologia nacional por apresentar excelentes afloramentos representantes do Período Devoniano e tem sido objeto de trabalho de diversos autores em mais de um século e meio de pesquisas. Devido ao constante crescimento do sítio urbano, muitas localidades fossilíferas clássicas jazem hoje sob a pavimentação da cidade. No entanto, afloramentos localizados em cortes de estradas de ferro encontram-se ainda em razoável estado de conservação. O presente trabalho aborda os seguintes afloramentos: Francelina I, II e III; Campus UEPG; Curva I e II, Franco da Rocha, todos estão localizados no setor nordeste do perímetro urbano de Ponta Grossa e são representantes de ambientes marinhos que datam do Neo-Praguiano ao Eo-Emsiano. Cruz (2008) setorizou os afloramentos fossilíferos da zona urbana do município de Ponta Grossa de acordo com as vias de acesso e sua proximidade com as escolas estaduais, de acordo com este trabalho os afloramentos aqui citados localizam-se nas Zonas 1, 2 e 3 (figura 1). Com exceção do afloramento Curva II, os demais já foram objetos de estudos de ordem tafonômica e estratigráfica. Por este motivo um maior detalhamento é conferido a esta área de ocorrência fossilífera.

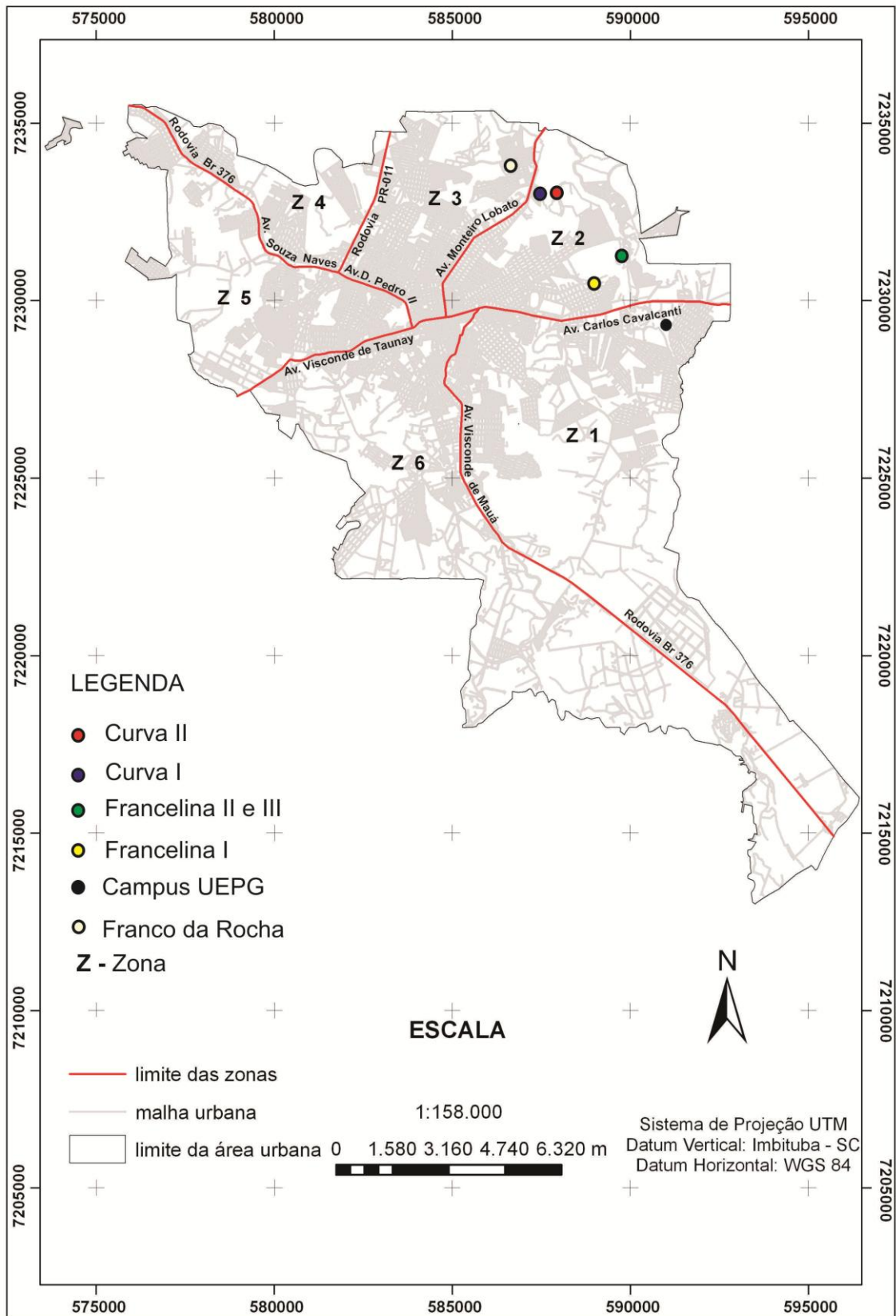
Este trabalho inicia com uma descrição dos métodos e técnicas aplicados para o desenvolvimento do mesmo, que vão desde a coleta e preparação do material até a plotagem dos dados obtidos.

Segue-se um capítulo tratando da caracterização geológica, estratigráfica e paleobiogeográfica regional, onde são abordados temas gerais referentes às discussões sobre o empilhamento e a nomenclatura litoestratigráfica adotada. Referências ao contexto do Domínio Malvinocáfrico também são apresentados neste capítulo.

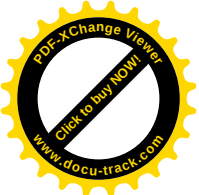
A localização e a caracterização geológica, paleontológica e tafonômica da área de estudo é apresentada com fins de detalhamento no nível de afloramento. As áreas já descritas foram revisitadas no intuito de se confrontar as características gerais com os novos dados obtidos.

O afloramento Curva II é ainda inserido no contexto do arcabouço estratigráfico de sequências de Bergamaschi, (1999), Bergamaschi e Pereira, (2001) e Grahn et al. (2011), bem como na recente interpretação das unidades devonianas paranaenses efetuada por Grahn et al. (2011).

Figura 1 – Localização dos afloramentos



Fonte: Adaptado de Cruz, 2008.

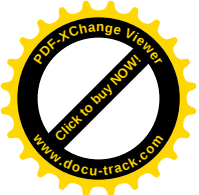


1.1 Problemática

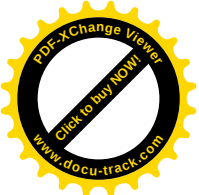
A seção devoniana aflorante no município de Ponta Grossa vem sendo reinterpretada nos últimos anos sob o ponto de vista tafonômico e da Estratigrafia de Sequências (ASSINE e PETRI, 1996; NUNES, 1999; SIMÕES et al., 1999; ASSINE, 1996; BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2000; ASSINE, 2001; BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001; RODRIGUES et al., 2001; GRAHN ET AL., 2002; RODRIGUES, 2002; RODRIGUES et al., 2003; BOSETTI et al., 2004; GHILARDI, 2004; SOARES, 2009; SIMÕES et al., 2009; GRAHN et al., 2010; BOSETTI et al., 2010; GRAHN e BOSETTI, 2010; BOSETTI et al., 2011; HORODYSKI, 2010; ZABINI et al., 2010; COMNISKEY, 2011; ZABINI et al., 2011, dentre outros). Grande parte destes estudos tem focado as camadas referentes ao Devoniano Inferior (Formação Ponta Grossa ou Sequência B de BERGAMASCHI, 1999; BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001 e GRAHN et al., 2011). Trabalhos tafonômicos recentemente desenvolvidos, tanto na seção basal do Devoniano (BOSETTI, 2004; BOSETTI et al., 2009; ZABINI, 2007; ZABINI et al., 2011, GHILARDI, 2004; SOARES, 2007; RODRIGUES, 2002, dentre outros) quanto nas seções médias (HORODYSKI, 2010, BOSETTI et al., 2010, BOSETTI et al., 2011), têm possibilitado a reinterpretação dos depósitos sob uma nova ótica. No entanto, algumas áreas aflorantes das sequências basais ainda necessitam de estudos mais aprofundados, como é o caso do afloramento Curva II.

Diversos autores trabalharam neste afloramento sob variados aspectos da Paleontologia, como, por exemplo, a distribuição estratigráfica da paleofauna (POPP e BORCELLOS-POPP, 1986), a sistemática dos lingulídeos (BOSETTI, 1989), a sistemática dos moluscos (KOTZIAN, 1995) e a sistemática dos equinodermas (SCHEFFLER et al., 2011). No entanto, este afloramento, até o presente momento, nunca foi abordado sob o ponto de vista da Tafonomia. O afloramento Curva II insere-se numa faixa de afloramentos (Zona I e Zona II de CRUZ, 2008 – figura 1) que esta posicionada estratigraficamente na Sequência B de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2011). Esta seção reveste-se de grande importância estratigráfica e paleontológica, uma vez que seu estudo pode vir a complementar as interpretações paleoambientais de áreas adjacentes, preenchendo uma lacuna na seção do Devoniano Inferior desta região.

Desta forma, busca-se aqui, compreender a gênese dos eventos que levaram à formação das concentrações fossilíferas das camadas correspondentes do



afloramento Curva II e posicionar estratigraficamente a seção no arcabouço estratigráfico de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2011). Por este motivo fez-se necessária a redescrição das áreas adjacentes, bem como a inserção dos novos dados adquiridos no arcabouço pré-estabelecido para a região.



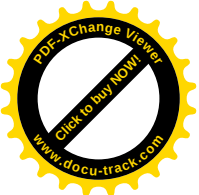
2 OBJETIVOS:

2.1 Objetivo geral:

O presente estudo visa a interpretação das fácies referentes ao afloramento Curva II, correspondente à base da Formação Ponta Grossa (Sequência B), com base em análise tafonômica e aplicação de métodos de coleta sistemática. Identificar e correlacionar a macropaleofauna do afloramento Curva II com ocorrências fossilíferas em áreas adjacentes, enfocando aspectos tafonômicos, taxonômicos e estratigráficos.

2.2 Objetivos específicos:

- Levantar seções estratigráficas;
- Descrever as litologias do afloramento estudado;
- Avaliar os arcabouços estratigráficos existentes e posicionar estratigraficamente os dados obtidos com aqueles de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2011);
- Identificar os *taxa* e as suas respectivas assinaturas tafonômicas vinculados aos eventos sedimentares da sucessão em estudo;
- Aplicar métodos de análise tafonômica básica visando o estabelecimento de graus de aloctonia, autoctonia e parautoctonia.



3 METODOLOGIA DE TRABALHO

A elaboração do presente trabalho seguiu as etapas listadas abaixo:

- a) Revisão bibliográfica;
- b) Coleta de material fóssil;
- c) Análises laboratoriais do material coletado;
- d) Interpretação e integração dos dados e;
- e) Elaboração de material cartográfico e iconográfico.

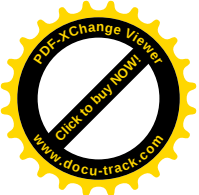
3.1 Metodologia do trabalho de campo

Para os trabalhos de coleta do material fóssil utilizou-se o Protocolo tafonômico/paleoautoecológico de Simões e Ghilardi (2000) e segundo adaptação para a região feita por Bosetti (2004), como se segue:

- a) a delimitação do escopo de estudo;
- b) o intervalo estratigráfico e as fácies sedimentares envolvidas;
- c) as atividades de coleta, localização e reconhecimento no campo;
- d) a identificação dos tipos de concentrações fossilíferas.

Com o objetivo de se obter o máximo de informações possíveis, foi utilizada uma metodologia de coleta de alta resolução (com dados adquiridos centímetro a centímetro, dentro de quadrículas previamente demarcadas) que se constitui num processo de varredura dos fósseis. Para isso foram necessários alguns procedimentos específicos conforme discriminados abaixo:

- 1- Coleta em quadrículas: são demarcadas quadrículas medindo um mínimo de 3 m de base por 2 m de altura (BOSETTI, 2004). Em alguns casos (quando a exposição de rocha permite) aprofunda-se 1 m, procurando uma leitura em três dimensões;
- 2- As quadrículas são demarcadas evitando-se proximidade de dobramentos, falhamentos ou diques (pois isso poderia interferir na orientação original dos fósseis);
- 3- Anotar as litologias e estruturas sedimentares ocorrentes nas quadrículas;
- 4- Utilizar planilha de campo, com os seguintes critérios a serem observados:
 - a) Identificação taxonômica preliminar;



- b) Medida horizontal de ocorrência dentro da quadrícula;
- c) Medida vertical de ocorrência dentro da quadrícula;
- d) Posicionamento do bioclasto em relação ao plano de acamamento (posição de vida, por exemplo);
- e) Níveis de fragmentação dos fósseis (inteiros; parcialmente fragmentados ou fragmentados);
- f) Grau de articulação das conchas (articuladas; desarticuladas);
- g) Dimensões dos fósseis (pode ser usado inclusive para determinação de estágios ontogenéticos);
- h) Estado de preservação dos fósseis;
- i) Orientação dos fósseis em relação a possíveis paleocorrentes;
- j) Observações particulares adicionais para fósseis singulares.
- k) Fotografias dos afloramentos buscando estruturas sedimentares, litologias e fósseis posicionados na rocha *in situ*.

A seção foi prospectada em sete diferentes setores dispostos lateralmente ao longo do afloramento, cada um medindo 10 m de comprimento por 3 m de altura, com exceção do setor 1, cuja altura foi de 6 m (figura 2 A e B).

3.2 Metodologia de trabalho em laboratório

O trabalho inicial consistiu-se na numeração das amostras e armazenamento no Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

As análises pormenorizadas de cunho tafonômico e sistemático permitiram a identificação de importantes feições não observadas em campo, como a identificação taxonômica com a utilização de bibliografia especializada; a observação e descrição de feições morfoanatômicas com microscópio e lupas e tipo de fossilização, dentre outros.

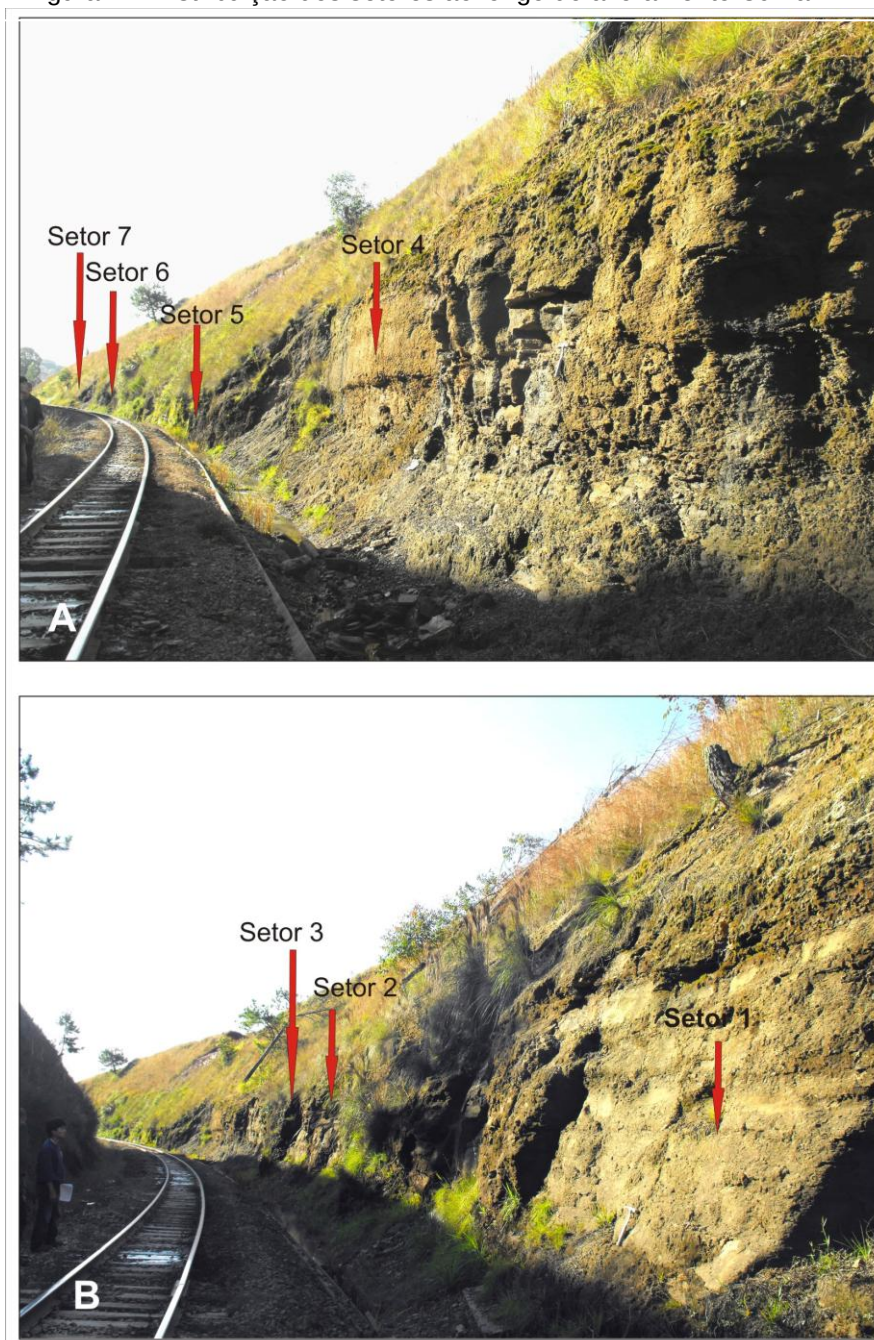
Os trabalhos de laboratório seguiram a seguinte ordem:

- a) Numeração e catalogação;
- b) Organização por quadrículas;
- c) Limpeza do material coletado;
- d) Identificação taxonômica;
- e) Identificação de assinaturas tafonômicas;

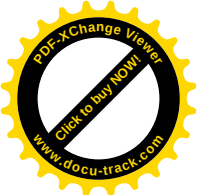
- f) Fotografia e/ou escaneamento para ilustrações;
- g) Acondicionamento em local adequado para futuras checagens.

O material paleontológico encontra-se depositado no Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia do Departamento de Geociências da UEPG, sob a sigla DEGEO/MPI – 2159 a 2519 (anexos 1, 2 e 3).

Figura 2 – Distribuição dos setores ao longo do afloramento Curva II



Fonte: O autor



4 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA E ESTRATIGRÁFICA

4.1 Bacia do Paraná

A Bacia Sedimentar do Paraná é classificada como uma bacia cratônica intercontinental de natureza policíclica. É uma sinéclise de grande extensão, que ocorre na porção meridional do Brasil, abrangendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, além da porção oriental do Paraguai, Nordeste da Argentina e Norte do Uruguai, totalizando uma área de 1.500.000 km². Seu registro estratigráfico compreende um pacote sedimentar-magmático com uma espessura total máxima de 7 mil metros no eixo deposicional que coincide geograficamente com o depocentro estrutural da sinéclise com a região da calha do rio que lhe empresta o nome (MILANI et al. 2007).

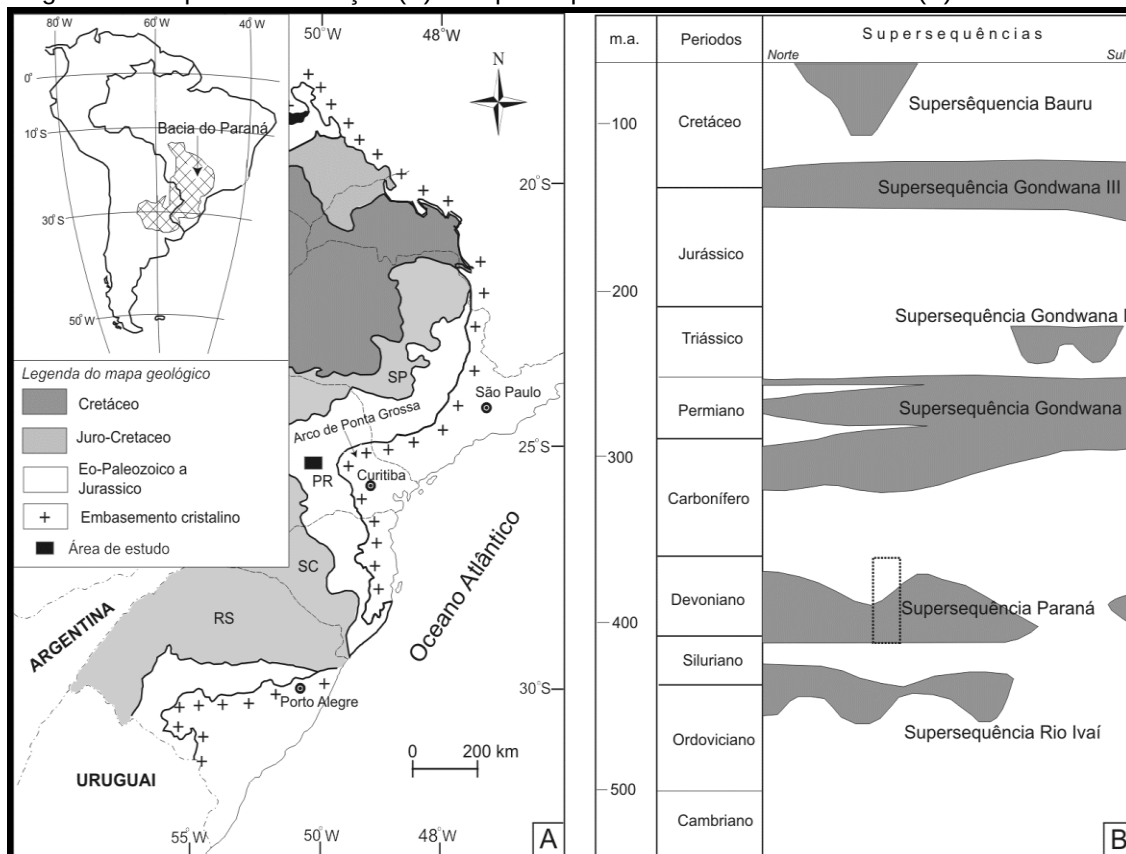
Milani et al. (2007) reconheceram seis unidades aloestratigráficas ou Supersequências no registro estratigráfico da Bacia do Paraná, sendo as unidades Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano) e Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico) representadas por pacotes sedimentares que definem ciclos transgressivo-regressivos ligados às oscilações no nível do mar, enquanto que as unidades Gondwana II, Gondwana III e Bauru correspondem a pacotes de sedimentitos continentais com rochas ígneas associadas (figura 3).

4.2 Subdivisões litoestratigráficas do Siluro-Devoniano da Bacia Sedimentar do Paraná e o Grupo Campos Gerais

A formalização das unidades devonianas paranaenses pioneiramente aconteceu com Oliveira (1912), composta, a partir da base, por Grés de Furnas, Shistos de Ponta Grossa e Grés de Tibagi. Posteriormente, Petri (1948; quadro 1) propôs as denominações “Formação Furnas”, “Camadas de Transição” e “Formação Ponta Grossa”. Maack (1947) inseriu no topo da sucessão devoniana os “Folhelhos São Domingos”. Lange e Petri (1967), mantém a Formação Furnas e propõe uma divisão tripartite para os sedimentitos da Formação Ponta Grossa, constituída, a partir da base pelos membros Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos (quadro 2). Northfleet et al. (1969) e Schneider et al. (1974) adotaram a designação Grupo

Paraná, para englobar somente as duas formações sem mencionar membros ou fácies, tratando-as como indivisas.

Figura 3 – Mapa de localização (A) e Supersequências da Bacia do Paraná (B)

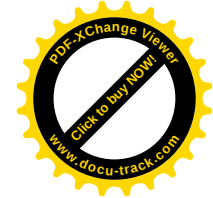
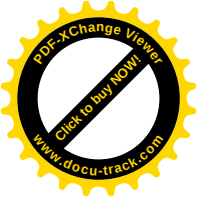


Fonte: Adaptado de Milani, 2007.

Quadro 1 - Representação das unidades litoestratigráficas de Petri, 1948

Série Paraná	Formação Ponta Grossa
	Camadas de Transição
	Formação Furnas

Fonte: Adaptado de Petri, 1948.



Quadro 2 - Representação das unidades litoestratigráficas de Lange e Petri, 1967

Grupo Paraná	Formação Ponta Grossa	Membro São Domingos
		Membro Tibagi
		Membro Jaguariaíva
	Formação Furnas	

Fonte: Adaptado de Lange e Petri, 1967.

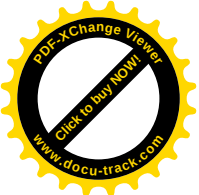
Sob a ótica da Estratigrafia de Sequências os sedimentitos devonianos foram estudados por Assine (1996), que resume o arcabouço estratigráfico em três sequências deposicionais, correlacionando-as, em parte, com as unidades litoestratigráficas de Lange e Petri (1967), na seguinte ordem, da base para o topo: Sequência Lochkoviano, Sequência Praguiano-Eifeliano e Sequência Eifeliano-Frasniano (quadro 3),

Quadro 3 - Representação das unidades litoestratigráficas de Assine, 1996

Sequência Eifeliano-Frasniano	(Fm. Ponta Grossa – Topo do Mb. Tibagi e Mb São Domingos)
Sequência Praguiano-Eifeliano	(Fm. Furnas – Unid. III e Fm. Ponta Grossa – Mb. Jaguariaíva e Mb. Tibagi)
Sequência Lochkoviano	(Fm. Furnas – Unid. I e II)

Fonte: Adaptado de Assine, 1996

Bergamaschi (1999) identificou para a sucessão devoniana paranaense seis sequências deposicionais de terceira ordem. A sequência A (?Pridoliana-?Eo-Lochkoviana) compreendia os depósitos da Fm. Furnas, na qual foram reconhecidos depósitos marinhos rasos de ante-praia e transicionais (deltaicos e estuarinos). A sequência B (?Neo-Lochkoviana-Emsiana) limitou-se as formações Furnas e Ponta Grossa e constitui-se de depósitos de *shoreface* a *offshore* transicional, acumulados sob influência dominante de processos de tempestade. As



sequências C (Neo-Eifeliana-Eo-Emsiana), D (Eifeliana) e E (?Neo-Eifeliana-Neo-Givetiana) tem em sua base depósitos de *shoreface*. Já a sequência F (Frasniana) é constituída por depósitos marinho-rasos de plataforma externa. (quadro 4)

Quadro 4 – Sequências Depositionais de Bergamaschi, 1999

Sequência Depositional “F”	Frasniano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “E”	?Neo-Eifeliano-Neo-Givetiano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “D”	Eifeliano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “C”	?Neo-Emsiano -?Eo-Eifeliano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “B”	?Neolochkoviano-Emsiano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “A”	?Pridoliano-Lochkoviano – Fm. Furnas

Fonte: Adaptado de Bergamaschi, 1999.

As unidades devonianas da Bacia do Paraná foram reavaliadas por Grahn (1992), Grahn et al. (2002), Gaugris e Grahn (2006), Grahn et al. (2010) e recentemente em Grahn et al. (2011), com a utilização do arcabouço estratigráfico de sequências de Bergamaschi (1999) e Bergamaschi e Pereira (2001). Aqueles autores consideraram que as definições subsequentes na literatura negligenciaram a prioridade dos termos conferida à Oliveira (1912). Apresentam ainda, as comparações das unidades com as da estratigrafia de seqüências de terceira ordem, designando-as como Grupo Campos Gerais, dividindo-as, a partir da base para o topo: Formação Furnas = Sequência A, Formação Ponta Grossa = Sequência B, Formação São Domingos, incluindo o Membro Tibagi na base (*sensu*: Oliveira, 1912) = Sequências C, D, E e F. Este é o arcabouço utilizado para o presente trabalho, julgando que as interpretações das sequências são atuais (figura 4). As características do arcabouço estão detalhadas abaixo.

4.2.1 Formação Furnas

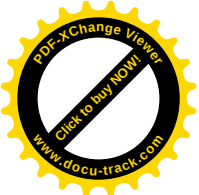
A sua espessura é de aproximadamente 250 m, constituída por arenitos médios à grossos, conglomeráticos, com estratificações cruzadas, intercalados por siltitos. Os depósitos correspondem a ambientes fluvio-marinho-costeiros.

Bergamaschi (1999) denominou informalmente três intervalos na Formação Furnas, sendo eles: Furnas Inferior, Intermediário e Superior.

Figura 4 – Carta estratigráfica de Grahn et al., 2011

Idade	Bacia do Paraná		Sequências	Espóros		Chitinozoa Grahn 2005 Mendlowickz Mauler et al. 2009
	Sub-bacia de Apucarana	S u b - b a c i a Alto do Garças*		A	B	
Frasniano				IV	TP	U. bastosi S. langai
					Bmu	
				BM	Bpi	Hoegisphaera glabra
				BJ		
Givetiano		Grupo Chapada Unidade 4	F	Tco	Trg	Fungochitina microspinata Ancyrochitina taouratinensis
				TA		
				AD	Lem	Ramochitina stiphrospinata
Eifeliano	Formação São Domingos	Grupo Chapada Unidade 2	E	Pre-Lem	Lii	Alpenachitina elsenacki
		Grupo Chapada Unidade 3	D	AP	Per	Ancyrochitina varispinosa**
				Pre-Vel	GS	Ancyrochitina parisi
Emsiano	Ti ?	?	?	FD	ainda não definido	Ancyrochitina pachyoerata
				AB		
	Formação P. Grossa	Grupo Chapada Unidade 2	B	Su		
Praguiano				PoW		
				Pre-Su	Ems	Ramochitina magnifica
Loch-koviano	?	?	?	BZ	E	Urochitina lobo
	Formação Furnas	Grupo Chapada Unidade 1	A	MN	NsZ	Angochitina strigosa

Fonte: Adaptado de Grahn et al. (2011), mostrando a estratigrafia do Devoniano da Bacia do Paraná. A seta dupla ao lado da letra E circulada (dentro da Zona Ems de miósporos) indica o espaço estratigráfico máximo proposto por Rubinstein et al. (2005) para a zona de *D. emsiensis*. Outras convenções: A = Zoneamento de miósporos na Europa Ocidental após Streeel et al. (1987) e Steemans (1989). B = Gondwana Ocidental (Norte do Brasil) zoneamento de miósporos após Melo & Loboziak (2003). *Sub-bacia de Alto Garças depois de Grahn et al. (2010); **Biozona informal. ***Zona *Angochitina praedensibaculata*.



O intervalo inferior é composto por uma associação de conglomerado e arenitos que variam de finos a muito grossos, por vezes conglomeráticos, exibindo estratificações cruzadas planares, por ondas, e cavalgantes.

Sobreposto a este intervalo mais basal, predominantemente conglomerático, encontram-se camadas de arenito médio a grosso, intercalados por níveis conglomeráticos que decrescem granulometricamente em direção ao topo.

Neste intervalo são registrados icnofósseis do gênero *Cruziana* (cf. FERNANDES, 1996). Estes níveis foram identificados como sendo marinho-raso/litorâneos.

O intervalo intermediário é composto por arenitos médios, com delgados níveis sílticos, cinza-esbranquiçados cuja interpretação faciológica remete a um registro de um sistema litorâneo/costeiro. Em suas camadas superiores há uma ocorrência de fácies de arenito grosso a muito grosso, conglomerático, provavelmente, de um sistema costeiro de *shoreface* superior.

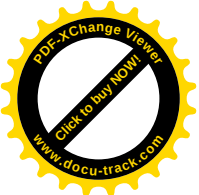
O intervalo superior é caracterizado pela presença de corpos e níveis conglomeráticos e por um tênue aumento na granulometria dos arenitos, em sua maioria grossos a muito grossos. Acima ocorrem camadas de siltitos, arenitos com estratificação cruzada e raras camadas conglomeráticas.

As características faciológicas sugerem que a dinâmica deposicional tenha ocorrido na região costeira, com algumas influências de tempestades e descargas fluviais na costa. Bergamaschi (1999) sugere que a seção Furnas registra um ciclo transgressivo-regressivo de 3ª ordem. A idade relativa é Pridoliano a Lochkoviano (figura 4).

4.2.2 Formação Ponta Grossa

Segundo Grahn et al. (2010), o contato entre as Formações Furnas (SequênciaA) e Ponta Grossa (SequênciaB) constitui uma superfície de ravinamento gerada na transgressão entre o final do Praguiano e o Eo-emsiano, onde, um hiato foi observado envolvendo um máximo de 4 Ma.

A parte inferior da Formação Ponta Grossa é composta por arenitos e siltitos intercalados. Sobrepostos ocorrem folhelhos, argilitos e siltitos com nódulos calcários e arenitos e folhelhos pretos na porção superior. Esta formação tem idade relativa entre o Neo-praguiano e o Eo-emsiano (figura 4).

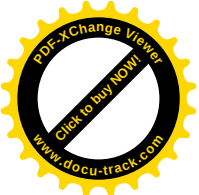


4.2.3 Formação São Domingos

Sobrepõem-se à Formação Ponta Grossa. Na parte mais basal ocorrem arenitos conglomeráticos mal selecionados, seguidos de folhelhos e siltitos micáceos, ricos em restos vegetais. Os folhelhos do Givetiano representam uma expansão do sítio deposicional, sendo o registro do pico máximo de transgressão no Devoniano da Bacia do Paraná. O topo da sequência devoniana é truncada pela discordância erosiva da base da seção permo-carbonífera do Grupo Itararé. A formação tem idade relativa entre Neoemsiano a Eofrasniano (figura 4).

4.2.3.1 Membro Tibagi da Formação São Domingos

O Membro Tibagi localmente constitui a parte mais inferior da Formação São Domingos. A litologia consiste em arenitos grossos para siltitos finos e argilitos. O Membro Tibagi tem idade relativa de Neo-emsiano (figura 4).



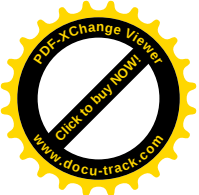
5 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS DO GRUPO CAMPOS GERAIS

5.1 Sequência A

A Sequência A é equivalente à Formação Furnas. Este intervalo possui, aproximadamente, 250 m de espessura. A litologia predominante é de arenitos médios à grossos, como abundantes estratificações cruzadas planares intercaladas com lentes de siltito conglomerático. Em termos de associação de fácies, estes depósitos são interpretados como representando ambientes transicionais marinho costeiro. A base corresponde a uma inconformidade regional com rochas da Supersequência Rio Ivaí ou do embasamento. A idade relativa para este intervalo é Pridoliano a Neo-lochkoviano (PEREIRA, 2000; GRAHN et al., 2010) (figura 4).

5.2 Sequência B

Litologicamente é composta em sua base por arenitos finos, marcados por estratificações cruzadas do tipo *wave* (WCS) e *hummocky* (HCS), e por folhelhos e siltitos bioturbados. Esta sequência tem aproximadamente 90 m de espessura. O limite inferior da Sequência B é marcado pela superfície transgressiva que registra o recobrimento dos depósitos regressivos (transicionais e costeiros) do topo da Sequência A. Na Sequência B são registrados depósitos marinhos rasos de *shoreface* inferior e *offshore*. O trato de sistemas transgressivo – TST (*Transgressive System Tract* – TST) é caracterizado por ação de ondas e tempestitos com estruturas do tipo *wave* (WCS) e *hummocky cross stratification* (HCS), culminando com o sistema de inundação máxima – SIM (*maximum fluid surface*), reconhecido através dos folhelhos pretos de *offshore* com padrão indicativo de anoxia, diagnosticados a partir dos teores de carbono orgânico total (COT). Todos esses padrões são registrados nas seções colunares das cidades de Ponta Grossa, Tibagi e Jaguariaíva. Em superfície não é registrado o trato de sistemas de mar alto - TSMA (*Highstand System Tract* – HST). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente à Formação Ponta Grossa, é de Neo-praguiano a Eo-emsiano e tem duração aproximada de dois milhões de anos (GRAHN et al., 2011) (figura 4).



5.3 Sequência C

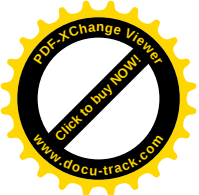
Inicia em sua base com uma camada de arenitos finos, e, de maneira geral é muito semelhante à sequência B, com ciclos de engrossamento com folhelhos na base e siltitos bioturbados e arenitos finos, associados à WCS e HCS no topo. O trato de sistema mais expressivo da Sequência C é o TST, consistindo em fácies de folhelhos, siltitos bioturbados e arenitos finos com WCS e HCS formados pela ação de ondas de tempestade. A SIM é caracterizada por um importante evento de anoxia/disoxia da bacia, diagnosticado pelos perfis de raio gama. Apenas em subsuperfície é possível se observar o trato de sistemas de mar alto (TSMA). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente a porção basal da Formação São Domingos, é de Emsiano médio a Eifeliano médio e tem duração aproximada de sete milhões de anos (GRAHN et al., 2011) (figura 4).

5.4 Sequência D

O TST da Sequência D apresenta, em relação ao TST da Sequência C, uma maior incidência de intercalações de arenitos finos com evidências de ação de ondas (normais e de tempestade) e siltitos bioturbados mais próximos ao topo do TST, implicando em condições de diminuição de lâmina d'água, com o registro abundante de *Spongiophyton*. Um afogamento, próximo ao topo da sequência, marca a localização da SIM da Sequência D, registrando um novo momento de anoxia na bacia, evidenciado pela ocorrência do Efeito Lilliput em macroinvertebrados (BOSETTI et al., 2011), observados após a SIM desta sequência (porção mais basal do TST da Sequência E). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente à Formação São Domingos, é de final do Meso-eifeliano a Neo-eifeliano e tem duração aproximada de quatro milhões de anos (GRAHN et al., 2011) (figura 4).

5.5 Sequência E

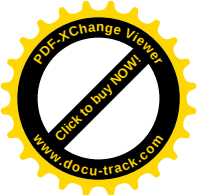
Em superfície é possível apenas rastrear o TST da Sequência E, e se distingue, através da associação de fácies, por uma intercalação de siltitos bioturbados e por corpos de arenitos finos pouco espessos. A idade desta sequência



é de Eo-givetiano ao Meso-givetiano inicial. Vale destacar que as áreas aflorantes datam apenas até o Eo-givetiano. A sequência tem duração aproximada de dois milhões e meio de anos (GRAHN et al., 2011) (figura 4).

5.6 Sequência F

A Sequência F não é aflorante na borda leste da Bacia do Paraná. Em subsuperfície é marcada por um empilhamento de parassequências com tendência agradacional ou progradacional. Na Sub-bacia de Apucarana a sequência F é parcialmente preservada em alguns poços, onde pode ser observada uma regressão em direção ao topo. Esta sequência tem idade relativa do início do Givetiano médio ao final do Fransniano médio (GRAHN et al., 2011) (figura 4).

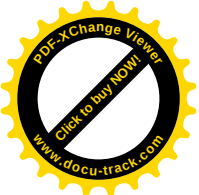


6 DOMÍNIO MALVINOCÁFRICO

O termo Domínio Malvinocáfrico (*Malvinokaffric Realm*) foi inserido na literatura por Richter (1941) como substitutivo ao termo “austral”, primariamente utilizado por Clarke (1913) para referir-se a fauna devoniana do Hemisfério Sul. Esta nomenclatura deriva da fauna que habitava as águas relativamente rasas, provavelmente frias que abrangiam alguns estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do atual território brasileiro, sul do Peru, Bolívia, Paraguai, Uruguai, Argentina, Ilhas Falkland, Antártica e África do Sul (BOSETTI, 2004). Para Shirley (1965), o Domínio Malvinocáfrico (ou Província Malvinocáfrica) era caracterizado por apresentar baixa diversidade faunística, onde poucas taxa seriam bem representadas por numerosos indivíduos com ampla dispersão regional. No entanto, distingue-se das demais comunidades faunísticas por apresentar um evidente endemismo de certos grupos de invertebrados, sobretudo trilobitas e braquiópodes, presumivelmente adaptados às águas mais frias e de altas latitudes, principalmente no Eodevoniano.

As discussões referentes à origem da fauna malvinocáfrica apresentadas na bibliografia se restringem quase que exclusivamente à origem e às implicações geocronológicas de braquiópodes e trilobitas. Melo (1985), observa que os taxa de ambas as unidades paleobiogeográficas, a siluriana e a devoniana, encontram-se bem separados entre si no tempo geológico. A extinção da fauna “Malvinocáfrica” siluriana teria sido sucedida pela introdução de outra fauna completamente independente filogeneticamente da primeira. A maioria dos braquiópodes da fauna siluriana não parece guardar quaisquer relações diretas com os braquiópodes devonianos da verdadeira Província Malvinocáfrica. O autor admitiu apenas uma exceção quando tratou do leptocoelídeo *Harringtoniana*, que Boucot (1975), considerou o mais provável ancestral do gênero malvinocáfrico *Australocoelia* e de outros leptocoelídeos devonianos de origem boreal (e.g. *Leptocoelia* e *Pacificocoelia*).

Atualmente, as discussões quanto à extinção da fauna Malvinocáfrica estão bem mais esclarecidas. Isto se deve ao fato de terem sido feitos trabalhos de cunho tafonômico e de estratigrafia de sequências, como os de Horodyski (2010), Bosetti et al. (2010) e Bosetti et al. (2011) com enfoque nos intervalos de idade representantes de possíveis momentos de extinção já previamente apontados (BOUCOT, 1975;



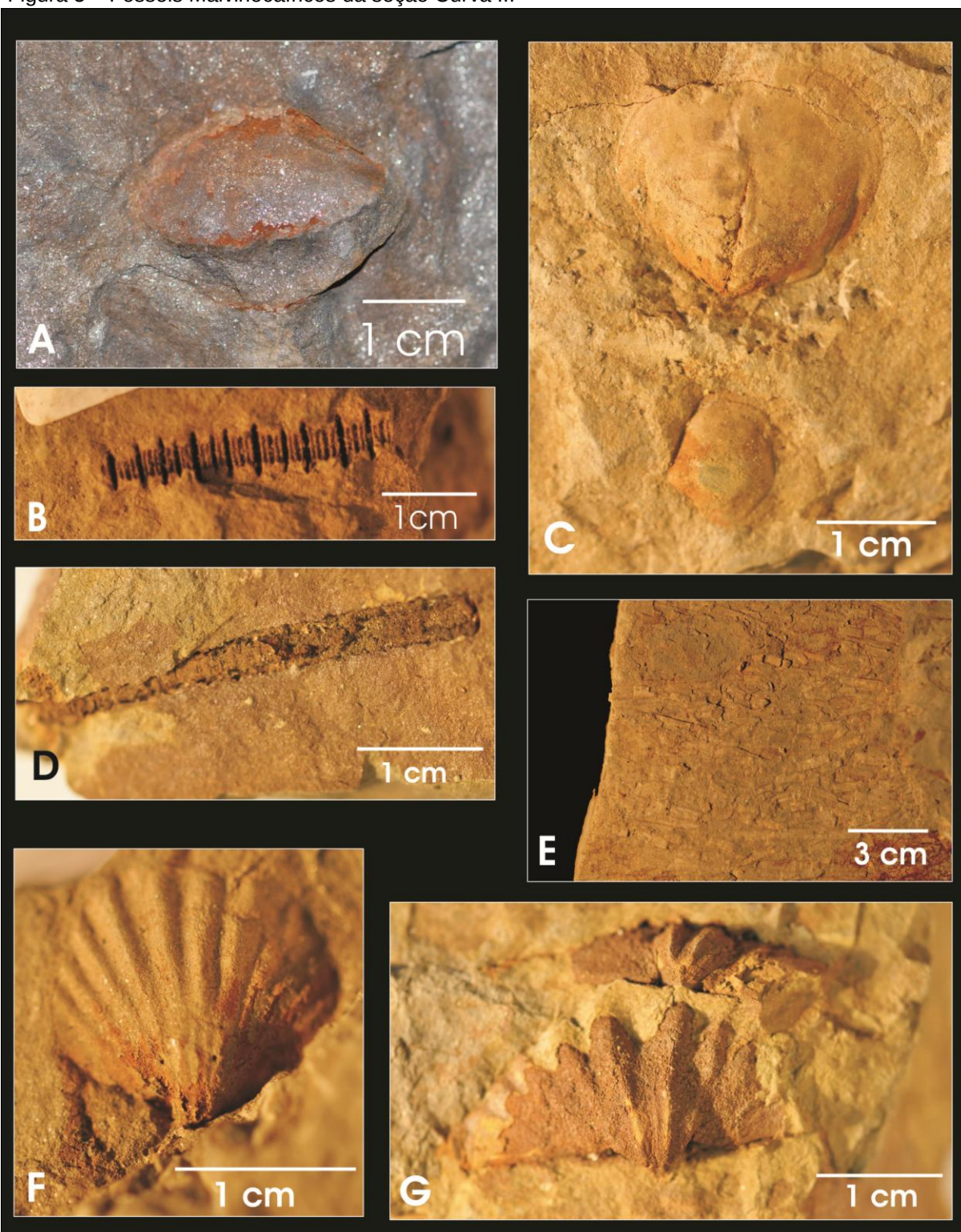
COOPER, 1977; ISAACSON, 1978; MELO, 1985; ASSINE e PETRI, 1996; BOSETTI, 2004). Trabalhos como os de Cooper (1977) e Isaacson (1978) sugeriam que a típica fauna Malvinocáfrica teria se extinguido na passagem Frasniano-Fameniano. Melo (1985), corroborou com a idéia dos autores antecessores, já que não reconheceu elementos malvinocáfricos nas porções superiores do Devoniano do Paraná. Para Assine e Petri (1996), este desaparecimento teria sido causado por uma transgressão ocorria na passagem Eifeliano-Givetiano, que teria acarretado drásticas mudanças ecológicas às quais a fauna não teria se adaptado.

Novos achados na Formação São Domingos, relatados por Horodyski (2010), Bosetti et al. (2010) e Bosetti et al. (2011), demonstraram que apenas alguns grupos superaram os limites do Givetiano, mesmo assim, apresentando tamanho subnormal se comparados com os mesmos *taxa* em estratos mais antigos. As características observadas na fauna constante no topo da Formação São Domingos por Bosetti et al. (2011) e por Horodyski (2010), sugerem a ocorrência de uma fauna reliquiar da Província Malvinocáfrica para estas camadas.

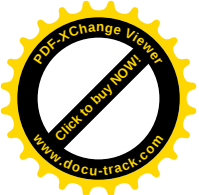
Bosetti et al. (2010) ressaltaram ainda que apesar do tamanho diminuto, todos os *taxa* apresentam características morfoanatômicas de estágio ontogenético avançado, ou seja, são representantes de formas adultas, o que demonstraria que alguns elementos da típica fauna Malvinocáfrica não se extinguiram na passagem Eifeliano/Givetiano, mas sim adaptaram-se às condições ambientais restritivas. Tais características conferem a estas associações a denominação de reliquiares, que, segundo Urbanek (1970), são complexos de espécies de baixa diversidade ou ocorrências monoespecíficas sobreviventes à distúrbios ambientais de determinada área, apresentando extrema baixa diversidade e alta abundância de indivíduos e fenótipos subnormais, que em conjunto são resultado de síndrome pós-evento de extinção.

No afloramento Curva II, o conteúdo fossilífero é típico do Domínio Malvinocáfrico em sua maior paleobiodiversidade. São ocorrentes braquiópodes rinconeliformes, moluscos, equinodermas, cnidários, anelídeos e artrópodes (figura 5).

Figura 5 – Fósseis Malvinocátricos da seção Curva II.



Fonte: O autor – (A) Mollusca: *Nuculites* sp.; (B) *Crinoidea* indet.; (C) *Criptonella baini*; (D) Mollusca: Tentaculitidae; (E) Anelida: *Serpulites*; (F) *Australocoelia palmata*; (G) *Australospirifer iheringi*.



7 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

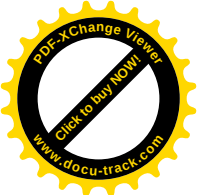
A seção estudada é aflorante na borda leste da Bacia do Paraná, município de Ponta Grossa – PR. Cruz (2008) mapeou 17 afloramentos na área urbana do município em seis zonas de ocorrência. Os afloramentos aqui estudados situam-se na Zona 1 (Campus UEPG), Zona 2 (Francelina I, II e III, Curva I e Curva II) e Zona 3 (Franco da Rocha) (figura 1).

A Seção Campus UEPG ($25^{\circ}05'33,00''\text{S}$ – $50^{\circ}06'15,19''\text{O}$) foi descrita por Bosetti et al. (2009) e está localizada no corte da estrada de ferro (Pátio Uvaranas – prefixo Luz) que atravessa o campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A Seção Francelina (assim denominada por estar situada em bairro homônimo da cidade de Ponta Grossa - $25^{\circ}04'55,36''\text{S}$ – $50^{\circ}06'52,86''\text{O}$) localiza-se no corte da estrada de ferro Central do Paraná, ramal para a fábrica Camargo Corrêa – sentido norte, nos fundos da Vila Francelina, bairro de Uvaranas e, dista, aproximadamente 2.400 metros do afloramento Curva II. O acesso a este afloramento pode ser feito pelos fundos da Vila Francelina ou pelo pátio da América Latina Logística (ALL).

O afloramento Curva I ($25^{\circ}03'55,88''\text{S}$ – $50^{\circ}08'00,06''\text{O}$) está localizado em corte da estrada de ferro Central do Paraná, sub-trecho Uvaranas-Periquitos, Vila Baraúna, Km 235. O acesso pode ser feito pela estrada de ferro no cruzamento com a avenida Monteiro Lobato, ou ainda, pelos fundos do Jardim Gianna, situado na região nordeste da cidade de Ponta Grossa, Paraná.

O afloramento Curva II ($25^{\circ}03'58,97''\text{S}$ – $50^{\circ}07'39,00''\text{O}$) localiza-se no corte da estrada de ferro Central do Paraná, trecho Uvaranas-Apucarana, sub-trecho Uvaranas-Periquitos, Jardim Gianna, Ponta Grossa-Paraná. O acesso pode ser feito seguindo os trilhos a partir da Avenida Monteiro Lobato e Afloramento Curva I ou pelos fundos da vila Jardim Gianna,



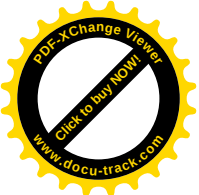
8 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E PALEONTOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

8.1 Seção Campus UEPG

A seção apresenta 10 m de espessura e é constituída por 1 m de folhelho preto argiloso sobreposto por 3 m de folhelho siltico argiloso, micáceo, de coloração amarela e siltito argiloso de coloração cinza-clara a cinza-escura. Com frequência, o siltito argiloso mostra evidências de bioturbação, principalmente por organismos geradores de icnitos do icnogênero *Zoophycos*, resultando em uma estrutura mosqueada (*mottled structure*). Estruturas do tipo HCS de pequeno porte intercalam-se aos estratos bioturbados. Sobreposto a esses estratos encontra-se um pacote de 0,5 m de arenito lateritizado, muito fino a fino, apresentando alto grau de alteração intempérica. O topo da seção é constituído por 2 m de siltito grosso, maciço, contendo nódulos e concreções ferruginosas. Com exceção do arenito, que não apresentou macrofósseis, os outros níveis são abundantemente fossilíferos. A seção não se apresenta contínua em virtude de deslizamentos do solo do topo do perfil, que ocasionaram o encobrimento da rocha em dois setores verticais medindo 3,5 m de espessura (BOSETTI et al., 2009).

8.2 Seção Francelina I (F1)

Seção representada por 2 m de siltito grosso, maciço, com intercalações de delgadas lentes de areia muito fina a média. Frequentemente ocorrem nódulos ferruginosos e concreções contendo fósseis bem preservados. A coloração é amarelo-ocre, variando localmente para cinza-claro. A rocha é bastante friável quando exposta à superfície. A característica que distingue este ponto de coleta dos demais aqui analisados é a surpreendente quantidade de fósseis presentes, notadamente de trilobitas (calmoniídeos e homalonotídeos) (BOSETTI et al., 2009).



8.3 Seção Francelina II (F2)

A seção apresenta 3 m de espessura. Da base para o topo é constituída por 2 m de folhelho argiloso, preto, finamente laminado, com presença de nódulos piritosos esféricos, centimétricos. Sobreposto ocorre 0,6 m de folhelho siltico micáceo, de coloração cinza-clara, e 0,4 m de siltito argiloso, maciço, de coloração amarela. Ambas as fácies são fossilíferas com abundância dos braquiópodes articulados e inarticulados, equinodermas e moluscos (BOSETTI, 2004).

8.4 Seção Francelina III (F3)

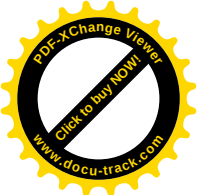
A seção é constituída por um pacote de 2 m de siltito fino a grosso, com incrementos locais na taxa de argilosidade. Atividades biogênicas intraestratais, como bioturbação produzidas por organismos do icnogênero *Zoophycos*, são frequentes. Intercaladas ocorrem lentes centimétricas de arenito muito fino a fino, com estrutura HCS e sua fauna é composta por braquiópodes rinconeliformes e linguliformes, moluscos bivalves, equinodermas e trilobitas (BOSETTI, 2004).

8.4.1 Porção basal

A porção basal perfilada no presente trabalho (representada pelos folhelhos pretos da base das seções Campus UEPG e Francelina II) é formada por folhelho argiloso preto, betuminoso, finamente laminado, com nódulos piritosos esféricos e centimétricos. O intervalo estratigráfico de inundação máxima possui fina laminação e não apresenta bioturbação.

Comparada às fácies de granulometria mais grossa a biodiversidade mostrou-se muito baixa (6 gêneros) sendo também baixo o número de indivíduos. Todas as valvas apresentaram-se inteiras, desarticuladas, concordantes ao plano de acamamento e fora da posição de vida. Com exceção do grupo dos *Tentaculita* (Mollusca, *Tentaculitidae*), o número absoluto de indivíduos inteiros não pode ser inferido devido à desarticulação.

Moluscos *Tentaculitidae* (*Uniconus crotalinus*) são representados nesta fácies por conchas inteiras, concordantes ao acamamento e sem orientação preferencial, o que não é comum com este grupo em outros afloramentos da sucessão devoniana



sul-brasileira. O hábito de vida deste grupo é muito discutido, sendo citado como seres bentônicos, nectônicos, planctônicos, epiplantônicos, nectobentônicos e semiendobiontes (FISHER, 1962).

Os braquiópodes Rhynchonelliformea (*Australocoelia palmata* e *Australostrophia*) apresentaram valvas inteiras, porém desarticuladas; não foram observados indícios de abrasão em seus moldes externos.

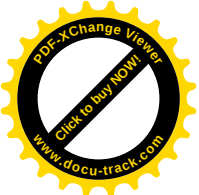
Os braquiópodes organofosfáticos dos gêneros *Gigadiscina collis* e *Orbiculoidea* sp. estão no plano de acamamento e inteiros. Devido ao acentuado achatamento dorso-ventral do fóssil, somado a fina espessura das valvas, não foi possível verificar o grau de articulação destes fósseis. Os discinídeos fósseis possuem o hábito de vida epibentônico sésil ou fixo (SÜDKAMP, 1997; MERGL e MASSA, 2005; MERGL, 2010; COMNISKEY 2011).

8.4.2 Porção média

Na seção Campus UEPG, o pacote de siltito intensamente bioturbado, intercalado com estrutura HCS, é recoberto por 0,5 m de arenito lateritizado, muito fino a fino, maciço, apresentando alto grau de alteração intempérica.

Atividade biogênica intraestratal é intensa na porção média da seção Campus UEPG e na seção Francelina III correlata. Esta atividade é composta por traços de bioturbação ora paralelos ao plano de acamamento ora inclinados em relação a este. Destacam-se traços fósseis pertencentes ao icnogênero *Zoophycos*, cuja morfologia varia de simples lobos isolados a complexas estruturas helicoidais dispostas em torno de um eixo central (GODOY et al., 2005). Ela resulta em estrutura mosqueada (*mottled structure*) que dificulta a interpretação sedimentológica, uma vez que destrói as estruturas sedimentares pré-existentes. Representa, porém, um marco estratigráfico na área estudada. Por vezes, estas zonas de bioturbação alteram a posição original dos fósseis previamente soterrados (*sensu*: ZABINI, 2007). Estas feições apresentam-se estratigraficamente intercaladas a estruturas HCS de pequeno porte, indicativas de tempestitos distais. Nas camadas com estrutura HCS, os fósseis encontram-se desarticulados e no plano de acamamento.

Além da ocorrência de *Zoophycos* e outros icnofósseis, registrou-se uma grande variedade taxonômica e um número significativo de fósseis. A macrofauna é



representada por 6 gêneros de braquiópodes, 2 gêneros de moluscos, 1 classe de equinodermes e 2 famílias de trilobites (quadro 5). Nesta fácies alguns *taxa*, como os lingúlídeos infaunais, foram registrados em aparente posição de vida, ou ainda, inclinados em relação ao plano de acamamento, e neste caso, provavelmente devido à intensa atividade biogênica intraestratal ali presente.

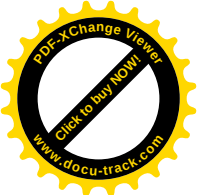
No total foram registrados 81 fósseis inteiros, desarticulados e fora da posição de vida. Destes, 44 são provenientes da seção F3, e 37 da porção média da seção Campus UEPG. Foram registrados ainda 65 fósseis em aparente posição de vida, sendo 19 na seção F3, e 46 na porção média da seção Campus UEPG. Não foram encontrados fósseis na camada de arenito.

8.4.3 Porção Superior

Como capeamento das seções estudadas ocorre um pacote de siltito grosso, maciço, com nódulos e concreções ferruginosas, contendo fósseis bem preservados. Lentes centimétricas de arenito muito fino a fino são presentes e ocasionalmente encerram material fóssil. Sua coloração é amarelo-ocre, variando localmente para cinza-claro. A rocha mostra-se bastante friável quando exposta em superfície. A característica que distingue esta fácies é a surpreendente quantidade de fósseis, notadamente de trilobitas. Em sua maioria os fósseis apresentam-se desarticulados, como por exemplo, valvas de braquiópodes e peças de trilobitas no plano de acamamento. No entanto, lingúlídeos e conulários em aparente posição de vida ou exúvias de trilobitas de ocorrência *in situ* (como carcaças estendidas, enroladas e modo salteriano de preservação) também foram registradas em níveis distintos. O grau de desarticulação das peças de trilobitas (céfalo, tórax, pigídio, céfalo-tórax, tórax pigídio e somitos torácicos), é de aproximadamente 95%, e das valvas de braquiópodes é de cerca de 40%.

De forma geral, os *taxa* registrados são aqueles pertencentes à Província Malvinocáfrica (*sensu*: RICHTER e RICHTER, 1942; MELO, 1985), e já referidos para a sequência B em outras seções de mesma idade (quadro 5).

O topo da seção Campus UEPG e a seção F1 correlata são os horizontes fossilíferos mais ricos da área em estudo, tanto em número de grupos taxonômicos quanto em número de fósseis (n=228). A paleofauna é representada por 17 gêneros (quadro 5) e o número de valvas e peças desarticuladas é elevado (80%). Da

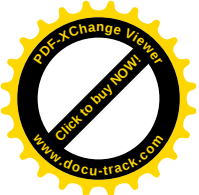


mesma forma, devido ao elevado grau de desarticulação, o número absoluto de indivíduos não pode ser mensurado. Material em posição de vida também foi registrado em menor porcentagem (20%).

Quadro 5 – Conteúdo fóssilífero das seções Campus UEPG e Francelina I, II e III

	F2 - base	F3 - médio	F1 - topo	CAMPUS UEPG - base	CAMPUS UEPG - médio	CAMPUS UEPG - topo
BRACHIOPODA	<i>Australocoelia palmata</i>	3	36	48	13	5
	<i>Australospirifer</i> spp.	7	37	-	8	3
	<i>Australostrophia mesembria</i>	17	11	-	3	1
	<i>Schuchertella</i> sp.	-	11	-	5	-
	<i>Lingulideo infraunal</i>	-	6	10	-	-
	<i>Derbyina whitiorum</i>	3	6	-	-	-
	<i>Orbiculoidea</i> sp.	1	6	-	-	-
	<i>Gigadiscina collis</i>	-	2	-	-	-
	<i>Craniops</i> sp.	-	3	-	-	-
ECHINODERMATA	Crinoidea	2	2	-	1	-
TRILOBITA	Calmoniidae	-	26	-	1	6
	Homalonotidae	3	50	-	-	1
MOLLUSCA	<i>Uniconus crotalinus</i>	2	9	6	-	-
	<i>Plectonotus hapsideus</i>	-	-	-	-	1
	<i>Nuculites</i> sp.	-	3	-	-	1
	<i>Hyolithes subaequalis</i>	2	-	-	-	-
	<i>Palaeoneilo</i> sp.	-	3	-	-	1
	<i>Modiomorpha</i> sp.	-	-	-	-	1
	<i>Pleurodapis</i> sp.	-	3	-	-	-
	Belerophonitidae	-	5	-	-	-
CNIDARIA	<i>Conularia</i> sp.	-	2	-	-	-

Fonte: Bosetti et al. 2009.



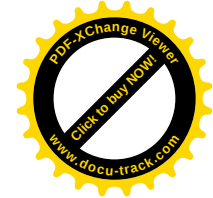
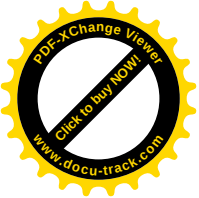
8.5 Interpretação

A análise tafonômica demonstrou que, na região em estudo, os fósseis não se encontram aleatoriamente distribuídos pelos litótipos prospectados, sendo esta distribuição intrinsecamente vinculada a implicações sedimentológicas, estratigráficas e paleoecológicas. Esta característica tem sido registrada em várias áreas de ocorrência fossilífera do Devoniano do Estado do Paraná (e.g. RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2003; BOSETTI, 2004; GHILARDI, 2004; ZABINI, 2007; BOSETTI et al., 2011 dentre outros).

Os folhelhos pretos da seção basal indicam condições de deposição em ambiente redutor, abaixo do nível de base de ondas de tempestade (NBOT). Seu conteúdo fossilífero se mostrou semelhante nos pontos de coleta da base da seção Campus UEPG e em F II. A análise tafonômica dos fósseis desta porção sugere que estes não sofreram transporte significativo, podendo ser interpretados como parautóctones (*sensu*: KIDWELL e BOSENCE, 1991).

A presença de *Gigadiscina collis*, *Orbiculoidea baini* e *O. bodenbenderi* tem sido registrada, sem exceção, nos folhelhos pretos (*offshore*) da sucessão devoniana em todo o Estado do Paraná, onde outros taxa (excetuando-se os lingulídeos infaunais, também de concha orgânica), são muito raros. A ocorrência de discinídeos no plano de acamamento, com a valva braquial voltada para cima nas fácies de *offshore* pode indicar condição *in situ* para esse grupo. Zabini (2007), ao tratar dos lingulídeos infaunais, considera que concentrações fossilíferas compostas quase que unicamente por braquiópodes inarticulados de carapaças de composição orgânica, podem ser consideradas como representativas de ambientes otimizados para estes animais. O fator restritivo, nesse caso, para os demais componentes da fauna (principalmente os portadores de conchas carbonáticas) seria que estes ambientes estariam abaixo da linha de compensação de carbonatos (devido à profundidade e baixa temperatura), onde não poderiam se desenvolver. Esta situação parece refletir a concentração ocorrente na base das seções aqui estudadas.

O registro de *Uniconus crotalinus* se dá, tal qual os demais fósseis encontrados nessas camadas, em ocorrência esporádica. Estes fósseis não apresentaram orientação preferencial, indicando que a concentração pode ser fruto de remobilização por suaves fluxos de fundo ocasionados pelo movimento de



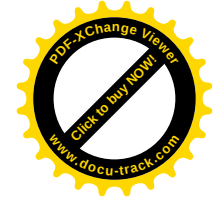
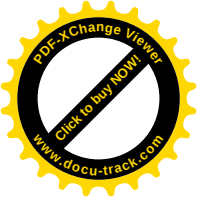
correntes de fundo abaixo da NBOT, como citado por Rodrigues et al. (2001) em sítios de Jaguariaíva (PR).

A porção média das seções, de granulometria mais grossa (folhelhos sílticos, siltitos e arenitos), aponta situação de deposição em águas mais rasas, ocasionalmente perturbadas por ondas de tempestades no *offshore* transicional. Essa hipótese pode ser corroborada pela análise tafonômica dos fósseis (valvas desarticuladas e concordantes ao plano de acamamento) e pela presença de estruturas HCS. Intercaladas aos eventos de maior energia ocorrem camadas intensamente bioturbadas, associadas à fósseis em aparente posição de vida. Tais intervalos são representados por intensa colonização de fundo e baixas taxas de sedimentação. Destacando-se aqui a abundância de *Zoophycos* e outros icnofósseis. As características texturais das rochas portadoras destes traços fósseis são típicas de ambiente de sedimentação mais profundo, ora acima, ora abaixo do NBOT. Essa situação cíclica (HCS e bioturbação intercaladas) ocorre em todo o intervalo descrito (BOSETTI, 2004; BOSETTI et al., 2009 e GRANH et al., 2010 e 2011).

Nos afloramentos estudados o icnito *Zoophycos* encontra-se associado, diacronicamente, aos braquiópodes lingúlídeos infaunais, discinídeos e *Australocoelia palmata* em aparente posição de vida. Tal feição tafonômica sugere brusco soterramento em depósitos de sufocamento (*obrutition deposits*). A posterior decomposição das partes moles desses invertebrados enriqueceu os sedimentos em matéria orgânica, favorecendo a imediata colonização por produtores de *Zoophycos* (GODOY et al., 2005).

Três situações distintas são identificadas nas camadas da parte média da seção: a) as camadas bioturbadas de condição *in situ* caracterizam depósitos de sufocamento e situação de autoctonia. b) as camadas perturbadas por HCS caracterizam eventos de tempestade e situação de parautoctonia. c) os arenitos sobrepostos não apresentaram fósseis e configuram o pico de maior regressão.

A característica distintiva do topo das seções é a surpreendente quantidade de fósseis presentes, notadamente dos trilobitas (Homalonotidae e Calmoniidae), que são o grupo predominante na tafocenose (isto não ocorre em outras áreas, onde o grupo sempre é o mais raro). Os trilobites homalonotídeos, segundo Eldredge e Ormiston (1979), são indicadores de águas rasas. Observações da distribuição faciológica dos homalonotídeos, baseadas em integração detalhada de estratigrafia



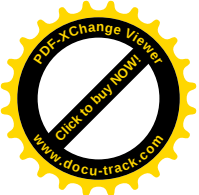
de sequências e dados tafonômicos foram, pela primeira vez, referidas na literatura por Simões et al. (2006) para a seção F1. Esses trilobitas são invertebrados dependentes de fácies, preferencialmente ocorrendo em depósitos siliciclásticos de plataforma rasa (*sensu*: SIMÕES et al., 2006).

Os trilobitas coletados se enquadram em condições deposicionais mais energéticas, portanto, essas concentrações são representantes da Tafofácies TII de Soares (2007), as quais foram preservadas em arenitos finos a siltitos, tendo sido geradas sob condições de águas rasas acima ou no nível de base de ondas de tempo bom (NBOTB) ocorrentes na porção basal da Formação Ponta Grossa. Simões et al. (2006) assinalam que, embora dados batimétricos absolutos não possam ser determinados com base na presença de homalonotídeos, dados sedimentológicos, estratigráficos e tafonômicos indicam que estes trilobitas viveram e/ou ficaram preservados em depósitos de águas rasas.

Ghilardi (2004) cita que, apesar de não haver registro da ocorrência de exúvias de trilobites homalonotídeos preservadas em modo salteriano, é provável que estes organismos realizassem suas mudas desta forma. Bosetti et al. (2009) relata o primeiro registro deste tipo de muda para os homalonotídeos. Trilobites homalonotídeos, até o presente momento, não foram registrados em depósitos de águas profundas (abaixo do NBOT) da sequência B na Sub-Bacia de Apucarana, o que sugere que os homalonotídeos não estão distribuídos ao acaso, tendo vivido e/ou ficado preservados em fácies arenosas dominadas por tempestades. Este padrão, segundo Simões et al. (2006), é similar em outras partes do domínio gondwânico (Ghana, Antártica e Austrália).

Os trilobitas encontram-se associados a braquiópodes do gênero *Australospirifer* e *Australocoelia*, em aparente posição de vida. Segundo Boucot (1983), os esperiferídeos, de um modo geral, apresentam anatomia indicativa de suporte adaptativo a ambientes com maior energia.

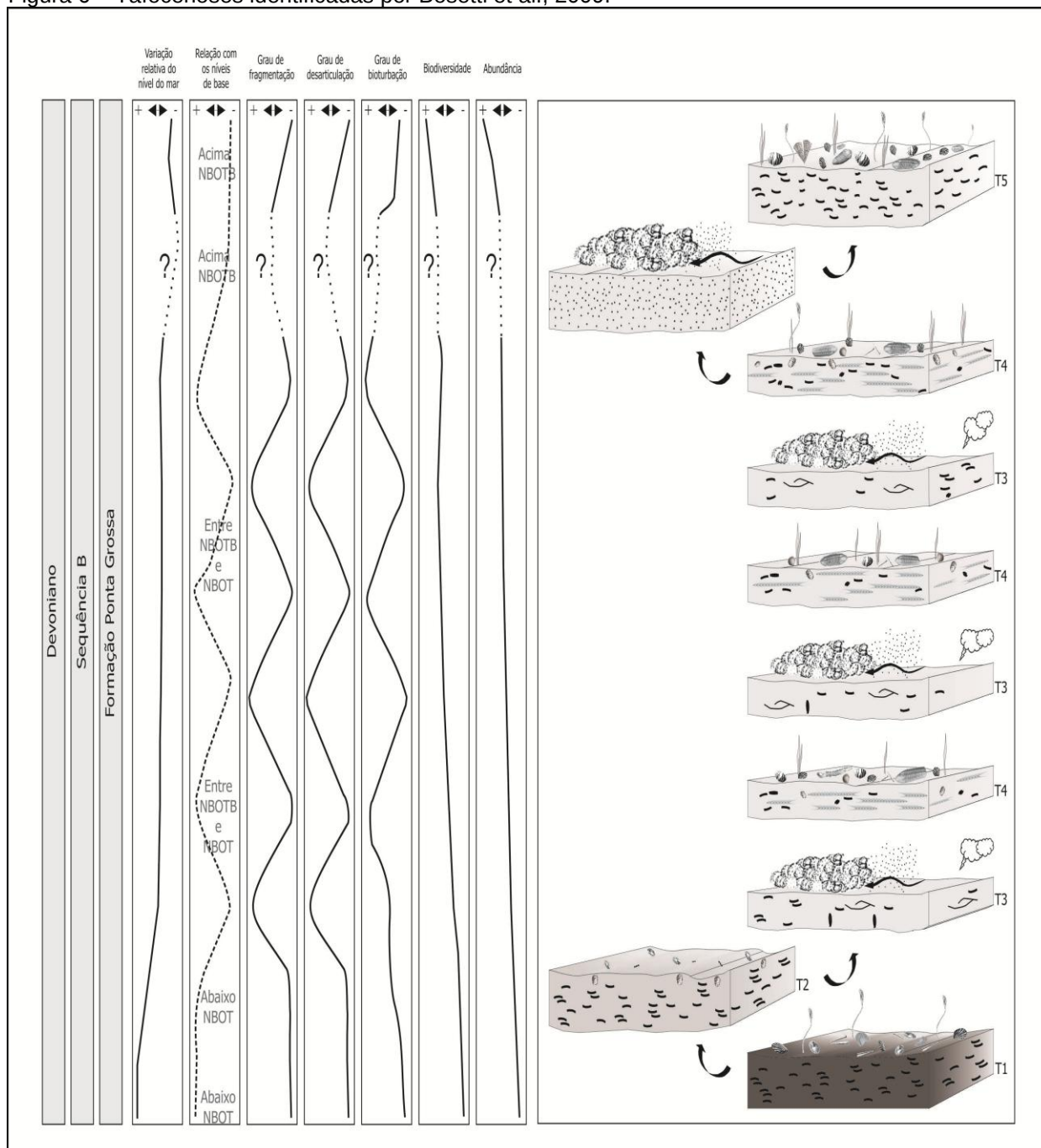
Cnidários (Conulatae) associados a trilobitas homalonotídeos foram, pela primeira, vez registrados na sequência B por Bosetti (2004). Esses conulários são representados por dois espécimes inclinados, com a base convergindo para um centro comum e podem ser classificados na classe tafonômica 2 de Rodrigues (2002). Essa classe reúne conulários cujo eixo maior da teca mostra-se inclinado em relação ao plano de acamamento, incluindo espécimes isolados ou agrupados. Com exceção da interpretação de Rodrigues (2002), que cita os conulários inclinados



como sendo indicadores de condições de deposição abaixo do NBOT, a somatória dos dados litológicos (textura grossa ocorrente nessas camadas) aos demais argumentos já citados, corroboram a interpretação de um ambiente de águas rasas para esta fácies de topo das seções estudadas.

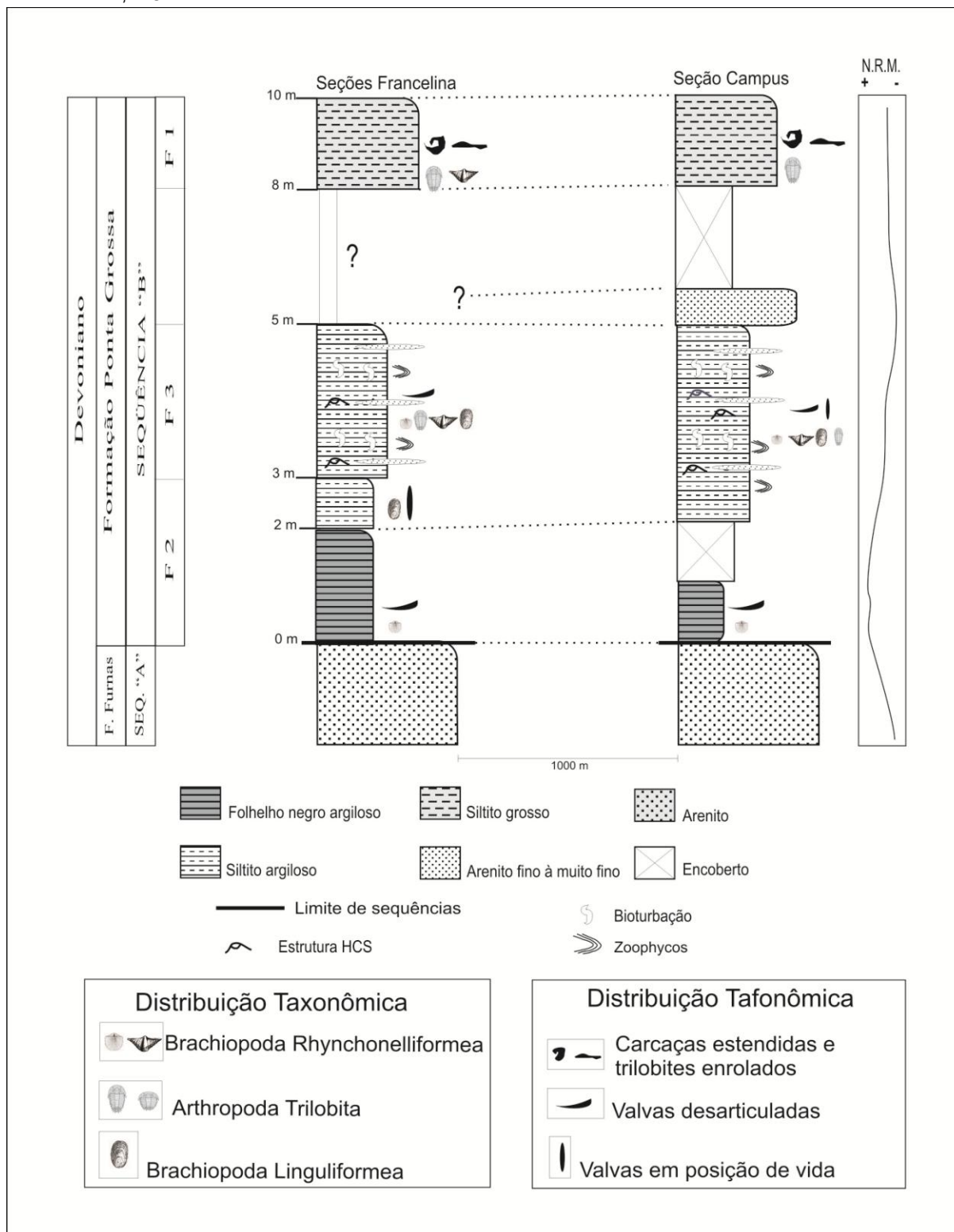
O conjunto de dados litológicos, sedimentológicos, estratigráficos, taxonômicos e tafonômicos das seções, assim como a proximidade entre os afloramentos, permitiu a correlação das seções F2, F3 e F1 às porções basal, média e topo da seção Campus UEPG, respectivamente (figuras 6 e 7).

Figura 6 – Tafocenoses identificadas por Bosetti et al., 2009.

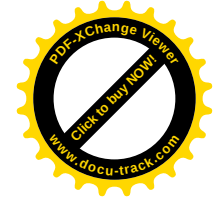
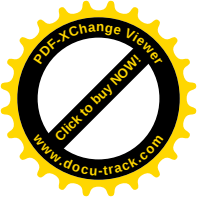


Fonte: Adaptado de Bosetti et al., 2009. Sequência dos maiores eventos que levaram à formação da sucessão litológica reconhecida nos afloramentos estudados. T1 - Tafocenose 1, T2 – Tafocenose 2, T3 Tafocenose 3, T4 Tafocenose 4, T5 – Tafocenose 5. T1 e T2 pertencem à base da sucessão e representam dois eventos distintos. T1 representa uma tafocenose de *offshore* com elementos desarticulados, e baixa biodiversidade. T2 representa uma tafocenose de *offshore* transicional preservada *in situ*. T3 representa um evento de tempestade, com entrada de lentes de areia e micro-hummockies, sem fósseis. T4 é representada pela abundante ocorrência de *Zoophycos* e fósseis preservados *in situ*. T3 e T4 são eventos cíclicos que se intercalam por um intervalo de pelo menos 2 m. Um evento maior, representado entre a T4 e a T5, representa uma grande invasão de areia. E por fim a T5 recobre toda a sucessão, apresentando uma alta biodiversidade e com grande incidência de trilobites; os fósseis apresentam-se articulados e desarticulados. O quadro à esquerda demonstra as variações relativas do nível do mar, relação com os níveis de base, grau de fragmentação, grau de desarticulação, grau de bioturbação, biodiversidade e abundância, respectivamente.

Figura 7 – Correlação tafonômica e estratigráfica entre as seções Campus UEPG e Francelina I, II e III



Fonte: Adaptado de Bosetti et al. 2009.



9 AFLORAMENTO CURVA I E SEÇÃO FRANCO DA ROCHA

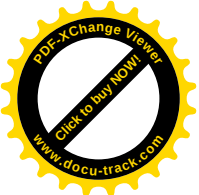
Segundo Bosetti (2004), a seção inicia com uma fina camada de arenito fino a médio, maciço, de coloração preta, muito friável, onde nenhum bioclasto foi encontrado. Esta característica é recorrente no limite de aproximadamente 2 m. Predomina na seção a presença de siltito laminado, folhelhoso, muito duro, cinza escuro a cinza-médio contendo fósseis. Logo abaixo da segunda camada de arenito ocorre fina camada de siltito argiloso. No sexto metro é registrada uma crosta endurecida, síltica, muito ferrificada, com nódulos e concreções geralmente contendo fósseis piritizados e muito bem conservados. No topo ocorre uma camada de aproximadamente 2,5 m de folhelho preto, muito carbonoso, físsil, contendo fósseis. Grahn e Bosetti (2010) anotaram ainda, a partir do décimo metro, um pacote de aproximadamente 12,5 m de siltitos escuros, contendo seixos, representantes da seção Franco da Rocha e estando imediatamente acima da seção Curva I.

Para Bosetti (2004), a seção Curva I apresenta dois ciclos distintos de sedimentação. O primeiro é caracterizado por pequenas variações no nível do mar, como pode ser observado nas finas camadas de arenitos entre o primeiro e o oitavo metros, com tendência à subida do nível de base. A entrada destas areias reflete o breve rebaixamento do nível relativo do mar, já a ausência de fósseis nestas fácies, pode ser interpretada como resultante do revolvimento do fundo e transporte do material biogênico.

O segundo ciclo deposicional ocorre no topo, e representa o momento de maior inundação na seção. É composto por siltitos argilosos de coloração escura característicos de depósitos em ambientes pouco oxigenados de *offshore*. Este fato pode explicar a diminuição da abundância em direção ao topo, no entanto, a biodiversidade não é afetada acentuadamente.

De maneira geral, a Seção Curva I apresenta uma tendência à subida do nível relativo do mar, culminando, no topo, com a superfície de inundação máxima na seção. Os graus de fragmentação e abundância tendem a diminuir em direção ao topo, demonstrando mudanças nos ambientes de sedimentação de *shoreface* inferior para *offshore*.

A seção Franco da Rocha foi descrita por Soares e Malanski (1968) e localiza-se em um poço destinado à captação de água. Segundo Grahn e Bosetti (2010), esta seção insere-se acima da seção Curva I e corresponde à superfície de



inundação máxima da Sequência B. Não foram encontrados fósseis, no entanto, são registrados seixos, transportados pela ação fortes de ondas de tempestade.

9.1 Interpretação

Segundo Bosetti (2004), a seção colunar Curva I apresenta dois ciclos sedimentares bem definidos. O primeiro ciclo é marcado por pequenas variações do nível do mar, com tendência predominante à subida através de um sistema retrogradacional. A fauna encontrada é representante do típico Domínio Malvinocáfrico com alta biodiversidade e abundância relativa dos *taxa*. Tafonomicamente os fósseis encontram-se desarticulados e concordantes ao plano de acamamento. Pedúnculos de crinóides são também registrados.

O segundo ciclo no topo da seção representa uma superfície de inundação máxima onde o nível do mar atinge sua maior amplitude. Neste pacote os níveis de desarticulação, fragmentação e biodiversidade são muito menores em relação as camadas sotopostas (BOSETTI, 2004).

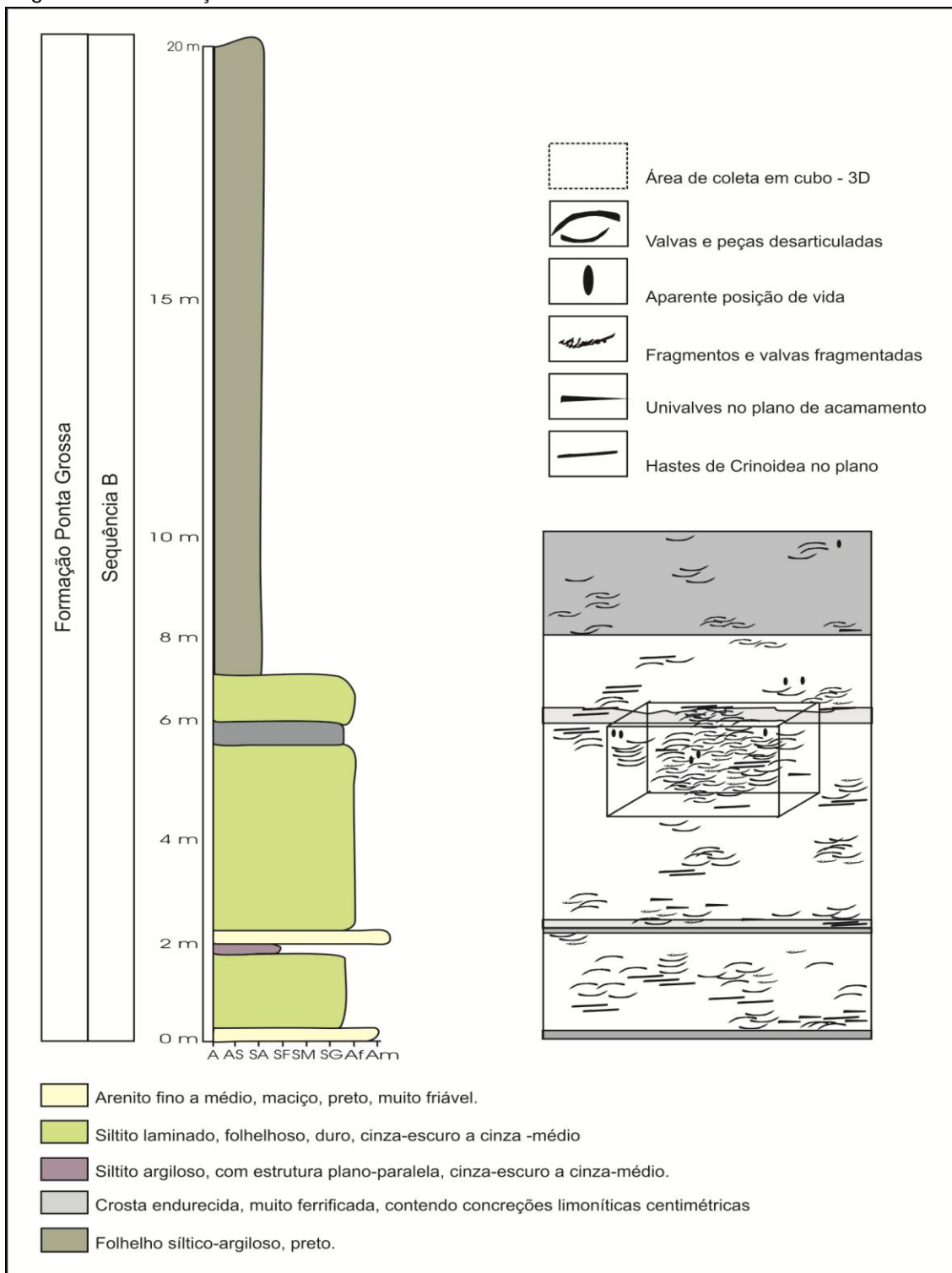
Em termos paleoambientais é possível observar uma passagem do ambiente de *shoreface* inferior, persistente em quase toda a extensão da seção, para o ambiente de *offshore* no topo. A entrada ocasional de areia no início do primeiro ciclo reflete rebaixamento do nível do mar por tempo não muito prolongado visto a espessura dessas camadas ser muito pequena (GRAHN et al., 2010)

A ausência de fósseis nesses arenitos pode significar que nestes episódios o fundo foi revolvido e o material biogênico presente foi carregado para regiões mais profundas. A abundância dos fósseis declina em direção ao topo, isto se justifica porque o *offshore* constituído por lamas em ambiente de disóxico restringe em parte a sobrevivência de alguns grupos ou indivíduos (BOSETTI, 2004).

Quanto à desarticulação de valvas e peças é observado que nas camadas do topo este grau é menor. Ou seja, as peças encontram-se mais articuladas do que aquelas contidas em sedimentitos mais grossos. Isto se dá pelo maior afastamento de fortes correntes e grande movimentação de fundo neste ambiente. O aninhamento de conchas observados nas feições mais sílticas demonstram a proximidade de tempestitos distais naqueles intervalos (estrutura *micro-hummocky* é observada associado ao aninhamento), enquanto nos intervalos mais argilosos isso não foi observado. O grau de fragmentação diminui da base para o topo,

evidenciando uma diminuição do retrabalhamento por ondas e correntes (BOSETTI, 2004) (figura 8).

Figura 8 – Distribuição tafonômica do Afloramento Curva I.



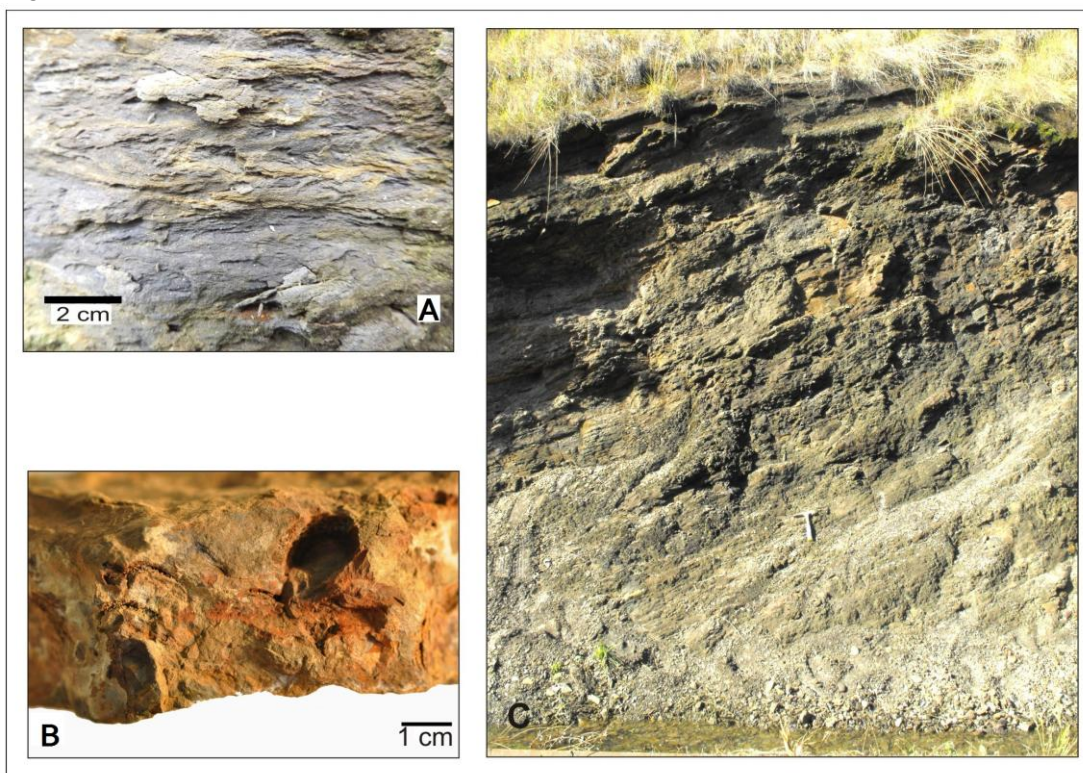
Fonte: Adaptado de Bosetti, 2004.

10 AFLORAMENTO CURVA II

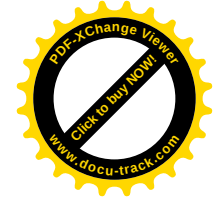
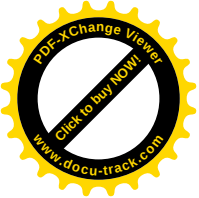
10.1 Descrição

O afloramento Curva II é representado por um pacote de aproximadamente 7 metros de espessura, onde os primeiros 3 metros são compostos predominantemente por folhelho siltico argiloso cinza-amarelado, físsil, ricamente fossilífero com predominância do braquiópode *Australospirifer* spp. Intercaladas ocorrem camadas de aproximadamente 0.5 m de arenito fino contendo estruturas sedimentares do tipo HCS e finas lentes de siltito. No terceiro metro registra-se a ocorrência de uma fina camada (aproximadamente 0.3 m) de arenito fino, apresentando níveis ferruginosos por vezes contendo fósseis (figura 9 - B). A partir do terceiro até o sétimo metro, a seção é constituída por folhelhos silticos cinza-amarelado e físsil, com intercalações de siltitos finos à médios, maciços, e estruturas sedimentares do tipo HCS ocorrem intercalados nestes níveis (figura 9 - A). A seção Curva II é litologicamente homogênea, com mínima entrada de sedimentos mais grossos.

Figura 9 – Afloramento Curva II



Fonte: O autor. (A) Estratificações cruzadas do tipo HCS; (B) Nível ferruginoso contendo fósseis de *Australospirifer* spp. mal preservados; (C) Dobramento localizado na porção central da seção Curva II.



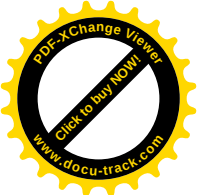
Lateralmente, o afloramento apresenta 190 metros de exposição ao longo da estrada de ferro, sendo que sua porção média, entre os metros 87 e 100, é marcada pela presença de dobramento de baixo grau relacionado à tectonismo localizado, portanto, se desconsiderado, não interfere na interpretação estratigráfica para o local (figura 9 – C).

Taxonomicamente, o gênero *Australospirifer* é o braquiópode predominante na seção (80%), seguido por *Australocoelia palmata* (11%), *Schuchertella* sp (7%) e *Cryptonella* e *Orbiculoidea* (2%). A boa qualidade da preservação dos fósseis e o alto grau de articulação das valvas indicam uma proximidade destes organismos ao sítio original de vida.

10.2 Interpretação

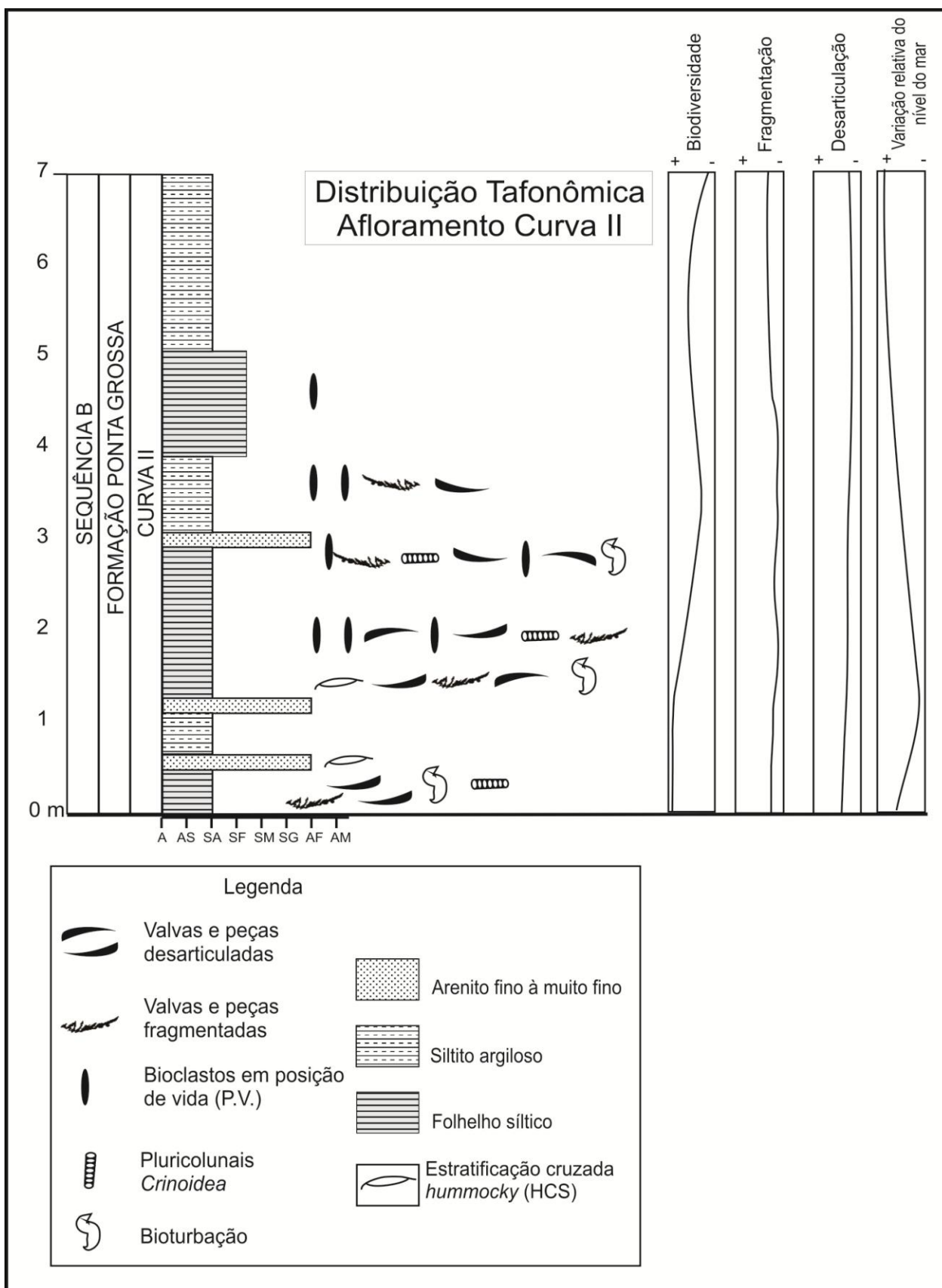
Para a interpretação do afloramento Curva II, sugere-se ao leitor que acompanhe a figura 10, que ilustra a distribuição tafonômica dos fósseis na seção, bem como a figura 11, que identifica as tafocenoses reconhecidas por Bosetti et al. (2009).

Na base da seção são registrados folhelhos sílticos que indicam condições de deposição em ambiente redutor, no nível de base de ondas de tempestade (NBOT). O conteúdo fossilífero é composto por valvas inteiras desarticuladas dos braquiópodes *Australocoelia palmata*, *Australostrophia* sp. e *Australospirifer* spp. ocorrendo dispersos na matriz. Associados a estes níveis foram encontrados pluricolunais de crinóides, fragmentos de valvas de braquiópodes e bioturbação. Estas assinaturas sugerem que os fósseis sofreram transporte, podendo ser interpretados como parautóctones a alóctones (tafocenose T5 de BOSETTI et al. 2009 – figura 11). Acima deste pacote, ao 0,5 m ocorre uma camada centimétrica de arenito fino com estratificação cruzada hummocky (HCS), onde não foram diagnosticados fósseis. Sobreposto ocorre um pacote de siltito argiloso onde não foram encontrados fósseis (tafocenose T3 de BOSETTI et al. 2009 – Figura 11). A partir de 1,3 m ocorre um nível de arenito fino portador de estrutura do tipo *hummocky* (HCS). Acima, o conteúdo fossilífero é composto por agrupamentos distintos de *Australospirifer* sp. e *Australocoelia palmata* em aparente posição de vida, preservados em folhelho síltico. Associados são encontrados valvas desarticuladas de braquiópodes, pluricolunais de crinóides, pigídio inteiro de trilobita



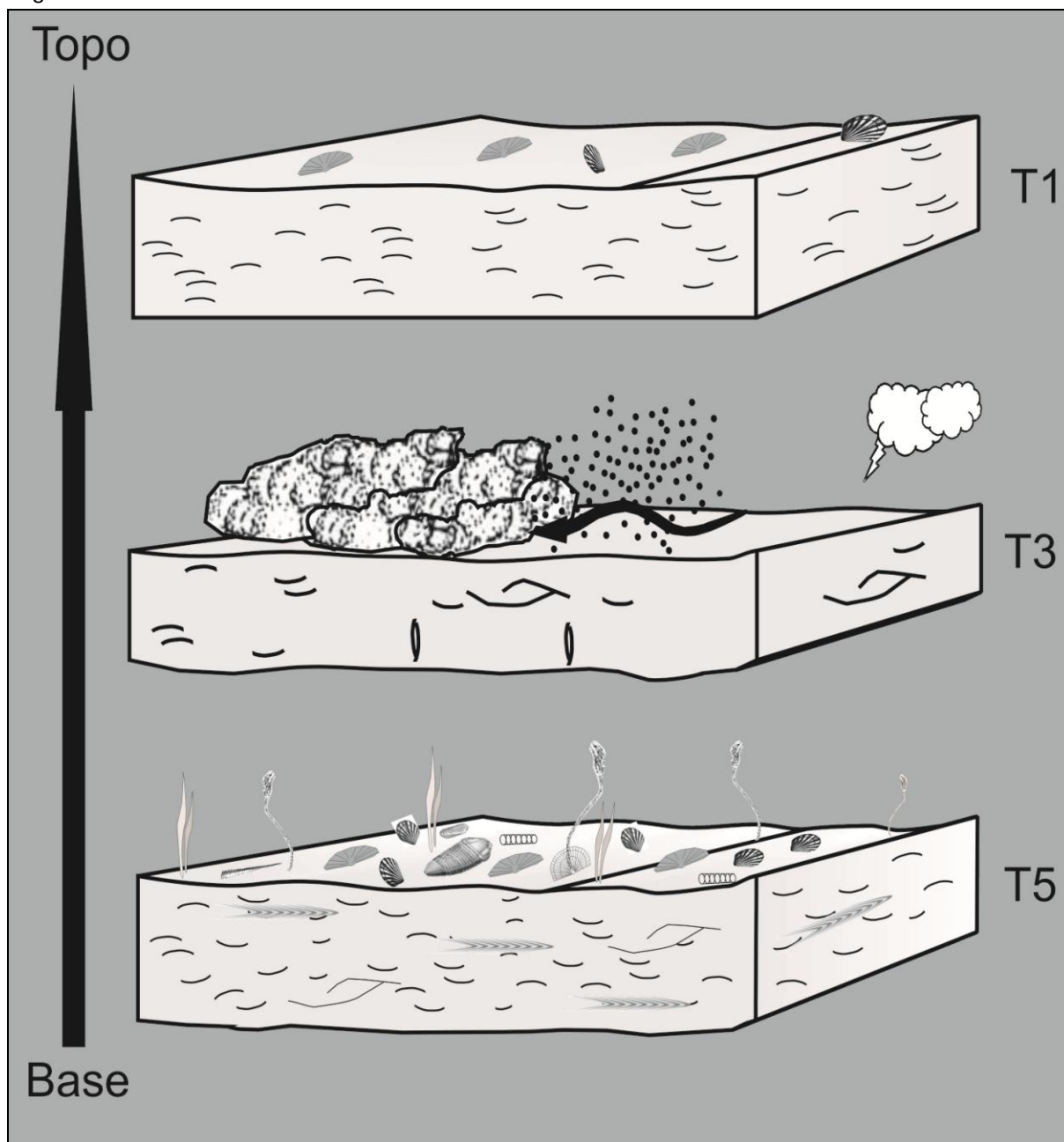
homalonotídeo e conulários rasgados e achatados, todos paralelos ao plano de acamamento. Segundo Simões et al. (1999), agrupamentos de invertebrados bentônicos epifaunais em posição de vida são raros nos sedimentitos Paleozóicos da Bacia do Paraná. O mesmo autor identificou agrupamentos de *Australospirifer iheringi* em modo de vida corpo sustentado (*corp-supportive*). Corniskey (2011) também registra agrupamentos de discinídeos do gênero *Orbiculoidea* sp., todos com espécimes apresentando-se com valvas inteiras, articuladas e em posição de vida (valva pedicular com convexidade para baixo). A partir destes registros, pode-se inferir que os fósseis em aparente posição de vida associados aos fósseis desarticulados foram transportados do *shoreface* para o *offshore* transicional, portanto, esta tafocenose é considerada com padrão de aloctonia, preservados no nível de base de ondas de tempestade (NBOT). Os fósseis em aparente posição de vida registrados no NBOT podem ter sido transportados ainda em vida e tentado se fixar no substrato até o soterramento final. A mistura temporal pode ser identificada através da ocorrência associada de conulários rasgados e valvas e peças desarticuladas, presumivelmente mais antigas. Esta situação tafonômica estende-se até os 3,5 m da seção, com exceção dos agrupamentos de *Australocoelia palmata* que se tornam mais escassos (tafocenose T1 de BOSETTI et al. 2009 – figura 11). A partir dos 3,5 m até os 5,0 m da seção, são diagnosticadas escassas ocorrências de valvas desarticuladas de *Australospirifer* dispersos no siltito argiloso. Rodrigues (2002) apontou para a ocorrência de uma *Conularia quichua* inteira, inflada e em aparente posição de vida, sendo posicionada na classe tafonômica 1 de Rodrigues et al. (2003). Esta ocorrência poderia indicar um depósito de sufocamento (*obruption deposits*) próximo ao nível de base de ondas de tempestade (NBOT), porém mais dados devem ser coletados para que se tenha uma interpretação mais segura (tafofácies T1 – figura 11). No topo do afloramento, a partir dos 5,0 m até os 7,0 m é registrado um siltito argiloso muito intemperizado, não sendo diagnosticado na presente pesquisa. A distribuição espacial dos fósseis dentro de cada quadrícula pode ser observada nas figuras 12 à 18.

Figura 10 – Distribuição tafonômica no Afloramento Curva II.



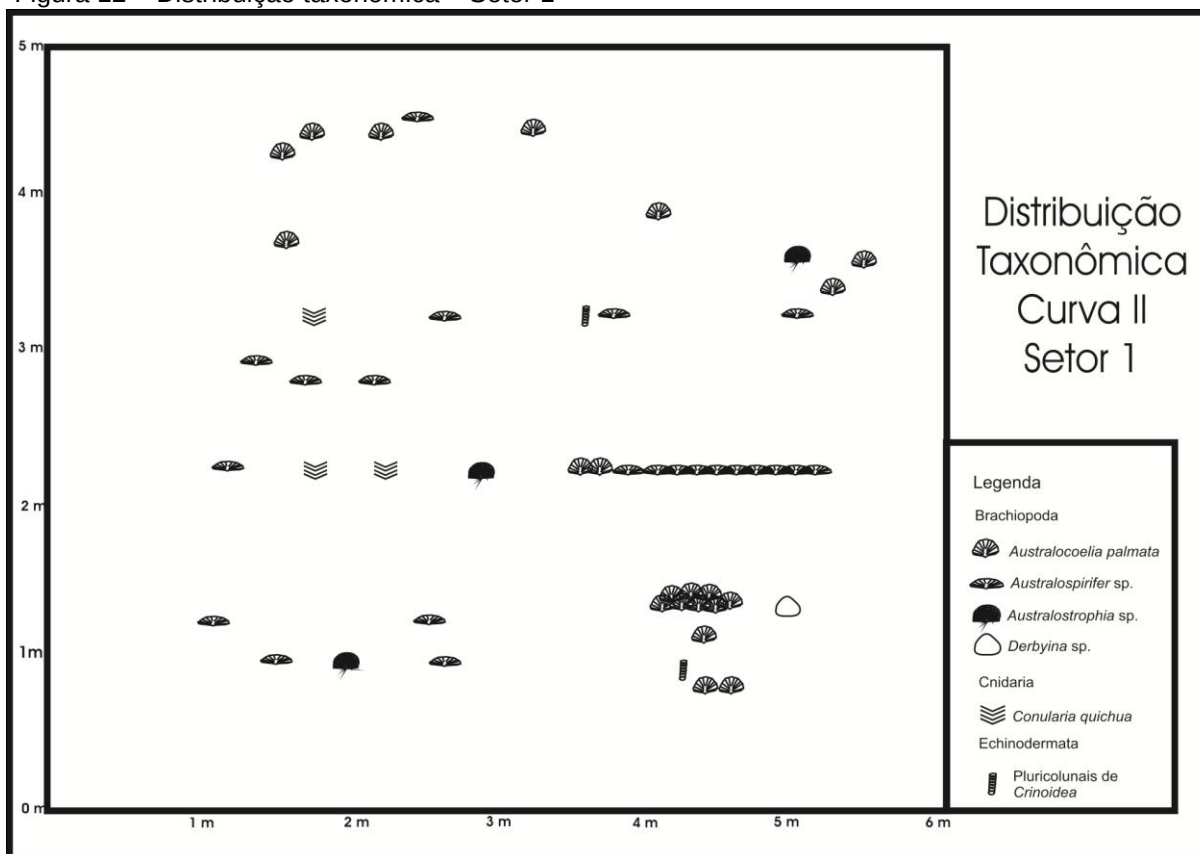
Fonte: O autor.

Figura 11 – Tafocenoses identificadas no afloramento Curva II.



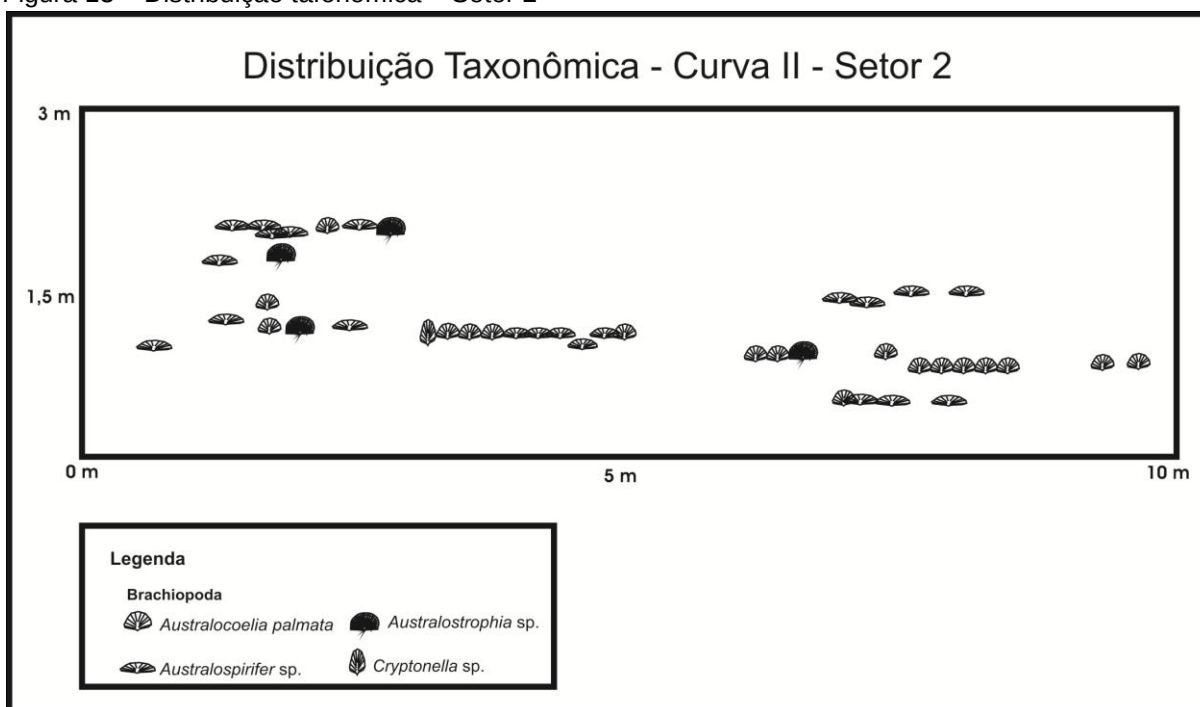
Fonte: O autor. Esquema representando as mudanças paleoambientais e suas implicações ecológicas ao longo da seção Curva II. T5, na base do Curva II, apresenta alta biodiversidade, com fósseis articulados e desarticulados associados à estrutura HCS e bioturbação. T3, na porção central, representa um evento de tempestade, com entradas de lentes de areia e micro-hummockies, sem fósseis. T1, no topo, representa uma tafofácies de *offshore*, com elementos desarticulados, dispersos pela matriz e baixa biodiversidade.

Figura 12 – Distribuição taxonômica – Setor 1



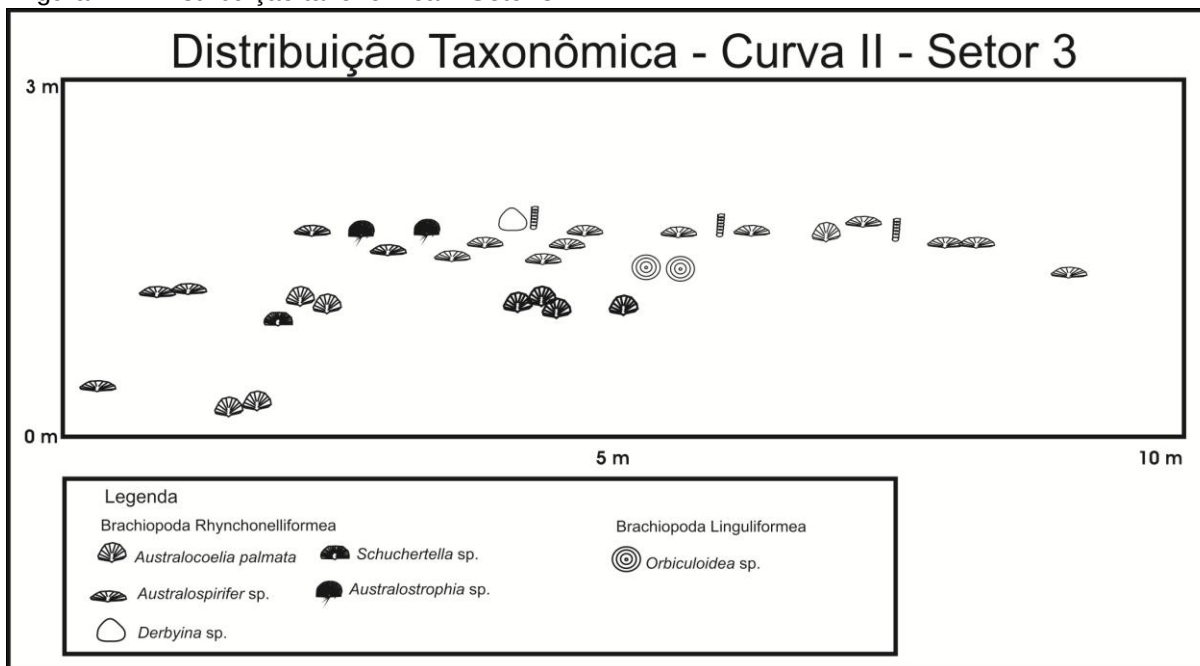
Fonte: O autor.

Figura 13 – Distribuição tafonômica – Setor 2



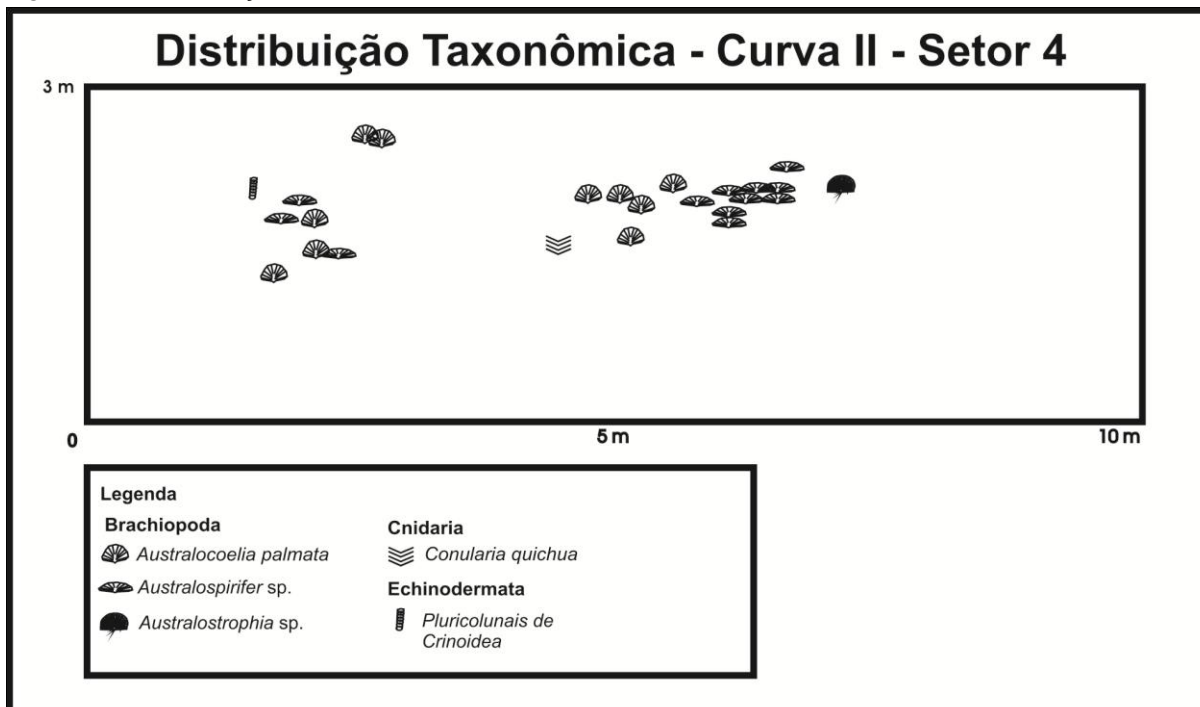
Fonte: O autor

Figura 14 – Distribuição taxonômica – Setor 3



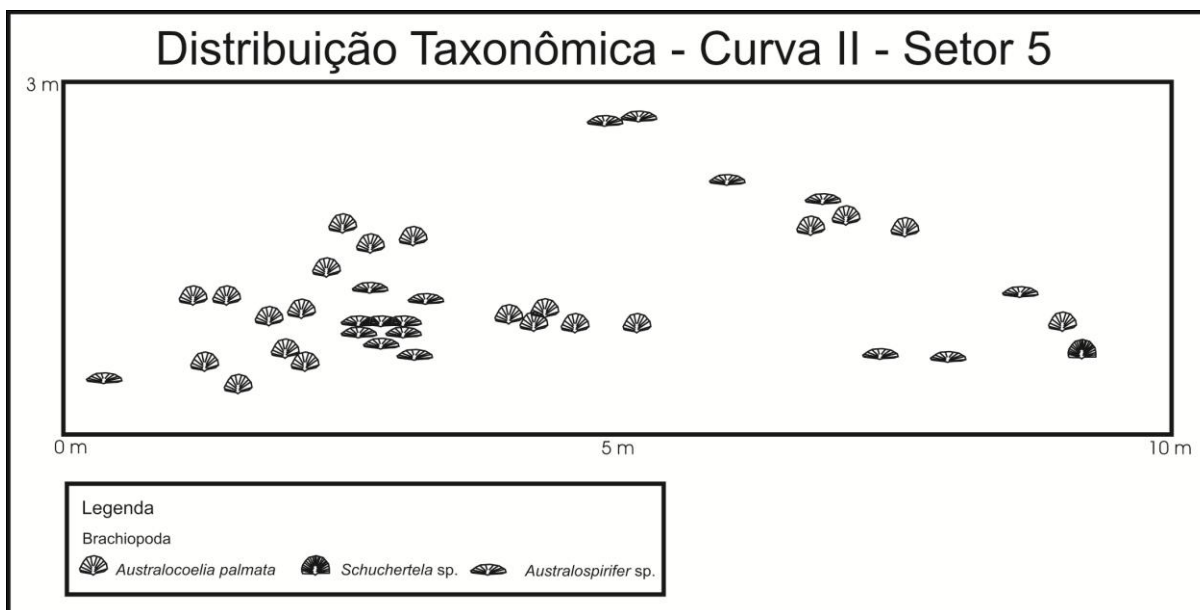
Fonte: O autor

Figura 15 – Distribuição taxonômica – Setor 4



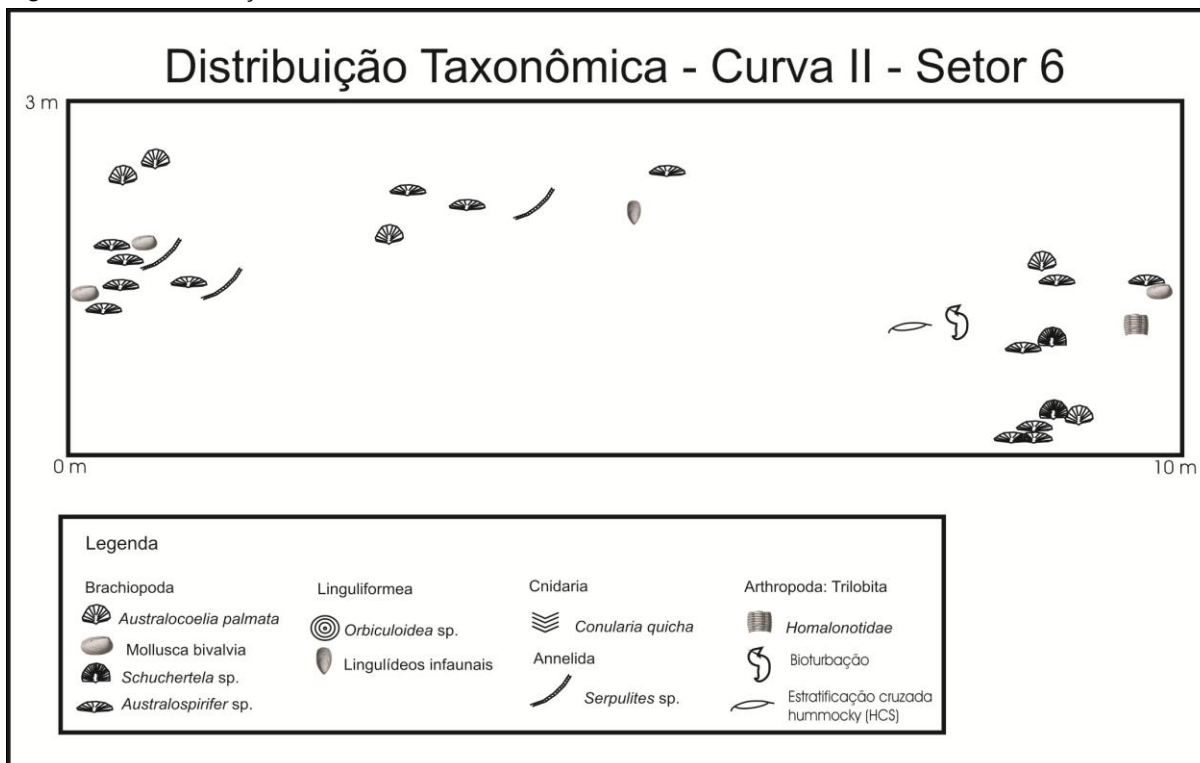
Fonte: O autor

Figura 16 – Distribuição taxonômica – Setor 5



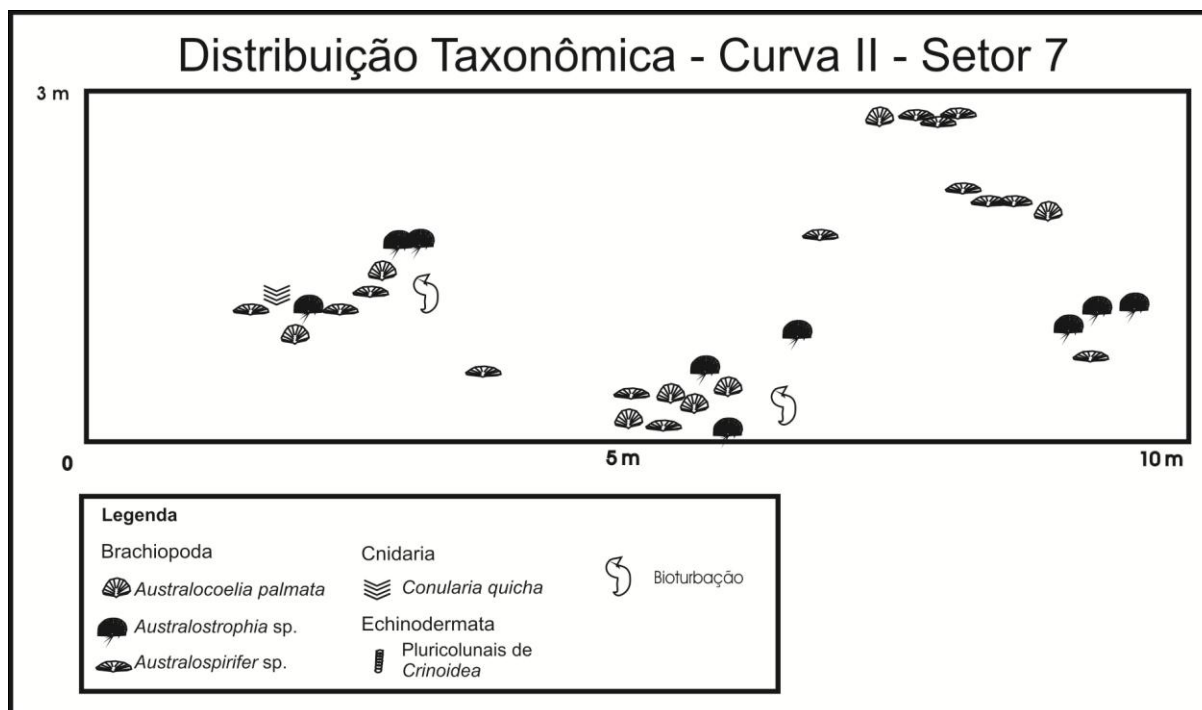
Fonte: O autor

Figura 17 – Distribuição taxonômica – Setor 6



Fonte: O autor

Figura 18 – Distribuição taxonômica – Setor 7



Fonte: O autor

10. 3 Correlação

A Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001; GRAHN et al., 2011), conforme já discutido anteriormente, é caracterizada por apenas apresentar em superfície o trato de sistemas transgressivo (TST). Segundo Antunes e Melo (2001), a sedimentação de um TST é progradacional a agradacional, limitadas em sua base pelo trato de sistemas de mar baixo - TSMB (*Lowstand System Tract* – LST), e em sua porção superior pelo trato de sistemas de inundação máxima (SIM) e posteriormente pelo trato de sistemas de mar alto (TSMA).

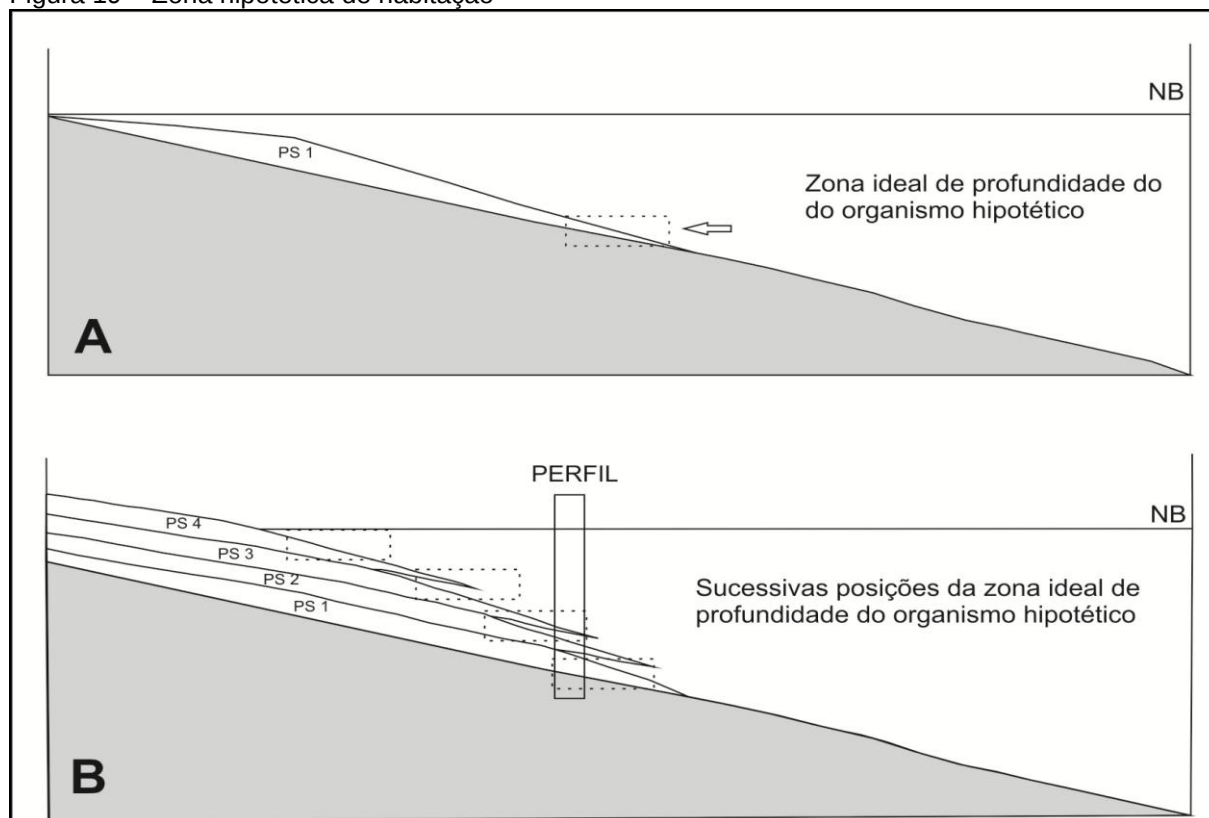
Os afloramentos Francelina I, II e III, Campus UEPG, Curva I e Franco da Rocha, já foram anteriormente posicionados estratigraficamente nesta sequência (BOSETTI et al., 2009; BOSETTI, 2004; GRAHN et al., 2010; GRAHN e BOSETTI, 2011) próximo ao Curva I (620 m), e, estratigraficamente, esta 2 m abaixo (base do Curva I, 881 m – topo do Curva II, 879 m de altitude, dados aferidos com nível de mão). Litologicamente, os dois afloramentos mostram no geral muitas semelhanças, bem como as típicas características de um TST (sedimentos muito pouco

retrabalhados). Ademais, o paradigma da distribuição vertical de macroinvertebrados numa seção marinha, mostra-se via de regra, com uma tendência de diminuição na abundância de indivíduos e de paleobiodiversidade, devido ao deslocamento da linha de costa em direção ao continente (retrogradação) e consequentemente, da zona hipotética de habitação dos organismos ali viventes (figura 19). Esta é uma característica observada entre Curva I (mais abundante em número de indivíduos e de paleobiodiversidade) e Curva II (HOLZ e SIMÕES, 2004).

De acordo com Bosetti et al. (2009) as seções que representam os primeiros momentos do TST da Sequência B na região de Ponta Grossa são: Francelina I, II e III e Campus UEPG. Em Bosetti (2004) e Grahn e Bosetti (2010), são posicionados os afloramentos Curva I na porção média do TST, e Franco da Rocha na base da SIM, respectivamente.

Se considerarmos todas as características em conjunto (altitude, proximidade geográfica, litologia, abundância de indivíduos e paleobiodiversidade) é mais seguro posicionar o afloramento Curva II acima de Francelina I, II, III e Campus UEPG e abaixo do Curva I e Franco da Rocha (figuras 20 e 21).

Figura 19 – Zona hipotética de habitação



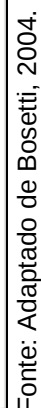
Fonte: Adaptado de Holz e Simões *in*: Carvalho, 2004. NB= nível de base. (A) No perfil marinho a distribuição ideal define uma zona de profundidade do organismo bentônico (PS=parassequência). Variando o nível de base, vai variar esta zona.(B) A subida do nível de base gera um pacote de parassequências retrogradantes. Um furo de sondagem (ou perfil de campo) no local indicado mostraria um perfil litológico e uma distribuição do organismo na coluna.

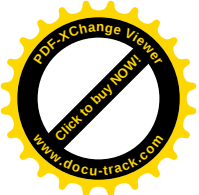
Figura 20 – Carta estratigráfica de distribuição dos afloramentos analisados na Sequência B de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2011)

Idade	Espóros	Chitinozoa	Litoestratigrafia	Seq.	Strat. Seq.	Posicionamento estratigráfico dos afloramentos estudados
Fmsiano	Pre-Vel	<i>Ancyrochitina parisi</i>	Formação São Domingos Mb Tibagi ?	C		
	FD	Não definido				
	AB	<i>Ancyrochitina pachycerata</i>				
Neopraguiano	Su		Formação Ponta Grossa	B	TSM SIM	4 3 2 1
		<i>Ramochitina magnifica</i>			TST	

Fonte: O autor. (1) Seções Campus UEPG e Francelina I, II e II; (2) Seção Curva II; (3) Seção Curva I; (4) Seção Franco da Rocha

Figura 21 – Correlação entre os afloramentos Curva I e Curva II e a seção Rivadávia



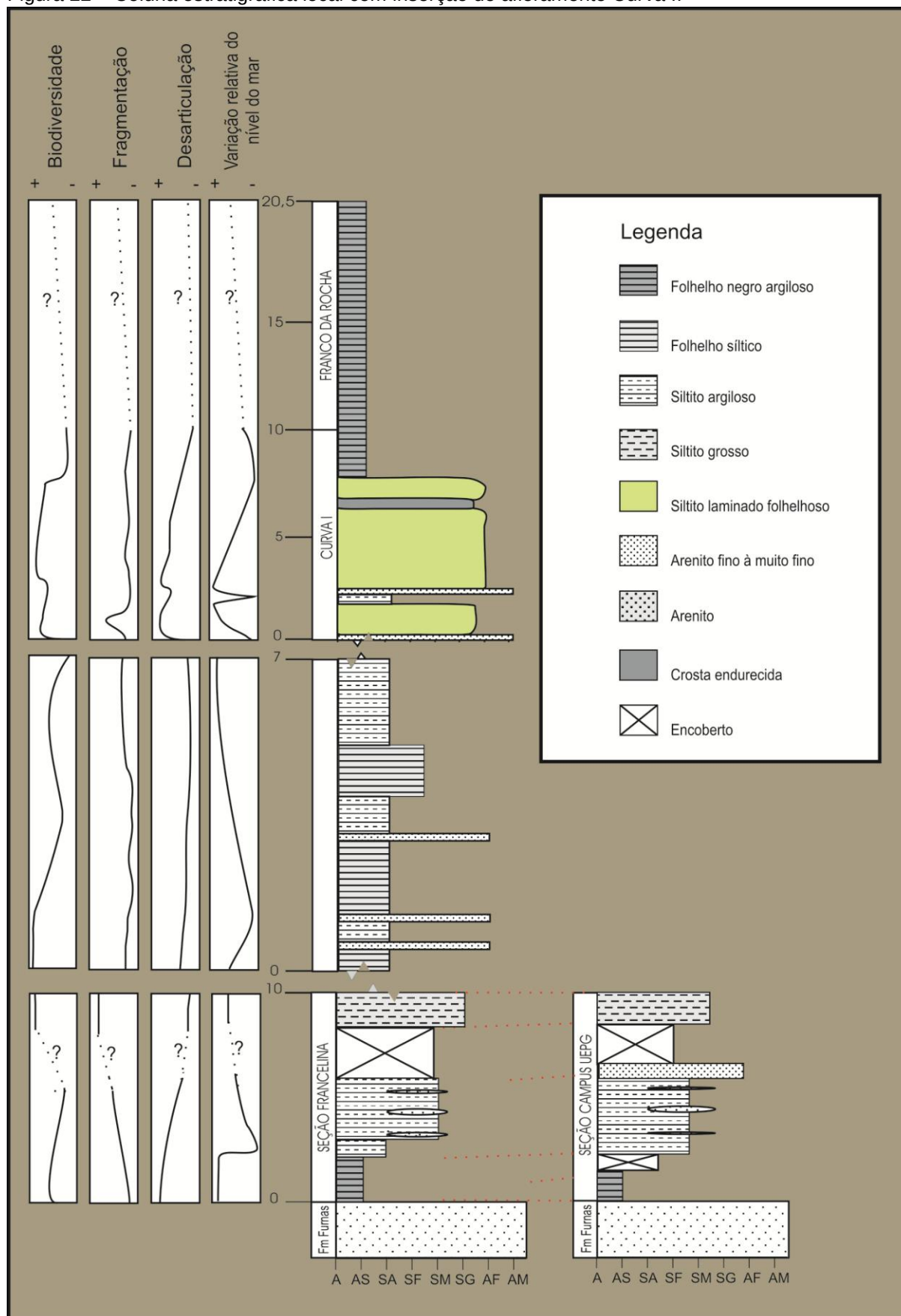


11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

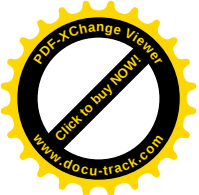
A partir dos dados obtidos pode-se concluir quẽ:

- 1 – A tafonomia dos macroinvertebrados no Curva II sugere que a fauna foi preservada tanto no nível de base de ondas de tempo bom (*shoreface*) como no nível de base de ondas de tempestade (*offshore* transicional).
- 2 – Fósseis preservados no nível de base de ondas de tempo bom são considerados autóctones a parautóctones.
- 3 – Fósseis preservados em aparente posição de vida associados a valvas e peças desarticuladas no nível de base de ondas de tempestade são considerados com padrão de aloctonia. Os fósseis em aparente posição de vida no nível de base de ondas de tempestade podem ser interpretados como animais que foram transportados ainda em vida do local de origem (*shoreface*) com possível tentativa de fixação no substrato até o soterramento final.
- 4 - O afloramento Curva II está posicionado no trato de sistemas transgressivo da Sequência B (Formação Ponta Grossa), abaixo do Curva I e Franco da Rocha, e acima do Francelina I, II e III e Campus UEPG, indicando a migração da linha de costa em direção ao continente. A inserção deste afloramento no arcabouço estratigráfico de seqüências forneceu dados importantes para as interpretações paleoambientais desta seqüência.
- 5 - Como resultado principal da análise aqui desenvolvida, conclui-se que todas as áreas ocorrentes na região nordeste do sítio urbano de Ponta Grossa são representantes de um processo transgressivo, em situação de retrogradação sedimentar ocorrida na passagem Neo-praguiano/Eo-emsiano da Formação Ponta Grossa (Sequência B). O afloramento Curva II insere-se no arcabouço em acordo com as interpretações já constantes da literatura recente, complementando a coluna local (figura 22).

Figura 22 – Coluna estratigráfica local com inserção do afloramento Curva II



Fonte: O autor.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R. L. ; MELO, J. H. G. . Micropaleontologia e estratigrafia de seqüências. In: H.J.P. Severiano Ribeiro. (Org.). Estratigrafia de seqüências: fundamentos e aplicações. São Leopoldo: Editora da Unisinos, 2001, v. , p. 137-218.

ASSINE, M. L. **Aspectos da Estratigrafia de Seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. São Paulo, 206 f. Tese de Doutorado. USP/SP, 1996.

ASSINE, M. L. e PETRI, S. Seqüências e tratos deposicionais no pré-carbonífero da bacia do Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DO SILURO DEVONIANO – Paleontologia e Estratigrafia, Ponta Grossa/PR. 1996. **Anais...**

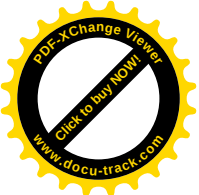
BERGAMASCHI, S. 1999. **Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formações Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil**. São Paulo, 167 f. Tese de Doutorado. USP/SP.

BERGAMASCHI, S.; PEREIRA, E. Caracterização de seqüências deposicionais de 3º ordem para o Siluro-Devoniano na sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. *Ciência-Técnica-Petróleo, seção: Exploração de Petróleo*, 20: 63-72, 2001.

BOSETTI, E. P. **Paleontologia dos Lingulida (Braquiopoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil**. Porto Alegre, 140 f., Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989

BOSETTI, E. P. **Tafonomia de alta resolução das fácies de offshore da sucessão devoniana da Região de Ponta Grossa, Paraná, Brasil**. Tese de doutorado. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

BOSETTI, E. P. et al. **Interpretacao paleoambiental na sequencia basal da formacao Ponta Grossa (Devoniano) do município de Ponta Grossa, Parana, Brasil**. *Terr@ Plural (UEPG. Impresso)*, v. 3, p. 137-156, 2009.



BOSETTI, E. P., HORODYSKI, R. S., ZABINI, C., MATSUMURA, W. M. K., PENTEADO, A. C. Ocorrência de fenótipos subnormais no limite Neoeifeliano/Eogivetiano, Tibagi, estado do Paraná: implicações tafonômicas e paleossinecológicas. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 5, n. 2, p. 135-149, maio-ago. 2010.

BOSETTI, E. P.; GRAHN, Y.; HORODYSKI, R. S.; MENDLOWICZ MAULLER, P.; BREUER, P.; ZABINI, C. An earliest Givetian Lilliput Effect in the Paraná Basin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. Palaontologische Zeitschrift, v. 85, p. 49-65, 2011.

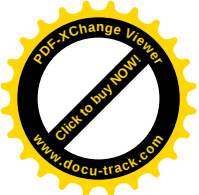
BOUCOT, A. J. Evolution and extinction rate controls. **Developments in Paleontology and Stratigraphy**. 15: 427, 1975.

CLARKE, J. M. **Fósseis Devonianos do Paraná**. *Monographia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*. Rio de Janeiro, v.1, 353p, 1913.

COMNISKEY, J. C. **Paleontologia dos Discinidae (Brachiopoda: Linguliformea) da sucessão devoniana da Bacia do Paraná, Estado do Paraná, Brasil: Revisão sistemática, distribuição geográfica e estratigráfica**. 2011. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Gestão do Território), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2011.

COPPER, P. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famennian mass extinction. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 21: 165-207, 1977.

CRUZ, S. F. C. F. Paleontologia e Geografia: uma abordagem teórico metodológica a partir dos sítios paleontológicos existentes na área urbana de Ponta Grossa – Pr. ELDREDGE, N. e ORMISTON, A. R. Biogeography of Silurian and Devonian Trilobites of the Malvinokaffric Realm. In: BOUCOT, A. J. e GRAY, J. (orgs.) Historical Biogeography, Plate Tectonics, and Changing Environment. Corvallis: Oregon State Univ. Press, 1976, p. 147-167.



FERNANDES, A. C. S. *Os icnofósseis do Ordoviciano, Siluriano e Devoniano da Bacia do Paraná*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 183p, 1996.

FISHER, D. W. Small conoidal shells of uncertain affinities. In: R. C. Moore ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Lawrence, Kansas: Geological Society of America and University of Kansas Press, 1962. Pt. W, p. 98–143.

GAUGRIS, K. A., GRAHN, Y., 2006. New chitinozoan species from the Devonian of the Paraná Basin, south Brazil, and their biostratigraphic significance. *Ameghiniana*, 43, 293-310.

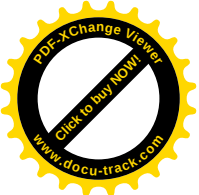
GHILARDI, R. P. **Tafonomia comparada e paleoecologia dos macroinvertebrados (ênfase em trilobites), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-bacia Apucarana), Estado do Paraná, Brasil**. 2004, 113 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Insituto de Geociências

GODOY, L. C.; BOSETTI, Elvio Pinto ; HORODYSKI, R. S. . ICNITOS DO GÊNERO ZOOPHYCOS NA SEQUÊNCIA DEVONIANA DA BACIA DO PARANÁ, PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL. In: PALEO 2005, 2005, Ponta Grossa - PR. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA - RESUMOS, 2005.

GRAHN, Y. Revision of Silurian and Devonian Strata of Brazil. **Palynology**. N. 16, p. 35-61m 1992.

GRAHN, Y.; Bergamaschi, S.; Pereira, E. 2002. Middle and Upper Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palynology* 26,135-165.

GRAHN, C. Y. et al. 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. *Rev. bras. paleontol.* 13(2):89-102, Maio/Agosto 2010



GRAHN, Y.; MAULLER, P. M.; BERGAMASCHI, S.; BOSETTI, E. P. Palynology and sequence stratigraphy of three Devonian rock units in the Apucarana Sub-basin (Paraná Basin, south Brazil): additional data and correlation. Review of Palaeobotany and Palynology, p. x-x, 2011.

HOLZ, M.; SIMOES, M. G. A Estratigrafia de Sequências e o Registro Fóssil.. In: Ismar de Souza Carvalho. (Org.). Paleontologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciências, 2004, v. 1, p. 75-92.

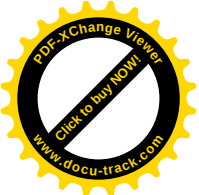
HORODYSKI, R. S., Tafonomia dos invertebrados fósseis na sequência Eifeliana-Frasniana da sucessão devoniana da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Tibagi – PR, Brasil. Dissertação (mestrado em Geociências), Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ISAACSON, P. E. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famennian mass extinction. In: Comments: **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 24: 359-362, 1978.

KIDWELL, S. M. e BOSENCE, D. W. J. "Taphonomy and Time-averaging of marine shelly faunas. In: ALLISON, P.A e BRIGGS, D.E. (orgs.) Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record. Topics in Geobiology, vol. 9. New York: Plenum Press, 1991, p. 115-209.

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*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 378 p.

LANGE, F. W. e PETRI, S. The Devonian of Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, vol. 21 e 22, pág. 5-55, 1967



LEME, J. M., RODRIGUES, S. C., SIMÕES, M. G., ITEN, H. V. SISTEMÁTICA DOS CONULÁRIOS (CNIDARIA) DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA (DEVONIANO), ESTADO DO PARANÁ, BACIA DO PARANÁ, BRASIL. **Revista Brasileira de Paleontologia** 7(2):213-222, Julho/Agosto 2004.

MAACK, R.. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**. Curitiba, 2: 63-154, est. 13-73, fig.1, tab. 1,2, anexo 1-4, 1947

MELO, J. H. G. **A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil – estado atual de conhecimentos**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. IG-UFRJ, v. 1, 1985.

MERGL, M.; MASSA, D. **A new giant discinoid brachiopod from the Lower Devoniano of Algeria**. Acta Paleontologica Polonica. 50 (2): 397-402, 2005.

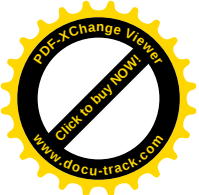
MERGL, M. **Discinid brachiopod life assemblages: Fossil and extant**. Bulletin of Geosciences. 85 (2): 27-38. 2010.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 16: 265-287, 2007.

NORTHFLEET, A. A.; MEDEIROS, R. A. e MULLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. **Boletim técnico da Petrobrás**. Rio de Janeiro, (12)(3): 291-346, 1969.

OLIVEIRA, E. P. O terreno Devoneano do sul do Brasil. **Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto**. Ouro Preto, 14: 31-41, 1912.

PETRI, S. Contribuição ao Estudo do Devoniano Paranaense. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro, 129, 125p., 1948.



POPP, J.H.; BARCELLOS-POPP, M.T. Análise Estratigráfica da Sequência Depositional Devoniana da Bacia do Paraná (Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, **16** (2): 187-194, 1986.

RICHTER, R. **Devon**: geologische jahresberichte. Berlin, 3ª :31-43, 1941.

RICHTER, R. e RICHTER, E. "Die Trilobiten der Weismes-Schichten am Hohen Venn, mit Benmerkungen über die Malvinocaffrische provinz. *Seckenbergiana*, n. 25 (1/3), p. 156-79, 1942.

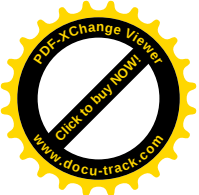
RODRIGUES, M. A.; SOARES, H. L. A. e BERGAMASCHI, S. Horizontes de mortalidade em massa de Tentaculida na Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil). *Ciência, Técnica, Petróleo*, n. 20, p. 73-80, 2001.

RODRIGUES, S. C. **Tafonomia compara dos conulatae Collins et al 2000, Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano) Bacia do Paraná: Implicações Paleoecológicas e Paleoambientais.** 2002, 100f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Insituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. M. Tafonomia Comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**. Brasília: vol. 33, nº3, pág. 1-10. 2003.

SCHNEIDER, R. L; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F. e NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGA, 28, Porto Alegre, 1974. V.1, p.41-65. Sociedade Brasileira de Geologia. **Anais...**

SCHEFFLER, S. M. e FERNANDES, A. C. S. CRINOIDEA DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA (DEVONIANO, BACIA DO PARANÁ), BRASIL. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v.65, n.1, p.83-98, jan./mar.2007



SCHEFFLER, S. M.; Dias-Da-Silva, S.; Gama Júnior, J. M.; Da Fonseca, V. M. M.; Sequeira, A. C. F. Middle Devonian Crinoids from the Parnaíba Basin (Pimenteira Formation, Tocantins State, Brazil). *Journal of Paleontology*, v. 85, p. 1188-1198, 2011.

SHIRLEY, J. The distribution of Lower Devonian faunas. In: NAIR, E. A. M.; (ed). **Problems in paleoclimatology**. Interscience, London. P. 255-261, 1965.

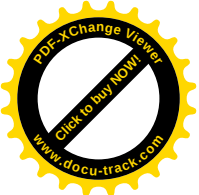
SIMÕES, M. G. e GHILARDI, R. P. 2000. Protocolo tafonômico/paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas de invertebrados: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Brasil. **Pesquisa em Geociências**, 27 (2):3-13.

SIMÕES, M. G., KOWALEWSKI, M., TORELLO, F. F., GUILARDI, R. P. (1999). **Devonian and Permian benthic marina invertebrates preserved in life position: taphonomic feedback in a Paleozoic epeiric sea**. XVI Congresso Brasileiro de Paleontologia, Crato, CE, Boletim de Resumos, p. 109-110.

SIMÕES, M. G., SOARES, S. P., BOSETTI, E. P., HOLZ, M., LEME, J. M. e RODRIGUES, S. C. Sequence Stratigraphy and taphonomic data indicators of narrow water depth range for homalonotid trilobites (Phacopida) in the Devonian of of Parana Basin, Brazil". In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, IX, Cordoba. Anais... Cordoba, 2006, p. 268-268.

SOARES, S. P. **Sistemática, tafonomia e paleoecologia de trilobita, Phacopida (Comaloniidae, Calmoniidae), Formação Ponta Grossa (Devoniano), sub bacia de Apucarana, Estado do Paraná, Brasil**. 2007, dissertação de mestrado. Instituto de Geociências – Universidade Estadual de São Paulo.

SÜDKAMP, W. H. **Discovered of soft parts of a fossil brachiopod in the "hunsrücksciefer" (Lower Devonian, Germany)**. *Paläontologische Zeitschrift*. 71 (1/2). P. 91-95, 1997.



URBANEK, A. Neocullograptinae n. subfam. (Graptolithina) their evolutionary and stratigraphic bearing. Acta Palaeontologica Polonica 15: 163–393, 1970.

ZABINI, C. **Lingulídeos da Sucessão devoniana da Bacia do Paraná, Região dos Campos Gerais, Brasil: Revisão de conceitos biológicos-ecológicos e análise tafonômica básica.** 2007, 2v, 144. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ZABINI, C.; BOSETTI, E. P.; MATSUMURA, W. M. K.; HORODYSKI, R. S. Lingulídeos: revisão dos conceitos morfo-anatômicos, fisiológicos, reprodutivos, paleo-ecológicos e a importância do grupo no Devoniano da região dos Campos Gerais do Paraná, Brasil.. Terra Plural, v. 1, p. 123-141, 2007.

ZABINI, CAROLINA; HOLZ, MICHAEL; BOSETTI, ELVIO PINTO ; KURITA MATSUMURA, WILLIAN MIKIO; HORODYSKI, RODRIGO SCALISE. Sequence Stratigraphy And Taphonomic Signatures Of Marine Invertebrates: A Devonian (Pragian/Eifelian) Example Of The Paraná Basin, Brazil. Journal of South American Earth Sciences, p. 1, 2011.

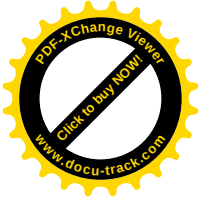
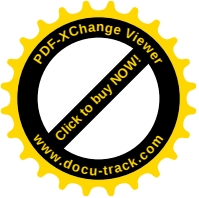
ANEXO A - LISTA DE FÓSSEIS – *Australocoelia palmata*

Número	Espécie	Valva	Nº de fósseis na amostra	Observações
MPI 2162	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2163	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2165	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2167	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	9	
MPI 2166	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	6	Fragmento
MPI 2168	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	10	
MPI 2172	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2173	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2174	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2175	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2181	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2180	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2178	<i>Australocoelia palmata</i>		3	
MPI 2185	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2187	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2192	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2195	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2196	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2197	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	Fragmento
MPI 2201	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2202	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	

MPI 2205	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	2	
MPI 2209	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	2	
MPI 2210	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	10	
MPI 2211	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	5	
MPI 2215	<i>Australocoelia palmata</i>		2	
MPI 2216 B	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2222	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2224	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	2	
MPI 2225	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	2	
MPI 2235	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	7	
MPI 2240	<i>Australocoelia palmata</i>		1	
MPI 2249	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2255	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2257	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2261	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2262	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2264	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	5	
MPI 2266	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2268	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	8	Fragmento
MPI 2270	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2272	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2281	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2285	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	

MPI 2287	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	27	
MPI 2288	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	Fragmento
MPI 2292	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2295	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2296	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2300	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	7	
MPI 2302	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	3	
MPI 2305	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2306	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2307	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2308	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	11	Fragmento
MPI 2310	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2311	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2313	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2316	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2317	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	9	
MPI 2318	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	12	
MPI 2321	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2322	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	7	
MPI 2329	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2324	<i>Australocoelia palmata</i>		3	
MPI 2320	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	3	
MPI 2332	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	2	
MPI 2336	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	4	

MPI 2338	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2341 A e B	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	5	
MPI 2348	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	2	fragmento
MPI 2349	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2350	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	Fragmento
MPI 2352	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2355 A e B	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2356	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2359	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	2	
MPI 2361	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	4	
MPI 2362	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	4	
MPI 2366	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2376	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Dorsal	2	
MPI 2367	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	2	Fragmento
MPI 2368	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2370	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	2	
MPI 2377	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2379	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	3	
MPI 2382	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2385	<i>Australocoelia palmata</i>			
MPI 2389	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2385	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2392	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	3	
MPI 2399	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	



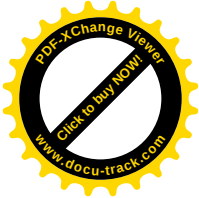
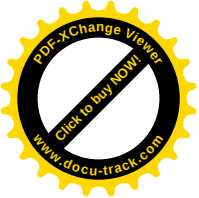
MPI 2403	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2417	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2423	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral Dorsal	27	
MPI 2424	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2427	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	2	
MPI 2432	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2434	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal Ventral	2	
MPI 2439	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2440	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2491	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2492	<i>Australocoelia palmata</i>	Dorsal	1	
MPI 2497	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2522	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral	1	
MPI 2531 H, I, j, K	<i>Australocoelia palmata</i>	Ventral (h) vental (I) Ventral (j) Ventral Dorsal (K)	1 1 2	

ANEXO B – LISTA DE FÓSSEIS – *Australospirifer* spp.

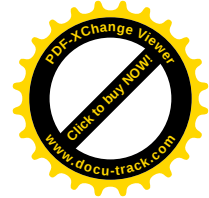
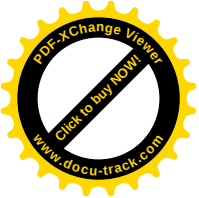
MPI 2159	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Dorsal	1	
MPI 2160	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2164	<i>Australospirifer</i> sp.		1	Fragmento
MPI 2166	<i>Australospirifer</i> sp.		1	
MPI 2169	<i>Australospirifer</i> sp.	Dorsal	1	
MPI 2170 A e B	<i>Australospirifer antarticus</i>	Ventral	2	
MPI 2182 A e B	<i>Australospirifer antarticus</i>	Ventral	2	
MPI 2184	<i>Australospirifer</i> sp.	Dorsal	2	
MPI 2186	<i>Australospirifer antarticus</i>	Ventral	1	
MPI 2188	<i>Australospirifer</i> sp.	Ventral	1	Fragmento
MPI 2189	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2191	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2193	<i>Australospirifer antarticus</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2194	<i>Australospirifer antarticus</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2199	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	Fragmento
MPI 2200	<i>Australospirifer iheringi</i>	Ventral	1	
MPI 2202	<i>Australospirifer antarticus</i>		1	
MPI 2206	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2212	<i>Australospirifer</i> sp.		1	Fragmento
MPI 2213	<i>Australospirifer</i> sp.		?	Fragmento
MPI 2216 A e B	<i>Australospirifer</i> sp.	Ventral e dorsal	3	
MPI 2217	<i>Australospirifer iheringi</i>		2	

MPI 2218	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2219	<i>Australospirifer sp.</i>	Ventral	2	
MPI 2220	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2221	<i>Australospirifer iheringi</i>	Dorsal	3	
MPI 2228	<i>Australospirifer iheringi</i>	Dorsal	1	
MPI 2229	<i>Australospirifer iheringi</i>	Dorsal	1	
MPI 2230	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2232	<i>Australospirifer Kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2334	<i>Australospirifer sp.</i>		2	Fragmento
MPI 2236	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2237	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2239	<i>Australospirifer iheringi</i>	Dorsal	2	
MPI 2241	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2242	<i>Australospirifer sp.</i>		1	Fragmento
MPI 2243	<i>Australospirifer sp.</i>	Ventral	1	
MPI 2244	<i>Australospirifer sp.</i>		?	
MPI 2245	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2246	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2247	<i>Australospirifer</i>	Dorsal	2	
MPI 2248	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	2	
MPI 2250	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2251	<i>Australospirifer kayserianus</i>	Ventral	1	
MPI 2253	<i>Australospirifer iheringi</i>	Ventral	2	Fragmento
MPI 2253	<i>Australospirifer iheringi</i>	Ventral	2	

MPI 2256	<i>Australospirifer antarticus</i>		1	
MPI 2259	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2260	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2264	<i>Australospirifer iheringi</i>	Dorsal	1	
MPI 2265	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2267	<i>Australospirifer sp</i>		1	
MPI 2269	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	5	Fragmentos
MPI 2272	<i>Australospirifer antarticus</i>		1	
MPI 2273	<i>Australospirifer antarticus</i>		3	
MPI 2277	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2278	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2279	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	2	
MPI 2280	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2282	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2284	<i>Australospirifer sp.</i>	Ventral	1	
MPI 2286	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2288	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	
MPI 2290	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2291	<i>Australospirifer sp.</i>		1	
MPI 2293	<i>Australospirifer iheringi</i>	Ventral	2	
MPI 2294 A	<i>Australospirifer sp.</i>		1	Fragmento
MPI 2301	<i>Australospirifer iheringi</i>		1	
MPI 2303	<i>Australospirifer contrarius</i>	Ventral	1	
MPI 2309	<i>Australospirifer iheringi</i>	Ventral	1	



MPI 2311	<i>Australospirifer sp.</i>		3	
MPI 2314	<i>Australospirifer sp.</i>	Dorsal	1	



ANEXO C – LISTA DE FÓSSEIS - DEMAIS ESPÉCIES

MPI 2289 e MPI 2283	<i>Orbiculoidea sp.</i>		1	Mal preservados
MPI 2424	<i>Ptomatis moreirai</i>	Ventral	1	Única amostra da espécie
MPI 2271	<i>Cryptonella baini</i>	Ventral	2	
MPI 2344	<i>Serpulites</i>			
MPI 2441	<i>Serpulites</i>			
MPI 2438	<i>Serpulites</i>			
MPI 2343	Tentaculítídeos		2	
MPI 2416	Tentaculítídeos		1	
MPI 2179	Trilobita <i>homalonotidae</i>		1	Pigídio