

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

LUCINEI JOSÉ MYSZYNSKI JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL E CORRELAÇÃO
ESTRATIGRÁFICA DE AFLORAMENTOS DEVONIANOS DA REGIÃO
NORDESTE DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL**

**PONTA GROSSA
2018**

LUCINEI JOSÉ MYSZYNSKI JUNIOR

**CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL E CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE
AFLORAMENTOS DEVONIANOS DA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DO
PARANÁ, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Doutorado em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Profº Dr. Elvio Pinto Bosetti

PONTA GROSSA

2018

M998	Myszynski Junior, Lucinei José Caracterização paleoambiental e correlação estratigráfica de afloramentos devonianos da região nordeste do Estado do Paraná/ Lucinei José Myszynski Junior. Ponta Grossa, 2018. 151 f. Tese (Doutorado em Geografia – Área de concentração – Gestão do Território: Sociedade e Natureza), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Orientador: Prof. Dr. Elvio Pinto Bosetti 1. Paleontologia estratigráfica. 2. Tafonomia. 3. Devoniano. 4. Paraná – região nordeste. I. Bosetti, Elvio Pinto. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa- Doutorado em Geografia. III. T. CDD : 910
------	---

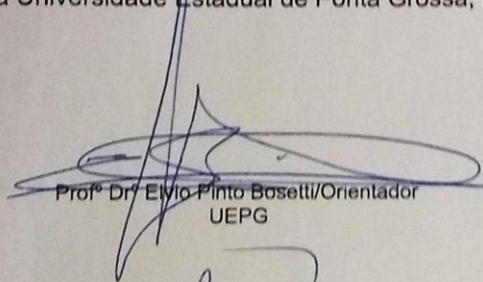
Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos– CRB9/986

TERMO DE APROVAÇÃO

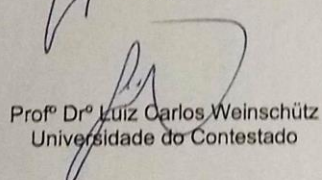
LUCINEI JOSE MYSZYNSKI JUNIOR

"CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL E CORREÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE AFLORAMENTOS DEVONIANOS DA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL"

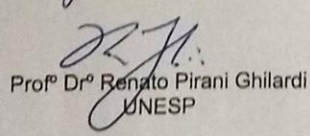
Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no
Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências Exatas e Naturais
da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:



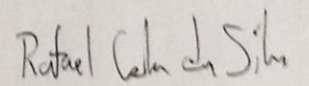
Prof. Dr. Elvio Pinto Bosetti/Orientador
UEPG



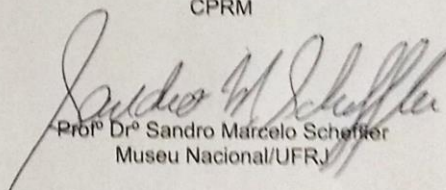
Prof. Dr. Luiz Carlos Weinschütz
Universidade do Contestado



Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi
UNESP



Prof. Dr. Rafael Costa da Silva
CPRM



Prof. Dr. Sandro Marcelo Scheffer
Museu Nacional/UFRJ

Ponta Grossa, 28 de Agosto de 2018

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à Flavia e à Maria

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Profº Dr. Elvio Pinto Bosetti por todos os anos de orientação e amizade, por todos os trabalhos de campo, por me mostrar o caminho da ciência e a paixão pela Paleontologia. Obrigado, Elvio!

Ao Instituto Federal do Paraná, que por meio de suas políticas de capacitação permitiu que eu ficasse afastado integralmente de minhas atividades docentes durante quase dois anos até a conclusão deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia que desde o mestrado vem contribuindo com o meu crescimento profissional e possibilitando o acesso à pesquisa e à construção do conhecimento através da ciência.

Ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde pude cursar algumas disciplinas como aluno especial e que, com certeza, tiveram grande papel na minha formação.

Ao Profº Dr. Sandro Marcelo Scheffler, do Museu Nacional do Rio de Janeiro por todo o apoio e inúmeras discussões nos trabalhos de campo e por todas as valorosas contribuições que ajudam a enriquecer este trabalho.

Aos amigos, Dra. Jeanninny Carla Corniskey (UEPG) e Msc. Daniel Sedorko (UNISINOS) agradeço pelo companheirismo nos incontáveis trabalhos de campo e nas discussões que auxiliaram em algumas das interpretações apresentadas neste trabalho. À Jeanninny, agradeço ainda por suas contribuições durante a banca de qualificação. Obrigado.

À bióloga Beatriz de Almeida e às estagiárias do Laboratório de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Tamires Ferreira e Isabelle Tavares por toda a ajuda nos campos e em laboratório.

Ao Profº Dr. Leonardo Borghi, do Laboratório de Geologia Sedimentar (UFRJ), agradeço pela recepção em seu laboratório, e por todo o apoio dispendido para a execução deste projeto, como auxílios financeiros para a realização de campos e preparação de lâminas palinológicas.

Ao Profº Dr. Rodrigo Scalise Horodyski (UNISINOS) pelas contribuições e discussões durante a banca de qualificação deste trabalho.

À Dra Paula Mendlowicz Mauller pela leitura e análises das lâminas palinológicas que permitiram concluir sobre as idades de alguns afloramentos descritos neste trabalho.

Ao Dr. Rafael Silva (CPRM) pelos auxílios nos trabalhos de campo e pela ajuda na interpretação de algumas áreas.

À geógrafa e amiga Letícia Panzarini pelo auxílio na plotagem dos pontos e na confecção dos mapas.

Ao Colégio Estadual de Educação Profissional de Arapoti (CEEP), por permitir a entrada em suas propriedades e pelo apoio logístico prestado durante os trabalhos de campo.

Ao Sr. Ely de Azambuja Germano Neto, responsável pela Fazenda Mutuca, por compreender a importância do patrimônio paleontológico presente em suas propriedades e permitir a realização de prospecção em inúmeros antigos e novos afloramentos.

À minha companheira, Flavia, por todos esses anos de dedicação, pelas renúncias, pelas mudanças, pelo apoio incondicional, por sempre me incentivar a continuar. Muito obrigado!

*How many roads must a man walk down
Before you can call him a man?
Yes, and how many seas must a white dove sail
Before she sleeps in the sand?
Yes, and how many times must cannonballs fly
Before they're forever banned?*

*The answer, my friend, is blowin' in the wind
The answer is blowin' in the wind*

*Yes, and how many years can a mountain exist
Before it is washed to the sea?
Yes, and how many years can some people exist
Before they're allowed to be free?
Yes, and how many times must a man turn his head
And pretend that he just doesn't see?*

*The answer, my friend, is blowin' in the wind
The answer is blowin' in the wind*

Bob Dylan

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL E CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE AFLORAMENTOS DEVONIANOS DA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

Este trabalho tem por objetivo a correlação estratigráfica em escala regional e o reconhecimento e interpretação dos eventos paleoambientais que originaram as concentrações fossilíferas identificadas na região nordeste da área aflorante da Bacia Sedimentar do Paraná, no estado homônimo. Nas áreas entre os municípios de Arapoti, Jaguariaíva, Piraí do Sul e Ventania, foram identificados mais de 42 pontos de rochas aflorantes que vão do Siluriano ao Carbonífero, naqueles onde a qualidade da exposição rochosa permitiu foram realizadas coletas sistemáticas de material fóssil de acordo com protocolo tafonômico paleoautoecológico proposto na literatura. Ainda em campo, aspectos como o posicionamento do fóssil em relação ao acamamento, graus de articulação/desarticulação, fragmentação e estruturas sedimentares foram observados. Tais informações permitiram uma análise tafonômica mais segura e consequentemente uma interpretação paleoambiental mais fidedigna. Todo o material fóssil coletado foi encaminhado ao Laboratório de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde encontra-se depositado. Foi realizada sua limpeza, numeração, classificação taxonômica, catalogação e fotografiação. Análises integradas resultaram na proposição de duas novas seções colunares para a região: a Seção CEEP e a Seção Mutuca (cada uma composta por vários afloramentos). A partir da interpretação das informações litológicas e do agrupamento de diferentes feições sedimentológicas foram identificadas litofácies para cada uma das seções, que, por sua vez, auxiliaram na reconstrução paleoambiental. O agrupamento de diferentes atributos tafonômicos observados nos fósseis e a observação das estruturas sedimentares permitiram o reconhecimento de três tafofácies distintas em cada uma das seções, representando ambientes e processos sedimentares distintos. A correlação estratigráfica com áreas já descritas em outros trabalhos foi realizada a partir da identificação em campo das feições características de cada um dos andares do período Devoniano e também a partir da datação dos depósitos pela presença de conteúdo palinológico. As análises tafonômicas, a paleofauna presente, a interpretação dos paleoambientes, a correlação com as áreas adjacentes já descritas por outros autores e os resultados palinológicos, permitem correlacionar as duas seções como representantes dos momentos iniciais do Devoniano, com rochas cujas idades vão do Neo-Praguiano ao Neo-Emsiano.

Palavras-chave: Devoniano. Bacia Sedimentar do Paraná. Tafonomia. Arapoti.

ABSTRACT

PALEOENVIRONMENTAL DESCRIPTION AND STRATIGRAPHIC CORRELATION OF DEVONIAN OUTCROPS IN THE NORTHEAST REGION, STATE OF PARANÁ, BRAZIL

This work aims at the stratigraphic correlation in a regional scale and the recognition and interpretation of the paleoenvironmental events that originated the fossiliferous concentrations identified in the northeast region of the Paraná Sedimentary Basin in the homonymous state. In the areas among the municipalities of Arapoti, Jaguariaíva, Piraí do Sul and Ventania, more than 42 outcrops were identified, in those where the quality of the rocky exposure allowed, a systematic collection of fossil material was carried out according to the paleoautoecological taphonomic protocol proposed by the literature. Still in the field, aspects such as the positioning of the fossil in relation to the bedding plane, degrees of articulation/disarticulation, fragmentation, and sedimentary structures were observed, such information allowed for a safer taphonomic analysis and consequently a more reliable paleoenvironmental interpretation. All the collected fossil material was sent to the Laboratory of Paleontology and Stratigraphy of the UEPG, where it is deposited. Its cleaning, numbering, taxonomic classification, cataloging and photographing has been done. Field explorations identified 42 rocky outcrops ranging from the Silurian to the Carboniferous, integrated analyzes resulted in the proposition of two new conlunary sections for the region, the CEEP Section and the Mutuca Section, each composed of several outcrops. From the interpretation of the lithological information and the grouping of different features, lithofacies were identified for each of the sections, which, in turn, helped in the paleoenvironmental reconstruction. The grouping of different taphonomic attributes observed in the fossils and the observation of the sedimentary structures allowed the recognition of three distinct taphofacies in each of the sections, representing different specific sedimentary environments and processes. The stratigraphic correlation with areas already described in other works was made from the identification in the field of characteristic features in each of the age of the Devonian period and also from the dating of the deposits by the presence of palynological content. Taphonomic analyzes paleofauna present, interpretation of paleoenvironments, correlation with adjacent areas already described by other authors and the palinological results, allow to correlate the two sections as representatives of the initial moments of the Devonian, with rocks ranging from Neopraguian to Neoemmsian.

Key words: Devonian. Paraná Basin. Taphonomy. Arapoti.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DEVONIANAS AFLORANTES NO ESTADO DO PARANÁ	17
FIGURA 2 – BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ	24
FIGURA 3 – ARCABOUÇO ESTRATIGRÁFICO DE GRAHN ET AL. (2013)	28
FIGURA 4 - SEQUÊNCIAS DEVONIANAS DE 3ª ORDEM (BERGAMASCHI E PEREIRA, 2001)... 37	
FIGURA 5 – SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS PROPOSTAS POR SEDORKO ET AL. (2018).....	41
FIGURA 6 – LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS EM ESTUDO	45
FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS DA SEÇÃO CEEP	46
FIGURA 8 – AFLORAMENTO JAG-ARA – PONTO 1.....	47
FIGURA 9 - PERFIS DA REGIÃO ARAPOTI-CEEP.....	48
FIGURA 10 – AFLORAMENTO PONTO 2	50
FIGURA 11 – BASE DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA	50
FIGURA 12 – AFLORAMENTO PONTO 4	51
FIGURA 13 – AFLORAMENTO PONTO 6	52
FIGURA 14 – AFLORAMENTO PONTO 8 – CEEP BASE.....	53
FIGURA 15 – AFLORAMENTO PONTO 9 – SEÇÃO CEEP	55
FIGURA 16 – FÓSSEIS DO AFLORAMENTO PONTO 9	56
FIGURA 17 – DISTRIBUIÇÃO TAFONÔMICA E TAXONÔMICA DA QUADRÍCULA 2 – PONTO 9	57
FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO TAFONÔMICA E TAXONÔMICA DA QUADRÍCULA 2 – PONTO 9 .	58
FIGURA 19 – FÓSSEIS AFLORAMENTO PONTO 10.....	60
FIGURA 20 – AFLORAMENTO CHÁCARA LOMA	62
FIGURA 21 – AFLORAMENTO PONTO 17	63
FIGURA 22 – AFLORAMENTO PONTO 18	64
FIGURA 23 – AFLORAMENTO PONTO 19	64
FIGURA 24 – AFLORAMENTO PONTO 20	65
FIGURA 25 – PONTO 21 – AFLORAMENTO AREIA BRANCA	66
FIGURA 26 – AFLORAMENTO PONTO 33	67
FIGURA 27 – CONULÁRIO – PONTO 34	68
FIGURA 28 – CONTEÚDO FOSSILÍFERO DO AFLORAMENTO PONTO 34	69
FIGURA 29 – CONTEÚDO FOSSILÍFERO DO PONTO 36.....	71
FIGURA 30 – LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS DA REGIÃO ARAPOTI-MUTUCA.....	73
FIGURA 31 – AFLORAMENTO ROMÁRIO MARTINS.....	74
FIGURA 32 - VISTA GERAL DO PONTO 26.....	76
FIGURA 33 – REPRESENTAÇÃO DA PROVÁVEL ORIGEM DA CONCENTRAÇÃO DE <i>AUSTRALOSPIRIFER SP.</i>	77
FIGURA 34 - VISTA DO PONTO 28.....	78
FIGURA 35 – CONTEÚDO FOSSILÍFERO DO PONTO 28.....	79
FIGURA 36 - VISTA GERAL DO PONTO 29.....	80
FIGURA 37 – RIO GUARICANGA	83
FIGURA 38 – FÓSSEIS DO AFLORAMENTO RIO GUARICANGA	84
FIGURA 39 - SEÇÃO GEOLÓGICA PIRAÍ-LONDRINA À SERRA DO MONTE NEGRO	85
FIGURA 40 – BASE DA SEÇÃO MUTUCA	91
FIGURA 41 - PERFIL LITOESTRATIGRÁFICO DA SEÇÃO MUTUCA.....	92
FIGURA 42 - TAFOFÁCIES DA SEÇÃO MUTUCA.....	95

FIGURA 43 - DISTRIBUIÇÃO DAS TAFOFÁCIES NOS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO	97
FIGURA 44 – PERFIL LITOLÓGICO DA SEÇÃO CEEP	100
FIGURA 45 – ESTRUTURAS SEDIMENTARES DA BASE DA SEÇÃO CEEP	102
FIGURA 46 – PROPRIEDADES TAFONÔMICAS DA SEÇÃO CEEP	104
FIGURA 47 – CONTEÚDO FOSSILÍFERO DA TAFOFÁCIES 1	105
FIGURA 48 – DISTRIBUIÇÃO DAS TAFOFÁCIES EM MODELO PROPOSTO POR SPEYER E BRETT (1988).....	106
FIGURA 49– CONTEÚDO PALINOLÓGICO E MICROFOSSILÍFERO PRESENTE EM AMOSTRAS DO AFLORAMENTO PONTO 1 – JAG-ARA	111
FIGURA 50 – CORRELAÇÃO LITOESTRATIGRÁFICA ENTRE O PONTO 22 E A SEÇÃO MUTUCA.....	112
FIGURA 51 – SEÇÕES GEOLÓGICAS DE PETRI (1948).....	115
FIGURA 52 – CORRELAÇÃO LITOESTRATIGRÁFICA DA SEÇÃO MUTUCA E DISTRIBUIÇÃO DO PONTOS DE AFLORAMENTOS AO LONGO DO PERFIL	116
FIGURA 53 - CORRELAÇÃO LITOESTRATIGRÁFICA DA SEÇÃO MUTUCA E DISTRIBUIÇÃO DO PONTOS DE AFLORAMENTOS AO LONGO DO PERFIL	120

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - REPRESENTAÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DE PETRI (1948) ..	25
QUADRO 2 - REPRESENTAÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DE LANGE E PETRI (1967).....	25
QUADRO 3 -SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS DE BERGAMASCHI (1999)	26
QUADRO 4 – SEQUÊNCIAS ESTRATIGRÁFICAS DE SEDORKO ET AL. (2018)	29
QUADRO 5 – LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS	42
QUADRO 6 – CONTEÚDO FOSSILÍFERO DO AFLORAMENTO PONTO 22	85
QUADRO 7 – ASPECTOS TAFONÔMICOS	88
QUADRO 8 – LITOFÁCIES DA SEÇÃO MUTUCA	93
QUADRO 9 - LITOFÁCIES DA SEÇÃO CEEP	101
QUADRO 10 – RELAÇÃO DE AMOSTRAS ENVIADAS PARA ANÁLISES PALINOLÓGICAS.....	110
QUADRO 11 – CORRELAÇÃO DOS AFLORAMENTOS ESTUDADOS COM OS ARCABOUÇOS ESTRATIGRÁFICOS PROPOSTOS PARA O DEVONIANO	117

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2	MATERIAL E MÉTODO.....	19
2.1	MÉTODOS E TÉCNICAS DO TRABALHO DE CAMPO	19
2.2	MÉTODOS E TÉCNICAS DO TRABALHO EM LABORATÓRIO	21
3	BREVE HISTÓRICO DAS PESQUISAS NO DEVONIANO DO PARANÁ	23
3.1	BREVE HISTÓRICO DAS PESQUISAS NAS ÁREAS DE ESTUDO	29
4	CONTEXTO GEOLÓGICO E LITOESTRATIGRÁFICO REGIONAL	32
4.1	FORMAÇÃO FURNAS.....	32
4.2	FORMAÇÃO PONTA GROSSA.....	34
4.3	MEMBRO TIBAGI	35
4.4	FORMAÇÃO SÃO DOMINGOS	36
4.5	ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
5.1	REGIÃO ARAPOTI-CEEP	45
5.2	REGIÃO ARAPOTI-MUTUCA	72
6	TAFOFÁCIES	87
7	SEÇÃO MUTUCA	90
7.1	TAFOFÁCIES 1.....	95
7.2	TAFOFÁCIES 2.....	96
7.3	TAFOFÁCIES 3.....	98
8	SEÇÃO CEEP	99
8.1	TAFOFÁCIES 1.....	104
8.2	TAFOFÁCIES 2.....	106
8.3	TAFOFÁCIES 3.....	107
9	CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA	109
10	CONCLUSÕES	121
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
	ANEXOS	135
	ANEXO 1 - LISTA DE FÓSSEIS DAS SEÇÃO CEEP.....	135

ANEXO 2 - LISTA DE FÓSSEIS AFLORAMENTO RIO GUARICANGA.....	148
ANEXO 3 - LISTA DE FÓSSEIS SEÇÃO MUTUCA	150

1 INTRODUÇÃO

O estudo do Devoniano paranaense vem sendo desenvolvido há mais de um século e tem auxiliado na interpretação dos jazigos fossilíferos e na reconstrução paleoambiental de inúmeros afloramentos localizados em Ponta Grossa, Jaguariaíva e Tibagi. Novas áreas fossilíferas e a revisitação de áreas já estudadas são aqui relatadas nas proximidades dos municípios de Arapoti, Piraí do Sul e Ventania e a sua interpretação busca uma maior compreensão dos eventos paleoambientais que levaram à formação destes depósitos.

Especificamente para este trabalho, são descritos 42 afloramentos que representam, em sua maioria, as formações Furnas e Ponta Grossa (*sensu* GRAHN et al., 2013). Sua descrição e interpretação buscou a correlação estratigráfica com arcabouços já conhecidos para regiões adjacentes a partir da observação de atributos estratigráficos, sedimentológicos e tafonômicos presentes nas rochas e nos depósitos fossilíferos. Nos afloramentos onde foi possível foi realizada coleta de fósseis em alta resolução tafonômica, priorizando a diminuição das perdas tafonômicas e o máximo aproveitamento das informações disponíveis nos registros sedimentar e fossilífero.

Com a intenção de resgatar um importante trabalho realizado em uma das regiões de afloramentos descritas neste texto, foram revisitadas algumas áreas trabalhadas por Maack (1946b) e Petri (1948) na região de Lamberdor, entre os municípios de Arapoti e Ventania. Além daqueles já descritos pelos autores predecessores, novos afloramentos foram encontrados nesta região, sendo possível, assim um reconhecimento mais completo, embasado na tafonomia tanto para as áreas já tradicionais quanto para os novos afloramentos descobertos na região.

A mesma técnica de trabalho de campo aplicada nos afloramentos localizados próximos à seção Lamberdor foi aplicada em uma nova seção de afloramentos localizada nos arredores da área urbana do município de Arapoti, aqui intitulada região Arapoti-CEEP, e permitiu a interpretação dos eventos que levaram às concentrações fossilíferas e também a correlação estratigráfica destes afloramentos com o arcabouço estratigráfico já proposto.

Este trabalho está estruturado de modo a apresentar um breve histórico das pesquisas já realizadas para o Devoniano do Paraná e também para as seções em questão. Posteriormente são descritos cada um dos afloramento que fazem parte do

escopo deste estudo. A interpretação feita a partir das feições sedimentológicas e estratigráficas permitiu a definição de litofácies e com base nos atributos tafonômicos, foram definidas as tafofácies. Ambas, em uma análise integrada, permitiram a reconstrução dos paleoambientes de sedimentação e, posteriormente, a correlação estratigráfica com o arcabouço já proposto para o Devoniano do Paraná.

1.1 JUSTIFICATIVA

O Estado do Paraná apresenta uma sucessão de rochas devonianas de grande expressividade, registrando a presença de camadas em superfície que vão do Lochkoviano ao Givetiano médio (BERGAMASCHI, 1999). Os estudos do Devoniano paranaense tem se concentrado historicamente nas regiões de Tibagi, Ponta Grossa e Jaguariaíva, enquanto que nos arredores dos municípios de Arapoti, Ventania e Piraí do Sul a quantidade de trabalhos é ínfima.

Foi com base em afloramentos da região de Tibagi que Oliveira (1912) definiu as sequências litoestratigráficas da Bacia do Paraná. Nas mesmas áreas, Mack (1947) propôs ainda mais uma unidade no topo daquelas descritas por Oliveira (1912). Nas últimas duas décadas os trabalhos de Gaugris e Grahn (2006), Mendlowicz Mauller et al. (2009), Grahn et al. (2010 e 2013) também se apoiaram em dados obtidos na região de Tibagi para reavaliar as unidades litoestratigráficas anteriormente descritas por Oliveira em 1912.

Estudos mais recentes para a região vêm apoiados em dados tafonômicos, icnológicos e estratigráficos e podem ser observados em Netto (2014), Bosetti et al. (2014, 2015), Horodyski (2014), Sedorko et al. (2014, 2015), Horodyski et al. (2015), Sedorko (2015), Matsumura et al. (2015) e Comniskey et al. (2015, 2016) dentre outros.

À região de Ponta Grossa são creditados os primeiros fósseis devonianos descobertos no Paraná, tendo sido o geólogo Orville Derby (1851-1915) o primeiro pesquisador a publicar oficialmente um relato da existência de braquiópodes, moluscos e equinodermas muito semelhantes àqueles fósseis coletados no Devoniano do Estado do Amazonas (MELO, 1985; BOSETTI, 2004).

Trabalhos como os de Derby (1878), Oliveira (1912), Clarke (1913), Petri (1948), Lange (1954), Lange e Petri (1967) são alguns dos que discutiram aspectos taxonômicos e paleobiológicos dos fósseis da região de Ponta Grossa. Nas últimas

décadas, estudos direcionados à estratigrafia, como Assine (1996), Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001) e Grahn et al. (2010 e 2013) vêm tendo grande importância para a evolução do conhecimento sobre o Siluro-Devoniano desta região.

Nos arredores do município de Jaguariaíva é onde está localizada a seção tipo do Membro Jaguariaíva (*sensu* LANGE e PETRI, 1967). Esta área forneceu material para os trabalhos de Clarke (1913), Petri (1948), Sommer (1954), Daemon et al. (1967), Lange (1967), Melo (1985), Popp e Barcellos-Popp, (1986), Ciguel (1989), Grahn (1997), Leme (2002), Soares (2007) e inúmeros outros que analisaram estas camadas enfocando aspectos como a paleofauna, litoestratigrafia, paleopalínologia e taxonomia (BOLZON et al. 2002).

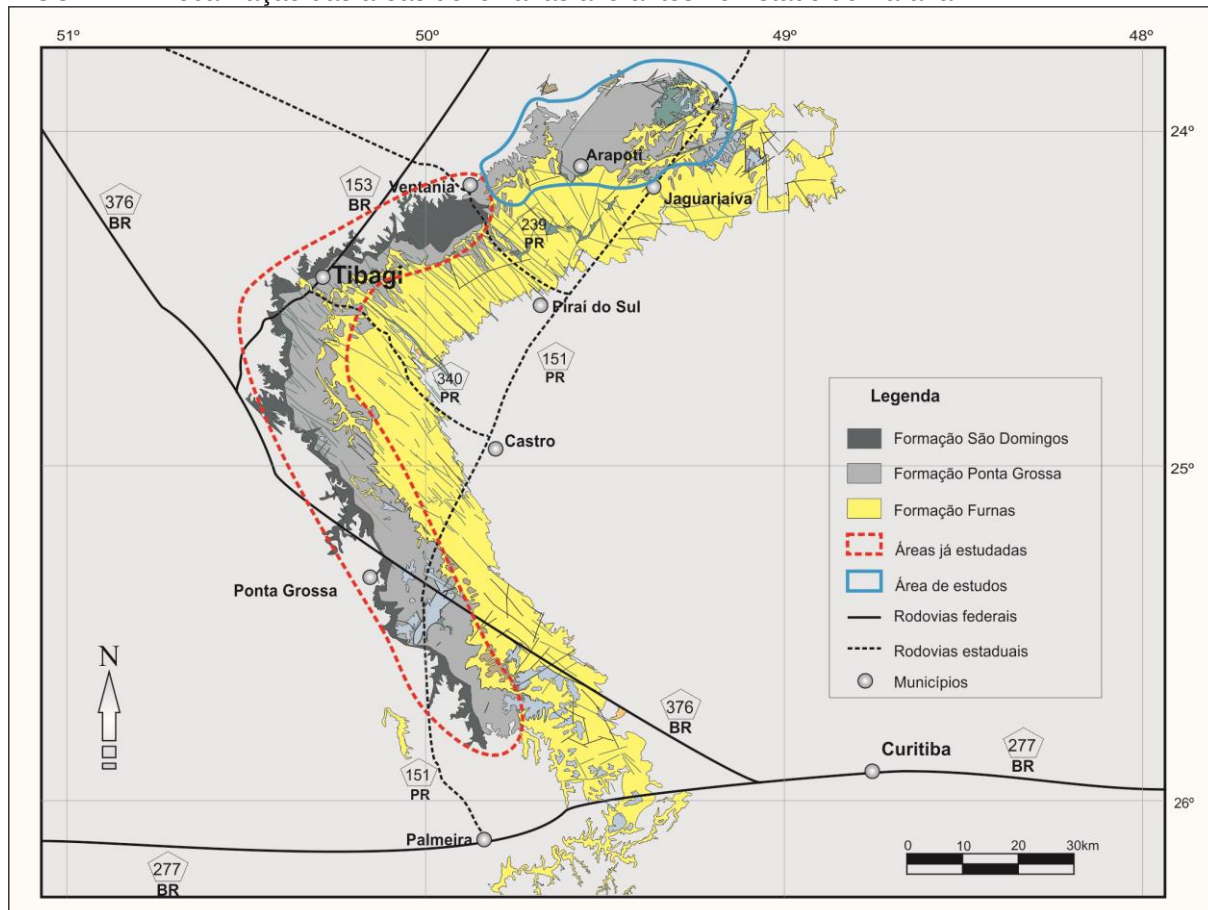
A região cujos afloramentos fazem parte do escopo deste trabalho é ainda pouco conhecida em seus aspectos paleontológicos. A geologia dos arredores dos municípios de Pirai do Sul, Ventania e Arapoti (incluindo a Serra do Monte Negro, neste último município), no estado do Paraná, foi levantada e descrita por Petri (1948). Nas proximidades, a seção de Lambedor foi a que recebeu os maiores esforços no sentido de tentar compreender a gênese das rochas e do registro fóssilífero, tendo em Maack (1947), Petri (1948), Petri e Fúlfaro (1966) expoentes na discussão acerca, por exemplo, do posicionamento estratigráfico daquelas camadas. Ainda nesta região, Ciguel (1989), ao tratar dos tentaculídeos, fez uma descrição litológica e levantamento taxonômico do afloramento Rio Guaricanga. Myszynski Jr. et al. (2016) e Tavares et al. (2017) abordaram este mesmo afloramento, aplicando técnicas de coleta de alta resolução tafonômica (SIMÕES e GHILLARDI, 2000) e realizando a correlação estratigráfica.

Embora os afloramentos citados acima já tenham sido previamente estudados, uma série de novas exposições foram descobertas na região pela presente pesquisa e vem carecendo de estudos pormenorizados. Logo, a execução deste trabalho buscou complementar o conhecimento sobre o Devoniano paranaense, voltando-se para uma região até então pouco conhecida (figura 1).

A proposta central deste trabalho foi a prospecção, reconhecimento, descrição, interpretação e análise integrada entre informações tafonômicas, taxonômicas, estratigráficas e icnológicas, realizada nestas novas áreas de afloramentos. Isso

permitiu a sua correlação com as demais seções já conhecidas no Estado do Paraná e também a reconstrução paleoambiental dos depósitos fossilíferos.

FIGURA 1 – Localização das áreas devonianas aflorantes no Estado do Paraná



Fonte: Adaptado de Grahn et al (2011).

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho possui dois objetivos centrais:

- O levantamento e prospecção de novas áreas fossilíferas buscando o reconhecimento das feições tafonômicas e estratigráficas necessárias para a reconstrução paleoambiental e para a inserção destas novas camadas nos arcabouços litoestratigráficos propostos para o Devoniano do estado.
- A revisitação e interpretação das áreas descritas por Petri (1948) na Região do Vale do Arroio Lambedor, em Arapoti, enfocando aspectos tafonômicos e estratigráficos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que os dois objetivos centrais pudessem ser alcançados foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Reconhecer a granulometria e as estruturas sedimentares com o intuito de reconstrução paleoambiental;
- Identificar a macropaleofauna presente;
- Identificar e descrever as feições tafonômicas para a definição das tafofácies;
- Aferir as possíveis idades destes registros sedimentares a partir de análises palinológicas e estratigráficas.
- Correlacionar as novas seções com outras previamente descritas nas regiões de Ponta Grossa, Jaguariaíva e Tibagi;

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 MÉTODOS E TÉCNICAS DO TRABALHO DE CAMPO

Os primeiros trabalhos realizados em campo tiveram a intenção de reconhecer a região e buscar por novas áreas de afloramentos nos arredores de Piraí do Sul, Arapoti e Ventania. Após um mapeamento prévio, foram elencados alguns pontos de afloramentos considerados representativos onde foi realizada a descrição das feições litológicas e, em alguns afloramentos, coleta de material fóssilífero e litológico.

Num primeiro momento, a busca por novas áreas de afloramentos devonianos concentrou-se nos arredores dos municípios de Ventania e Arapoti, buscando o reconhecimento daquelas áreas descritas por Petri (1948) ao longo do perfil principal e dos perfis auxiliares na região de Lambedor e também daqueles perfis e pontos descritos ao longo da PR 090 (rodovia Piraí-Londrina), na Serra do Monte Negro e na ferrovia Ramal Monte Alegre. Praticamente toda a seção clássica descrita pelo autor já não é mais aflorante, estando encoberta por lavoura e sedimentos. Locais descritos como “estrada para Jaguariaíva” e “estrada para o hotel” também não puderam ser reconhecidos.

Há de se considerar a dificuldade da localização e identificação destes pontos pelo fato de que as nomenclaturas, as quilometragens anotadas e até mesmo o traçado da rodovia Piraí-Londrina terem sido alterados ao longo das décadas. Na ocasião, Petri (1948) descreveu estas áreas como de exposição ímpar, devido à recente exumação do material rochoso. Atualmente, são poucas as áreas que ainda se apresentam expostas e mesmo assim os níveis de alteração intempérica são normalmente muito elevados.

Com a intenção de compreender o contexto deposicional regional foram realizados trabalhos de campo em todo o entorno da região de Lambedor. Foi percorrido o trecho da PR 090 que compreende de Piraí do Sul à localidade de Barro Preto, em Ventania, onde, apenas um ponto de rochas da Formação Ponta Grossa (Rio Guaricanga) foi identificado, sendo maior a ocorrência de arenitos Furnas e de arenitos do Grupo Itararé na porção mais ocidental.

A PR 531, também conhecida localmente como estrada do Caratuva, fica paralela ao perfil descrito em Lambedor e foi percorrida no trecho entre Ventania e Ibaiti, foram reconhecidos apenas arenitos do Grupo Itararé.

No trecho da PR 239 que liga o município de Arapoti ao entroncamento com a PR 090 foram reconhecidos e mapeados 3 afloramentos, todos compostos por arenitos do grupo Itararé. Conforme vai se aproximando do vale do Rio da Cinzas, inúmeras exposições da Formação Furnas são identificadas.

A PR 092 foi percorrida entre o município de Jaguariaíva e a localidade de Calógeras, em Arapoti. Nesta área foram reconhecidos e descritos alguns dos mais importantes afloramentos deste trabalho. É possível reconhecer exposições rochosas respresentantes das formações Furnas e Ponta Grossa e também do Grupo Itararé.

As rodovias descritas acima representam aquelas principais e de mais fácil acesso. Entretanto, foram percorridas também estradas vicinais em todas as localidades, estando as mais representativas localizadas nos arredores dos municípios de Arapoti e Ventania.

A coleta do material sedimentar foi efetuada com a utilização de ferramentas como martelos, talhadeiras, picaretas, pás, enxadas e martelete rompedor elétrico acionado via gerador de energia (nesse caso procurando extrair grandes blocos para análise das biofábricas), martelete rompedor perfurador para amostragens em menor tamanho e Perfuratriz BOSCH GDB 1600 WE, com coroa/plug holder de 1" e 2", para a retirada de testemunhos (plugues) destinados às análises palinológicas.

Com o objetivo de se coletar o máximo de informações possíveis, em afloramentos onde a exposição permitia, seguiu-se a técnica 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 (SIMÕES e GHILARDI, 2000). Para isso foram necessários alguns procedimentos específicos:

1. Coleta em quadrículas: são demarcadas quadrículas medindo um mínimo de três metros de base por dois metros de altura;
2. As quadrículas são demarcadas evitando-se proximidade de dobramentos, falhamentos, diques ou fraturamentos significativos.
3. Empilhar as quadrículas em um mesmo afloramento no sentido de se efetuar uma coleta da base ao topo da seção aflorante.

4. Anotar as granulometrias e estruturas sedimentares das camadas ocorrentes nas quadrículas;
5. 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, paralelo, oblíquo);
 - e) Grau de fragmentação dos bioclastos (inteiros, parcialmente fragmentados ou fragmentados);
 - f) Grau de articulação (articuladas, desarticuladas, parcialmente desarticuladas);
 - g) Concavidade ou convexidade em relação ao plano de acamamento;
 - h) Dimensões dos bioclastos;
 - i) Estado de preservação dos bioclastos;
 - j) Orientação dos bioclastos em relação a possíveis paleocorrentes;
 - k) Observações particulares adicionais para bioclastos singulares.
 - l) Fotografia dos afloramentos ilustrando possíveis estruturas sedimentares, litologias e bioclastos posicionados na rocha *in situ*.

A interpretação das informações tafonômicas apoiou-se no reconhecimento dos padrões apresentados pelas concentrações fossilíferas associadas ao contexto sedimentológico evidenciado pelas litofácies (BRETT e BAIRD 1986) e nos modelos de tafofácies definidos por Speyer e Brett (1986) para ambientes marinhos epíricos do Paleozoico médio.

2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DO TRABALHO EM LABORATÓRIO

O trabalho inicial consiste na numeração das amostras e armazenamento no Laboratório de Paleontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). As análises pormenorizadas de cunho tafonômico e taxonômico permitiram a identificação de importantes feições difíceis de visualizar em campo, como a identificação taxonômica com a utilização de bibliografia especializada, consulta a especialistas e a observação e descrição de feições morfo-anatômicas com

microscópios e lupas estereoscópicas. Em geral, os trabalhos de laboratório seguem esta ordem:

- a) Processamento do material coletado;
- b) Organização por quadriculas;
- c) Numeração e catalogação;
- d) Identificação taxonômica;
- d) Identificação de assinaturas tafonômicas, como orientação, posição em relação ao plano de acamamento, articulação/desarticulação e grau de fragmentação.
- e) Fotografia e/ou escaneamento para ilustrações e comunicações;
- f) Acondicionamento em local adequado para futuras checagens e/ou exposições;
- g) Seleção de amostras para a confecção de lâminas sedimentológicas utilizadas para a realização de análises palinológicas específicas.

3 BREVE HISTÓRICO DAS PESQUISAS NO DEVONIANO DO PARANÁ

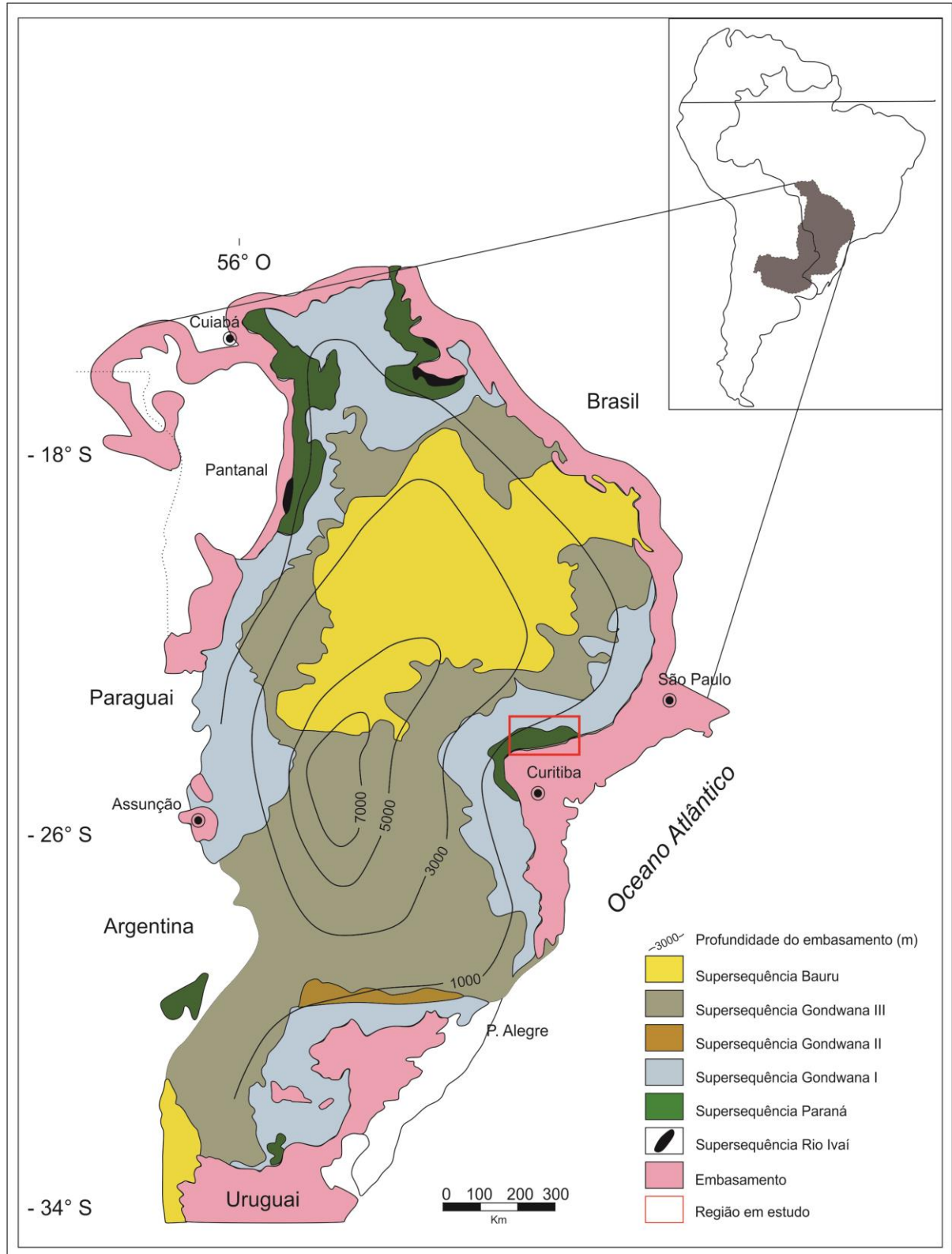
O primeiro registro de fósseis para o Devoniano da Bacia do Paraná foi efetuado por Orville A. Derby, membro da Comissão Geológica do Império do Brasil (1875-1877). A comissão coordenada pelo naturalista canadense Charles Friederich Hartt teve como uma de suas atribuições o reconhecimento das bacias carboníferas do sul do Brasil e foi justamente nesta expedição, no ano de 1876, que o auxiliar-imediato de campo Luther Wagoner encontrou fósseis na região de Ponta Grossa. Desde então, pesquisadores têm se dedicado ao refinamento do conhecimento estratigráfico, bioestratigráfico, paleogeográfico, paleoecológico, tafonômico e taxonômico dos estratos e fósseis devonianos do estado do Paraná.

As denominações que viriam a ser consagradas pelo uso por grande parte dos pesquisadores subsequentes foram introduzidas por Oliveira (1912), que definiu a seguinte subdivisão litoestratigráfica, da base para o topo: “grés de Furnas”, “schisto de Ponta Grossa” e “grés de Tibagi”. Uma quarta unidade devoniana foi acrescentada no topo desta seção por Maack (1947) e foi denominada como “Folhelhos São Domingos”.

Os estratos do Devoniano são reconhecidos no registro estratigráfico da Bacia do Paraná como uma unidade de ampla escala (Supersequência Paraná; MILANI et al., 2007) e se caracterizam por condições marinhas representadas por sucessões sedimentares que definem ciclos transgressivo-regressivos ligados a oscilações do nível relativo do mar. A Bacia do Paraná (figura 2) ocupa uma região de aproximadamente 1.500.000 km², situada no centro-leste da América do Sul, estendendo-se desde o nordeste da Argentina, norte do Uruguai e leste do Paraguai ao centro-sul do Brasil, onde concentra sua maior área sedimentar, cerca de 1.100.000 km² (MILANI et al., 2007). No território brasileiro, ela abrange os estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo (com exceção da região leste), regiões norte, ocidental e central do Rio Grande do Sul, borda ocidental de Minas Gerais, sul e sudoeste de Goiás e parte centro-leste do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (PETRI e FÚLFARO, 1988; MELO, 1988). O processo evolutivo da bacia compreende três fases de sedimentação: a Siluro-Devoniana, seguida pela Permo-Carbonífera e, finalmente, pela Juro-Cretácea. Segundo Zalán et al. (1987) e Petri e Fúlfaro (1988), estas três fases correspondem a três sub-bacias superpostas, as quais resultaram na

atual forma da bacia, e alguns de seus limites foram moldados com o surgimento de arcos marginais, durante o Mesozoico.

FIGURA 2 – Bacia Sedimentar do Paraná



Fonte: adaptado de Milani et al. (2007).

As unidades litoestratigráficas do Devoniano da Bacia do Paraná foram formalizadas por Petri (1948). Neste trabalho, o autor discute a grande variabilidade de designações até então propostas na nomenclatura estratigráfica do Devoniano do Paraná e adota a designação “Série Paraná”, rejeitando o termo “Série Campos Gerais”, empregado por Derby (1878). Apresenta ainda a seguinte sucessão estratigráfica: Formação Furnas, Camadas de Transição e Formação Ponta Grossa (quadro 1).

QUADRO 1 - Representação das unidades litoestratigráficas de Petri (1948)

Série Paraná	Formação Ponta Grossa
	Camadas de Transição
	Formação Furnas

Fonte: Adaptado de Petri (1948).

Lange e Petri (1967), ao revisarem a estratigrafia devoniana do Paraná, definiram a seguinte sequência estratigráfica da base para o topo (quadro 2): Formação Furnas e Formação Ponta Grossa (nesta última, incluindo os Membros Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos).

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).

Numa abordagem moderna do conhecimento e seguindo os conceitos da Estratigrafia de Sequências, com dados principalmente de subsuperfície, destacam-se os trabalhos de Assine (1996 e 2001), onde propõe um arcabouço estratigráfico dividido em três sequências deposicionais e correlaciona-o, em parte, com as

unidades litoestratigráficas de Lange e Petri (1967). Assine (1996) identificou três sequências deposicionais, delineando três superfícies de máxima inundação, correspondendo a três ciclos de terceira ordem, com dura  o de 10 a 15 milhões de anos cada um, sendo, Sequência Lochkoviano(?), Sequência Praguiano – Eifeliano e Sequência Givetiano – Frasniano.

Bergamaschi (1999) identificou para a sucessão devoniana paranaense seis sequências deposicionais de terceira ordem (quadro 3). A sequência A (?Pridoliano - ?Lochkoviano) compreende os depósitos da Forma  o Furnas, na qual são reconhecidos depósitos marinhos rasos de ante-praia e transicionais (deltaicos e estuarinos). A sequência B (?Neolochkoviano - Emsiano) limita as forma  es Furnas e Ponta Grossa e constitui-se por depósitos de *shoreface* a *offshore* transicional, acumulados sob influência dominante de processos de tempestade. As sequências C (Neoemsiano -Eoeifeliano), D (Eifeliano) e E (?Neoeifeliano - Neogivetiano) tem em sua base depósitos de *shoreface*. Já a sequência F (Frasniano)    constituída por depósitos marinho-rasos de plataforma externa.

QUADRO 3 -Sequências deposicionais de Bergamaschi (1999)

Sequência Depositional “F”	Frasniano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “E”	?Neoeifeliano - Neogivetiano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “D”	Eifeliano – Fm. Ponta Grossa
Sequência Depositional “C”	?Neoemsiano -?Eoeifeliano – 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), Mendlowicz Mauller et al. (2009), Grahn et al. (2010) e Grahn et al. (2013) (figura 3), tendo como referência o arcabouço estratigráfico de sequências de Bergamaschi (1999) e Bergamaschi e Pereira (2001). Aqueles autores consideraram que as defini  es subsequentes na literatura negligenciaram a prioridade dos termos conferida    Oliveira (1912). Apresentam

ainda, as comparações das unidades com as da estratigrafia de Sequências de terceira ordem, designando-as como Grupo Campos Gerais, dividindo-a da base para o topo: Formação Furnas = sequência A; Formação Ponta Grossa = sequência B; Formação São Domingos, incluso o Membro Tibagi na base (*sensu* Oliveira, 1912) = Sequências C, D, E e F. Este é o arcabouço utilizado para o presente trabalho, já que oferece dados recentes e precisos sobre a estratigrafia da região (figura 3).

O registro dos folhelhos, siltitos e arenitos devonianos na Bacia do Paraná consistem em depósitos sedimentares siliciclásticos em ambiente de mar epicontinental, de clima presumivelmente temperado a subpolar, localizado entre 70° e 80° de paleolatitudes Sul à época da deposição (COOPER, 1977; ISAACSON e SABLOCK, 1990). Atualmente é interpretado como predominantemente episódico, onde os eventos deposicionais de maior magnitude ficaram preservados, caracterizados por depósitos de águas rasas de fácies praias e de águas mais profundas de costa-a-fora (*shoreface, transitional offshore e offshore*) (Bosetti, 2004).

A paleofauna da sucessão devoniana foi incluída no contexto de endemismo da Província Malvinocáfrica, introduzido por Richter (1941). A macrofauna fóssil nesta sucessão é composta por invertebrados marinhos representados principalmente por braquiópodes, trilobitas, equinodermos, cnidários, anelídeos, bivalves, gastrópodes, tentaculídeos e calyptoptomatídeos, além de microfósseis, fragmentos vegetais e icnofósseis (BOSETTI, 2004).

Recentemente, trabalhos de cunho tafonômico (*e.g.* SIMÕES et al., 2002; RODRIGUES et al., 2001; GHILARDI, 2004; BOSETTI, 2004; BOSETTI et al., 2009; GRANH et al. 2011; GHILARDI et al. 2011, BOSETTI et al. 2012; dentre outros) e de estratigrafia de sequências (ASSINE, 1996; ASSINE, 2001; BERGAMASCHI, 1999; BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001; HORODYSKI, 2014) trouxeram novas interpretações para o controle estrutural no empilhamento estratigráfico dos sítios, bem como na interpretação dos sistemas deposicionais associados à paleofauna encontrada. As mais recentes interpretações das superfícies estratigráficas têm demonstrado que a distribuição vertical e horizontal dos bioclastos ocorrentes nas camadas em estudo, assim como sua composição taxonômica aparente, foi fortemente controlada pela história deposicional vigente à época.

FIGURA 3 – Arcabouço estratigráfico de Grahn et al. (2013)

Idade	Bacia do Paraná	Sequên- cias	Espóros		Chitinozoa Grahn 2005 Mendlowicz Mauiller et al., 2009		
	Sub-bacia de Apucarana		A	B			
Frasniano			IV	TP	U.bastosi S. langei		
	Fm. São Domingos	F		BMu	Hoegisphaera glabra		
			BM	BPi			
			BJ				
Givetiano			TCo	Trg	Fungochitina microspinata Ancyrochitina taouratinensis		
		TA					
Eifeliano		E	AD	Lli	Ramochitina stiphrospinata		
		D		Pre-Lem	Per	Alpenachitina eisenacki	
Emsiano		?	C	AP	Vel	GS	— ? —
							Pre-Vel
		Mb. Tib. ?	?	FD	idade não definida	Ancyrochitina parisi	
							AB
		Fm. Ponta Grossa	B	PoW	Su	Ems	Ramochitina magnifica
Praguiano					Pre-Su		
Loch- koviano	?	?	BZ	E Z	E	Urochitina loboi	
	Fm. Furnas	A	MN	NsZ		Angochitina strigosa	

Fonte: Adaptado de Grahn et al. (2013). Sequências (A-F) de acordo com Bergamaschi (1999); A = Zoneamento de miosporos para a Europa Ocidental após Stree et al., (1987) e Steemans (1989). B = Zoneamento de miosporos para o Gondwana Ocidental (Norte do Brasil), após Melo e Loboziak (2003). Mb Tib. = Membro Tibagi da Formação São Domingos. ** = Biozona informal. *** = Zona *Angochitina praedensibaculata*.

Estudos apoiados na Icnologia também tem auxiliado a elucidar os eventos paleoambientais durante o Devoniano na Bacia do Paraná. Exemplos de grande relevância são os trabalhos Sedorko et al. (2014a), Sedorko et al. (2014b), Sedorko et al. (2014c) e Bosetti et al. (2014). Horodyski et al. (2015), associaram a presença do icnogênero *Lingulichnus*, Eifeliano médio, ao fóssil corporal do seu produtor, e aliando a dados da estratigrafia e da sedimentologia puderam reconstruir o ambiente pretérito.

Uma nova interpretação baseada na Icnologia aplicada às análises da estratigrafia de sequências foi proposta por Sedorko et al. (2018), os autores criaram um modelo sedimentológico, paleontológico e icnológico para refinar o arcabouço estratigráfico de sequências com enfoque para a Formação Ponta Grossa. A Supersequência Paraná, fica então dividida em quatro limites de sequências, a Sequência Siluriano inferior (Llandovery-Wenlock), que corresponde às unidades inferior e média da Formação Furnas, a Sequência Siluro-Devoniano (?Pridoliano - Eoemsiano), Devoniano I (Neoemsiano - Neoeifeliano) e Devoniano II (Neoeifeliano – Eogivetiano).

Quadro 4 – Sequências estratigráficas de Sedorko et al. (2018)

Supersequência Paraná	Sequência Devoniano II
	Sequência Devoniano I
	Sequência Siluro - Devoniano
	Sequência Siluriano Inferior

3.1 BREVE HISTÓRICO DAS PESQUISAS NAS ÁREAS DE ESTUDO

De maneira geral, pode-se observar que grande parte do conhecimento produzido acerca do Devoniano paranaense adveio a partir de materiais provenientes das regiões de Ponta Grossa, Tibagi e Jaguariaíva. Isto fica explicitado ao buscarmos referencial teórico que trate das regiões de Piraí do Sul e Arapoti. Os poucos trabalhos que abordam estas áreas ficam restritos, majoritariamente, à seção de afloramentos do vale do arroio Lambedor.

Maack (1946b) é um dos primeiros trabalhos a tratar da região do Lambedor, em Arapoti, chegando a explicar que “...Lambedor e Guaricanga são das melhores áreas do Devoniano no Paraná...”. O autor indentifica uma série de arenitos aos quais correlaciona com seu Arenito Barreiro, descrito anteriormente na região de Tibagi, inserindo estas camadas e aquelas da região da Serra do Monte Negro no topo do Devoniano (MELO, 1985). Mais tarde, Petri (1948) analisou a mesma região e identificou estas mesmas camadas como pertencentes à base da Série Itararé baseado em três fatos: há uma desconformidade entre as camadas devonianas e a parte superior do arenito Barreiro; a presença de varvito com seixos de granito na base de um paredão formado pelo arenito Barreiro; e a presença de seixos angulosos e estriados no arenito que forma este paredão.

O trabalho de Petri (1948) descreveu aquela seção que chama de “Excepcionalmente apropriada para o estudo da distribuição dos fósseis na Formação Ponta Grossa...” e elaborou um detalhado perfil litológico e paleontológico de mais de cem metros de espessura de folhelhos e arenitos na região do Lambedor, além de mais três perfis auxiliares que contribuíram para o entendimento e correlação dos registros na região. Para Melo (1985), este trabalho qualificou a exposição do arroio Lambedor como hipoestratótipo do “Membro Ponta Grossa” (Membro Jaguariaíva de LANGE e PETRI, 1967).

Petri e Fúlfaro (1966) voltaram seus esforços novamente para a região de Lambedor, trazendo fatos que corroboram a interpretação de Petri (1948) com relação à idade e posicionamento estratigráfico das camadas arenosas depositadas acima dos folhelhos da Formação Ponta Grossa, colocando-as no Grupo Tubarão, mais uma vez, discordando da interpretação de Maack (1946b), que correlacionou estes arenitos ao arenito Barreiro, de idade devoniana. Petri e Fúlfaro (1966) sugerem ainda que a presença de seixos de folhelhos e arenitos semelhantes às rochas devonianas inseridos em conglomerados acima da Formação Ponta Grossa, indica que pode ter ocorrido o retrabalhamento destes depósitos por agentes flúvio-glaciais carboníferos.

A região do Lambedor foi revisitada por Melo (1985) que, assim como nos trabalhos precedentes, enaltece a qualidade da exposição do membro Ponta Grossa. O autor discordou em alguns pontos da interpretação de Maack (1946b, 1947) e Petri (1948) por inserirem o topo da seção colunar de Lambedor no âmbito do membro São Domingos (*sensu* LANGE e PETRI, 1967) e ainda considerou a possibilidade de

movimentações estruturais que teriam soerguido a área onde se localiza o perfil principal de Lambedor, entretanto, colocou que ainda são necessárias informações mais precisas acerca da tectônica local para tecer quaisquer afirmações. Mais tarde, Bosetti (1989) realizou a descrição do lingulídeos provenientes dessa seção, sendo o primeiro trabalho a tratar de um táxon específico para a região.

O afloramento Rio Guaricanga é outra importante área de estudo localizado no município de Piraí do Sul. Embora citado por Maack (1946b) e descrito por Petri (1948) só veio a ser detalhado no trabalho de Ciguel (1989). De acordo com sua interpretação, estas camadas teriam idade Neoemiliano - Eoemiliano. Ng (2013), ao tecer considerações sobre a bioestratigrafia e os paleoambientes da formação Ponta Grossa também trabalhou com amostras advindas deste afloramento, e, diferentemente do autor antecessor, conclui que estes estratos têm idade Givetiano.

Mais recentemente, Myszyński et al. (2016) e Ferreira et al. (2017) reavaliaram estas camadas buscando observar os atributos tafonômicos afim de realizar a reconstrução paleoambiental e o seu posicionamento na estratigrafia regional. Ambos os autores identificaram a típica fauna Malvinocáfrica e posicionaram estas camadas nos momentos iniciais do Devoniano.

Nos arredores da zona urbana do município de Arapoti uma nova área de afloramentos a aproximadamente 35 km a ENE da seção de Lambedor foi descoberta durante as expedições exploratórias para este trabalho. Com mais de vinte pontos de afloramentos, sendo o mais expressivo a Seção CEEP (Colégio Estadual de Educação Profissional), devido à sua grande representatividade vertical da Formação Ponta Grossa, esta área configura-se como inédita no âmbito dos estudos do Devoniano do Paraná. Alguns trabalhos derivados do grande projeto alvo desta tese e que abordam o posicionamento estratigráfico, a tafonomia e a icnologia, vem sendo publicados nos últimos dois anos e apresentam resultados preliminares a respeito da paleoecologia e da estratigrafia locais. São exemplos as comunicações de Bosetti et al. (2016; 2017), Myszyński Júnior et al. (2017) e Ferreira et al. (2017). Assine (1996) descreveu um afloramento nesta região (ponto 99 da tese de doutorado), entretanto, posicionou erroneamente estas camadas como representantes do Membro Tibagi.

4 CONTEXTO GEOLÓGICO E LITOESTRATIGRÁFICO REGIONAL

4.1 FORMAÇÃO FURNAS

O conceito original desta formação deve-se a Oliveira (1912) que denominou como “grés de Furnas” os arenitos alocados na base da Formação Ponta Grossa. Neste trabalho, o autor descreveu esta unidade como um “grés branco, algumas vezes amarelado, grosseiro, frequentemente friável, que aflora na parte superior daquelas escarpas” (MELO, 1985). Entretanto, é com Bigarella (1961) que a Formação Furnas passou a ser melhor conhecida e compreendida. Segundo os autores, Furnas exhibe um registro sedimentar relativamente complexo onde predominam os arenitos e, intercalados a estes, horizontes conglomeráticos e camadas siltico-argilosas e areno-argilosas.

Para Petri e Fúlfaro (1966) a Formação Furnas constitui-se de arenitos médios a grossos, com finas camadas conglomeráticas e finos leitos de folhelhos micáceos intercalados. Localmente, desenvolve-se um conglomerado basal, as estratificações cruzadas são frequentes, de tipos variados e alternam-se ao longo do perfil.

Lange e Petri (1967) interpretaram o ambiente de deposição dos arenitos da Formação Furnas como marinho raso, apresentando grande energia hidrodinâmica e altos níveis de oxigênio na água, tendo contato normal e em alguns afloramentos gradacional com a Formação Ponta Grossa.

Bergamaschi (1999) denomina informalmente três intervalos na Formação Furnas, sendo eles: Furnas Inferior, Furnas Intermediário e Furnas Superior. O intervalo inferior é composto por uma associação de conglomerados e arenitos que variam de finos a muito grossos, exibindo estratificações cruzadas planares, por ondas e cavalgantes. Os estratos podem apresentar geometria externa de várias formas, se agrupando, em geral, em elementos arquiteturais tabulares.

Os estratos basais, mais conglomeráticos, vão sendo sucedidos por arenitos médios a grossos, sendo os níveis e pavimentos de maior granulometria cada vez mais raros em direção ao topo. A interpretação é de que estes estratos provavelmente representam ambientes de deposição a partir de um sistema litorâneo a marinho costeiro, afetado por fortes ondas e correntes (BERGAMASCHI, 1999).

O intervalo Furnas Intermediário é constituído por fácies semelhantes ao do intervalo inferior, no entanto, com predominância dos arenitos médios, onde nota-se uma diminuição na incidência e espessura dos corpos conglomeráticos. Por vezes ocorrem intercalações de níveis sílticos, cinza-esbranquiçados, com marcas de ondas, podendo conter icnofósseis (BERGAMASCHI, 1999). Contudo, ainda não há consenso a respeito do ambiente deposicional destes sedimentos, podendo estar relacionado a ambientes transicionais-estuarinos ou de deltas-estuarinos.

No Intervalo Superior há um aumento no número de corpos e níveis conglomeráticos com predominância dos arenitos grossos e muito grossos. O topo é marcado também pelo incremento de camadas de siltitos esbranquiçados ou amarelados, por vezes contendo restos de plantas e palinórmorfos, pela presença de arenitos com estratificação cruzada por onda e pela ocorrência de raras camadas conglomeráticas (BERGAMASCHI, 1999).

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) sugeriu que a seção Furnas registra um ciclo transgressivo-regressivo de 3ª ordem. A idade relativa é Pridoliano a Lochkoviano, pertencentes à Sequência A.

Petri (1948) denomina as camadas de siltitos e arenitos com intercalações de folhelhos depositadas logo abaixo dos folhelhos da Formação Ponta Grossa típica como as Camadas de Transição, tendo espessura aproximada de 15 metros. O autor ainda frisou a inexistência de hiato temporal entre a deposição das duas formações bastante distintas. Segundo ele, não é possível distinguir, devido as características litológicas, se os depósitos pertencem a uma formação ou a outra. Entretanto, Assine (1996), Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2010) reconheceram este hiato e posicionaram as camadas de transição na porção basal da Formação Ponta Grossa.

Análises palinológicas realizadas em amostras obtidas a partir de testemunhos da base das camadas de transição resultaram em uma possível idade Neopraguiano - Eoemsiano, a mesma idade da Formação Ponta Grossa típica, para as camadas de transição, com máximo intervalo de deposição entre cada uma das formações de 4 milhões de anos. Desta forma, os arenitos da base da Formação Ponta Grossa seriam resultados do retrabalhamento por uma superfície de

ravinamento do topo da Formação Furnas durante a deposição dos folhelhos mais recentes (GRAHN, et al., 2010).

4.2 FORMAÇÃO PONTA GROSSA

A seção tipo das camadas que representam os momentos iniciais de deposição no Devoniano paranaense localiza-se na região de Jaguariaíva, no corte da estrada de ferro sentido Arapoti. Embora já observada por outros pesquisadores (e.g. DERBY, 1878) foi Petri (1948) que elaborou um detalhado perfil litológico e paleontológico de mais de 100 metros de espessura. O autor entendeu que a Formação Ponta Grossa é caracterizada por uma sucessão de folhelhos e arenitos finos argilosos e considerou não haver hiato deposicional entre esta e a formação Furnas, sendo as Camadas de Transição representantes dos momentos de “passagem” entre as duas formações. O contato superior, em grande parte das áreas de exposição se dá discordantemente com arenitos do grupo Itararé.

Bigarella et al. (1961), no entanto, consideraram haver um contato brusco entre Furnas e Ponta Grossa. Para Petri e Fúlfaro (1966), a Formação Ponta Grossa é constituída por folhelhos micáceos, finamente laminados, argilosos ou arenosos, localmente betuminosos e carbonosos, com intercalações de siltitos e arenitos finos.

Lange e Petri (1967), ao exporem sua concepção a respeito da divisão litoestratigráfica para a região utilizaram a mesma seção para descreverem o Membro Jaguariaíva da Formação Ponta Grossa e também reconhecerem as mesmas fácies de Petri (1948), concordando com a existência das camadas de transição ao observarem uma camada de 7 metros de espessura de siltitos intercalados com arenitos grossos, ambos contendo fósseis.

De modo geral, a Formação Ponta Grossa consiste predominantemente de folhelhos argilosos, finamente laminados, cinzentos que alteram-se para cores mais claras, por vezes variegadas, contendo também camadas de argilitos maciços e intercalações de arenitos (MELO, 1985).

Quatro fácies podem ser reconhecidas até a topo da seção: (a) arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*, indicando o retrabalhamento dos sedimentos acima da superfície de ravinamento; (b) siltitos acinzentados, bioturbados, apresentando invertebrados marinhos; (c) siltitos laminados, escuros, fossilíferos,

intercalados a arenitos finos com *hummocky*; (d) folhelhos cinza-escuros a pretos, fossilíferos (GRAHN et al., 2010).

Diferentemente de outros autores (e.g. PETRI, 1948), Grahn et al. (2010) reconheceram que o contato com a Formação Furnas é discordante, representado por uma superfície de ravinamento onde é exposto um hiato deposicional da ordem de 4 milhões de anos. A partir de dados de subsuperfície, os autores afirmam que a base das camadas de transição tem a mesma idade (Neopraguiano - Eoemsiano) da porção mais inferior dos típicos folhelhos da Formação Ponta Grossa. Por apresentar dados consistentes, embasados em estudos palinológicos, esta é a concepção adotada neste trabalho.

4.3 MEMBRO TIBAGI

O Membro Tibagi, localmente, constitui a porção basal da Formação São Domingos. Litologicamente é constituído de arenitos finos a grossos, siltitos e em menor expressividade, argilitos. Os arenitos variam entre cinzas, amarelos e avermelhados, apresentando uma ciclicidade que alterna entre arenitos e lentes de folhelhos micáceos, havendo dominância dos arenitos em direção ao topo. Sua definição ocorreu com Oliveira (1912) a partir da observação de afloramentos localizados ao longo da porção superior do arroio São Domingos, em Tibagi. Segundo Maack (1947), a espessura desta unidade é, geralmente, entre 18 e 20 metros.

Baseado na posição estratigráfica da seção Tibagi-Telêmaco Borba, Grahn et al. (2010) posicionaram estas camadas no Neoemsiano. Entretanto, Grahn et al. (2013) reavaliaram este posicionamento, realocando o Membro Tibagi um pouco mais abaixo na coluna estratigráfica, no início do Neoemsiano. Ainda neste último trabalho, os autores propuseram um neoestratótipo para o Membro Tibagi, situado ao longo da BR 153, aproximadamente 1 km ao sul do vilarejo de São Domingos e imediatamente ao norte do arroio São Domingos. Os autores descreveram uma seção de 15,5 metros de espessura composta por 9,2 metros de arenitos finos, maciços, acinzentados, com intercalações de siltitos finos com laminação plano paralela. A porção superior apresenta os mesmos arenitos, no entanto, sem intercalação de siltitos.

4.4 FORMAÇÃO SÃO DOMINGOS

A Formação São Domingos é litologicamente composta por argilitos, folhelhos, siltitos, com predominância dos arenitos e arenitos conglomeráticos e sobrepõem-se transgressivamente 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 truncado pela discordância erosiva da base da seção permo-carbonífera do Grupo Itararé (MELO e LOBOZIAK, 2003; GRAHN et al., 2013).

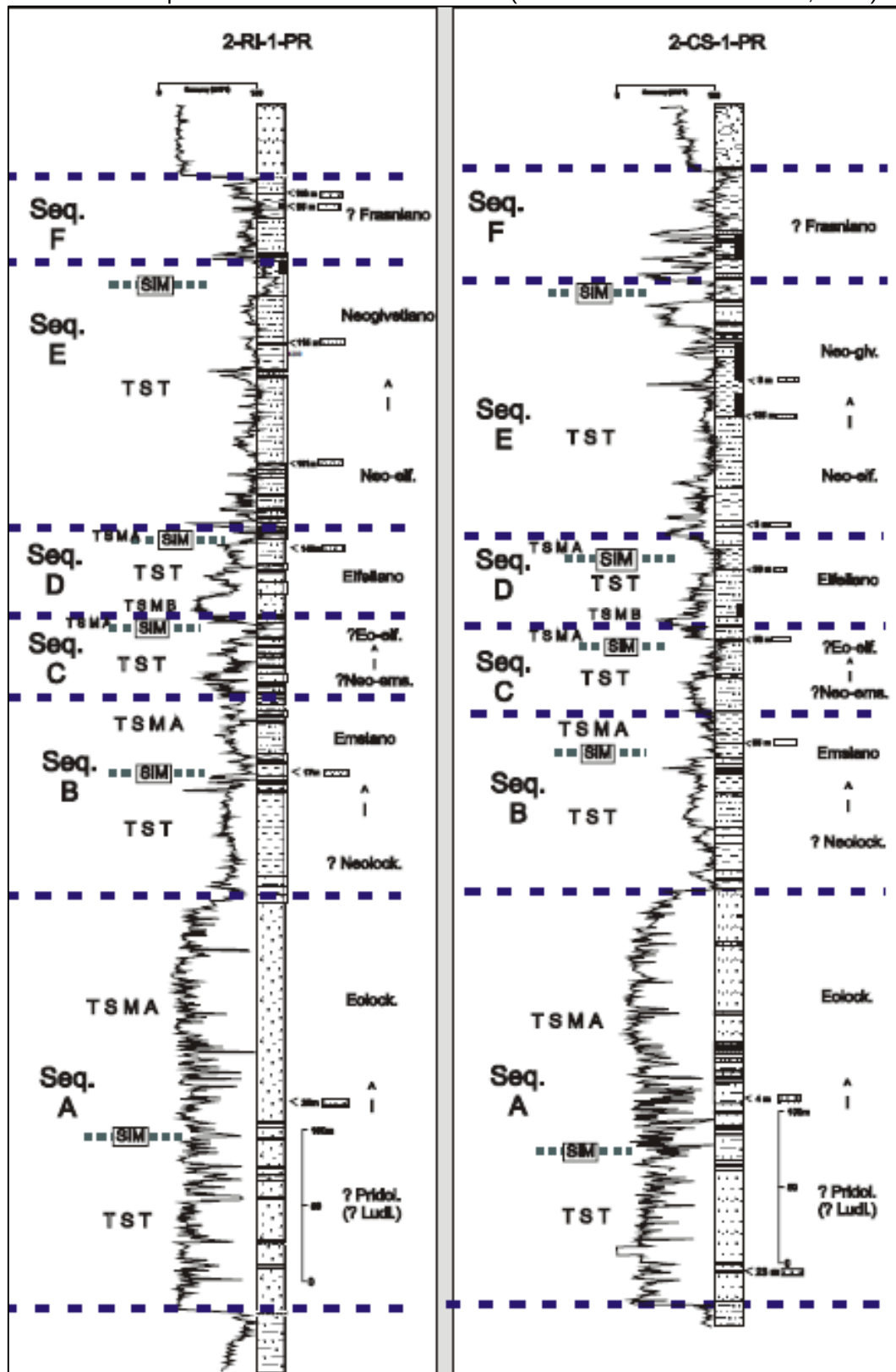
Embora já conhecidos em Oliveira (1921), estes estratos foram formalizados por Maack (1947). Petri (1948) interpretou os estratos aflorantes no topo da seção Lamedor como pertencentes ao Membro São Domingos e, mais tarde, Lange e Petri (1967) analisaram estas camadas na região de Tibagi, onde estratos dessa formação ocorrem em pelo menos três localidades. Melo (1985) e Grahn (1992) reconheceram que as formações Ponta Grossa e São Domingos são formações distintas, sendo o Tibagi considerado como um membro desta última. Esta formação é, na maior parte das localidades, encoberta por arenitos do Grupo Itararé.

Para maiores detalhes a respeito das localidades onde ocorrem estratos desta formação, bem como sobre a evolução conceitual da Formação São Domingos, consultar Grahn et al. (2013).

4.5 ESTRATIGRAFIA DE SEQUÊNCIAS

A sucessão devoniana na Sub-bacia de Apucarana foi formalmente subdividida em seis sequências deposicionais de 3ª ordem por Bergamaschi (1999) e Bergamaschi e Pereira (2001) (figura 4). Os autores utilizaram como critérios os dados de associações de fácies, perfis de raios gama e informações bioestratigráficas. Esta subdivisão foi reavaliada por Grahn et al. (2013).

FIGURA 4 - Sequências Devonianas de 3ª ordem (BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001)



FONTE: Reproduzido de Bergamaschi e Pereira (2001). Legenda: Sequências deposicionais de 3ª ordem e tratos de sistemas deposicionais no Siluro-Devoniano da Sub-Bacia de Apucarana nos poços 2-RI-1-PR e 2-CS-1-PR. TSMB = trato de sistemas de mar baixo; TST = trato de sistemas transgressivo; TSMA = trato de sistemas de mar alto; SIM = superfície de inundação máxima; Seq. = sequência deposicional

Sequência A

A Sequência A é equivalente à Formação Furnas. Este intervalo possui aproximadamente 250 metros de espessura. A litologia predominante é de arenitos médios a grossos, com 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 (GRAHN et al., 2013)

Sequência B

Litologicamente é composta em sua base por arenitos finos, marcados por estratificações cruzadas do tipo *wave* (WCS) e *hummocky cross stratification* (HCS), e por folhelhos e siltitos bioturbados. Esta sequência tem aproximadamente 90 metros 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 Seq. A. Na Sequência B são registrados depósitos marinhos rasos de *shoreface* inferior e *offshore*. O trato de sistemas transgressivo (TST) é caracterizado por ação de ondas e tempestitos com estruturas do tipo *wave cross stratification* (WCS) e *hummocky* (HCS), culminando com o sistema de inundação máxima (SIM), 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). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente à Formação Ponta Grossa, é de neo-praguiana a eo-emsiana e tem duração aproximada de dois milhões de anos.

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 trato de sistemas transgressivo (TST), consistindo em fácies de folhelhos, siltitos bioturbados e arenitos finos com WCS e HCS formados pela ação de ondas de tempestade. A superfície de inundação máxima (SIM) é caracterizada por um importante evento de anoxia/disoxia da bacia, diagnosticado pelos perfis de raio gama. Apenas em subsuperfície é possível observar o trato de sistemas de mar alto (TSMA). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente a porção basal da Formação São Domingos, é do Emsiano médio ao Eifeliano médio e tem duração aproximada de sete milhões de anos.

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 Seq. E). A idade desta sequência, que corresponde litoestratigraficamente à Formação São Domingos, é final do Eifeliano médio ao Neoeifeliano e tem duração aproximada de quatro milhões de anos.

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 Eogivetiano

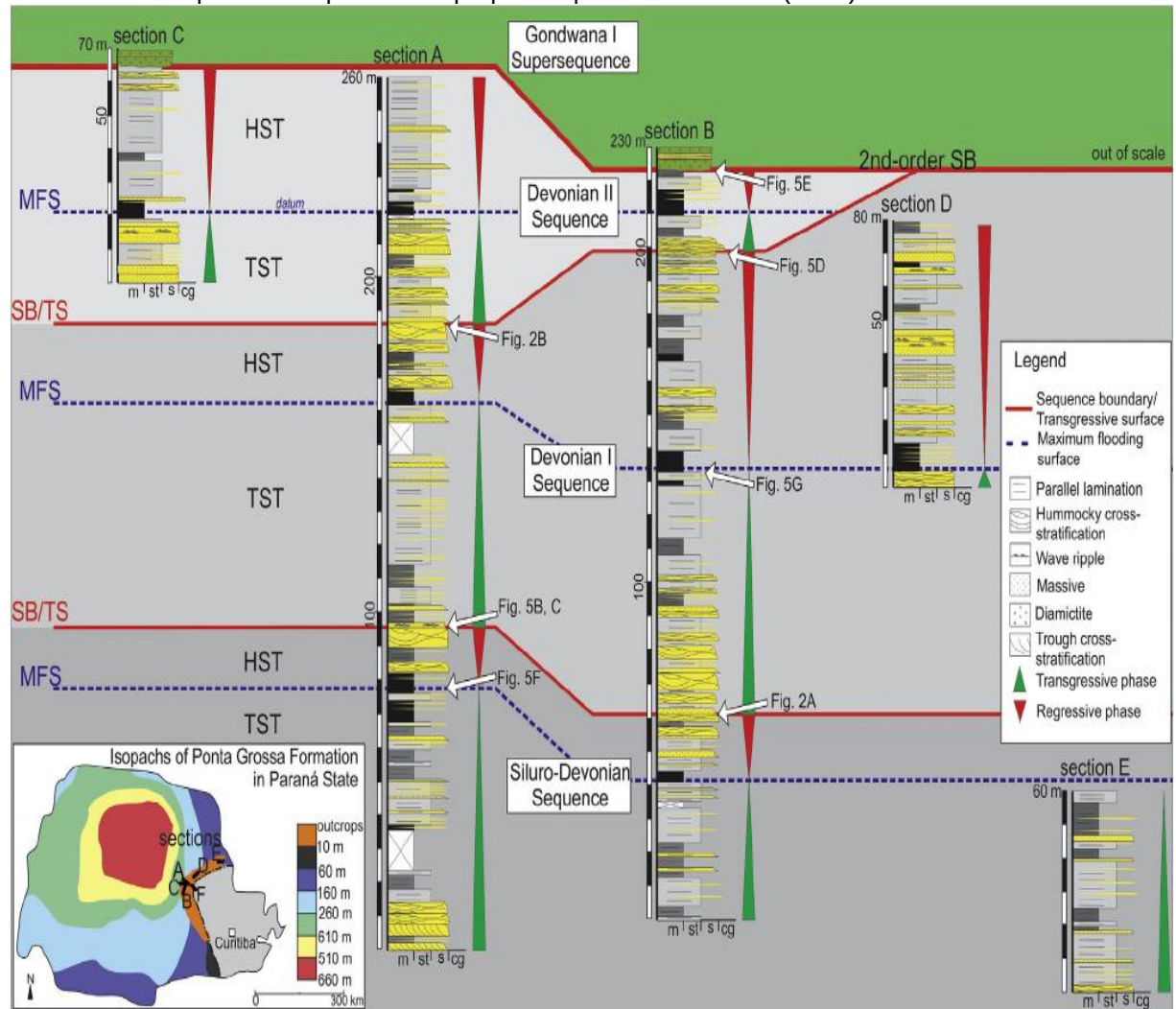
ao Givetiano médio inicial. Vale destacar que as áreas aflorantes datam apenas até o Eogivetiano. A Sequência tem duração aproximada de dois milhões e meio de anos.

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.

Mais recentemente, Sedorko et al. (2018) observaram aspectos como litologia, estruturas sedimentares e natureza dos contatos estratigráficos e utilizaram a icnologia como ferramenta de análise aplicada à estratigrafia de sequências. Os autores analisaram cinco diferentes seções nos municípios de Arapoti (incluindo a Seção CEEP, descrita em parceria com este trabalho) e Tibagi e reconheceram três sequências deposicionais para a região, Sequência Siluro-Devoniana de idade ?Pridoliano inferior-Emsiano, que corresponde ao topo da Sequência A; a totalidade da Sequência B e ainda a base da Sequência C, de Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2013); Sequência Devoniano I (Emsiano superior-Eifeliano superior), que corresponde à quase totalidade da Sequência C de Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2013); e Sequência Devoniano II (Eifeliano superior-Givetiano inferior), que corresponde às sequências D e E de Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2013) (figura 5).

FIGURA 5 – Sequências deposicionais propostas por Sedorko et al. (2018)



Fonte: reproduzido de Sedorko et al. (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As incursões a campo concentraram-se nos arredores dos municípios de Arapoti, Jaguariaíva, Piraí do Sul e Ventania. Ao todo 42 afloramentos foram visitados e descritos. Naqueles onde as condições de exposição permitiam, foram realizadas coletas em alta resolução. Informações sobre cada um dos pontos podem ser observadas no quadro abaixo.

QUADRO 5 – Localização dos afloramentos

Ponto	Município	Afloramento	Perfil (PL)	Região		Coordenadas (SIRGAS 2000)	Altitude (m)
				CEEP	Mutuca		
1	Jaguariaíva	Jag-Ara	1	X		S 24° 14' 50.7" O 49° 43' 58.4"	957
2	Arapoti	Ponto 2	2	X		S 24° 10' 51.0" O 49° 47' 20.5"	922
3	Arapoti	Camadas de transição	2	X		S 24° 10' 54.1" O 49° 47' 13.7"	907
4	Arapoti	Estrada 2ª Lomba (vicinal PR 239)		X		S 24° 09' 31.8" O 49° 50' 17.6"	819
5	Arapoti	PR 092 KM 224		X		S 24° 05' 11.5" O 49° 50' 41.8"	866
6	Arapoti	PR 239 - ETE		X		S 24° 09' 12.8" O 49° 49' 57.8"	838
7	Arapoti	PR 239 - Areia		X		S 24° 10' 38.1" O 49° 54' 2.29"	791
8	Arapoti	CEEP - base	5	X		S 24° 11' 55.8" O 49° 46' 35.9"	927
9	Arapoti	CEEP - quadrículas	5	X		S 24° 11' 35.2" O 49° 47' 8.55"	986
10	Arapoti	CEEP - topo	5	X		S 24° 11' 40.3" O 49° 47' 12.0"	990
11	Arapoti	PR 092 Km 219 - P10		X		S 24° 07' 38.6" O 49° 50' 14.1"	876
12	Arapoti	Cisterna		X		S 24° 07' 33.3" O 49° 50' 8.71"	820
13	Arapoti	P13	3	X		S 24° 06' 20.4" O 49° 49' 1.60"	755
14	Arapoti	P14	3	X		S 24° 06' 21.3" O 49° 48' 43.5"	807
15	Arapoti	P15	3	X		S 24° 06' 17.5" O 49° 48' 13.0"	812
16	Arapoti	Chácara Loma		X		S 24° 09' 23.0" O 49° 47' 51.8"	926
17	Arapoti	P17		X		S 24° 10' 36.9" O 49° 47' 44.1"	976
18	Jaguariaíva	P18		X		S 24° 14' 37.5" O 49° 47' 7.31"	1074
19	Jaguariaíva	P19		X		S 24° 15' 8.65" O 49° 47' 29.4"	1091

(Continua)

(Continuação)

20	Jaguariaíva	P20		X		S 24° 14' 49.4" O 49° 47' 12.6"	1092
21	Arapoti	Areia branca	4	X		S 24° 12' 35.9" O 49° 46' 49.4"	925
22	Piraí do Sul	PR 090 - Rio Guaricanga				S 24° 21' 37.4" O 50° 05' 53.5"	935
23	Arapoti	Romário Martins			X	S 24° 17' 30.6" O 50° 07' 57.8"	1003
24	Piraí do Sul	Mutuca Furnas			X	S 24° 17' 20.1" O 50° 05' 16.9"	909
25	Arapoti	Mutuca transição			X	S 24° 17' 14.60" O 50° 5' 20.55"	916
26	Arapoti	Mutuca 1			X	S 24° 16' 52.4" O 50° 06' 12.8"	922
27	Piraí do Sul	Mutuca 2			X	S 24° 17' 06.8" O 50° 06' 15.4"	921
28	Piraí do Sul	Mutuca 3			X	S 24° 17' 53.6" O 50° 07' 21.5"	988
29	Arapoti	Mutuca 4			X	S 24° 16' 37.0" O 50° 08' 0.20"	927
30	Arapoti	Mutuca 5			X	S 24° 17' 50.87" O 50° 7' 34.92"	997
31	Jaguariaíva	Ponto 31		X		S 24° 14' 33.71" O 49° 46' 55.53"	1051
32	Jaguariaíva	Ponto 32		X		S 24° 14' 19.44" O 49° 47' 8.57"	1051
33	Arapoti	Ponto 33		X		S 24° 10' 5.03" O 49° 48' 5.12"	938
34	Arapoti	Suíno	5	X		S 24° 11' 37.30" O 49° 47' 4.15"	979
35	Arapoti	Suíno de baixo	5	X		S 24° 11' 38.18" O 49° 47' 0.73"	974
36	Arapoti	Quadrículas baixo	5	X		S 24° 11' 38.30" O 49° 46' 58.84"	970
37	Arapoti	Corrego Jerivá – Cachoeira 2	5	X		S 24° 12' 16.30" O 49° 46' 20.30"	855
38	Arapoti	Corrego Jerivá – Cachoeira 1	5	X		S 24° 12' 18.50" O 49° 46' 23.90"	866
39	Arapoti	Itararé Lambedor 1			X	S 24° 16' 12.26" O 50° 8' 59.84"	967
40	Arapoti	Mutuca 6			X	S 24° 17' 51.29" O 50° 7' 29.75"	987
41	Piraí do Sul	Mutuca 7			X	S 24° 17' 46.53" O 50° 7' 18.08"	977
42	Piraí do Sul	Mutuca transição 2			X	S 24° 17' 20.676" O 50° 5' 14.024"	910

Fonte: Dados do autor.

Para uma melhor organização das informações os afloramentos foram divididos em dois diferentes grupos de acordo com a sua localização geográfica. A Região Arapoti-CEEP engloba aquelas áreas de exposição situadas nas proximidades da área urbana de Arapoti e estão inseridos na seção colunar CEEP (Colégio Estadual

de Educação Profissional). Já os afloramentos da Região Arapoti-Mutuca estão situados nas proximidades da estação ferroviária Romário Martins (ramal Monte Alegre, km 157) e da Fazenda Mutuca e estão inseridos na seção colunar Mutuca.

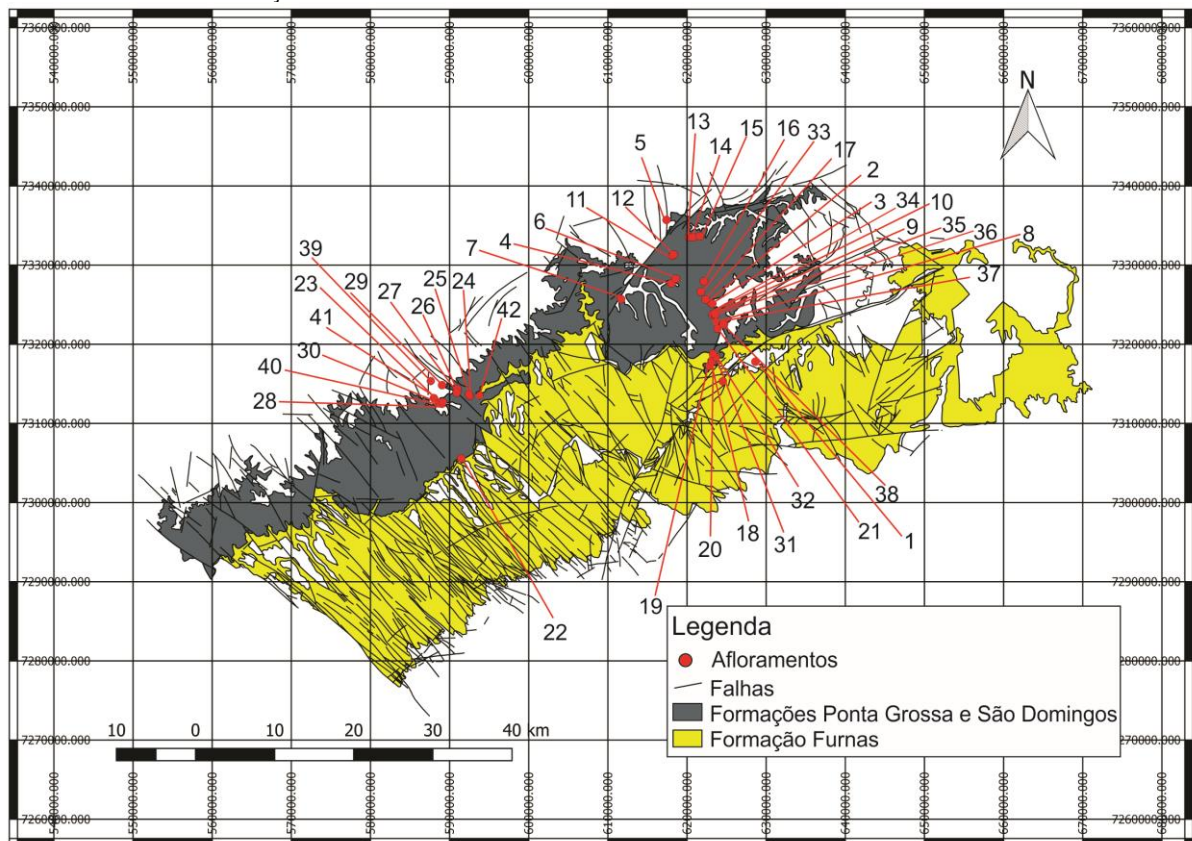
Há ainda o afloramento Rio Guaricanga, descrito em separado por ser mais isolado geograficamente. Entretanto, as informações obtidas a partir das análises litológicas, tafonômicas e palinológicas são suficientes para correlacioná-lo com as áreas adjacentes.

Para melhor visualização da localização de cada um dos pontos foram elaborados três diferentes mapas. No primeiro mapa (figura 6), optou-se por utilizar como base cartográfica o mapa geológico do Paraná, folha Telêmaco Borba em escala 1:250.000 (MINEROPAR, 2005), fornecida pela Mineropar (Minerais do Paraná) pois representa com informação georreferenciada os afloramentos trabalhados. Contudo, esta representação não apresenta a concepção adotada neste trabalho com relação às unidades geológicas do Devoniano da Bacia do Paraná e constante em GRAHN et al. (2013), visto que foi construído a partir da divisão proposta por Lange e Petri (1967) e apresenta suas bases desatualizadas.

Devido à proximidade de alguns afloramentos e a escala necessária utilizada para que fosse possível representar todas as áreas trabalhadas em um único mapa alguns pontos acabaram ficando sobrepostos. A partir da plotagem destes pontos sobre a base cartográfica afloramentos descritos aqui como representantes da Formação Ponta Grossa acabaram ficando sobre áreas representadas na carta como Formação Furnas. Isso demonstra a necessidade da realização de um novo mapeamento, com escalas mais detalhadas, embasados em dados de campo e nas novas concepções sobre a divisão do Devoniano, para que assim possa ser realizada uma correta representação e distribuição das unidades geológicas na Bacia Sedimentar do Paraná.

Foram elaborados também mapas específicos para as duas regiões de afloramentos definidas para este trabalho, Região Arapoti-CEEP e Região Arapoti-Mutuca (figuras 7 e 30, respectivamente). Em cada um deles será possível observar com mais clareza e em escala adequada a distribuição dos afloramentos pela área representada. Entretanto, deve-se destacar que estas representações não possuem base cartográfica georreferenciada.

FIGURA 6 – Localização dos afloramentos em estudo

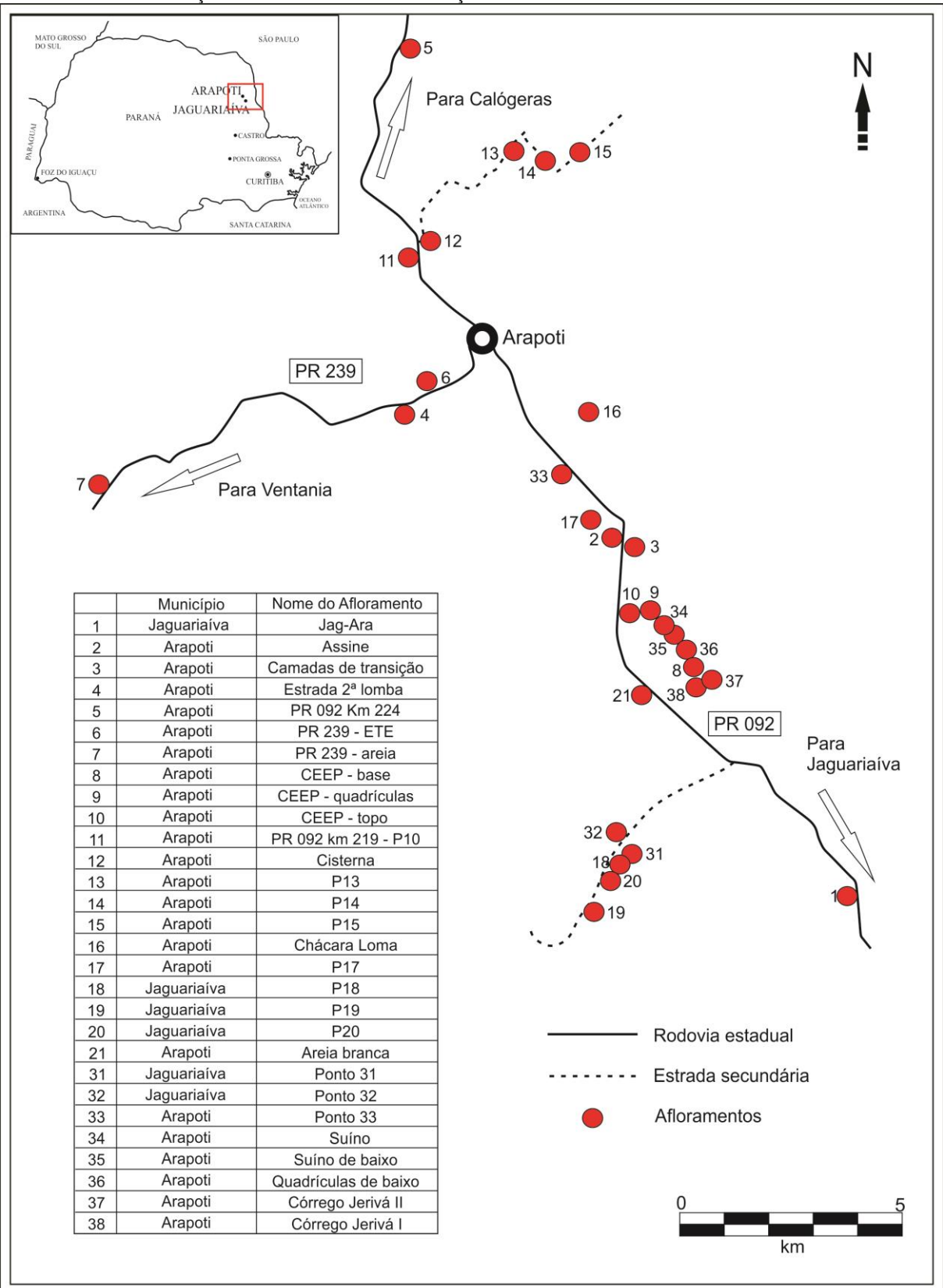


Fonte: Mineropar (2005). Org.: o autor. A numeração de cada um dos afloramentos segue de acordo com quadro 4 deste trabalho.

5.1 REGIÃO ARAPOTI-CEEP

Esta região possui 21 afloramentos e localiza-se nas proximidades dos municípios de Arapoti e Jaguariaíva, tendo áreas expostas ao longo das rodovias estaduais PR 092 e PR 239 e também em estradas secundárias com acessos a partir das rodovias principais. A seção mais representativa desta região está localizada nas dependências do Colégio Estadual de Educação Profissional (CEEP), a aproximadamente 7 km da cidade de Arapoti. A localização de cada um dos pontos pode ser observada na figura 7.

FIGURA 7 – Localização dos afloramentos da Seção CEEP



Fonte: O autor. Localização de cada um dos pontos trabalhados na região de afloramentos Arapoti-CEEP, em Arapoti e Jaguariaíva, Paraná.

Ponto 1

O afloramento localiza-se na PR 092 na altura no km 201 e possui 20 metros de espessura em sua totalidade. Os primeiros 5,70 metros são compostos por siltitos argilosos com laminação plano paralela sendo que a face exposta encontra-se ferrificada (figura 8 A). Acima ocorrem 2,10 metros de siltitos finos a médios (figura 8 B) seguidos por uma camada de 0,90 metro de siltitos argilosos, maciços, onde foi coletado um lingulídeo infaunal em concreção, o único fóssil corporal encontrado nesse afloramento.

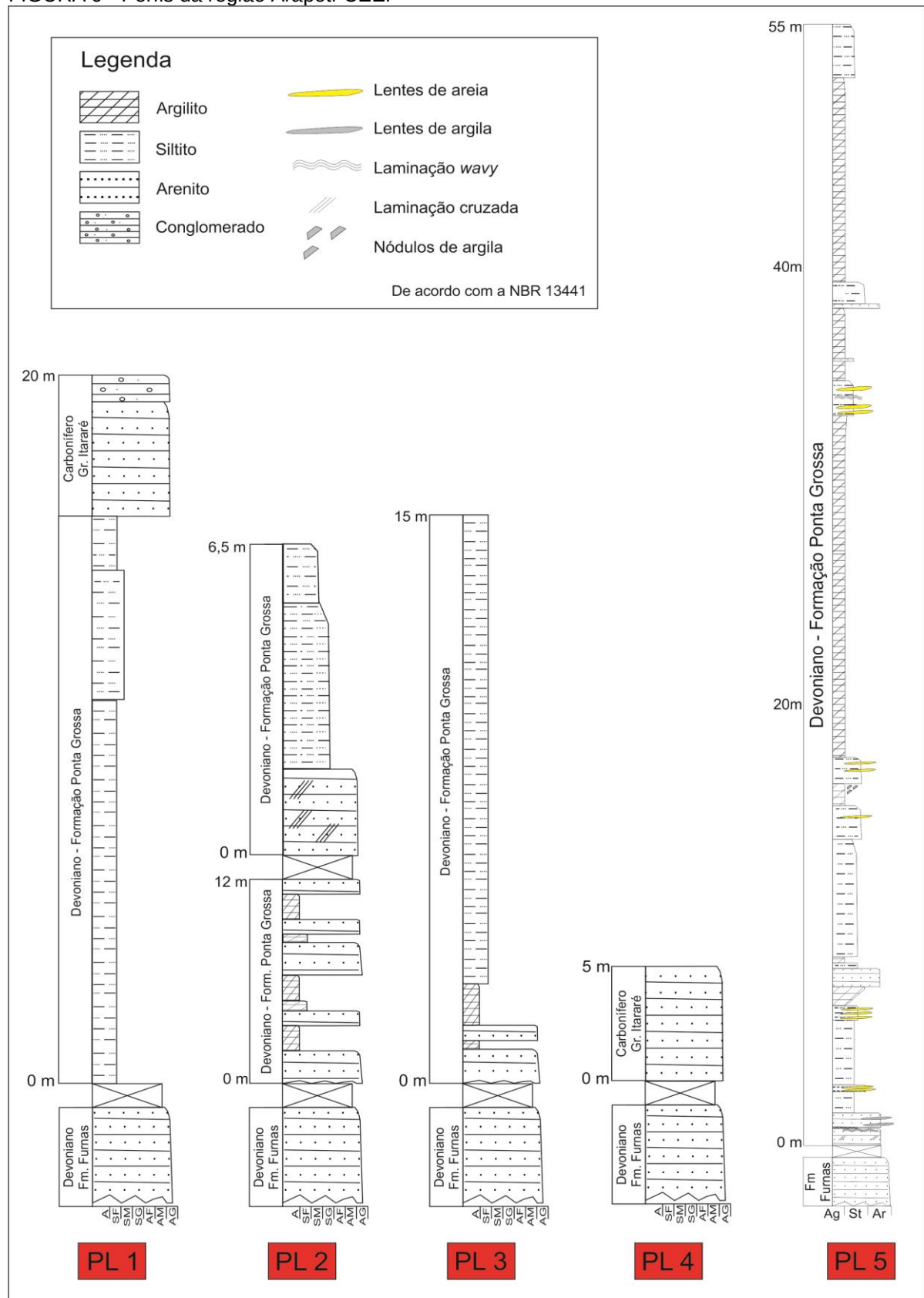
Em direção ao topo nota-se um padrão de engrossamento dos sedimentos. O afloramento encerra-se com uma camada de arenitos finos a médios, avermelhados, com a presença de *Planolites* e *Palaeophycus*. Acima ocorrem 5,0 metros de arenitos esbranquiçados, grossos, conglomeráticos, com seixos mal selecionados, dispersos pela matriz, com tamanho que varia de 1 a 20 milímetros, interpretados como sendo representantes do Grupo Itararé em contato discordante com a Formação Ponta Grossa. Não foram identificados fósseis corporais ou icnofósseis nestes arenitos (figura 9 – perfil litológico 1).

FIGURA 8 – Afloramento Jag-Ara – Ponto 1



Fonte: O autor. Legenda: A – vista geral do afloramento; B – siltitos finos com laminação plano-paralela.

FIGURA 9 - Perfis da região Arapoti-CEEP



Fonte: O autor. Legenda PL1 – Perfil litológico do afloramento Ponto 1; PL2 – Perfil litológico dos afloramentos Ponto 2 e Ponto 3; PL3 – Perfil litológico dos afloramentos Pontos 13, 14 e 15; PL4 – Perfil litológico do afloramento Ponto 21; PL5 – Perfil litológico dos afloramentos Pontos 34 a 38.

Ponto 2

O afloramento está situado às margens da PR 092 km 238 e mede aproximadamente 6,5 metros de espessura vertical, onde os 2 primeiros metros são representados por arenitos médios, quartzosos, mal selecionados, intercalando camadas maciças a camadas com laminação plano paralela. Estas camadas apresentam estruturas sedimentares do tipo wavy e cruzadas de baixo ângulo, evidenciando momentos de deposição em ambientes de maior energia. Foram registrados fósseis de *Orbiculoidea* sp. (inteiros e fragmentados) e lingulídeos infaunais e os icnogêneros *Palaeophycus*, *Planolites*, *Asterossoma*, *Skolithos*, *Cylindrichnus*, *Lingulichnus*, *Arenicolites*, *Rosselia*, *Rhyzocoralium* e *Phycosiphon*. Acima ocorre uma camada de 3,3 metros de arenitos finos seguidos por 1,2 metro de siltitos médios, maciços (figura 9 – PL 2).

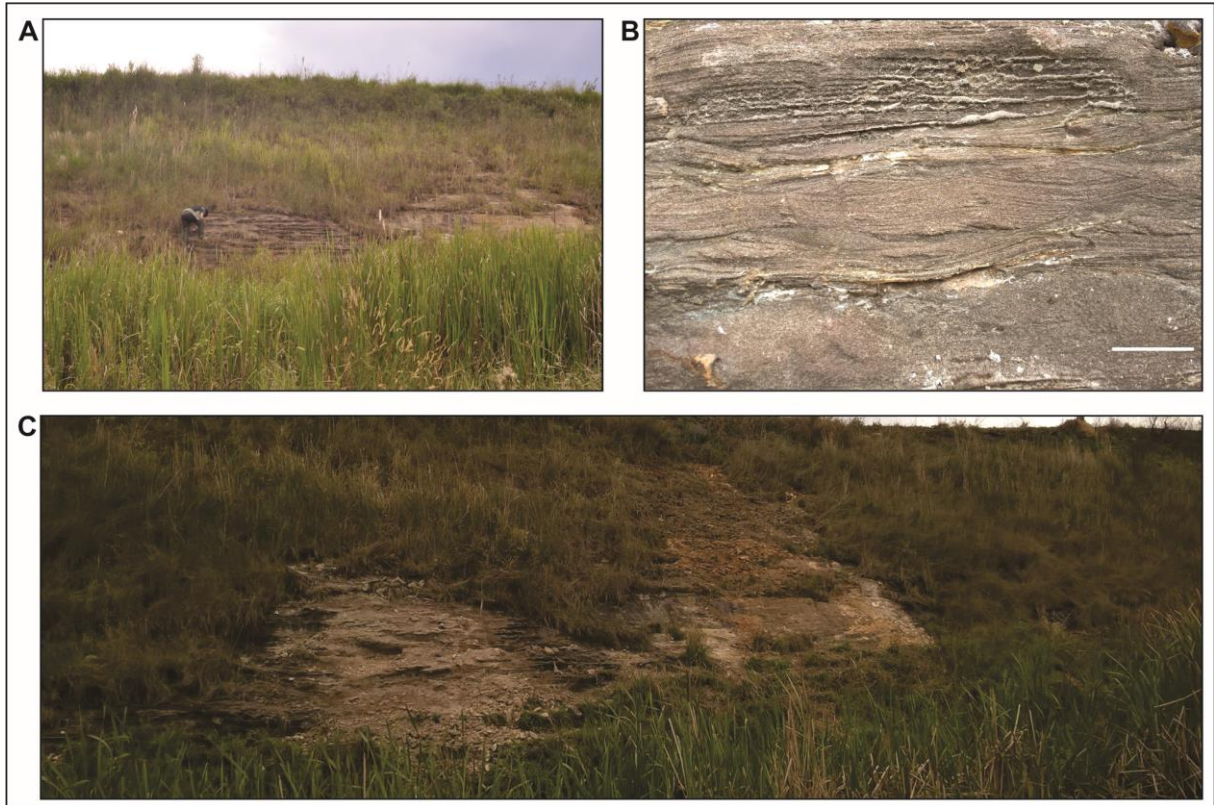
Neste afloramento, além de coletas aleatórias, foram também realizadas coletas em duas quadrículas medindo 3 metros de horizontal por 2 metros de vertical. Os fósseis estão concentrados nas camadas basais, mais areníticas, enquanto que as camadas superiores não apresentam fósseis (figura 10).

Assine (1996) posicionou erroneamente este afloramento no Membro Tibagi, entretanto, novos afloramentos descritos neste trabalho permitem uma outra interpretação, posicionando-o nas camadas basais do Devoniano para a região, logo acima das “camadas de transição” (*sensu* LANGE e PETRI, 1967) descritas no Ponto 3.

Ponto 3

Situa-se às margens da PR 092 km 238, estratigráfica e topograficamente abaixo do ponto descrito anteriormente. É composto por arenitos finos a grossos intercalados por siltitos muito finos a médios e argilitos. É interpretado como sendo representante das típicas “camadas de transição” (PETRI, 1948), base da Formação Ponta Grossa, Neopraguiano (GRAHN et al., 2013), base da Sequência B (BERGAMASCHI, 1999) (figura 11).

FIGURA 10 – Afloramento Ponto 2



Fonte: O autor. Legenda: A - Vista geral do afloramento antes da prospecção; B – laminação Wavy; C - Vista geral do afloramento após a prospecção em duas quadrículas.

FIGURA 11 – Base da Formação Ponta Grossa



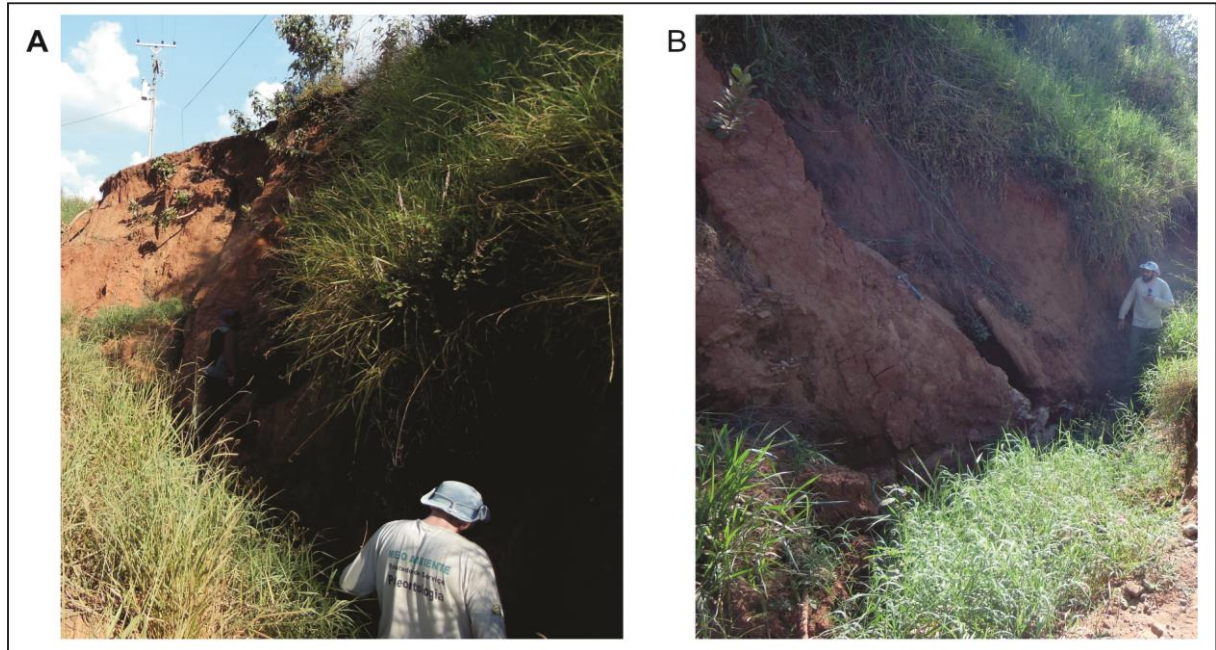
Fonte: O autor. Legenda: A – Arenito médio a grossos intercalados com lentes de siltitos e argilitos; B – Argilito maciço com intercalação de lentes de arenitos.

Ponto 4

O afloramento situa-se às margens da PR 239, distante 1 km da saída do município de Arapoti em direção a Ventania. É composto por um depósito de aproximadamente 8 metros de arenitos médios a grossos, maciços e mal

selecionados. Não foram encontrados fósseis corporais e nem observados icnofósseis. As características levam a interpretar este afloramento como pertencente ao Grupo Itararé (figura 12).

FIGURA 12 – Afloramento Ponto 4



Fonte: O autor. Legenda: A e B – fácies expostas representantes do Grupo Itararé.

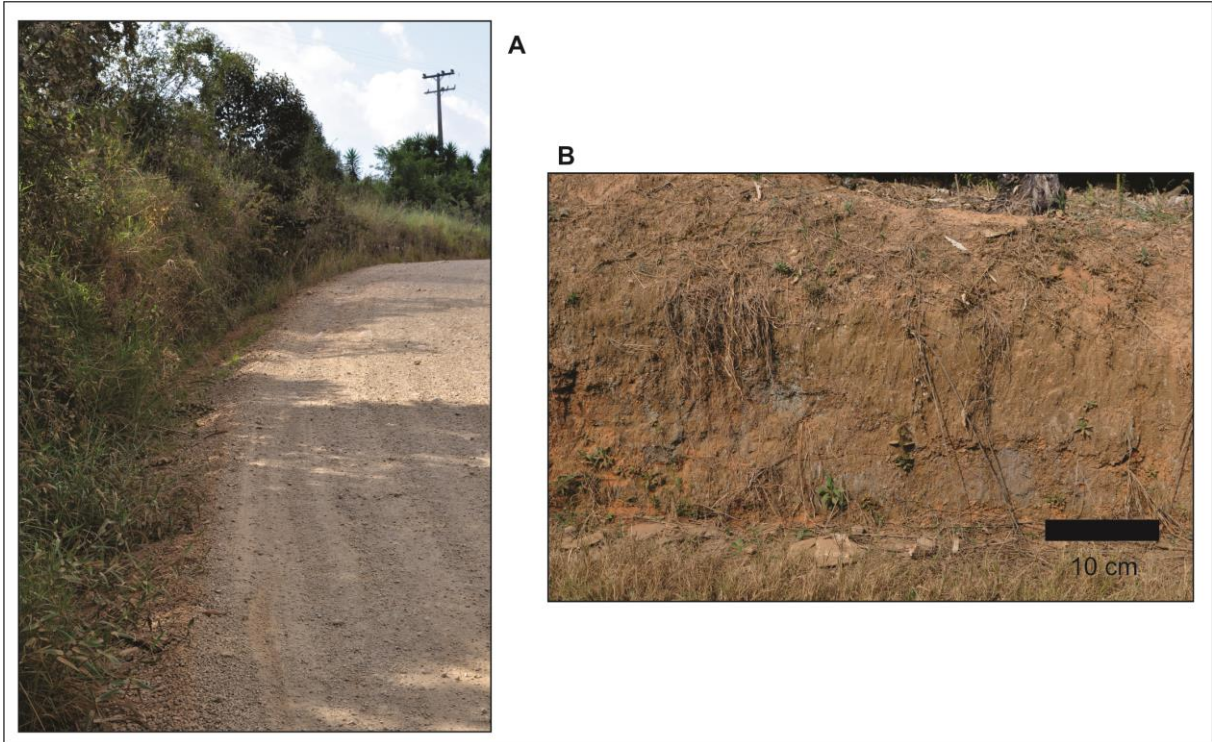
Ponto 5

Localizado às margens da PR 092, Km 224, sentido Calógeras, é composto por sedimentos grossos, com grânulos mal selecionados, tendo sido interpretados como diamictitos do Grupo Itararé. Não foram observados fósseis corporais ou icnofósseis.

Ponto 6

Situado às margens da PR 239, distante 1 km da saída do município de Arapoti em direção ao município de Ventania (próximo à ETE-Sanepar), é composto por aproximadamente sete metros de espessura sendo a base composta por uma camada de 0,60 metro de siltitos médios gradando até arenitos finos no topo. Foram observados os icnogêneros *Cylindrichnus*, *Skolithos*, *Planolites*, *Arenicolites* e *Phycosiphon*. Fósseis corporais não foram registrados (figura 13).

FIGURA 13 – Afloramento Ponto 6



Fonte: O autor. Legenda: A – local onde encontram-se as camadas que compõem o Ponto 6, atualmente encoberto pela vegetação; B – camadas ainda expostos, porém, bastante intemperizados.

Ponto 7

Localizado às margens da PR 239, sentido Arapoti – Ventania, distante aproximadamente 7 km do ponto anterior. Apresenta uma face exposta de arenitos médios a grossos, esbranquiçados, possivelmente topo da Formação Furnas. Aparentemente, nesta região ocorre um contato discordante entre os arenitos da Formação Furnas, por onde corre a rede de drenagem, e do Grupo Itararé, no topo.

Ponto 8

Representa um depósito de aproximadamente 18 metros de espessura, composto na base por camadas de arenitos finos a médios, matriz-suportados, com grãos pobremente selecionados e subarredondados. Estes arenitos apresentam laminação ondulada, estratificações cruzadas de baixo ângulo e intercalações de finas lentes de argila e de uma fina camada de siltito fino no topo do primeiro metro (figura 14). As cruzadas, possivelmente, tenham se formado pelo retrabalhamento do

substrato devido à movimentação das ondas e migração das marcas onduladas sotopostas (HOLZ, 2015).

FIGURA 14 – Afloramento Ponto 8 – CEEP Base.



Fonte: O autor. Legenda: A – base da Seção CEEP marcada pela presença de arenitos médios com evidências da ação de ondas; B – siltitos finos a médios da porção mediana do Ponto 8; C – vista geral do Ponto 8; D – extração de plugues verticais para análises sedimentológicas e palinológicas.

O intervalo basal possui uma baixa diversidade faunística, tendo sido registrados apenas três indivíduos (*Orbiculoidea* sp., lingulídeo infaunal e *Australospirifer* sp.), todos inteiros, desarticulados, paralelos ao plano de acamamento e não apresentando quaisquer sinais de deterioração por força mecânica ou biológica. A baixa quantidade de táxons e de indivíduos pode ser explicada pelas condições do paleoambiente. A fauna presente, embora representada por poucos indivíduos, apresenta características de parautoctonia/aloctonia, já que as evidências de transporte e de permanência moderada na interface água/sedimento estão claras nas informações tafonômicas observadas (SPEYER e BRETT, 1988). Considera-se que

estes depósitos tenham sido originados no nível de base de ondas de tempo bom, em ambiente mais proximais.

Até o 18º metro, a seção apresenta uma sucessão de siltitos finos a grossos, intercalados por finas lentes de areia fina representando um padrão granodecrescente em direção ao topo destas camadas. As variações na litologia e as estruturas sedimentares observadas nestas camadas refletem as mudanças nos ambientes de sedimentação. É somente no topo e em sedimentos mais finos que volta a ser registrada a presença de fósseis corporais, com a ocorrência de um espécime de *Australospirifer* sp., desarticulado e paralelo ao plano de acamamento.

Compreende-se que as camadas descritas acima refletem um momento transgressivo, tendo as fácies areníticas mais grossas sido depositadas em condições proximais, de *shoreface* superior, (fato corroborado pela presença do icnogêneros *Macaronichnus*) dominadas pela ação de ondas, onde, frequentemente há perturbações no ambiente. Estas características ambientais refletem também no modo de vida dos organismos e no registro fóssilífero. Ambientes com maiores perturbações energéticas tendem a reduzir a qualidade e a quantidade das informações tafonômicas, podendo, inclusive, destruir quaisquer informações no processo bioestratinômico (SPEYER e BRETT, 1988). Da mesma forma a atividade biogênica intraestratal em ambientes mais oxigenados tende a produzir os mesmos efeitos nas informações tafonômicas.

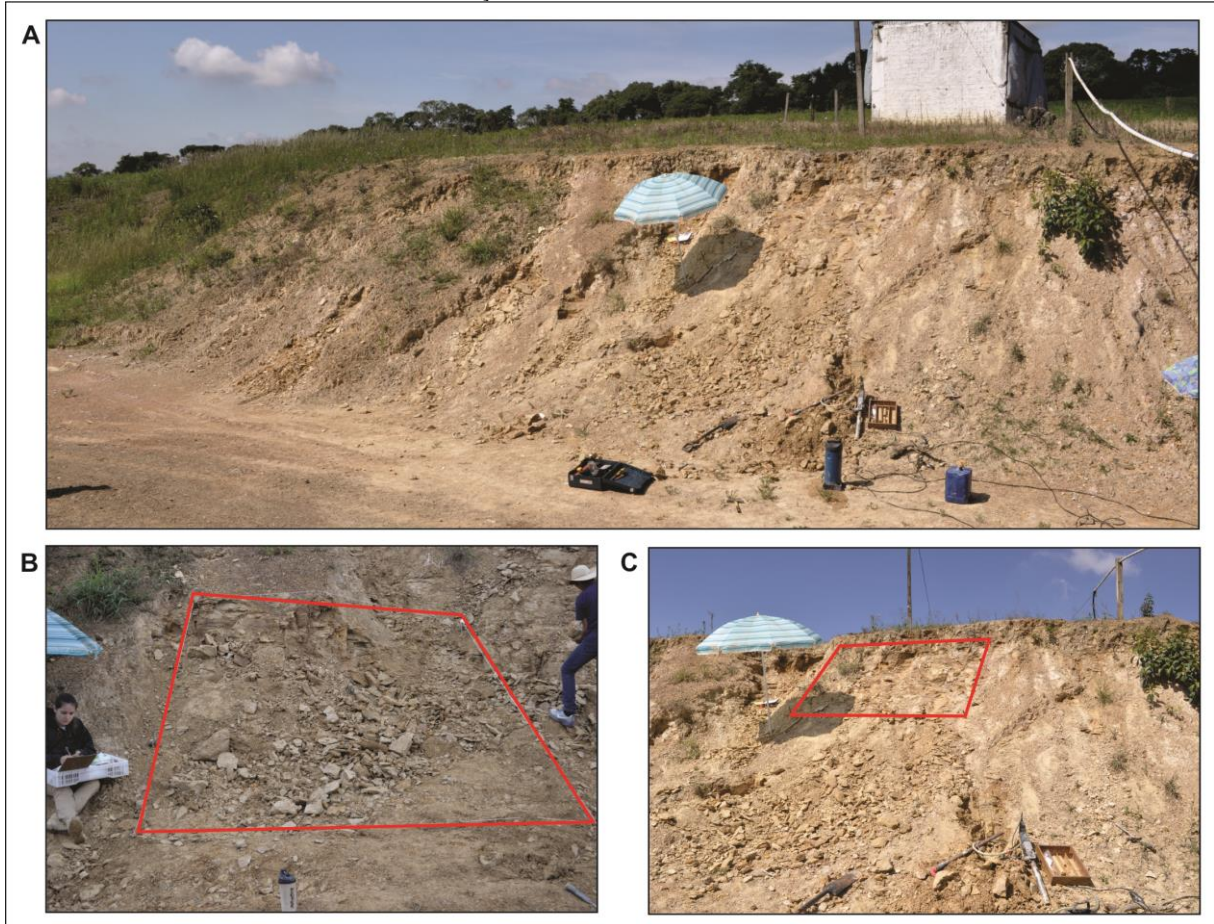
Ponto 9

Este intervalo compreende um registro rochoso de aproximadamente 4,8 metros de espessura composto por argilitos maciços, homogêneos e de coloração amarela clara (figura 15). Estas camadas foram prospectadas de duas diferentes formas, aleatoriamente (considerando a posição vertical do fóssil) e em 2 quadrículas previamente demarcadas seguindo o protocolo tafonômico/paleoautoecológico (SIMÕES e GHILARDI, 2000), que somadas correspondem à quase totalidade do afloramento. Somente os 0,50 metro que capeiam os argilitos não foram prospectados por se encontrarem em avançado estado de alteração.

O primeiro metro é marcado pela diversidade faunística e pela grande quantidade de espécimes, distribuídos ao longo de todas as camadas. O grau de

bioturbação aferido nestas camadas é 1 (*sensu* REINECK, 1963) e por vezes os icnofósseis encontram-se associados a esqueletos de braquiópodes.

FIGURA 15 – Afloramento Ponto 9 – Seção CEEP



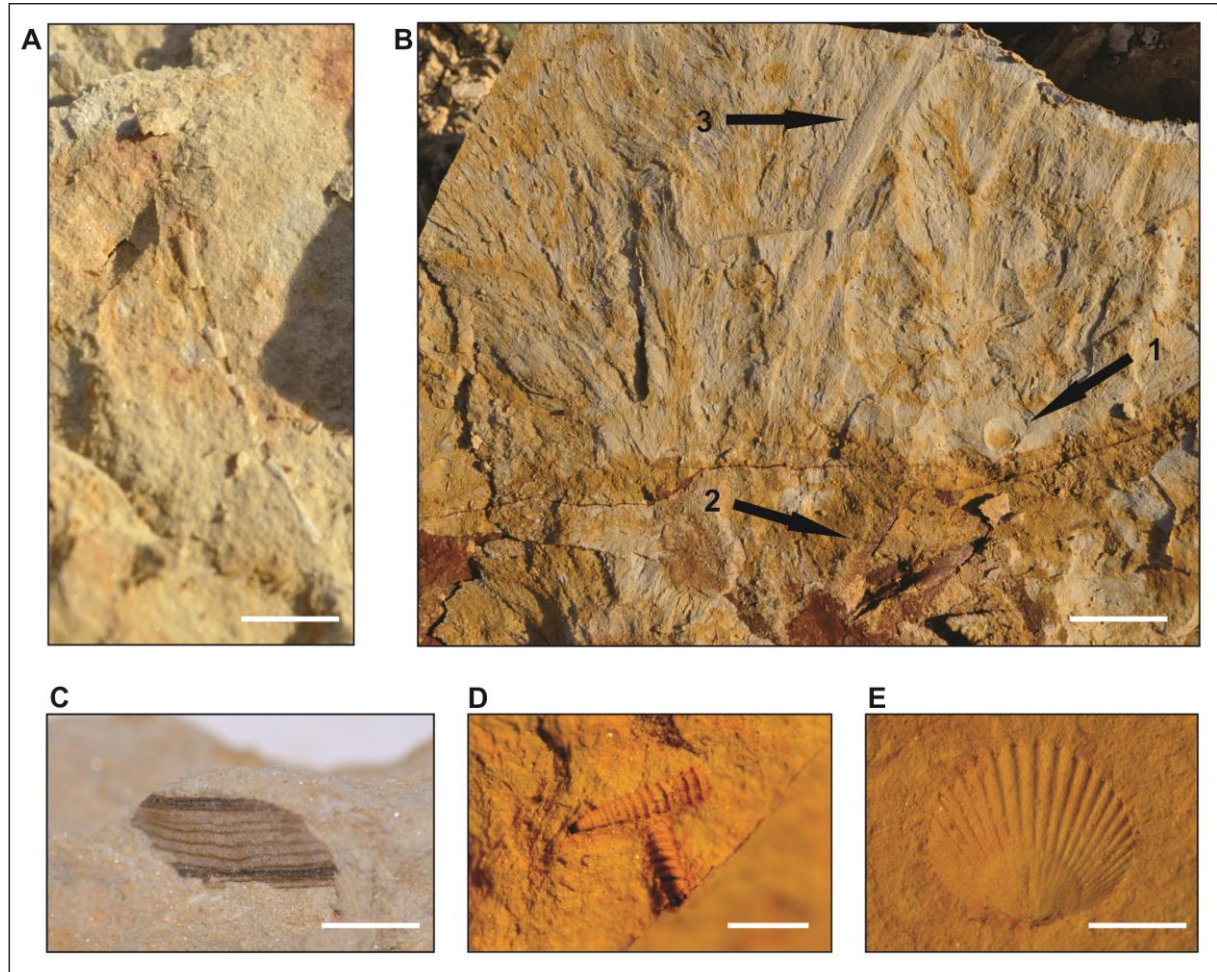
Fonte: O autor. Legenda: A – vista geral do afloramento Ponto 9; B – a área em vermelho representa a quadrícula demarcada para coleta em alta resolução nas camadas basais do afloramento; C – demarcação de quadrícula nas camadas de topo.

Nestes depósitos foram registrados braquiópodes desarticulados e paralelos ao acamamento, braquiópodes em aparente posição de vida, fragmentos de braquiópodes, lingulídeo em posição de vida, moluscos articulados e desarticulados paralelos ao plano de acamamento, peças desarticuladas de trilobitas, peças parcialmente articuladas de trilobitas e bioturbações, com predominância do icnogênero *Palaeophycus*. Foi também coletada uma amostra de rocha com fragmentos vegetais, ainda carecendo de identificação (figura 16 - C).

Acima é possível notar algumas diferenças no registro fóssilífero quando comparado às camadas sotopostas. Nesta porção foi constatada uma diminuição tanto no número absoluto de fósseis quanto na diversidade dos taxa. Em

contrapartida, o grau de bioturbação (GB) identificado está entre 2 e 3, portanto, maior que nas camadas inferiores. Nota-se aqui uma relação direta entre estes dois pontos, já que uma maior atividade biogênica na zona tafonomicamente ativa tende a criar artefatos que dificultam a preservação dos organismos, diminuindo assim o registro fóssilífero (RITTER e ERTHAL, 2011).

FIGURA 16 – Fósseis do afloramento Ponto 9

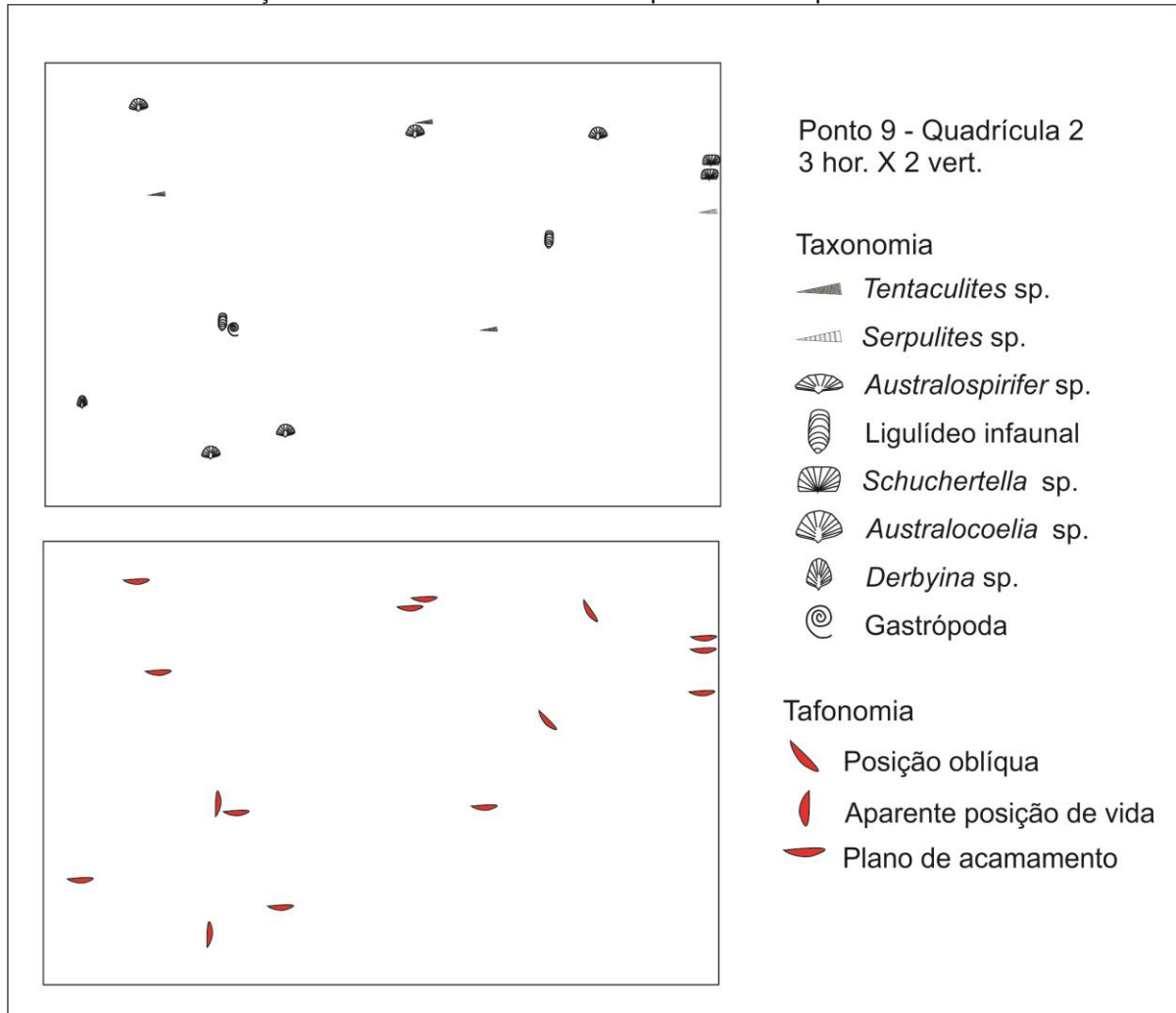


Fonte: O autor. Legenda: A – *Styliolina* sp.; B1 – *Australocoelia* sp.; B2 – *Nuculites* sp.; B3 – *Planolites* isp.; C – Fragmento vegetal; D – *Tentaculites* sp.; E – *Australocoelia* sp.. Escala: 1 cm.

Outro fato que merece atenção é a presença de espécimes em aparente posição de vida ou em posição oblíqua, isto ocorre em todo o segundo metro deste afloramento, onde o GB é moderado (entre 2 e 3). Estas características são típicas de depósitos de sufocamento, onde o organismo é rapidamente soterrado pelo fluxo gerado por ondas de tempestade, logo após o evento de soterramento, estruturas de escavação e habitação evidenciam a atividade intraestratal, revolvendo o sedimento

e exumando os esqueletos, deixando-os expostos à dissolução química e à ação de predadores (RITTER e ERTHAL, 2011) (figura 17).

FIGURA 17 – Distribuição tafonômica e taxonômica da quadrícula 2 – ponto 9



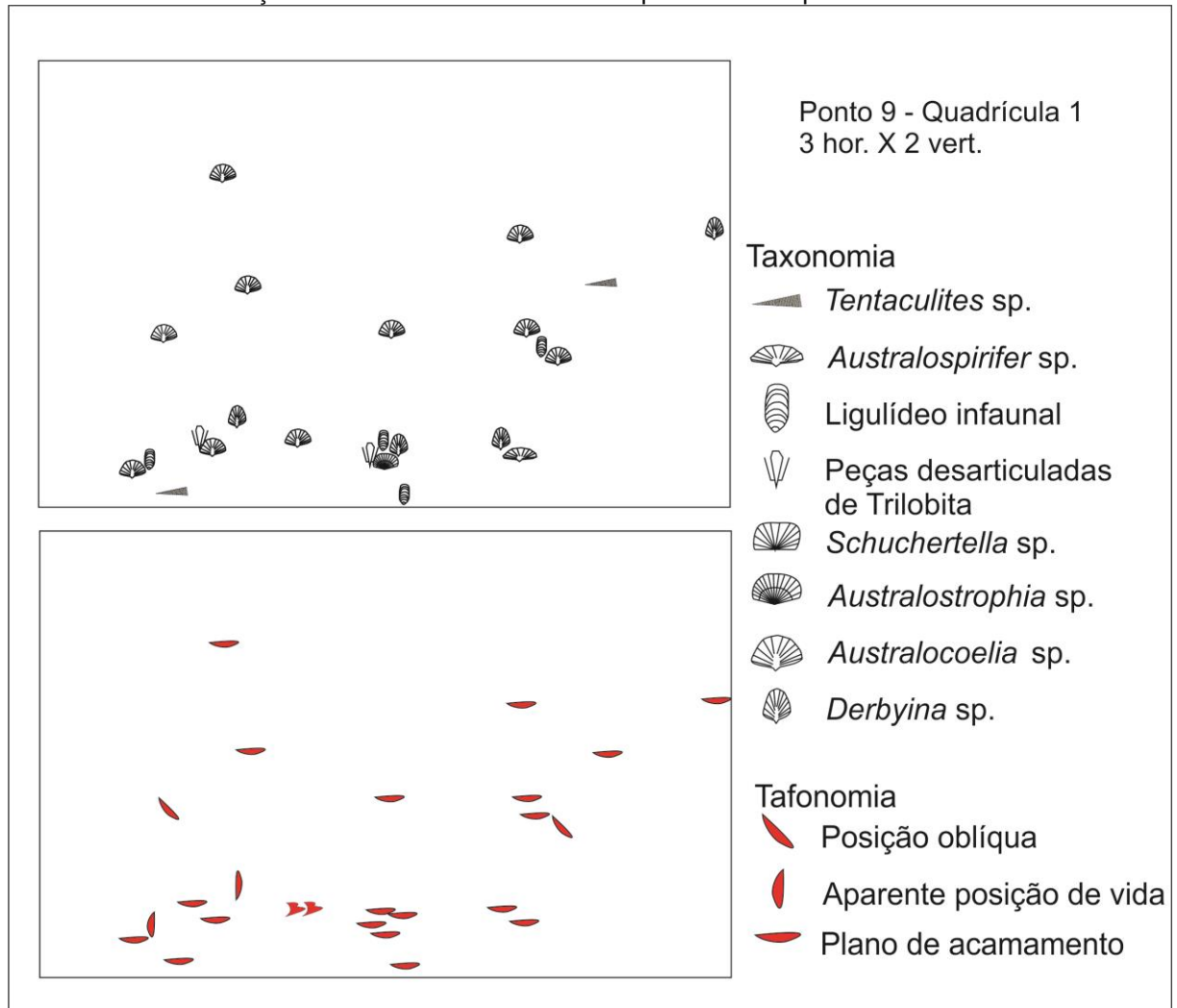
Fonte: O autor.

Nos próximos metros, até o topo deste intervalo é percebida a diminuição gradativa no número de *taxa* e também no número absoluto de fósseis coletados. Embora este fato possa ser constatado, observou-se também que as assinaturas tafonômicas identificadas nestas camadas são muito semelhantes às das camadas sotopostas, com braquiópodes e lingulídeos infaunais em aparente posição de vida, braquiópodes e lingulídeos paralelos ao acamamento, trilobitas apresentando articulação parcial (tórax/pigídio) e tentaculítídeos isolados paralelos ao acamamento.

Foram ainda identificados icnofósseis em todas as camadas, sendo constatado um GB 2, onde os icnogêneros *Skolithos*, *Planolites*, *Cylindrichnus* e *Palaeophycus*

estão presentes, com predominância deste último. O número de icnofósseis registrados, assim como o de fósseis corporais, tende a diminuir em direção ao topo (figura 18).

FIGURA 18 - Distribuição tafonômica e taxonômica da quadrícula 2 – ponto 9



Fonte: O autor.

A partir das observações realizadas nestas camadas considera-se que os depósitos fossilíferos tenham sido originados abaixo do nível de base de ondas de tempestade, em ambientes relativamente mais calmos, sendo perturbados pela ação de fluxos sedimentares originados a partir da influência de tempestades. Este fato explica a grande quantidade de espécimes coletados *in situ*, articulados, inteiros e perpendiculares ao plano de acamamento, evidenciando que não houve transporte. Associados a estes fósseis ocorrem valvas e peças desarticuladas, porém inteiras, demonstrando que houve transporte, mas que este não foi substancial a ponto de

destruir por completo os organismos. Portanto, confere-se a esta associação fóssil o caráter autóctone/parautóctone.

Ponto 10

Este afloramento representa o topo da Seção CEEP e é composto por uma camada de aproximadamente um metro de espessura de argilitos altamente intemperizados onde não foram encontrados fósseis. Acima destes ocorrem de 2,3 metros de siltitos finos, maciços, de coloração amarela clara, abundantemente fossilíferos, no entanto, menos biodiversos que os depósitos sotopostos.

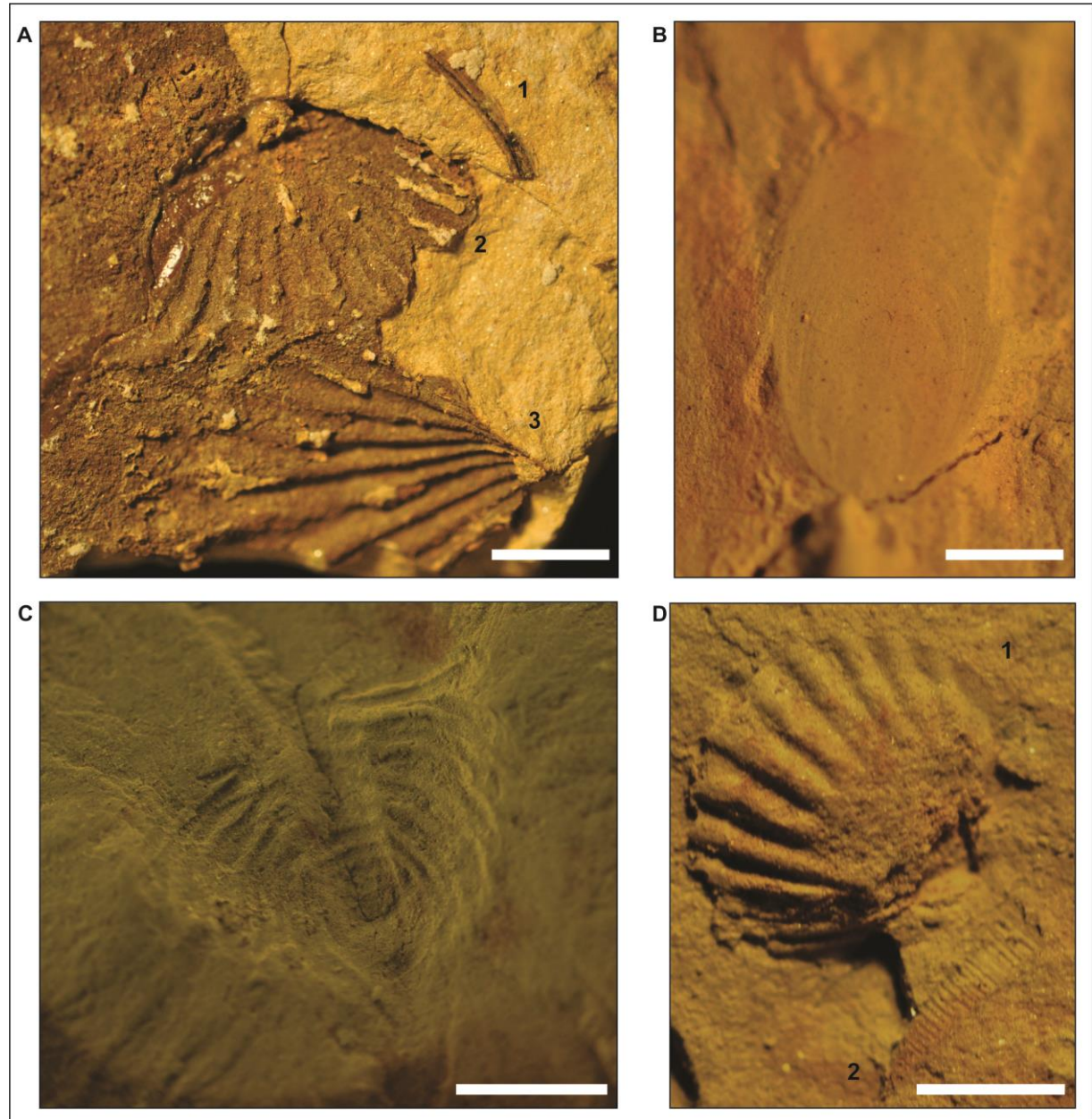
Foram anotados para toda a espessura destas camadas, braquiópodes em aparente posição de vida, braquiópodes em posição oblíqua, braquiópodes desarticulados e paralelos ao plano de acamamento, tentaculítídeos paralelos ao acamamento e peças desarticuladas de trilobitas (figura 19). A icnofauna associada só se faz presente nos últimos centímetros do depósito, onde foi anotada a presença de *Phycosiphon*.

A passagem dos argilitos sotopostos para os siltitos que capeiam a seção CEEP é marcada por uma queda do nível de base e ocasionou transformações ambientais que geraram impactos na fauna e também no registro fóssilífero. A condição ambiental mais energética do local de depósito destas camadas, possivelmente entre o nível de base de ondas de tempestade e o nível de base de ondas de tempo bom, é um dos fatores que influenciam na qualidade do registro fóssilífero, já que o retrabalhamento esporádico causado pela ação das ondas pode acabar exumando os organismos anteriormente soterrados, expondo-os à interface água/sedimento e facilitando sua decomposição (RITTER e ERTHAL, 2011).

O registro fóssilífero identificado aqui possui dois vieses, onde temos a presença de bioclastos possivelmente em aparente posição de vida, portanto fossilizados *in situ*, demonstrando depósitos de sufocamento e uma fauna autóctone, e bioclastos desarticulados, porém sem marcas de abrasão ou bioerosão considerados parautóctones, podendo ser resultantes de processos de transporte ou de mistura temporal, já que, claramente ficaram expostos na interface água/sedimento. Cabe ressaltar que tanto a distância percorrida durante o transporte, bem como o tempo de exposição na interface foram pequenos, caso contrário, nada

estaria preservado no registro fóssilífero. De acordo com estas observações, pode-se considerar que estes depósitos apresentem *time averaging* (RITTER e ERTHAL, 2016).

FIGURA 19 – Fósseis afloramento Ponto 10



Fonte: O autor. Legenda: A1 – fragmento de *Orbiculoidea* sp., A2 – *Australocoelia* sp., A3 – braquiópode indet.; B – lingulídeo infaunal; C – *Calmonia* sp.; D1 – *Australocoelia* sp., 2 - *Tentaculites* sp..Escala: 1 cm

Ponto 11

Localizado às margens da PR 092 Km 219, sentido Arapoti, é composto por dois metros de siltitos muito finos já bastante alterados pelo intemperismo. Nestas camadas foi coletado apenas um espécime de lingulídeo infaunal em aparente posição de vida. Pelo contexto geográfico e estratigráfico pertence à base da Formação Ponta Grossa.

Ponto 12

Depósito de 1,5 metro de espessura representado por silito argiloso, maciço, bastante intemperizado. O acesso se dá entrando à direita na estrada de chão vicinal na altura do Km 219 da PR 092 (sentido Arapoti-Calógeras). Não foram observados fósseis.

Ponto 13

O acesso ao afloramento se dá virando à direita na altura do Km 220 da PR 092 (sentido Arapoti – Calógeras), seguindo 3,5 km em estrada vicinal sentido NE. Foram identificados arenitos grossos, por vezes conglomeráticos, com seixos e grânulos irregulares e mal selecionados interpretados como representantes do topo da Formação Furnas (figura 9; perfil litológico 3).

Ponto 14

Dista aproximadamente 500 metros sentido nordeste do último ponto. É composto por 0,80 metro de argilitos, intercalado por finas lentes de areia, bastante intemperizados; interpretados como a base da Formação Ponta Grossa (BERGAMASCHI 1999; GRAHN et al., 2013) ou camadas de transição (LANGE e PETRI, 1967). Não foram identificados fósseis ou icnofósseis (figura 9; perfil litológico 3).

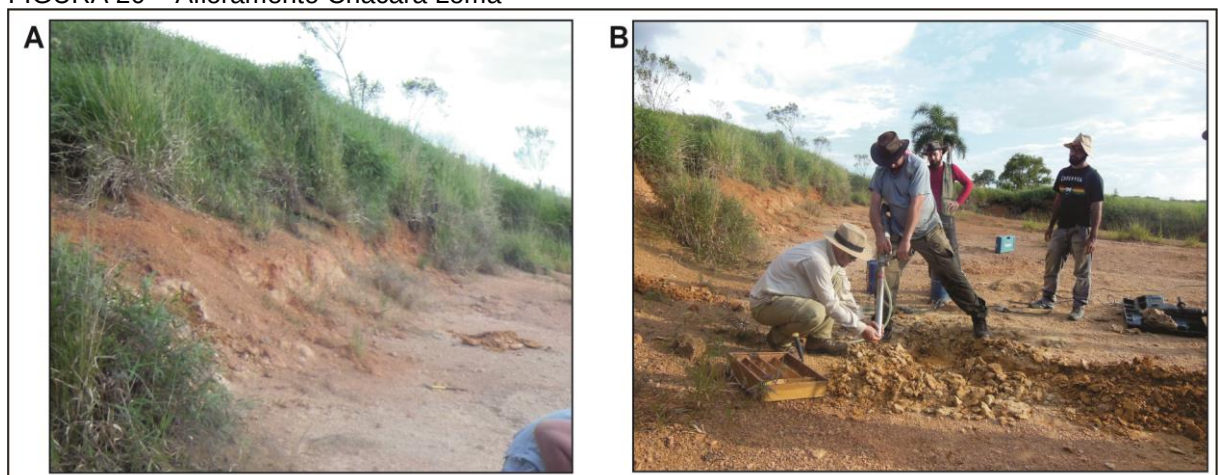
Ponto 15

É localizado a 800 metros no sentido leste do ponto anterior e composto por argilitos maciços, bastante alterados, intercalados a siltitos laminados, onde foi coletado um exemplar de *Australospirifer kaiserianus*. Ao analisarmos o contexto local e as informações dos três últimos pontos, notamos a sucessão que compreende as camadas de topo da Formação Furnas e a base da Formação Ponta Grossa (figura 9; perfil litológico 3).

Ponto 16

Afloramento localizado na área da propriedade denominada Chácara Loma, com acesso pela PR 090, distante 2 km a sudeste do município de Arapoti, entrada para a localidade de Lagoa, à esquerda sentido Arapoti - Jaguariaíva. É representado por 1,6 metro de siltitos finos a médios, maciços onde foram assinalados os icnogêneros *Planolites* e *Palaeophycus* e os braquiópodes *Australocoelia* sp. e *Derbyina* sp.. Neste ponto foi realizada a retirada de 2 plugues verticais, que foram encaminhados ao Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESED – UFRJ) para a confecção de lâminas palinológicas (figura 20). Não foram identificados palinomorfos.

FIGURA 20 – Afloramento Chácara Loma

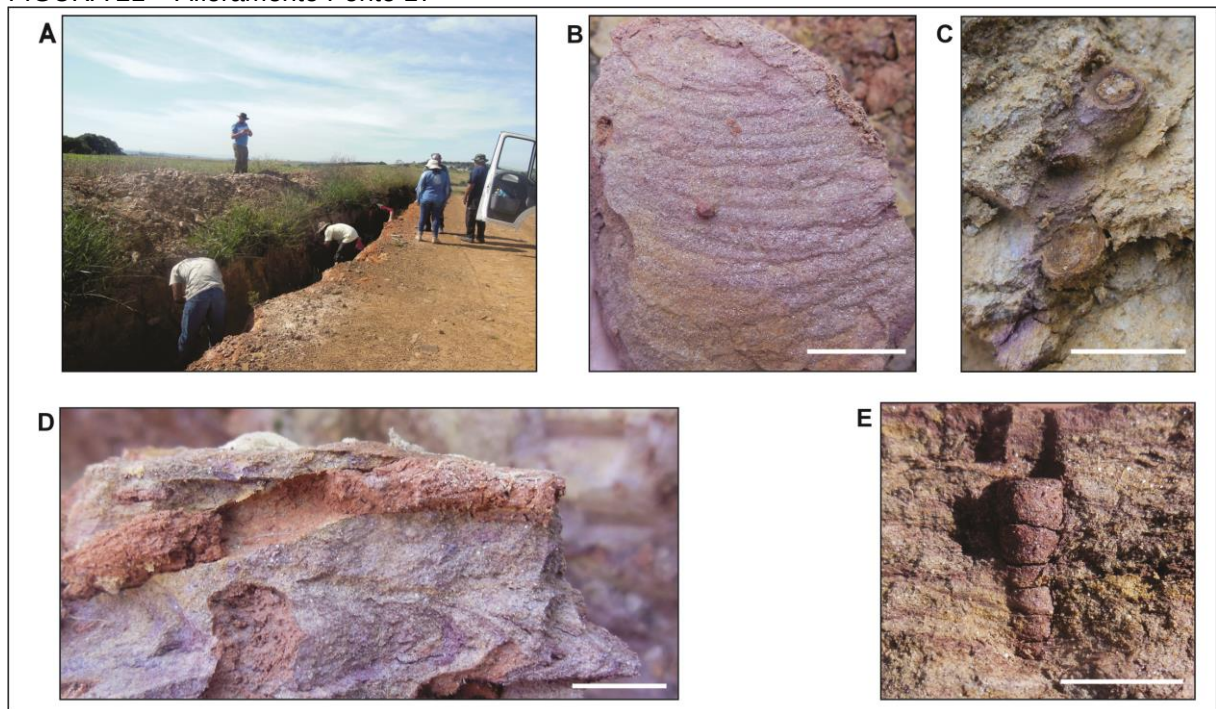


Fonte: O autor. A – vista geral do afloramento. B – extração de dois plugues verticais.

Ponto 17

O acesso ao afloramento se dá na altura do km 213 da PR 092 sentido Arapoti-Jaguariaíva. É um depósito rochoso de 0,90 metro composto por argilitos maciços, com granocrescência ascendente até os 0,40 metro, onde foram anotados siltitos médios. Ocorrem *Skolithos*, *Palaeophycus*, *Zoophycos*, *Arenicolites*, *Planolites*, além de *Australospirifer* sp. e *Orbiculoidea* sp.. No topo ocorre de 0,50 metro de arenitos finos a médios, arrocheados, onde também registram-se *Australospirifer* sp. e *Orbiculoidea* sp.. Estas camadas são encobertas por arenitos grossos, avermelhados, interpretados como pertencendo ao Grupo Itararé em contato discordante com a Formação Ponta Grossa (figura 21).

FIGURA 21 – Afloramento Ponto 17



Fonte: O autor. Legenda: A - Vista geral do afloramento; B – *Zoophycos* em planta; C – *Arenicolites*; D – *Zoophycos* em corte E – *Skolithos*.. Escala: 1 cm.

Ponto 18

O afloramento está localizado em estrada vicinal e pode ser acessado entrando à direita da PR 092 km 205 sentido Arapoti-Jaguariaíva, estando há aproximadamente 3,2 km da rodovia principal.

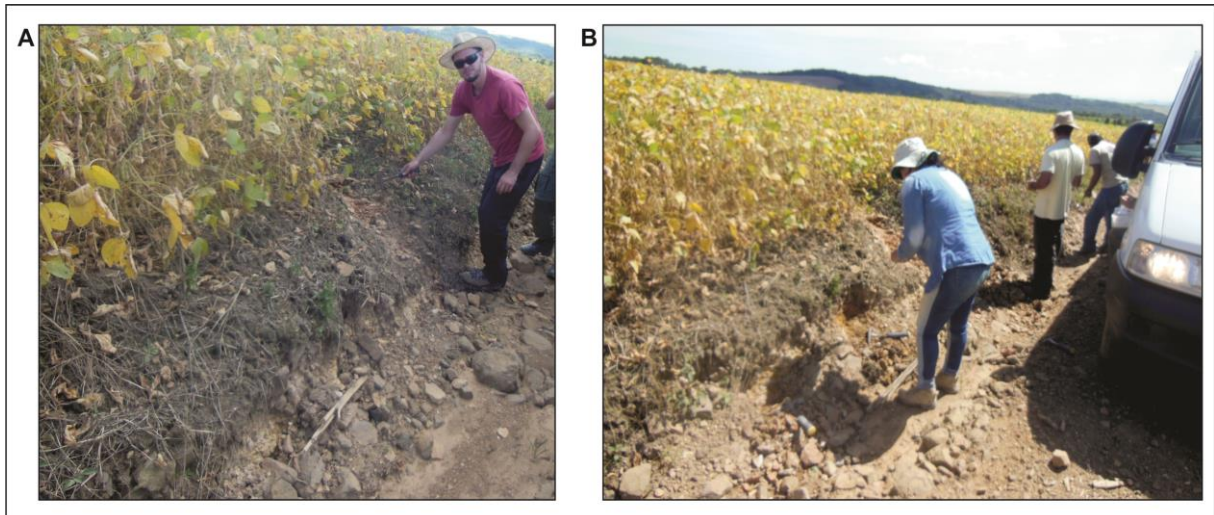
A espessura de exposição de rocha é de aproximadamente 0,80 metro de siltitos finos a médios, maciços, onde foram coletadas amostras de *Orbiculoidea* sp.,

Australospirifer sp. e *Australocoelia* sp., todos desarticulados e paralelos ao plano de acamamento. Análises palinológicas não renderam resultados (figura 22).

Ponto 19

Distante aproximadamente 1.000 metros a sudoeste do ponto anterior, seguindo pela mesma estrada. É constituído por 0,50 metro de argilitos cinzas, maciços, bastante alterados por estar aflorando em uma valeta de escoamento de água onde não foram encontrados fósseis (figura 23). Análises palinológicas não renderam resultados.

FIGURA 22 – Afloramento Ponto 18



Fonte: O autor. Legenda: A e B – vista geral do afloramento Ponto 18.

FIGURA 23 – Afloramento Ponto 19



Fonte: O autor. Legenda: A – vista geral do Ponto 19; B – Argilitos maciços expostos na valeta da estrada.

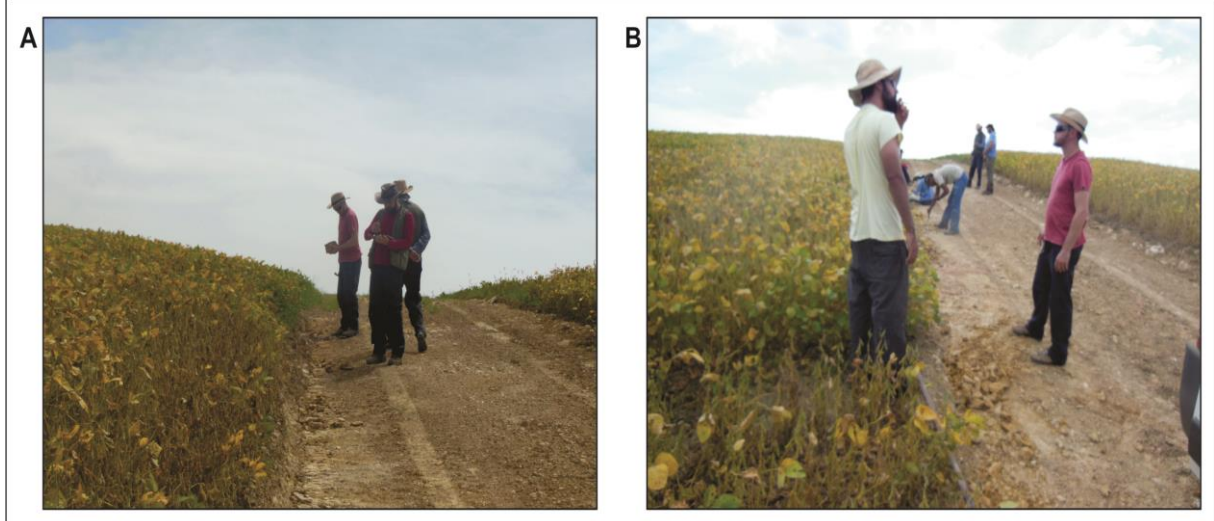
Ponto 20

As rochas aflorantes neste ponto estão dispostas nas valetas da estrada vicinal, são compostas por argilitos maciços e representam um depósito de 0,40 metro. Foram registrados *Tentaculites* sp., *Australocoelia* sp., *Palaeophycus* e *Planolites* (figura 24). Amostras para análises palinológicas foram coletadas, porém, não deram resultados.

Ponto 21

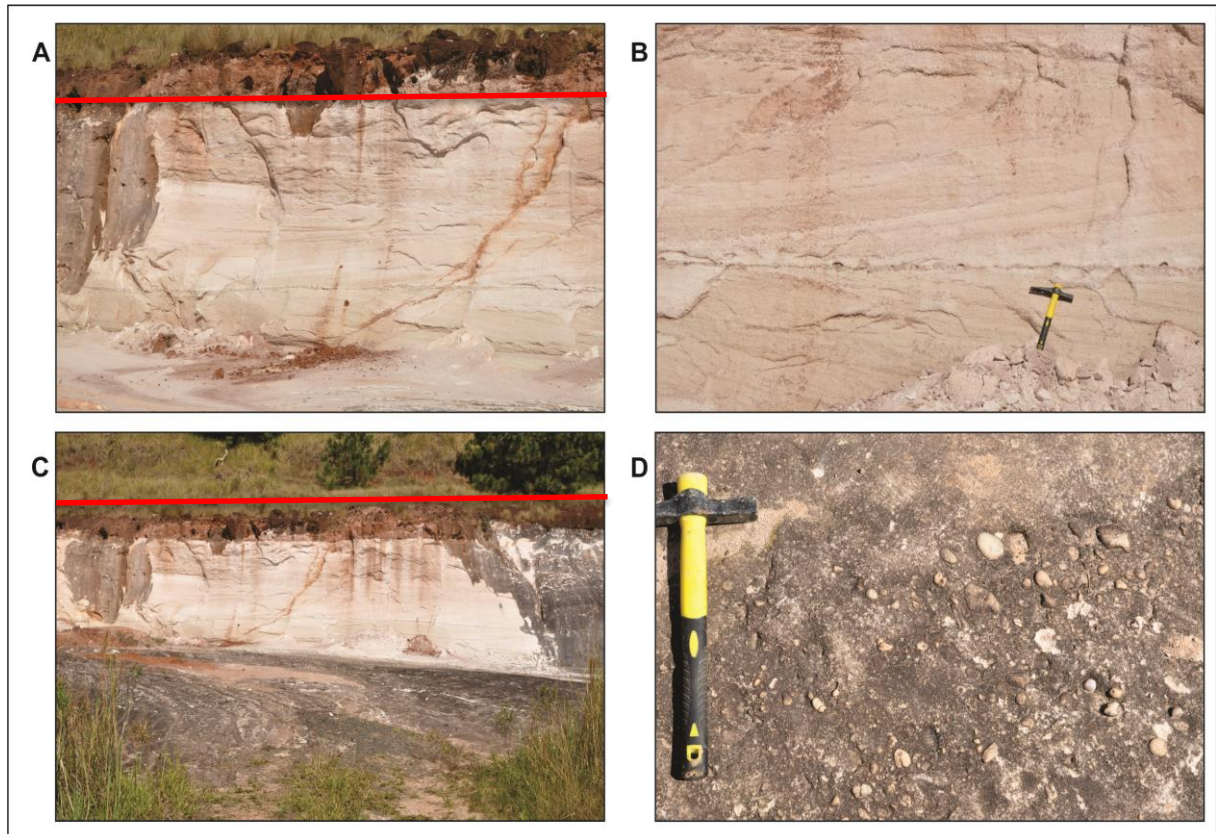
O afloramento está localizado às margens da PR 092 km 207,4 e é composto por depósitos areníticos, com estratificações cruzadas de diferentes geometrias, sua espessura é de aproximadamente três metros, interpretado como representante do topo da Formação Furnas (figura 25). Acima, ocorrem em contato discordante, arenitos do Grupo Itararé (figura 9; perfil litológico 4).

FIGURA 24 – Afloramento Ponto 20



Fonte: O autor. Legenda: A e B – vista geral do afloramento.

FIGURA 25 – Ponto 21 – afloramento Areia Branca



Fonte: O autor. Legenda: A – contato entre a Formação Furnas (abaixo) e o Grupo Itararé (acima); B – estratificação cruzada tipo “espinha de peixe” da Formação Furnas; C – vista geral do afloramento; D – seixos mal selecionados dispostos em planta. Nas fotos A e C o contato Furnas/Itararé está sinalizado com uma linha vermelha.

Ponto 31

Está localizado no corte da estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti e pode ser acessado virando à direita no km 205 da PR 092, sentido Arapoti-Jaguariaíva, em estrada de chão vicinal. Representa uma camada de aproximadamente 3 metros de espessura de siltitos finos a médios, maciços, bastante alterados pelo intemperismo. Não foram observados fósseis.

Ponto 32

Dista aproximadamente 300 metros do ponto anterior, seguindo à direita pela estrada de ferro. Composto por dois metros de siltito fino, cinza-escuro, laminado. Não foram coletados fósseis.

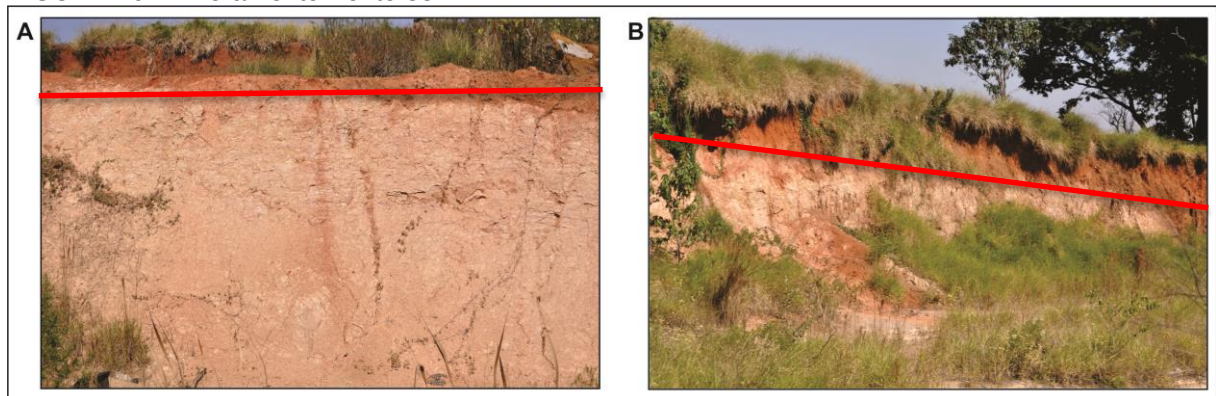
Ponto 33

Localiza-se aproximadamente 2,5 km da entrada do município de Arapoti, sentido Arapoti-Jaguariaíva. É representado por um depósito de 5 metros de espessura, com litogia variando entre siltitos finos, laminados a argilitos maciços, esbranquiçados, amarelados ou avermelhados. Acima, ocorre contato discordante com arenitos do Grupo Itararé. Foram observados os icnogêneros *Cylindrichnus*, *Zoophycos* e *Asterossoma*. O afloramento encontra-se bastante alterado pelo intemperismo. O local também é utilizado como despejo de lixo, o que dificulta a sua prospecção (figura 26).

Ponto 34

Este afloramento está localizado dentro da fazenda escola do Colégio Estadual de Educação Profissional, descendo topograficamente pela estrada interna. Estes depósitos apresentam alta diversidade faunística e também uma grande quantidade de espécimes.

FIGURA 26 – Afloramento Ponto 33

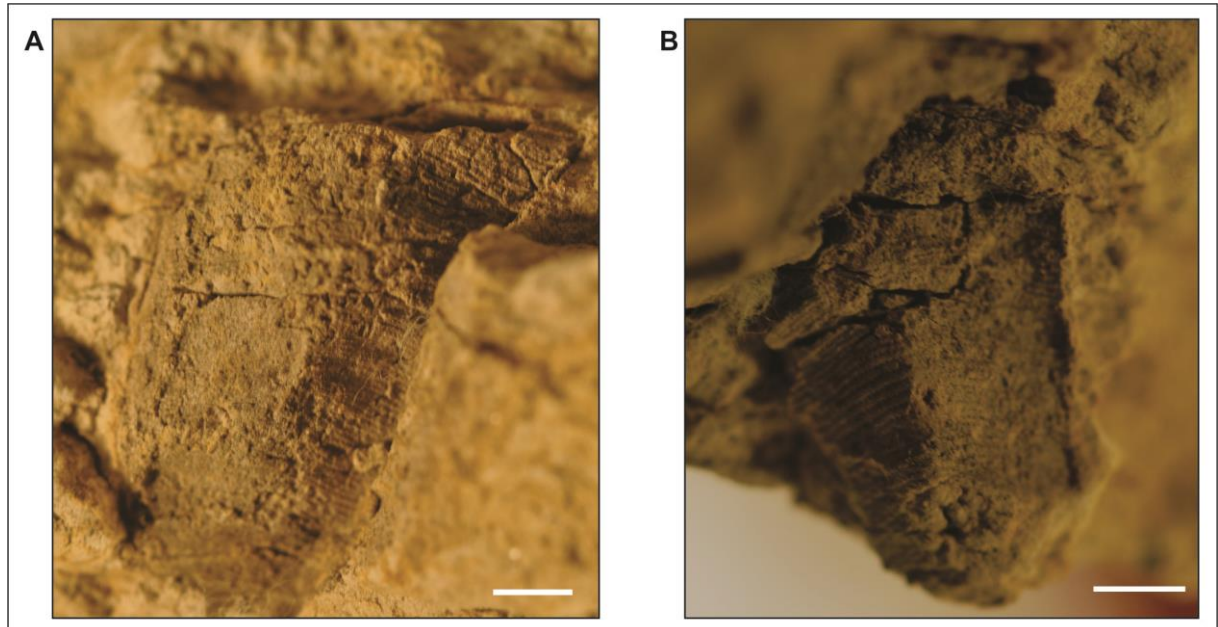


Fonte: O autor. Legenda: A – contato entre a Formação Ponta Grossa e o Grupo Itararé; B – Vista geral do afloramento. Contatos sinalizados em vermelho.

Na base do afloramento ocorre uma camada de 0,20 metro de arenito médio, amarelado, maciço e com grãos mal selecionados onde foi coletado um conulário isolado, em aparente posição de vida, tendo mal preservada a região da abertura e também a porção basal da teca. Rodrigues (2002) observou que na maioria dos espécimes coletados na Formação Ponta Grossa, sequência B, (*sensu* BERGAMASCHI, 1999) a porção basal não está preservada e que naqueles que

apresentam esta região preservada há um espaço maior entre o material da teca e o molde interno. Não é possível agrupar o modo de preservação deste exemplar a nenhuma das classes tafonômicas descritas no trabalho citado acima (figura 27).

FIGURA 27 – Conulário – Ponto 34

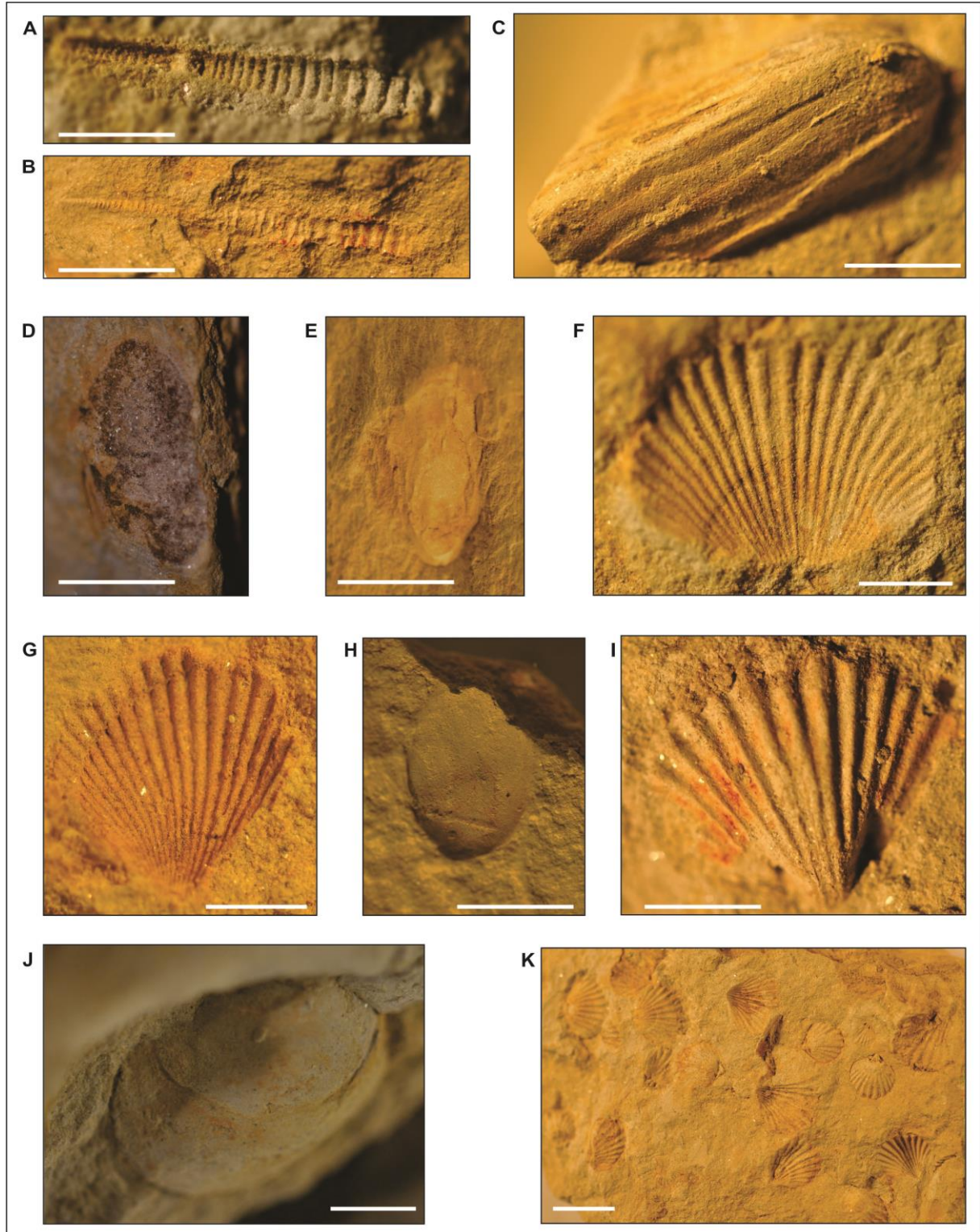


Fonte – O autor. Legenda: A e B – *Paraconularia* sp.. (Amostra UEPG - MPI – 11552) Escala: 1 cm

Mesmo ponderando o modo e o grau de preservação do material aqui comentado (ausência das regiões basal e de abertura) não é possível considerar que o esqueleto tenha um transporte significativo, já que a energia hidrodinâmica e a abrasão em material mais grosseiro em suspensão teriam papel fundamental na destruição da teca. Sendo assim, admite-se que o animal tenha sido rapidamente encoberto *in situ* e que a ausência de algumas partes do esqueleto seja resultado de processos tafonômicos durante a fossilização.

Acima dos arenitos é registrado uma camada de aproximadamente um metro de espessura composto por siltitos maciços, amarelados e localmente acinzentados, ricamente fossilíferos. A fauna é representada por pleuras isoladas de trilobitas, *Australocoelia* sp., *Australospirifer* sp., *Tentaculites* sp., *Orbiculoidea* sp. *Derbyina whitiorium*, *Notiochonetes* sp., *Schuchertella* sp., *Nuculites* sp., *Serpulites* sp. e ainda, lingulídeos infaunais em posição perpendicular ao acamamento. O grau de bioturbação é baixo, tendo sido anotada apenas a presença do icnogênero *Phycosiphon* (figura 28 A a J).

FIGURA 28 – Conteúdo fóssilífero do afloramento Ponto 34



Fonte – O autor. A e B – *Tentaculites* sp.; C – Molusco bivalve; D e E – lingulídeos infaunais em aparente posição de vida; F - *Australocoelia* sp.; G – ?*Derbyina* sp.; H – *Nuculites* sp.; I – ?*Derbyina* sp.; J - ?*Modiomorpha* sp.; K – concentração de *Australocoelia* sp. e *Derbyina* sp.. Escala: 1 cm.

Acima deste, registra-se a abundância dos gêneros *Australocoelia* sp. e *Schuchertella* sp., a maioria desarticulados e paralelos ao plano de acamamento, em

amostras que chegam a conter mais de 40 espécimes, sendo possível perceber uma seleção por tamanho onde a maioria dos fósseis não ultrapassa 1,0 cm em sua medida longitudinal (figura 28 K).

Há também indivíduos em aparente posição de vida, em posição oblíqua e alguns fragmentos de braquiópodes e discinídeos, entretanto em menor quantidade. Embora alguns organismos apresentem-se de forma não paralela ao plano de acamamento, não é possível afirmar que tenham sido depositados *in situ*, já que encontram-se associados à inúmeras amostras preservadas de forma diferente. A própria energia hidrodinâmica influenciada pela ação de ondas de tempestade pode ter revolidado o sedimento e alterado a posição original do organismo.

As características observadas no depósito descrito acima conduzem a interpretar que as assembleias fossilíferas presentes nestas camadas foram originadas a partir da movimentação causada por ondas de tempestade, próximo ao nível de base de ondas de tempestade.

O próximo 0,50 metro deste depósito apresenta características tafonômicas muito semelhantes às porções inferiores, exibindo em um mesmo plano elementos completos, articulados em aparente posição de vida e oblíquos ao acamamento associados à organismos fragmentados, desarticulados e paralelos ao plano de acamamento.

É possível concluir, através da análise e integração dos dados tafonômicos, estratigráficos e sedimentológicos, que a história deposicional e a formação das concentrações fossilíferas foi fortemente controlada pela ação de ondas e fluxos gerados por tempestades e ocasionando aporte sedimentar, originando típicos depósitos de sufocamento, mesclando, nas mesmas camadas, elementos em diferentes estágios de deterioração. A fauna contida nestes siltitos é tida como autóctone/parautóctone e foi formada no *offshore* transicional, acima ou no nível de base de ondas de tempestade.

Ponto 35

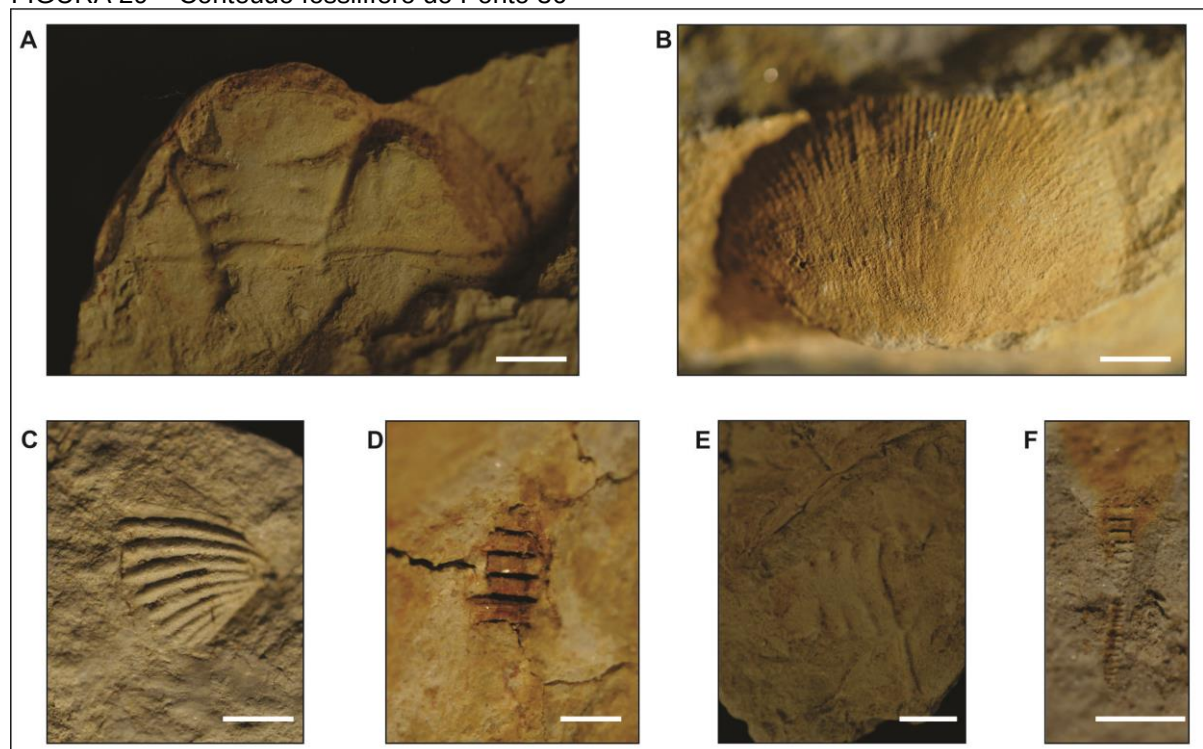
Este afloramento localiza-se logo abaixo do ponto anterior e é representado por um depósito de aproximadamente um metro de argilitos, bastante intemperizados e friáveis. O conteúdo fossilífero é representado por *Tentaculites* sp., *Schuchertella*

sp., *Australocoelia* sp., *Orbiculoidea* sp., *Derbyina* sp. e lingúlídeos infaunais, todos paralelos ao plano de acamamento e a maioria desarticulados. O número absoluto de fósseis destas camadas é pequeno.

Ponto 36

Este afloramento compreende uma camada de aproximadamente 2,5 metros de espessura, se localiza estratigraficamente e topograficamente abaixo do ponto descrito anteriormente e é composto por argilitos que variam entre maciços e laminados. Neste ponto foi realizada coleta sistemática em duas quadrículas, esta técnica demonstrou distribuição dos fósseis em toda a área demarcada para coleta. A paleofauna é representada por *Tentaculites* sp. (figura 29 D e F), *Schuchertella* sp., *Pleurochonetes* sp. (figura 29 B *Australocoelia* sp., *Orbiculoidea* sp., *Derbyina* sp., peças desarticuladas de trilobitas (figura 29 A e E), lingúlídeos infaunais, a maioria articulados e paralelos ao acamamento.

FIGURA 29 – Conteúdo fossilífero do Ponto 36



Fonte: O autor. Legenda: A – Céfaló de trilobita Phacopida; B – *Pleurochonetes* sp.; C – *Derbyina* sp.; D - *Tentaculites* sp.; E - Céfaló de trilobita Phacopida; F - *Tentaculites* sp.. Escala: 1 cm

Embora grande parte dos bioclastos estejam dispostos em concordância ao plano de acamamento, foram registrados *Orbiculoidea* sp. e *Australocoelia* sp. em aparente posição de vida. As características observadas nestas camadas permitem inferir que as concentrações fossilíferas foram originadas em ambientes de *offshore* sendo consideradas autóctones/parautóctones.

5.2 REGIÃO ARAPOTI-MUTUCA

Na região Arapoti-Mutuca foram identificadas 13 áreas com rochas aflorantes que se estendem da Formação Furnas, na base, até a superfície de inundação máxima da Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013). No topo, ocorrem arenitos grossos com feições semelhantes às aquelas ocorrentes nos depósitos pós-devonianos do Grupo Itararé. A localização de cada um dos pontos trabalhados nesta região pode ser observada na figura 30.

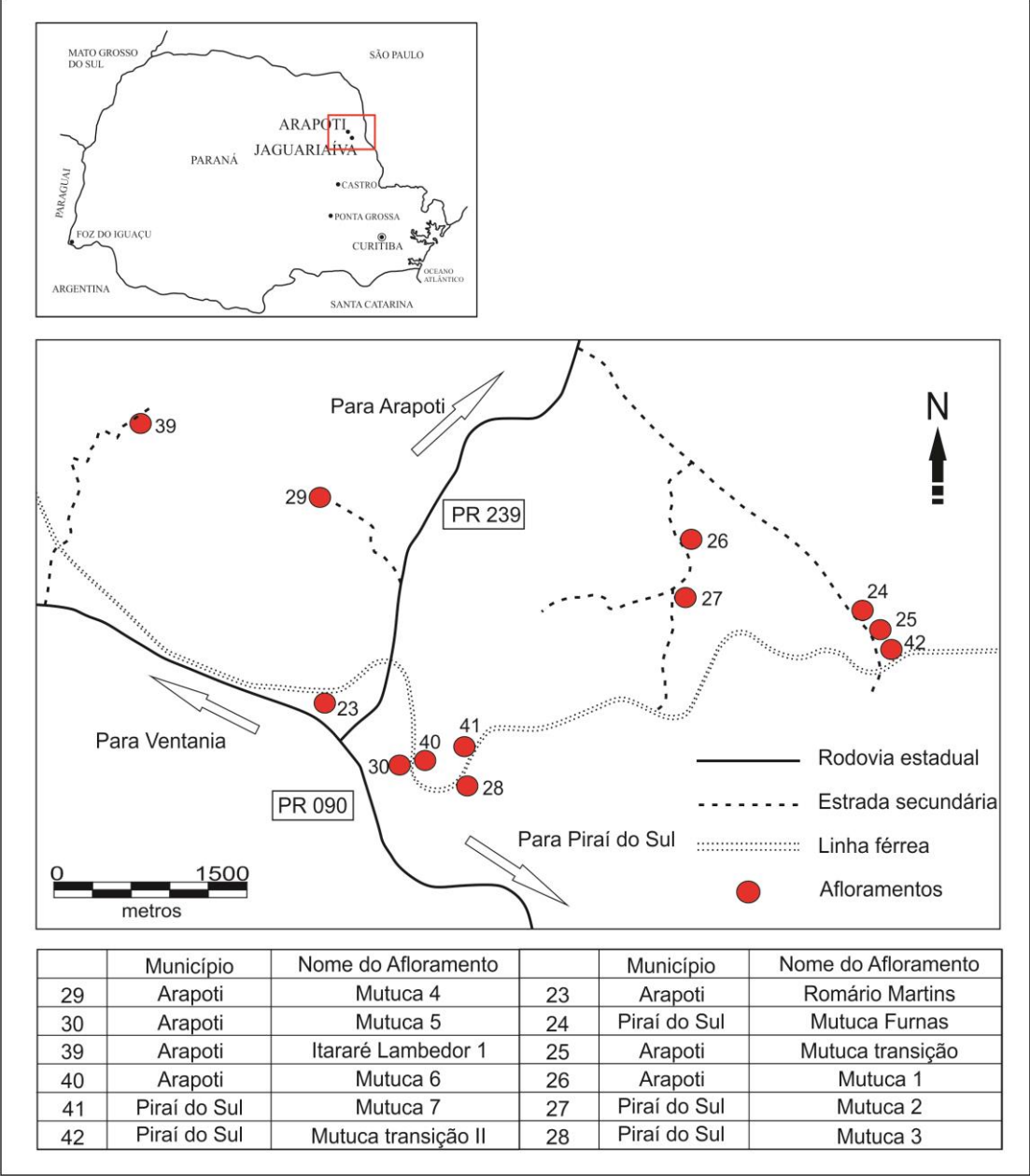
Ponto 23

O afloramento Ponto 23 está localizado no corte da estrada de ferro Ramal Monte Alegre, km 157, nas proximidades da estação ferroviária Romário Martins, hoje abandonada. Compreende um depósito de 2,5 metros com intercalações que variam de arenitos finos a conglomeráticos, amarelados ou avermelhados, maciços e friáveis, com grãos mal selecionados e subangulosos e clastos facetados (figura 31 A). Foram reconhecidas estruturas triangulares, muito semelhantes aos conulários, entretanto não é possível perceber em seus moldes externos qualquer evidência de ornamentação das tecas, comuns a estes cnidários (figura 31 B).

É possível reconhecer, ao longo do trilho do trem sentido Piraí do Sul e descendo topograficamente, outras fácies destes arenitos, variando de médios a grossos, com seixos angulosos, regularmente selecionados, de cor avermelhada e também arenitos muito finos com lentes de argila seguidos por arenitos grossos e arroxeados no topo. Seguindo o trilho, estes arenitos são interrompidos por um dique de aproximadamente 300 metros de largura, após o dique, voltam a ocorrer sobrepostos a siltitos muito finos, laminados, escuros, típicos da Formação Ponta

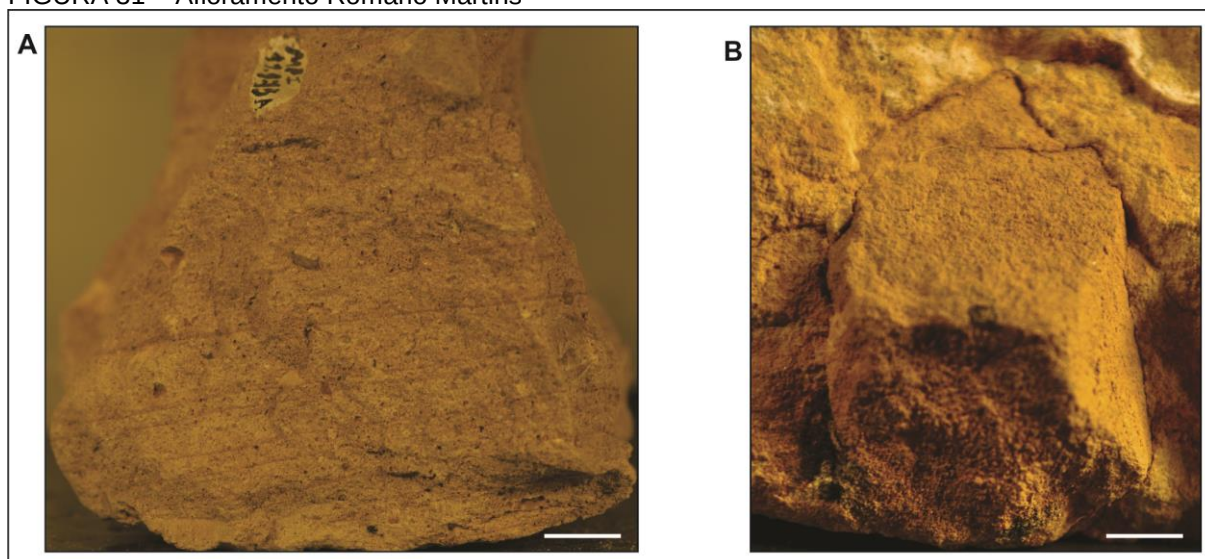
Grossa, onde foi coletado um *Orbiculoidea* sp.. Análises palinológicas não renderam resultados.

FIGURA 30 – Localização dos Afloramentos da Região Arapoti-Mutuca



Fonte: O autor.

FIGURA 31 – Afloramento Romário Martins



Fonte: O autor. Legenda: A - arenitos médios a grossos com seixos mal selecionados; B – morfologia semelhante a um conulário. Escala 1 cm.

Maack (1947) reconheceu arenitos semelhantes a estes no topo da seção Lambedor, em região próxima, e correlacionou estas camadas com o Arenito Barreiro já reconhecido nos arredores do município de Tibagi e Jaguariaíva que, segundo sua interpretação, representa um Devoniano glacial. Entretanto, Petri (1948) e Melo (1985) entendem que estes arenitos, embora semelhantes em alguns aspectos, não representam aqueles de idade devoniana e sim os depósitos glaciais do Grupo Itararé. Petri e Fúlfaro (1966) afirmam que a presença de seixos de folhelhos e arenitos é resultado do retrabalhamento dos depósitos devonianos por agentes flúvio-glaciais permo-carboníferos.

Durante visita à seção Lambedor, para este trabalho, foram identificados os arenitos citados por Petri (1948), Petri e Fúlfaro (1966) e Melo (1985) como sendo representantes de momentos de deposição pós-devonianos e que capeiam discordantemente a Formação São Domingos (*sensu* GRAHN et al., 2013). Feições idênticas à estas são identificadas em Romário Martins, é possível identificar ainda a presença de seixos argilosos entremeados ao arenitos, o que pode corroborar a interpretação de Petri e Fúlfaro (1966), entretanto, mesmo com estas informações, não é possível afirmar que estes estratos representem ou a formação de idade devoniana ou os arenitos do Grupo Itararé, visto que não foram encontrados fósseis corporais ou icnofósseis e que as análises palinológicas foram inconclusivas.

Ponto 24

Está localizado dentro da Fazenda Mutuca e é o ponto topograficamente mais baixo desta seção. Composto por arenitos grossos, intercalando camadas maciças e sem estruturas aparentes a camadas com estratificação cruzada. Identificado como representante da Formação Furnas. Petri (1948) observou estas camadas na base da Seção Geológica Vale do Lambedor.

Ponto 25

Localiza-se a cerca de 250 metros a noroeste do último ponto e aflora nas valetas da estrada interna da Fazenda Mutuca. É uma pequena e bastante alterada exposição de cerca de 2 metros de arenitos finos a médios, intercalados a lentes e camadas finas de argilitos maciços. Identificados como sendo a base da Formação Ponta Grossa (*sensu* GRAHN et al., 2013). Não foram observados fósseis corporais ou icnofósseis.

Ponto 26

O afloramento Mutuca 1 (figura 32) compreende uma sucessão sedimentar de aproximadamente 8 metros de espessura, litologicamente composta na base por siltitos médios a grossos, acinzentados, apresentando *wavy bedding lamination* e intensamente bioturbados (GB 4 a 5). Nestas camadas foi registrada a ocorrência de uma concentração de aproximadamente 30 espécimes de *Australospirifer* sp. dispostos em planta, articulados, com tamanhos variando entre 5 e 8 cm, paralelos ao plano de acamamento e não apresentando orientação preferencial. A figura 33 busca ilustrar a possível sucessão de acontecimentos que levaram à formação deste depósito. Para Speyer e Brett (1988) depósitos que apresentam altas taxas de articulação em braquiópodes são indicativos de soterramento rápido, originado pela ação episódica de ondas. Acima, ocorrem até o topo exposições de arenitos finos a médios, amarelados e localmente avermelhados, com *wavy bedding lamination* e intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos finos. Foram registrados os seguintes icnogêneros: *Planolites*, *Rosselia*, *Lingulichnus*, *Halopoa*, *Arenicolites*,

Asterosoma, *Teichichnus*, *Rhizocorallium*, *Diplocraterion*, *Palaeophycus*, *Chondrites* e *Skolithos*. Nos depósitos mais arenosos há uma queda no grau de bioturbação, entre 2 e 4.

FIGURA 32 - Vista geral do ponto 26

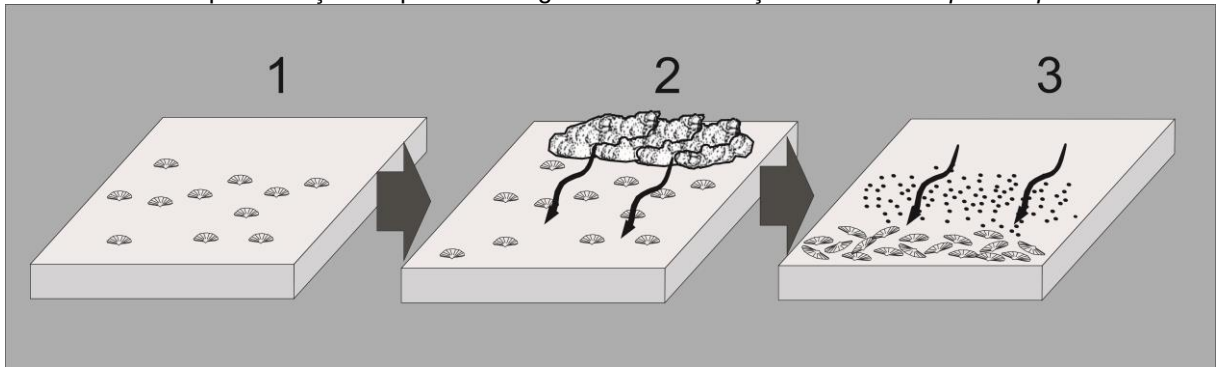


Fonte: O autor.

O afloramento apresenta elementos típicos da fauna Malvinocáfrica (*sensu* BOSETTI, 2004; BOSETTI et al., 2010), sendo observado no último metro um aumento na biodiversidade e na quantidade de fósseis. Foram registrados *Australospirifer* sp., *Orbiculoidea bainni*, lingulídeo infaunal, Bivalvia, *Tentaculites* sp., e *Styliolina* sp., todos desarticulados e paralelos ao plano de acamamento.

No último 0,70 metro do perfil foram anotados ainda *Australospirifer* sp., *Orbiculoidea bainni*, lingulídeo infaunal, Bivalvia, *Tentaculites* sp., *Styliolina* sp.. No último metro foi coletada uma amostra apresentando um *Australospirifer* sp. associado ao icnogênero *Rosselia*.

FIGURA 33 – Representação da provável origem da concentração de *Australospirifer* sp.



Fonte: O autor. 1 – momento de relativa estabilidade. 2 – distúrbios causados pela ação de ondas; transporte. 3 – soterramento final.

Ponto 27

Localizado nas dependências da Fazenda Mutuca, trata-se de uma exposição de aproximadamente 0,8 metro de arenitos muito finos a finos, siltosos, amarelados, com laminação horizontal e siltitos argilosos escuros, físseis, também com laminação horizontal. Foram registrados *Orbiculoidea bainni*, lingulídeos infaunais, *Australospirifer* sp. Mollusca Bivalvia e *Serpulites* sp., e ainda o icnogênero *Palaeophycus*.

Ponto 28

Localizado no corte da estrada de ferro Ramal Monte Alegre, km 177 (figura 34), o afloramento é composto por uma camada de argilitos cinzas, maciços seguidos por siltitos finos a médios, maciços, muito micáceos, acinzentados, variando localmente para amarelados e arroxeados, apresentando padrão granodecrescente ascendente com pequenos restos vegetais dispersos pela matriz. A fauna presente é representada por *Australospirifer* sp., Mollusca Bivalvia, e *Serpulites* sp. Nos argilitos cinza escuros com *wavy cross lamination* do topo são registrados *Tentaculites* sp. apresentando ápices orientados a 40° Az., *Grammysioidea* sp. e lingulídeo infaunal em posição oblíqua em relação ao acamamento (figura 35).

Acima, são observados siltitos médios a grossos, maciços, micáceos, com lentes de areias onde foram coletados lingulídeos infaunais e Mollusca Bivalvia e identificados os icnogêneros *Taenidium*, *Chondrites*, *Palaeophycus* e *Teichichnus*.

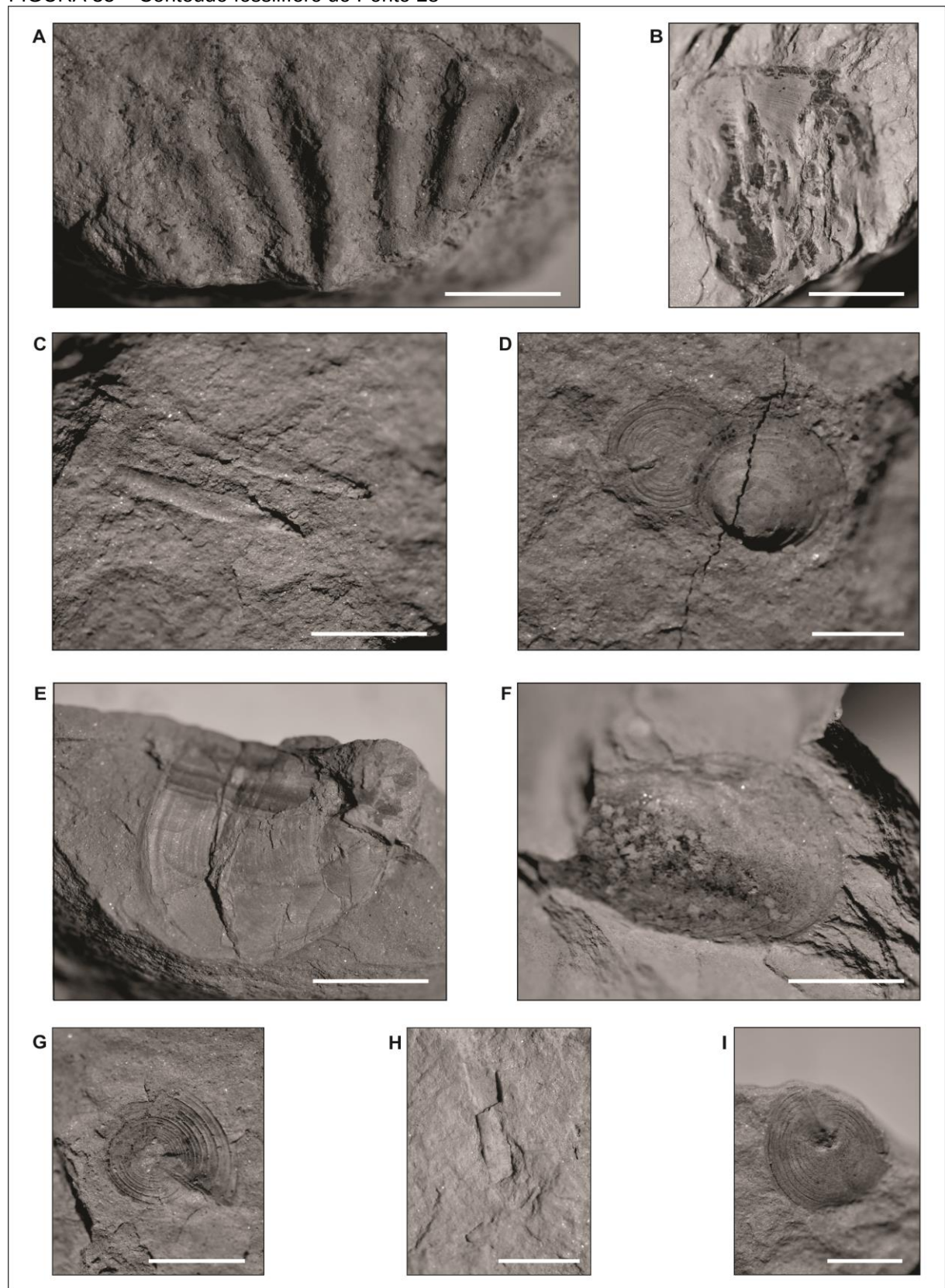
O ponto 40 representa as mesmas camadas descritas acima, estando estratigraficamente e topograficamente nas mesmas cotas.

FIGURA 34 - Vista do ponto 28



Fonte: O autor.

FIGURA 35 – Conteúdo fóssilífero do Ponto 28



Fonte: O autor. Legenda: A – *Australospirifer* sp. paralelo ao plano de acamamento; B – lingúlídeo infaunal em aparente posição de vida; C – *Tentaculites* sp. orientados; D – *Orbiculoidea* sp.; E – lingúlídeo infaunal paralelo ao plano de acamamento; F – lingúlídeo infaunal em posição oblíqua ao acamamento; G - *Orbiculoidea* sp.; H – *Serpulites* sp.; I - *Orbiculoidea* sp.. Escala: 1 cm.

Ponto 29

O ponto 29 também está localizado nas dependências da Fazenda Mutuca, no entanto, com acesso pelo outro lado da PR 239. Esta seção representa um depósito transgressivo, composto na base por oito metros de arenitos médios a grossos, amarelados e localmente acinzentados, com seixos mal selecionados e subangulosos dispersos pela matriz. Nestas camadas foram registrados dois lingulídeos infaunais em aparente posição de vida. São sucedidos por três metros de siltitos finos, mosqueados, intensamente bioturbados (GB 4-5) onde foram coletados dois espécimes de lingulídeos infaunais em aparente posição de vida.

Foram identificados *Chondrites*, *Asterossoma*, *Teichichnus*, *Taenidium*, *Cylindrichnus*, *Palaeophycus*, *Planolites*, *Helmintoidichnites*, *Helmintopsis* e *Rhizocorallium*. As camadas superiores de 1,5 metro de argilitos maciços, amarelados, aparentemente afossilíferos, são recobertas em contato erosivo por arenitos do Grupo Itararé.

Deste afloramento foram retirados dois plugues para análises palinológicas, entretanto não foram identificados palinomorfos (figura 36).

FIGURA 36 - Vista geral do ponto 29



Fonte: O autor.

Ponto 30

Neste ponto ocorre o contato lateral entre um dique intrusivo de rochas magmáticas e arenitos com fácies semelhantes às aquelas descritas no Ponto 23 (estação Romário Martins), contudo, não apresentando evidências de retralhamento

do material e nem os seixos argilosos observados no ponto anterior. Este dique tem aproximadamente 300 metros de largura e estende-se a partir deste ponto em direção ao ponto 23, observável ao longo da linha férrea.

Abaixo dos arenitos (Grupo Itararé) em contato discordante ocorrem siltitos muito finos, pretos, onde foi coletado um espécime de *Orbiculoidea* sp., intercaladas ocorrem camadas de argilitos maciços acinzentados. Entende-se que estas camadas representem os últimos registros devonianos da Seção Mutuca.

Ponto 39

Está localizado no topo do perfil principal de Lambedor. Petri (1948), Petri e Fúlfaro (1966) e Melo (1985) reconheceram estas camadas arenosas como sendo de idade carbonífera, representando depósitos glaciais do Grupo Itararé. Estes arenitos possuem as mesmas fácies daqueles identificados no ponto 23, onde questões sobre sua idade e posicionamento estratigráfico já foram previamente discutidas.

Ponto 41

O ponto 41 também localiza-se no corte do ramal ferroviário Monte Alegre e é composto por argilitos maciços, acinzentados e amarelados, onde foram coletados *Australospirifer* sp., *Schuchertella* sp. e *Orbiculoidea* sp.

Ponto 22 - Afloramento Rio Guaricanga

O afloramento Ponto 22 está situado às margens da PR 090 sentido Ventania - Piraí do Sul. Ocorrem rochas aflorantes dos dois lados do corte da rodovia. Para este trabalho optou-se pela descrição daquelas à direita, sentido Piraí do Sul, já que apresentam uma melhor exposição e menor grau de alteração.

Este afloramento rochoso (perfil da figura 37) possui aproximadamente 10 metros de espessura, sendo que os primeiros 5,4 metros são compostos por siltitos finos, maciços, intercalados por uma fina camada de folhelhos. Apresenta ainda em toda a sua extensão vertical laminações de areia fina e marcas de ondas, que representam breves momentos de maior energia no meio. A tendência

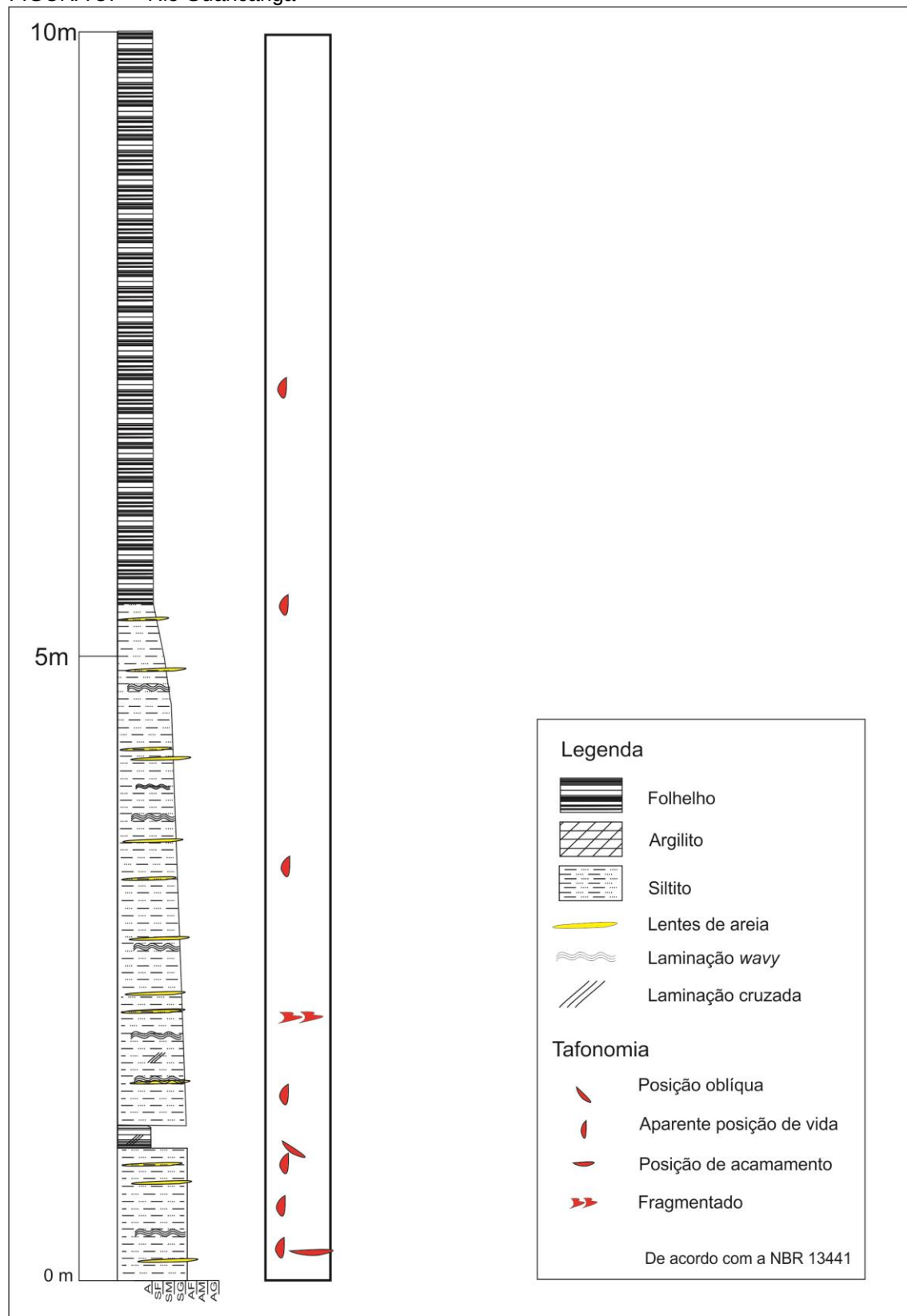
granodecrescente ascendente é marcada pelos depósitos superiores, de aproximadamente 5,6 metros, composto por folhelhos finamente laminados e bastante fossilíferos. Os últimos 2,5 metros estão encobertos por vegetação, de modo que não foi possível a coleta de material fóssil.

Os primeiros dois metros da seção são marcados pela grande abundância faunística composta por braquiópodes, moluscos, artrópodes e lingulídeos. Destaca-se a presença de trilobitas inteiros e braquiópodes e lingulídeos em aparente posição de vida (figura 38). Tendo em vista que as estruturas musculares destes organismos não seriam tolerantes à grandes perturbações e que o transporte, mesmo que curto (SPEYER e BRETT, 1988), traria consequências significativas principalmente no que tange à desarticulação das valvas e peças, considera-se que estas associações sejam autóctones, originadas a partir da ação de ondas de tempestade abaixo do nível de base de ondas normais. Outro fato que corrobora esta interpretação é a presença de trilobitas homalonotídeos enrolados (em posição de estresse), tal característica evidencia uma rápida transformação no ambiente e tentativa de proteção por parte do animal, que acabou sendo soterrado *in situ*. O conteúdo fossilífero deste afloramento pode ser observado no anexo 2 deste trabalho.

Em todo o depósito de siltitos é registrada a presença marcante de bioturbações do icnogênero *Planolites*. É recorrente também a associação entre camadas bioturbadas e a entrada de lentes de areia e laminação wavy, marcando a influência da ação de ondas trazendo sedimento mais grosso em condições excepcionalmente mais energéticas. Tais influências no meio seriam responsáveis pelo retrabalhamento do fundo, reativando o substrato e criando espaço para a refixação e/ou alimentação na zona tafonomicamente ativa (RITTER e ERTHAL, 2016).

Os 2,4 metros folhelhosos imediatamente acima dos siltitos evidenciam assinaturas tafonômicas muito semelhantes às camadas sotopostas, embora seja diagnosticada uma diminuição tanto na biodiversidade quanto no número total de fósseis.

FIGURA 37 – Rio Guaricanga



Fonte: O autor. Representação litológica e distribuição dos atributos tafonômicos no perfil.

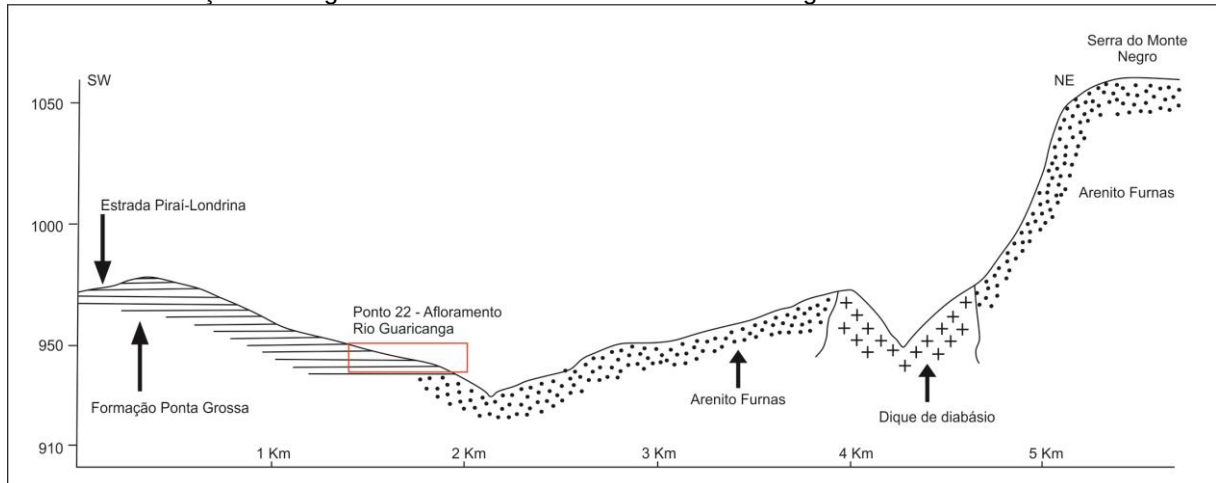
FIGURA 38 – Fósseis do afloramento Rio Guaricanga



Fonte: O autor. Legenda: A – (MPI 10884) *Australocolia palmata*, B – (MPI 11146) *Derbyina* sp., C – (MPI 10914) *Tentaculites* sp., D – (MPI 11164) lingulídeo Infaunal, E – (MPI 11092) céfalo de trilobita homalonotideo, F – (MPI 11148) *Calmonia* sp.. Escala: 0,5 cm.

Este afloramento foi a base de um dos perfis levantados por Petri (1948) nesta região (figura 39), mais tarde, Ciguel (1989) elaborou uma descrição litológica e a distribuição estratigráfica dos fósseis. Para este autor, estas rochas estariam na passagem Emsiano - Eifeliano. Já Ng (2013) considera que estes depósitos tenham sido originados no Givetiano.

FIGURA 39 - Seção Geológica Pirai-Londrina à Serra do Monte Negro



Fonte: Adaptado de Petri (1948) – Posicionamento aproximado do Ponto 22 na Seção Geológica Pirai-Londrina (Km 190) à Serra do Monte Negro.

Análises palinológicas identificaram a presença de *Dictyotriletes richardsonii* e *Triangulina alargada*, sendo possível posicionar estas camadas no Neopraguiano - Eoemsiano.

Nesta seção foi coletado um total de 79 amostras contendo 101 espécimes (anexo 2), o material encontra-se depositado no laboratório de Paleontologia e Estratigrafia de Sequências da UEPG e está armazenado sob as siglas DEGEO/MPI: 10883 a 10929; 11086 a 11092; 11146 a 11172.

QUADRO 6 – Conteúdo fossilífero do afloramento Ponto 22

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	GÊNERO	Nº
Brachiopoda	Rhynchonellata	Rhynchoniliida	Leptocoeliidae	<i>Australocoelia</i>	42
					2
		Terebratulida	Meganterididae	<i>Derbyina</i>	24
		Spiriferidina	Delthyrididae	<i>Australospirifer</i>	4
		-----	-----	----	3

	Lingulata	Lingulida	Discinidae	<i>Orbiculoidea</i>	1
			Linguloide indet.	Lingulídeos infaunais	5
Mollusca	Tentaculitoidea	Tentaculitida	Tentaculitidae	<i>Tentaculites</i>	16
Sub Filo Trilobitomorpha	-----	-----	-----	<i>Calmonia</i>	3
	-----	-----	-----	<i>Homalonotus</i>	1

Fonte: O autor.

6 TAFOFÁCIES

Speyer e Brett (1986) definem tafofácies como um conjunto de indivíduos ou associações dentro de um contexto deposicional, podendo ser identificadas através da análise conjunta de dados tafonômicos (e.g. grau de fragmentação) e de informações estratigráficas. Deste modo, afirmam os autores, uma tafofácies consiste em uma associação fossilífera com assinaturas tafonômicas distintas em um determinado nível sedimentar que evidencia a história deposicional dos restos esqueléticos em estudo.

A definição das tafofácies para este trabalho levou em consideração atributos tafonômicos como a energia relativa do meio, grau de articulação/desarticulação, posição em relação ao plano de acamamento (aparente posição de vida, posição oblíqua ou paralela ao plano de acamamento), estruturas sedimentares associadas, grau de bioturbação, litologia do depósito, ambiente de sedimentação e grau de fragmentação e está baseada nos critérios estabelecidos por Speyer e Brett (1988) para a identificação de tafofácies em ambientes epeíricos marinhos. Para os autores as propriedades tafonômicas podem ser distribuídas em padrões previsíveis que correspondem primariamente às variações na turbulência, taxa de sedimentação e nível de oxigenação do substrato.

O quadro 7, elaborado por Horodyski et al. (2017) resume a partir das ideias de vários autores (e.g. PARSONS e BRETT, 1991; RODRIGUES e SIMÕES, 2010) as principais assinaturas tafonômicas e suas possíveis interpretações.

De acordo com a análise integradas destas informações foi possível definir três tafofácies distintas, que refletem o paleoambiente no momento da deposição bem como os eventos que originaram as concentrações fossilíferas.

QUADRO 7 – Aspectos Tafonômicos

Aspectos tafonômicos	Descrição e significado
Desarticulação	Processo pós-morte. Causada por necrólise e/ou pela agitação da água de fundo e ação de necrófagos. Pode ocorrer tanto em ambientes muito calmos como em de alta energia. A Temperatura da água pode influenciar no tempo de desarticulação total de um organismo, como foi testado por Schaefer (1962) para asteroides, Smith (1984) para equinoide e Kidwell e Baumiller (1990) com estudos de equinoides (todos para o caso de esqueletos multielementos) Associações fósseis de alto grau de desarticulação indica, normalmente, baixos índices de sedimentação e pouca energia. Pode estar relacionada a superfícies hiatais ou condensadas.
Fragmentação	Processo pós-morte e/ou por predação. Por isso, por meio dos processos de correntes de ondas (processos hidráulicos), as partículas entram em suspensão e se chocam umas com as outras e se fragmentam, estando por isso relacionada com ambiente de alta energia. A fragmentação também varia de acordo com o tamanho e espessura do táxon. Elementos esqueléticos do tipo bivalve de conchas com valvas mais espessas e pesadas são menos susceptíveis a serem colocados em suspensão por maior tempo do que conchas com valvas menores e finas, as quais são mais frágeis e, portanto, com maior chance de serem fragmentadas. Ainda, a fragmentação pode ocorrer processos biogênicos como predação (bioerosão). Para ser considerado fragmento, o bioclasto deve possuir menos de 90% do seu tamanho e formato originais. Fragmentação pode estar relacionada a baixos índices de sedimentação e elevada energia.
Reorientação	O processo de orientação pode estar relacionado ao transporte conduzido por correntes. Quanto maior o distanciamento causado pelo transporte menor será o tamanho das partículas sedimentares e dos bioclastos. Pluricolunais de crinoides orientadas (esqueletos multielementos), conchas de valvas desarticuladas orientadas com a convexidade voltada para cima (esqueletos bivalves), univalves orientados (esqueletos univalves), todos paralelamente orientados no plano de acamamento, podem evidenciar a direção da corrente, re-deposição, ou até mesmo posição de vida, <i>in situ</i> (KIDWELL e BOSENCE, 1991). Vale destacar que nem sempre o agente de transporte retira por total o organismo do seu sítio original de vida (isso pode depender da morfologia do ambiente, como taludes que podem gerar depósitos turbidíticos; cf Kidwell e Flessa, 1996), e isso implicará nos padrões de autoctonia e aloctonia. Ainda, a reorientação pode acontecer por animais escavadores da infauna. Pode estar relacionada a um tempo de residência suficiente para reorientar os restos esqueléticos antes do soterramento final, sendo que o aspecto qualitativo fornecerá evidências sobre a magnitude desse tempo.

(continua)

(continuação)

Posição do bioclasto em relação ao plano de acamamento	É a identificação da posição do fóssil em relação ao plano de acamamento no registro sedimentar, que foi controlada pelo ciclo exógeno (e.g. correntes) ou não, antes do soterramento final, comparada ao hábito original de vida do táxon investigado. Os fósseis podem estar paralelos, oblíquos ou verticais em relação ao plano de acamamento. O registro da posição vertical em relação ao plano de acamamento de um organismo da infauna pode gerar interpretação de soterramento <i>in situ</i> , por exemplo. Já valvas desarticuladas, ou colunais isolados de crinoides, ambas paralelas ao plano de acamamento podem gerar interpretações como pouco transporte, orientação e tempo de residência relativamente longo. A posição oblíqua de organismos infaunais (e.g. lingulídeos) pode ser gerada pós-morte por animais escavadores dentro da zona tafonomicamente ativa.
Bioerosão	Processo corrosivo por agentes biológicos através da perfuração e predação de partes duras esqueléticas. Ocorre em maior parte nos ambientes marinhos. Indica tempo de residência. Em última instância gera a fragmentação das conchas por enfraquecimento das mesmas seja por quebra biomecânica ou por dissolução química formando “ <i>drill-holes</i> ”. Deve ser avaliada com cuidado e com outras características de fragmentação advindas de processos químico/físicos. Está normalmente relacionada a altos índices de tempo de residência, estando associadas a superfícies hiatais ou condensadas.
Dissolução	Processo pós-morte. É o efeito de dissolver os elementos químicos orgânicos por mudanças químicas (Ph ou pCO ₂) nas águas de superfície ou intersticiais. Por exemplo: a sílica se dissolve em condições de alcalinidade (Ph>7) e o carbonato de cálcio se dissolve sob condições de acidez (Ph<7). Indica tempo de residência na zona tafonomicamente ativa.
Arredondamento	Combinação de fragmentação, corrosão, bioerosão ou dissolução parcial. Ocorre em ambientes relativamente mais energéticos com tempo de residência maior. Indica baixos índices de sedimentação associado a altas taxas de energia (turbulência)
Tamanho	Podem ocorrer fósseis de diversas dimensões em uma associação, e isso pode ser gerado através da seleção de tamanhos causados pela intensidade (equivalência) hidráulica, ou indicando mesmo estágio ontogenético (estando associado a mortes catastróficas seletivas). Ocorre em diversos ambientes.
Incrustação	Recobrimento das partes duras esqueléticas por organismos epibiontes. Bom indicador ambiental, porque fornece o tempo de residência. Indica exposição acima da interface sedimento-água. Também é um ótimo indicador de ambientes, pois os táxons incrustantes tendem a ser bem específicos. Está normalmente relacionada a altos índices de tempos de residência e baixas taxas de sedimentação, estando associadas a superfícies hiatais ou condensadas.
Abrasão	Pode ocorrer por processos biológicos como a bioerosão. Também pode ocorrer por desgaste físico quando o bioclasto entra em choque com clastos ou bioclastos devido às correntes ou ondas geradas em ambientes de maior energia.
Corrosão	Desgaste gradual de um resto esquelético por transformação física/química. Combinação de abrasão, dissolução e/ou bioerosão em bioclastos. Indica tempo de residência na interface água-sedimento.

Fonte: Horodyski et al. (2017).

7 SEÇÃO MUTUCA

Esta seção ocorre nas dependências da Fazenda Mutuca, com acesso pela rodovia PR 239, próximo à confluência com a PR 090. Possui 100 metros de espessura, sendo que, aproximadamente, 35 metros encontram-se encobertos. São reconhecidos sedimentitos de três diferentes unidades, Formação Furnas, Formação Ponta Grossa e Grupo Itararé.

Na base da seção foram identificados arenitos grossos, com estratificação cruzada, típicos da unidade 3 da Formação Furnas (BERGAMASCHI, 1999; BERGAMASCHI e PEREIRA, 2001), acima, ocorrem arenitos intercalados a finas camadas de siltitos e argilitos, sendo reconhecidos como aqueles da base da Formação Ponta Grossa (figura 40) (GRAHN et al., 2013).

Nos primeiros 13 metros da seção ocorrem siltitos grossos, com laminação cruzada por onda e laminação ondulada, intercalados por lentes de siltitos muito finos e argilitos, intensamente bioturbados. Em direção ao topo, a seção apresenta tendência transgressiva, com depósitos pelíticos ricamente fossilíferos.

O topo da seção é marcado pela volta das perturbações ambientais registradas em ambientes mais rasos e proximais com siltitos médios intercalados a finas lentes de areia. Acima, arenitos do Grupo Itararé ocorrem em contato discordante e erosivo e recobrem a seção. A distribuição dos estratos ao longo da seção e o posicionamento vertical dos afloramentos podem ser observados no Perfil Litoestratigráfico da Seção Mutuca (figura 41). Informações mais detalhadas a respeito do conteúdo fossilíferos e das características sedimentológicas podem ser observadas na descrição de cada um dos pontos que compõem a Seção Mutuca (pontos 26 a 30 e 39 a 41) e no Anexo 3, que contém a lista do conteúdo fossilífero da seção.

Na tentativa de identificar os sistemas deposicionais a partir do reconhecimento das propriedades litológicas da seção, foram identificadas três litofácies. Originalmente, Gressly (1838) definiu fácies como as propriedades físicas, químicas e biológicas das rochas que, coletivamente, permitem uma descrição objetiva, como também a distinção de rochas de diferentes tipos (CROSS e HOMEWOOD, 1997). Em outras palavras, fácies representam um corpo sedimentar

com características específicas que o distingue de outras unidades rochosas adjacentes (PEREIRA JR. e CASTRO, 2001).

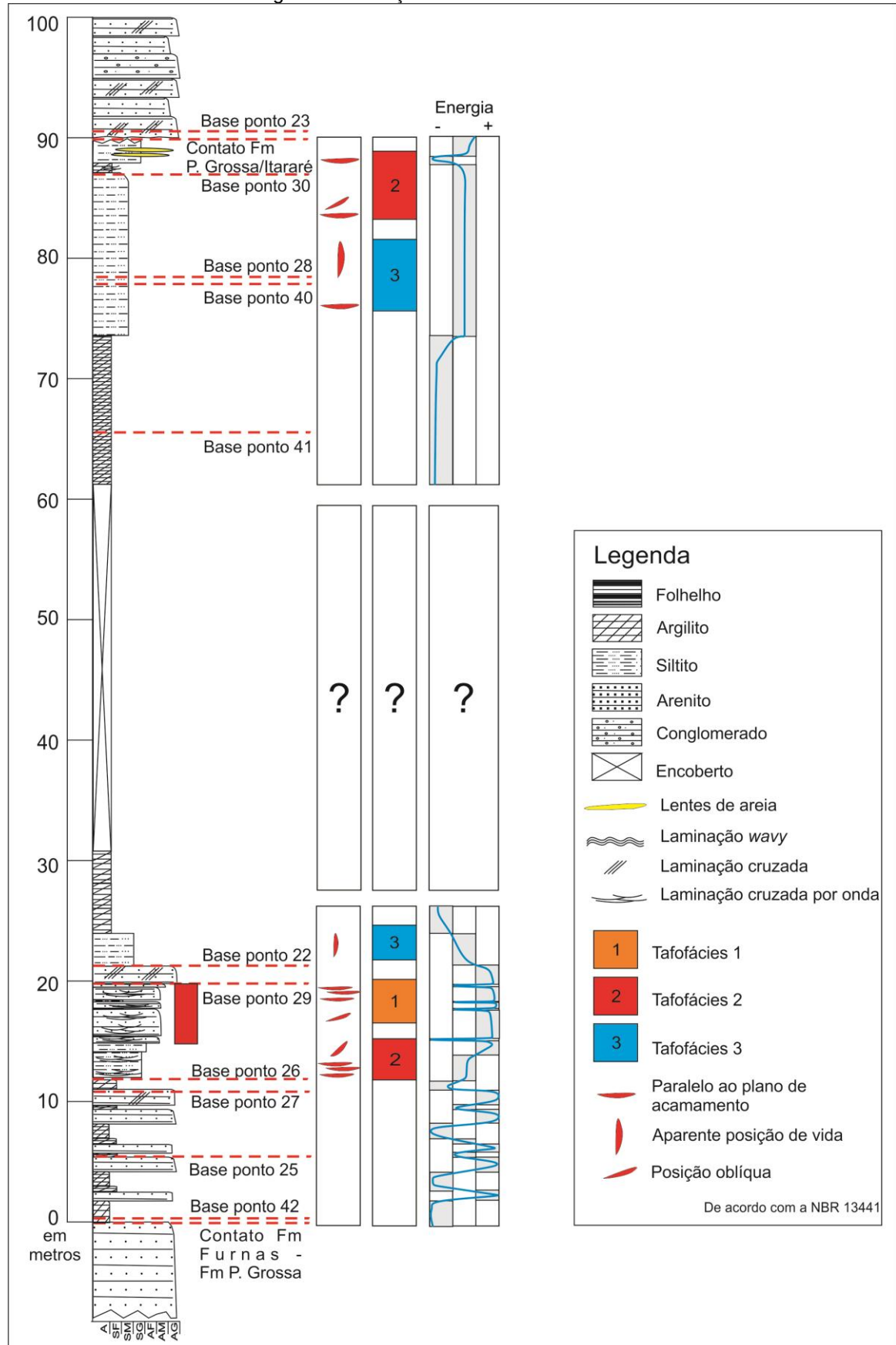
FIGURA 40 – Base da Seção Mutuca



Fonte: O autor. Legenda: A – arenitos da Formação Furnas expostos no leito de curso d'água nas dependências da Fazenda Mutuca; B e C – exposição de siltitos, argilitos e arenitos representantes das “camadas de transição” (PETRI, 1948); D – vista da porção aflorante da base da Formação Ponta Grossa (GRAHN, et al., 2013) na margem direita do córrego.

Holz (2012) define fácies sedimentar como um corpo rochoso que apresenta determinado conjunto de características que permitem diferenciá-lo dos corpos rochosos adjacentes, e que foi depositado sob um determinado processo sedimentar relativamente constante. Para o autor, a análise de fácies deve considerar uma série de atributos internos e externos inerentes ao corpo rochoso, como geometria, relações de contato, litologia, textura, cor e estrutura sedimentar.

FIGURA 41 - Perfil Litoestratigráfico da Seção Mutuca



Fonte: o autor.

A padronização dos critérios analisados para a identificação de fácies ocorreu com Miall (1977), onde apresentou 10 diferentes fácies que englobavam diversos tipos de ambientes. Mais tarde, Eyles et al. (1983) adaptaram os critérios anteriores para a identificação de litofácies em ambientes fluvio-glaciais. Para este trabalho, optou-se por utilizar como referência o trabalho de Miall (1996), que apresenta as 20 fácies mais comuns de serem reconhecidas em diferentes ambientes.

Na seção Mutuca, foram identificadas três litofácies distintas (quadro 8), para esta definição não foram considerados os estratos representantes da Formação Furnas e do Grupo Itararé, mas, apenas aqueles reconhecidos como pertencentes à Formação Ponta Grossa (*sensu* GRAHN et al., 2013).

QUADRO 8 – Litofácies da Seção Mutuca

ID	Textura	Estruturas Sedimentares	Cor	Geometria	Processos sedimentares
Sw	Arenito médio a grosso	<i>wave cross-lamination</i>	Amarelado e localmente avermelhado	lenticular	Fluxos oscilatórios originados acima do nível de base de ondas normais
St	Siltito fino a médio	Laminação plano paralela	Cinza claro	Tabular	Decantação interrompida episodicamente por fluxos de tempestades acima do nível de base de ondas de tempestade
Md	Argilito localmente intercalado por lâminas de areia fina	Laminação plano paralela	Cinza claro a escuro	tabular	Decantação interrompida episodicamente por fluxos de tempestades abaixo do nível de base de ondas de tempestade, no contexto de plataforma externa

Fonte: Adaptado de Miall (1996).

A litofácies Sw ocorre em arenitos médios a grossos, apresentando laminação cruzada por onda. Os depósitos possuem geometria lenticular e são de coloração amarelada a avermelhada, evidenciando ambientes mais oxigenados. As características estruturais dos depósitos permitem inferir que tenham sido gerados a

partir da ação de fluxos oscilatórios originados acima do nível de base de ondas normais.

As assinaturas tafonômicas identificadas em estratos onde ocorre a litofácies Sw refletem as condições ambientais a que foram submetidos os organismos desde o momento de sua morte até o soterramento final. Nestas camadas o alto grau de desarticulação das valvas de braquiópodes e lingulídeos e o moderado grau de fragmentação sugerem ambientes altamente energéticos e dominados pela ação de ondas.

A litofácies St foi identificada em dois intervalos da Seção Mutuca. Na porção basal os siltitos finos a médios são, por vezes, entremeados por finas lentes de areia, apresentam laminação plano paralela, com depósitos de geometria tabular e de coloração cinza claro. Entende-se que o processo de sedimentação envolveu a decantação de sedimentos acima do nível de base de ondas de tempestade, sendo, episodicamente perturbada pela ação de ondas de tempestade que, por serem mais energéticas, depositaram os sedimentos mais grossos em ambientes mais profundos que aqueles identificados na litofácies Sw no momento da sedimentação.

Analisando os atributos tafonômicos é possível observar que a maioria dos fósseis encontra-se articulados e paralelos ao plano de acamamento. Foram registrados ainda organismos em posição oblíqua. Este fato pode ser explicado a partir de dois fatores, a intensa atividade biogênica infaunal e as entradas episódicas das lentes de areia que acabam retrabalhando o substrato inconsolidado e, por vezes, exumando e tornando à zona tafonomicamente ativa organismos que haviam sido previamente soterrados.

Sendo a fácies que representa os ambientes mais profundos, a Md ocorre em porções intermediárias da seção e é caracterizada por depósitos de argilitos localmente intercalados por lentes de areia fina, alternando camadas maciças com camadas laminadas de coloração cinza claro a cinza escuro e geometria tabular. Entende-se que estes depósitos tenham sido originados a partir da decantação de partículas em suspensão e de fluxos de materiais mais grossos transportados por eventos episódicos de tempestade originados em ambientes mais proximais.

Ocorrem nestas camadas fósseis predominantemente articulados, a maioria paralelos ao plano de acamamento, alguns em posição oblíqua em relação ao plano de acamamento e ainda outros em aparente posição de vida. De acordo com estas

características das feições tafonômicas observadas, é possível inferir que as concentrações fossilíferas e os depósitos sedimentares tenham sido originados em ambiente de baixa energia, no *offshore* superior, abaixo do nível de base de ondas de tempestade.

7.1 TAFOFÁCIES 1

A Tafofácies 1 ocorre entre o 16º metro e o 20º metro da seção em arenitos finos a médios apresentando laminação ondulada com depósitos originados em ambientes de *shoreface* dominado pela ação de ondas normais, bastante oxigenados e com baixa taxa de sedimentação. Os fósseis apresentam graus de articulação e de bioturbação baixos e fragmentação moderada. A maioria dos organismos encontra-se dispostos paralelos ao plano de acamamento, entretanto foram registrados, também, elementos em posição oblíqua (figura 42).

FIGURA 42 - Tafofácies da Seção Mutuca

TF	Energia	Art	Pos	Estruturas sedimentares	GB	Litofácies	Ambiente	Fragmentação
1	Alto	Baixo	PA/PO	WB	Baixo	AFM	Shoreface	Moderado
2	Alto	Alto	PA/PO	WB	Alto	SMG	Lower Shoreface	Baixo
3	Baixo	Alto	PA/PV	PP	Alto	SF	Proximal Offshore	Baixo

 Alto
  Moderado
  Baixo

Fonte: O autor. Legenda: TF – tafofácies; Art – grau de articulação; Pos – posição em relação ao acamamento; PA – posição de acamamento; PO - posição oblíqua; PV - posição de vida; WB - wavy bedding; PP - plano paralelo; SMG - siltito médio a grosso; AFM - arenito fino a médio; SF - siltito fino; GB – grau de bioturbação.

Esta tafofácies representa, de acordo com o modelo estabelecido por Speyer e Brett (1988) (figura 41), a que apresenta os ambientes mais destrutivos, onde o tempo de exposição na interface água/sedimento propicia a desarticulação, fragmentação, reorientação, corrosão, abrasão e até mesmo a destruição de

elementos mais robustos. A fauna fóssil reconhecida nestas camadas é interpretada como sendo parautóctone/alóctone.

O baixo grau de bioturbação pode estar relacionado à intensa ação de ondas no ambiente de sedimentação, que, constantemente retrabalham o substrato inconsolidado não permitindo a refixação dos organismos e inibindo a ação de agentes escavadores. Este fato relacionado à baixa taxa de sedimentação permite inferir que estes depósitos apresentam *time-averaging*, ou seja, que nem todos os fósseis encontrados nesta assembleia teriam vivido no mesmo tempo e que os fatores ambientais expostos acima seriam os responsáveis por esta acumulação específica (RITTER e ERTHAL, 2016).

Kidwell e Behrensmeyer (1993) entendem que *time-averaging* é a acumulação de remanescentes biológicos durante um intervalo de tempo muito maior que o tempo de vida de um organismo. Segundo a interpretação de Kowalewski (1996) o registro paleontológico varia ao longo de um contínuo temporal de dias a milhões de anos, sendo assim, todos os registros podem ser considerados *time-averaged*. Desta forma, Ritter e Erthal (2016) entendem que a interação entre o balanço sedimentar e o aporte bioclástico irá produzir depósitos com maior ou menor grau de *time-averaging*.

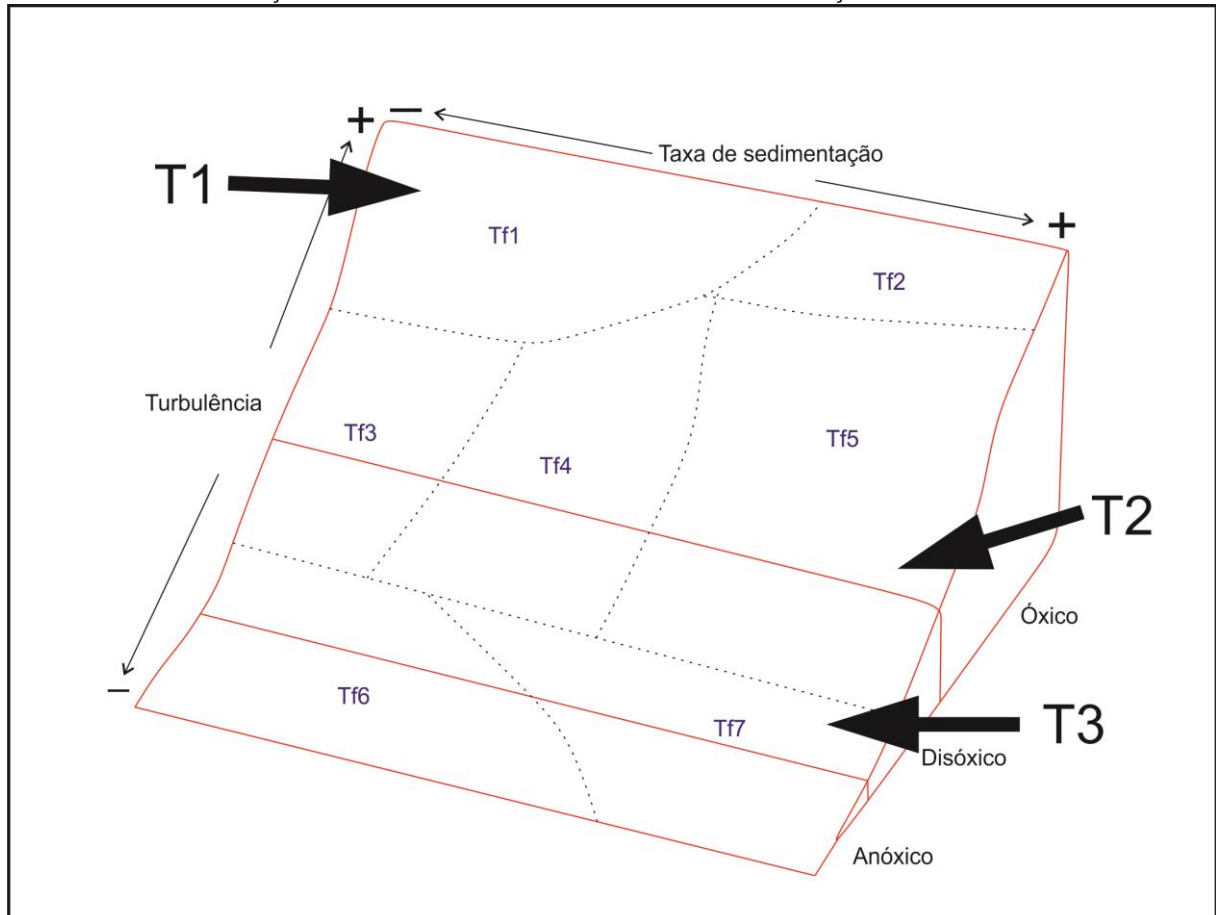
Kidwell e Bosence (1991) apontaram três principais modos de identificação do grau de *time-averaging* no registro fóssilífero: por meio (i) de datações em remanescentes biológicos em ambientes análogos modernos; (ii) de estudos ecológicos atuais, como por exemplo, para determinar quantos anos de coleta são necessários para equiparar a riqueza da associação viva com a da morta; e (iii) de evidências integrativas, como tafonomia e estratigrafia (RITTER e ERTHAL, 2016).

7.2 TAFOFÁCIES 2

A tafofácies 2 foi reconhecida na base e no topo da seção (figura 41). Ocorre em siltitos finos a grossos, com *wavy bedding lamination* e lentes de areia fina. Apresenta taxas de energia hidrodinâmica, de articulação e de bioturbação elevadas e grau de fragmentação baixo. Os fósseis estão predominantemente dispostos paralelos ao plano de acamamento e associados ocorrem espécimes em posição oblíqua. Estas associações foram depositadas em ambiente de *shoreface* inferior sob influência de ondas de tempestade e, devido às suas características tafonômicas, são

interpretadas como sendo parautoctones, tendo sofrido pouco transporte do seu sítio original de vida até o soterramento final causado pela ação de fluxos gravitacionais originado pela ação de ondas de tempestade.

FIGURA 43 - Distribuição das tafofácies nos ambientes de sedimentação



Fonte: Adaptado de Speyer e Brett (1988). Legenda: T1 – tafofácies 1, representa ambientes com alta turbulência e baixa taxa de sedimentação, é a tafofácies mais destrutiva da seção; T2 – tafofácies 2, originadas em ambientes de *shoreface* inferior, influenciado pela ação de ondas; T3 – tafofácies 3, representa depósitos originados no *offshore* superior, com baixa turbulência e alta taxa de sedimentação. Tf de 1 a 7 representam as tafofácies originais de Speyer e Brett (1988).

A ausência de evidências de abrasão ou bioerosão, associado ao alto grau de articulação, permite inferir que o tempo de exposição na interface água/sedimento foi curto, portanto, reduzindo as ações destrutivas originadas na zona tafonomicamente ativa (taz).

Esta tafofácies é correlata à Tafofácies 2 (figura 43), descrita por Speyer e Brett (1988) e diferencia-se da Tafofácies 1 por apresentar um aumento na taxa de sedimentação, dirimindo as perdas tafonômicas causadas em ambientes de maior energia e menor aporte sedimentar, já que tende a diminuir o tempo de exposição dos

organismos na interface água/sedimento, gerando assinaturas tafonômicas semelhantes, porém não tão extremas quanto na tafofácies anterior.

7.3 TAFOFÁCIES 3

Esta tafofácies ocorre em siltitos, com laminação plano paralela e indica deposição em ambientes de baixa energia, no *offshore* superior. Apresenta alto grau de articulação, moderado grau de bioturbação e baixo grau de fragmentação, com fósseis dispostos paralelos ao plano de acamamento e alguns em aparente posição de vida. Para Brett e Baird (1986), a desarticulação em esqueletos bivalves ocorre tipicamente de forma muito rápida. Então, depósitos de braquiópodes ou conchas bivalves intactas podem marcar depósitos de sufocamento rápido. Segundo Speyer e Brett (1988) a presença de conchas bivalves articuladas com a região umbonal voltada para baixo indica depósitos rápidos sem resposta de escape.

A presença de braquiópodes fora do plano ou em posição oblíqua em relação ao acamamento reflete duas possibilidades para a sua origem: ou o organismo encontra-se depositado *in situ* e sua posição representa uma tentativa de escape após um evento de rápida deposição ou o organismo pode ter sido previamente soterrado paralelo ao acamamento e a atividade biogênica pode ter causado a reorientação do esqueleto.

A tafofácies 3 é correlata à tafofácies 7 (figura 43) de Speyer e Brett (1988) e reflete as condições químicas mais severas dentre os ambientes observados nesta seção. Os baixos níveis de oxigenação limitam a diversidade de *taxa*, e, consequentemente, influenciam na quantidade de material esquelético disponível e inibindo a atividade biogênica intraestratal, responsável muitas vezes pela perda de informações tafonômicas.

8 SEÇÃO CEEP

A nova seção de afloramentos está localizada nas dependências da Fazenda Escola do Colégio Estadual de Educação Profissional (CEEP), em Arapoti, Paraná e é representada por depósitos de aproximadamente 55 metros de sedimentitos (figura 44). A descoberta desta nova região aflorante representa um grande avanço para o conhecimento sobre o Devoniano do estado do Paraná, visto que ainda não era conhecido pela comunidade científica a existência de uma seção de tamanha representatividade nesta região. Inúmeros esforços foram realizados com o intuito de levantar as informações necessárias para a interpretação dos paleoambientes de sedimentação e correlação estratigráfica destas camadas.

Toda a seção foi observada e descrita em detalhe segundo critérios preestabelecidos e descritos nos métodos e técnicas adotados para este trabalho. Ao todo foram detalhados 8 pontos onde afloram rochas devonianas onde foi realizada coleta sistemática, com o intuito de se obter o maior número possível de dados que pudessem auxiliar no alcance dos objetivos propostos para este trabalho.

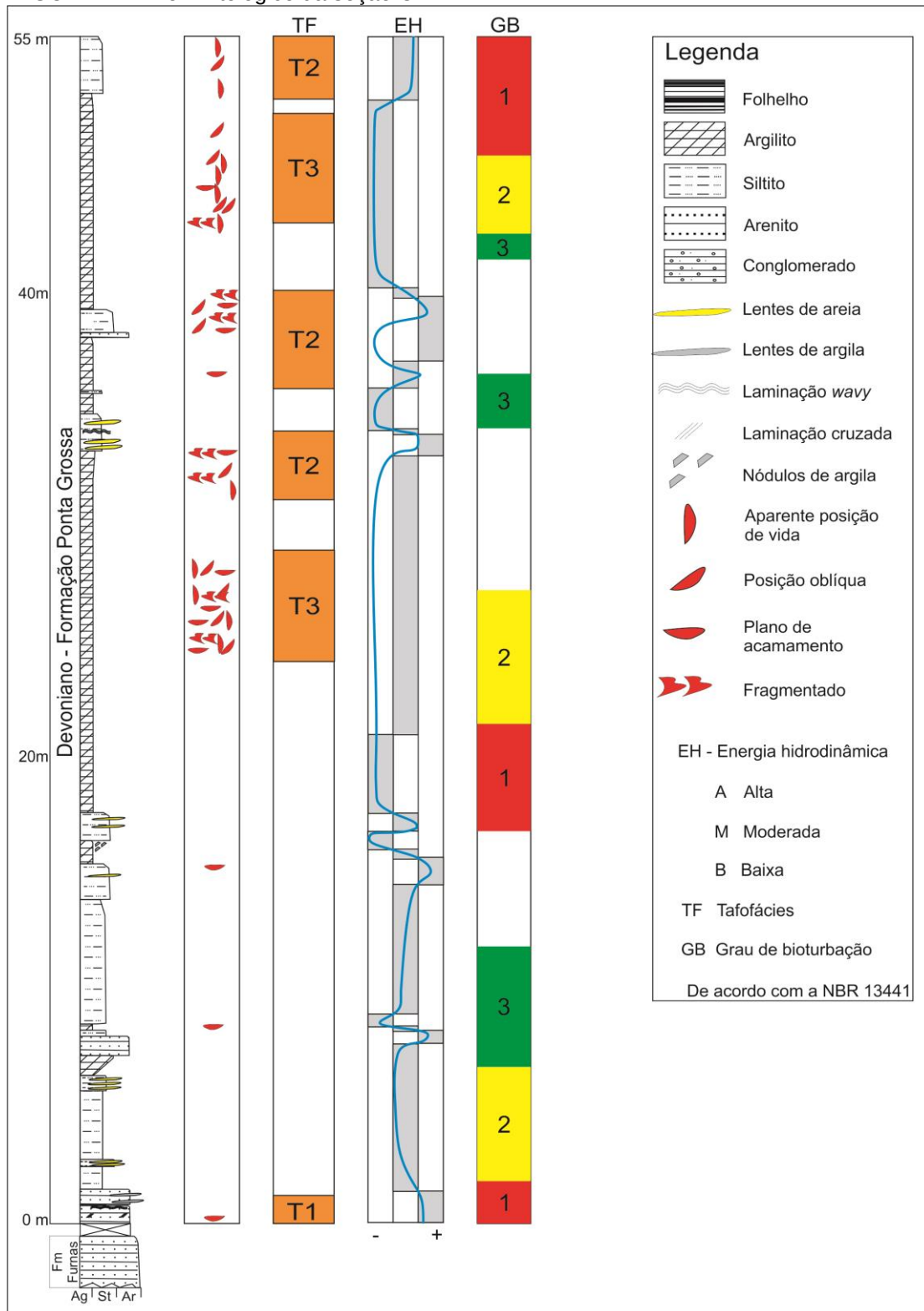
A Seção CEEP representa um ciclo transgressivo de terceira ordem e evidencia os momentos iniciais do Devoniano. Até 18º metro é registrada uma sucessão onde camadas areníticas, apresentando *wave ripples* e estratificações cruzadas *hummocky*, são intercalados a camadas de siltitos finos a médios com lentes de areia. Estes depósitos refletem ambientes mais proximais e são pouco fossilíferos, tendo sido anotados apenas braquiópodes: lingulídeos infaunais, orbiculóideos e esperiferídeos (um espécime de cada). O conteúdo fossilífero pode ser observado no anexo 1.

Acima do 18º metro é percebida uma diminuição na granulometria dos depósitos, evidenciando ambientes mais profundos e com menos ocorrência de perturbações. Nestas camadas, os fósseis apresentam maior índice de articulação e menos evidências de transporte até o soterramento final. Até o topo da seção, são ainda registrados mais dois depósitos de aproximadamente dois metros cada, onde é percebida granulometria mais grossa evidenciando oscilações no nível do mar em ciclos de 4ª ordem.

O agrupamento das informações litológicas permitiu o reconhecimento de 4 diferentes litofácies (quadro 9), que representam os processos ocorridos que levaram

à formação das concentrações fossilíferas. Os critérios e métodos utilizados para identificação de cada uma delas são os mesmos utilizados para a descrição da Seção Mutuca e estão expostos no Capítulo 6.

FIGURA 44 – Perfil litológico da seção CEEP



Fonte: O autor.

QUADRO 9 - Litofácies da Seção CEEP

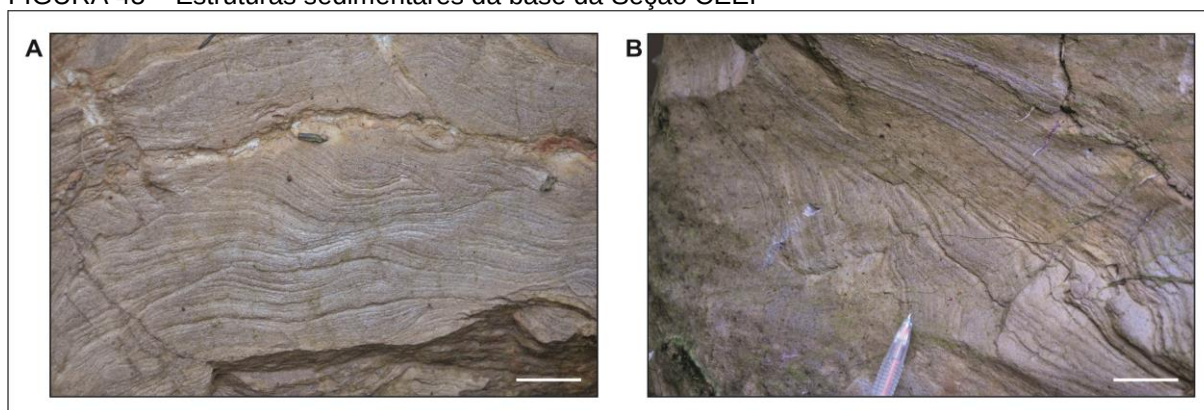
ID	Textura	Estruturas Sedimentares	Cor	Geometria	Processos sedimentares
Swr	Arenitos finos a médios	<i>Wave ripples</i>	Amarelado e localmente esbranquiçado	Lenticular	Fluxos oscilatórios gerados por tempestades entre os níveis de base de ondas de tempestade e o nível de base de ondas normais
SI	Siltito fino a médio intercalado com lentes de areia fina	Laminação plano paralela	Cinza claro	Tabular	Decantação interrompida episodicamente por fluxos de tempestades acima do nível de base de ondas de tempestade
St	Siltito	Laminação plano paralela	Cinza claro a localmente amarelado	Tabular	Decantação de sedimentos em suspensão acima do nível de base de ondas de tempestade
Md	Argilito localmente intercalado por lâminas de areia fina	Laminação plano paralela	Cinza claro a escuro	Tabular	Decantação interrompida episodicamente por fluxos de tempestades abaixo do nível de base de ondas de tempestade, no contexto de plataforma externa

Fonte: O autor.

A litofácies Swr ocorre na base da seção e é representada por arenitos finos a médios, amarelados e localmente esbranquiçados, com *wave ripples* (figura 45). Este tipo de estrutura é formado no *shoreface* e caracteriza fácies dominadas pela ação de ondas (DOTT e BOURGEOIS, 1982), com depósitos influenciados por fluxos

oscilatórios gerados por ondas de tempestade entre o nível de base de ondas de tempestade e o nível de base de ondas normais. Uma breve observação das características petrográficas destas camadas, com o auxílio de lupa, mostrou um arenito matriz-suportado, composto por grãos pobremente selecionados, subarredondados e semicirculares, não havendo uma regularidade no tamanho e na forma dos grãos.

FIGURA 45 – Estruturas sedimentares da base da Seção CEEP



Fonte: O autor. Legenda: A e B: *wave ripples* identificadas na base da Seção CEEP. Escala: 2 cm.

As assinaturas tafonômicas associadas à esta litofácies refletem as condições ambientais no momento da deposição do sedimento e do soterramento final dos organismos. Os fósseis coletados nestas camadas apresentam-se desarticulados e paralelos ao plano de acamamento, a biodiversidade e a abundância relativa são baixas. Isto pode ser explicado pelo intenso retrabalhamento do substrato causado pela ação de ondas, possivelmente exumando os restos esqueléticos previamente soterrados e os expondo novamente na zona tafonomicamente ativa. Este fato dificultou até mesmo a ação de agentes bioturbadores, já que o grau de bioturbação anotado foi muito baixo. Para Horodyski et al. (2017), os processos de danos tafonômicos só serão minimizados quando os restos esqueléticos forem deslocados para a zona tafonomicamente inerte em épocas de altas taxas de sedimentação e, consequentemente, menor aporte biocástico.

A litofácies SI ocorre em quatro diferentes níveis da Seção CEEP até o 35º metro. É composta por siltitos finos a médios, com laminação plano paralela e tem coloração cinza clara a localmente amarelada. Intercaladas ocorrem lâminas de areias finas, depositadas sob condições ambientais mais energéticas. Os depósitos foram

originados a partir da decantação de sedimentos em suspensão próximo ao nível de base de ondas de tempestade. Fluxos oscilatórios gerados por ondas de tempestade foram os responsáveis pela deposição de lentes com material transportado de ambientes mais proximais.

Nas camadas onde ocorre esta litofácies foi coletado um número muito baixo de fósseis, foram identificados *Tentaculites* sp., *Australospirifer* sp. e *Australocoelia* sp., todos isolados, apresentando sinais de transporte (e.g. desarticulados) e paralelos ao plano de acamamento.

Correlativamente, as assinaturas tafonômicas identificadas evidenciam as tendências ambientais observadas na litofácies SI, demonstrando depósitos originados em ambientes de maior energia, com a ação de ondas retrabalhando o substrato, dificultando assim a formação do registro fóssilífero.

A litofácies St ocorre em dois níveis no topo da seção e é composta por siltitos finos a médio de coloração cinza clara a localmente amarelado, possuindo laminação plano paralela e geometria tabular. Os depósitos foram originados a partir da decantação de sedimentos em suspensão acima do nível de base de ondas de tempestade.

Estão associados à esta litofácies concentrações fóssilíferas caracterizadas por depósitos originados pela ação de ondas de tempestade, com braquiópodes em aparente posição de vida, demonstrando soterramento rápido, contíguos a elementos em posição oblíqua, paralelos ao plano de acamamento e também a fragmentos alóctones (tafófácies 2). Comparativamente à litofácies SI, esta apresenta características de ambientes menos perturbados pelas oscilações energéticas do meio.

Sendo predominante a partir do 18º metro da seção, a litofácies Md representa os ambientes mais profundos registrados nesta região de afloramentos. É composta por argilitos de coloração cinza claro a escuro, com laminação plano paralela, e geometria tabular, cujos depósitos foram originados a partir da decantação de sedimentos suspensos, abaixo do nível de base de ondas de tempestade.

É em camadas representativas desta litofácies que se encontram os depósitos fóssilíferos de maior expressão em toda a seção. É onde foi registrada a maior riqueza e também o maior número absoluto de fósseis. As assinaturas tafonômicas identificadas condizem com os ambientes descritos a partir da análise litofaciológica.

Deste modo, como esperado para ambientes mais distais (SPEYER e BRETT, 1988), há grande número de fósseis em aparente posição de vida e oblíquos ao acamamento, demonstrando soterramento rápido, abaixo do nível de base de ondas de tempestade.

Para a definição das tafofácies da Seção CEEP, foram utilizados os mesmos critérios já descritos no item 6.1 e baseados em Speyer e Brett (1988). As assinaturas tafonômicas identificadas refletem diferentes momentos, ambientes e processos de deposição, desta forma, a análise integrada destas informações permitiram a definição de três diferentes tafofácies, T1, T2 e T3 (figura 46).

FIGURA 46 – Propriedades tafonômicas da Seção CEEP

TF	Energia	Art	Pos	Estruturas sedimentares	GB	Litologia	Ambiente	Fragmentação
1	Alto	Baixo	PA	WR	Baixo	AFM	Shoreface	Baixo
2	Baixo	Moderado	PA/PO	Lentes de areia	Baixo	St	Offshore transicional	Moderado
3	Baixo	Moderado	PV/PO	PP	Baixo	Ar	Offshore	Baixo

 Alto
  Moderado
  Baixo

Fonte: O autor. Legenda: TF – tafofácies; Art – articulação; Pos – posição em relação ao acamamento; GB – grau de bioturbação; PA – posição de acamamento; PO – posição oblíqua; PV – posição de vida; WR – wave ripples; PP – plano paralelo; SMG – siltito médio a grosso; AFM – arenito fino a médio; SF – Siltito fino.

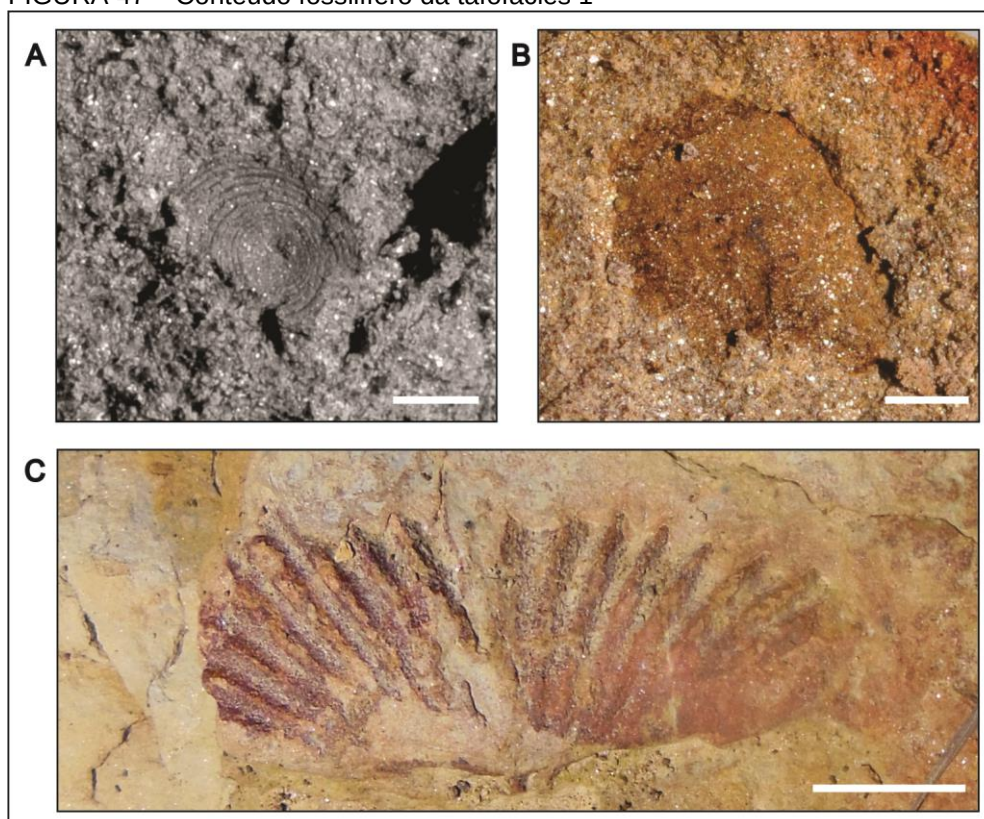
8.1 TAFOFÁCIES 1

A tafofácies 1 (T1) ocorre na base da seção em fácies areníticas com wave ripples assimétricas e é caracterizada por estar relacionada a ambientes com alta energia, baixas taxas de articulação e fragmentação e baixo grau de bioturbação.

No intervalo onde ocorre esta tafofácies há uma baixa diversidade faunística, tendo sido registrados apenas três indivíduos, *Orbiculoidea* sp., lingulídeo infaunal e *Australospirifer* sp., todos inteiros, desarticulados, paralelos ao plano de acamamento (figura 47). A baixa quantidade de taxa e de indivíduos pode ser explicada pelas condições do paleoambiente que tendenciam as perdas tafonômicas (BRETT e BIARD, 1986).

Considera-se que estes depósitos tenham sido originados no nível de base de ondas de tempo bom, em ambientes de *shoreface* proximal, onde as ondas estão constantemente retrabalhando o substrato. A fauna presente, embora representada por poucos indivíduos, apresenta características de parautoctonia, já que as evidências de transporte e de permanência moderada na interface água/sedimento estão claras nas informações tafonômicas observadas.

FIGURA 47 – Conteúdo fossilífero da tafofácies 1



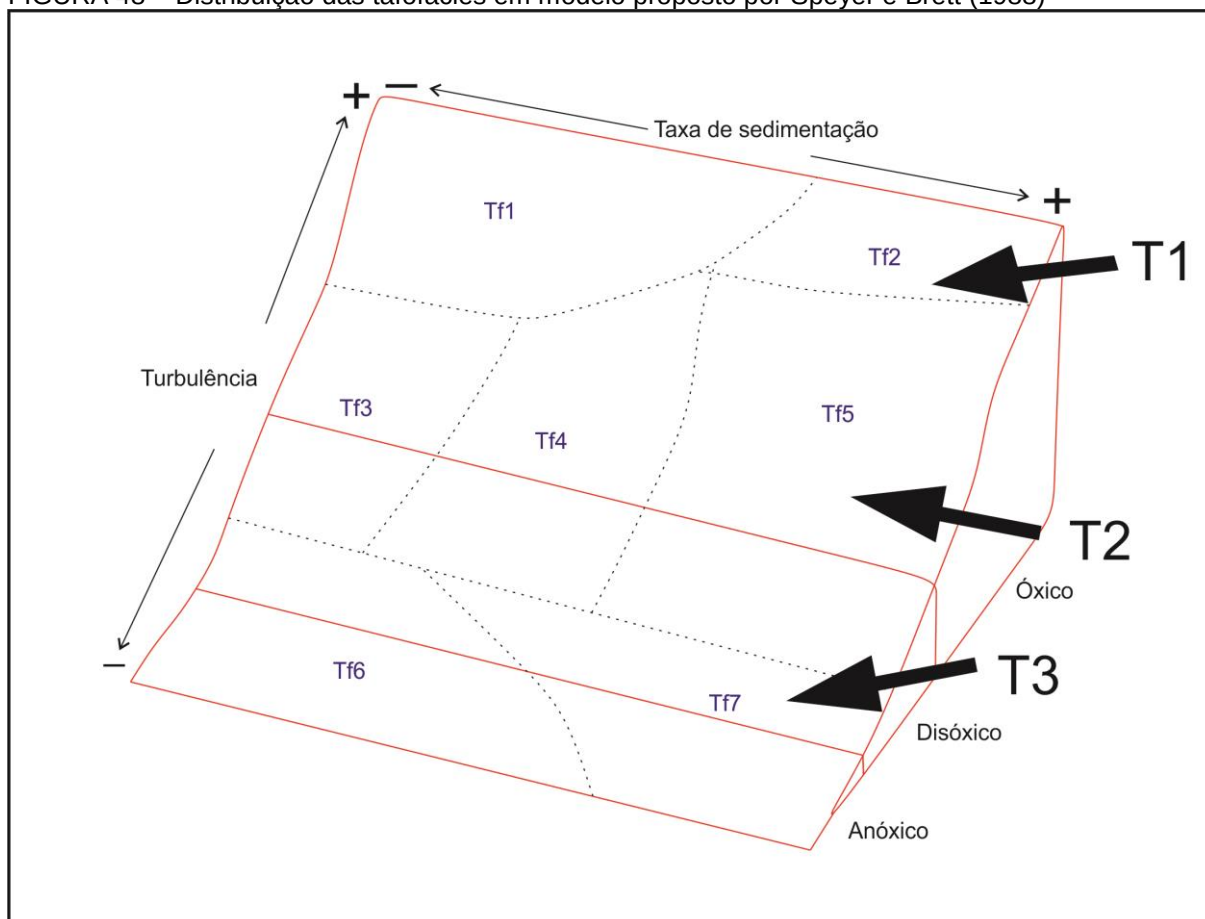
Fonte: O autor. Legenda: A – *Orbiculoidea* sp.; B – lingulídeo infaunal; C – *Australospirifer* sp.. Escala: 1 cm.

É possível correlacionar esta tafofácies com aquelas propostas por Speyer e Brett (1988). De acordo com a interpretação, esta seria correlata à tafofácies 2 (figura 48) por representar ambientes com alta energia onde o acréscimo na taxa de sedimentação permitiu que alguns elementos fossem fossilizados mesmo sofrendo os impactos do retrabalhamento do fundo e da movimentação de partículas em suspensão, responsáveis pelas perdas de informações tafonômicas.

8.2 TAFOFÁCIES 2

A tafofácies 2 (T2) ocorre em depósitos silticos, maciços, com lentes de areia, representando ambientes menos enérgicos que a T1, mas ainda assim, episodicamente perturbado por momentos de maior energia. O moderado grau de articulação reflete pouco transporte e pouco tempo de exposição na zona tafonomicamente ativa. Contíguo à estas peças articuladas estão depositados alguns fragmentos de braquiópodes, denotando à esta tafofácies um grau moderado de fragmentação.

FIGURA 48 – Distribuição das tafofácies em modelo proposto por Speyer e Brett (1988)



Fonte: Adaptado de Speyer e Brett (1988). Legenda: T1 – tafofácies 1, representa ambientes com alta turbulência e alta taxa de sedimentação; T2 – tafofácies 2, originadas em ambientes de *shoreface* inferior, influenciado pela ação de ondas; T3 – tafofácies 3, representa depósitos originados no *offshore* superior, com baixa turbulência e alta taxa de sedimentação. Tf de 1 a 7 representam as tafofácies originais de Speyer e Brett (1988).

Os fósseis estão caoticamente distribuídos pela matriz, sendo comum ocorrências de braquiópodes em aparente posição de vida associados à braquiópodes

desarticulados e/ou fragmentados, paralelos ao acamamento. Estas características demonstram que a formação dos depósitos ocorreu como consequência de eventos episódicos de rápido soterramento pela ação de ondas de tempestade no *offshore* transicional, onde organismos *in situ* estão temporalmente e espacialmente próximos a elementos desarticulados e até mesmo fragmentados, transportados pelo fluxo ou exumado do sedimento ainda inconsolidado.

Ritter e Erthal (2016) consideram que este tipo de depósitos fossilíferos como associações *time-averaged*. Kowalewski (1996) considerou ainda que *time-averaging* pode estar relacionado a processos pelos quais eventos que aconteceram em tempos diferentes aparecem sincrônicos no registro fóssilífero.

Os elementos que caracterizam a tafofácies 2 podem ser em partes correlacionados com a tafofácies 5 de Speyer e Brett (1988), que considera o rápido soterramento dos elementos logo após a morte, influenciado pelo incremento no aporte sedimentar, diminuindo o tempo de exposição na zona tafonomicamente ativa e fazendo com que as evidências de, por exemplo, corrosão e dissolução sejam poucos presentes no registro fossilífero (figura 48).

8.3 TAFOFÁCIES 3

A tafofácies 3 (T3) ocorre associada à litofácies Md em fácies de argilitos maciços a laminados em dois níveis da Seção CEEP a partir da sua porção mediana. Representa depósitos originados em ambientes de *offshore*, sendo a fácies mais profunda e menos energética identificada no perfil. Os fósseis ocorrem predominantemente articulados, paralelos ao acamamento e inteiros, entretanto, é comum a ocorrência de *Australocoelia* sp. e lingulídeos infaunais em aparente posição de vida.

Speyer e Brett (1988) sugerem que ambientes com baixa energia hidrodinâmica associados à eventos episódicos de rápida sedimentação, originam associações fossilíferas como as descritas nesta tafofácies, com muitos elementos articulados e uma grande representatividade daqueles considerados como soterrados *in situ*. Associados a estes, ocorrem em menor quantidade, alguns elementos desarticulados e fragmentados, aqui considerados como resultantes do processo de

retrabalhamento de fundo e do transporte de valvas e peças de organismos de áreas mais distantes.

Por tratar-se de eventos episódicos de sedimentação, onde o aporte sedimentar é menor que o aporte bioclástico é possível identificar nos depósitos presentes as feições que identificam associações *time-averaged*. Kidwell e Bosence (1991), entretanto, consideram que o tempo contido em um depósito não é relacionado exclusivamente à taxa de sedimentação, mas entendem que também a profundidade do ambiente marinho é uma importante variável, já que está relacionada à zonação de organismos bioturbadores, responsáveis pelo retrabalhamento do substrato na zona tafonomicamente ativa, o que acabaria gerando vieses tafonômicos que poderiam levar à outras interpretações à respeito do paleoambiente.

Esta tafofácies é correlata à tafofácies 7 de Speyer e Brett (1988). Os autores afirmam que este tipo de associação indica momentos de rápida sedimentação e insignificantes distúrbios pós-soterramento, onde os baixos níveis de oxigenação tendem a inibir a ação de bioturbadores. Entretanto, Horodyski et al. (2017) ao observarem estes mesmo fatores em depósitos laminados, entendem que apesar da ocorrência de esqueletos articulados estar associada a eventos episódicos, as laminações indicam uma constante e não episódica deposição de sedimentos. Portanto, temos dois diferentes processos que originaram os depósitos da tafofácies 3, um influenciado pela sedimentação episódica e outro relacionado a períodos de constante aporte sedimentar (figura 48).

9 CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA

A correlação entre as diferentes áreas estudadas neste trabalho busca a compreensão dos eventos paleobiológicos que originaram as concentrações fossilíferas nas regiões de Arapoti, Jaguariaíva, Piraí do Sul e Ventania, bem como o seu posicionamento estratigráfico dentro dos arcabouços conhecidos para a região. Após a detalhada caracterização de cada um dos afloramentos destas regiões, é possível ter subsídios suficientes a respeito das propriedades sedimentológicas, tafonômicas e estratigráficas necessárias à correlação destes estratos.

Para a realização desta correlação são consideradas informações advindas de perfis descritos em trabalhos anteriores, como Petri (1948), Melo (1985); Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira (2001), Bosetti et al. (2009), Myszynski Júnior (2012), Grahn et al. (2013), Horodyski (2014) e Sedorko et al. (2018), que descrevem, principalmente as porções basais do Devoniano paranaense. Os trabalhos realizados a partir da década de 1990 trazem uma interpretação baseada nos preceitos da estratigrafia de sequências. A natureza do contato entre as formações Furnas e Ponta Grossa pode ser observada com detalhes nos trabalhos de Bergamaschi (1999), Bergamaschi e Pereira e Grahn et al. (2010 e 2013).

Além da correlação baseada na proximidade ou contato existente entre o topo da Formação Furnas e a base dos estratos representantes da Formação Ponta Grossa (*sensu* GRAHN et al., 2013) em cada um dos perfis descritos para este trabalho foram também realizadas coletas de amostras para análises laboratoriais com a intenção de identificar palinomorfos capazes de possibilitar a datação a partir de sua distribuição temporal. No total, 17 amostras (ver quadro 10) foram analisadas pela Dr^a Paula Mendlowicz no Laboratório de Geologia Sedimentar da Universidade Federal do Rio de Janeiro. As análises foram conclusivas para amostras de dois afloramentos, Ponto 22 (Rio Guaricanga, amostra 10) e Ponto 1 (Jag-Ara, amostra 13) e contribuíram de forma significativa para os objetivos deste trabalho (figura 49).

No afloramento Ponto 1, foi observada uma maior diversidade de conteúdo palinológico, com a identificação de cf. *Cordobesia orientalis*, *Pterospermella* sp., cf. *Veryhachium rabiosum*, *Tasmanites* sp., *Triangulina alargada*, cf. *Emphanisporites* sp. e *Knoxisporites riondae*, *Ancyrochitina pachycherata* e *Ramochitina magnifica*, conferindo à estas camadas a idade Neopraguiano – Eoemsiano.

QUADRO 10 – Relação de amostras enviadas para análises palinológicas

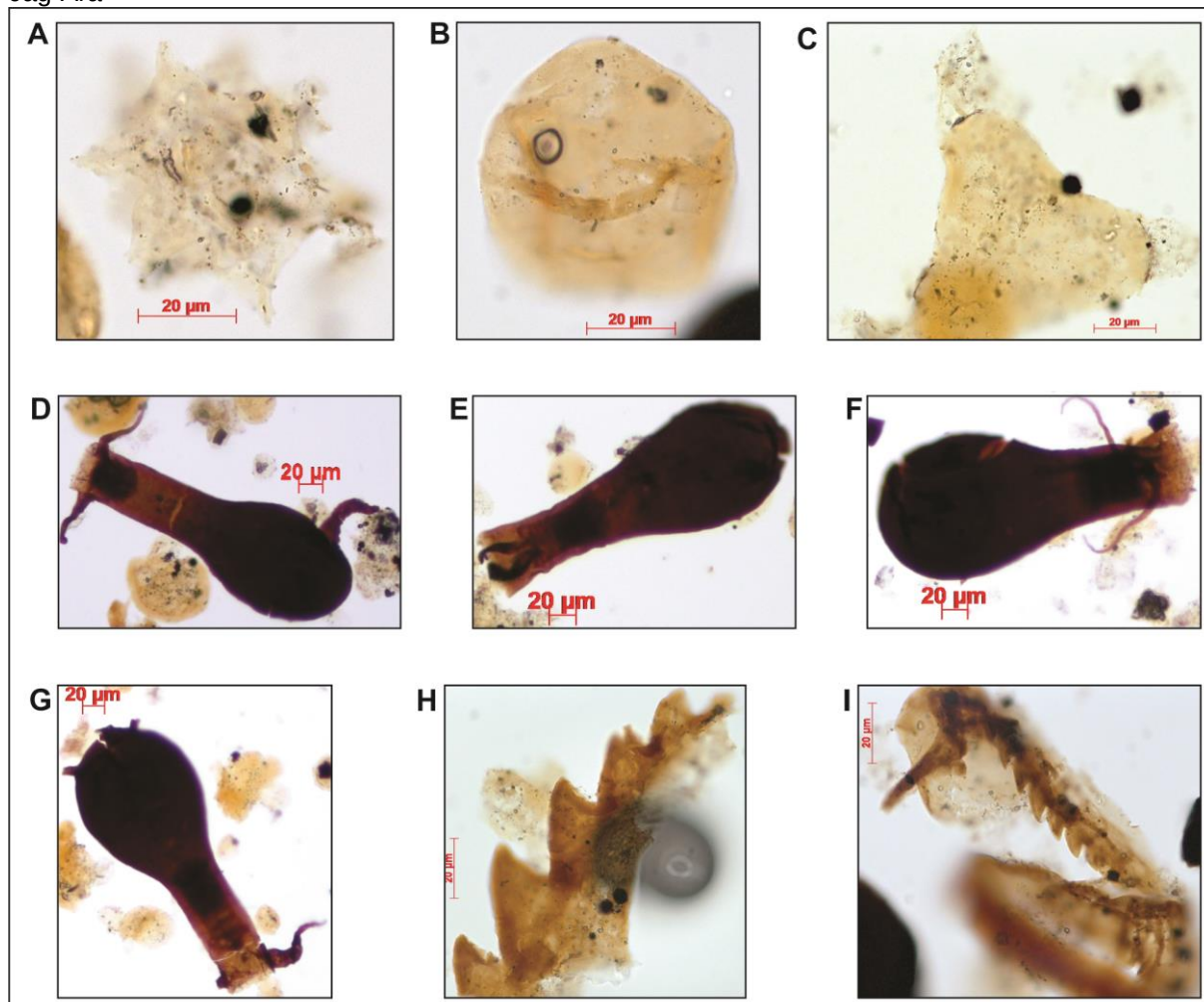
nº da amostra	Afloramento	Município	Nível de coleta	Palinomorfos identificados
1	Romário Martins	Arapoti	Base do afloramento	Ausente
2	Romário Martins	Arapoti	Base do afloramento	Ausente
3	Romário Martins	Arapoti	Base do afloramento	Ausente
4	CEEP Quad	Arapoti	46 metros da base da seção	Ausente
5	CEEP Quad	Arapoti	43 metros da base da seção	Ausente
6	Mutuca trilho 1	Arapoti	Base do afloramento	Ausente
7	Mutuca trilho 2	Arapoti	1,2 metro da base do afloramento	Ausente
8	Mutuca trilho 3	Arapoti	1,6 metro da base do afloramento	Ausente
9	CEEP topo 1	Arapoti	53 metros da base da seção	Ausente
10	Guaricanga	Arapoti	Base do afloramento	- Acrítarcos: <i>Dictyotriletes richardsonii</i> e <i>Triangulina alargada</i> *Figura 47
11	Guaricanga	Arapoti	4 metros da base do afloramento	Ausente
12	Ponto 2	Arapoti	1 metro da base do afloramento	Ausente
13	Ponto 1	Jaguaraíva	2 metros da base do afloramento	- Acrítarcos: cf. <i>Cordobesia orientalis</i> , <i>Pterospermella</i> sp., cf. <i>Veryhachium rabiosum</i> <i>Tasmanites</i> sp e <i>Triangulina alargada</i> . - Esporos: cf. <i>Emphanisporites</i> sp. e <i>Knoxisporites riondae</i> - Quitinozoários: <i>Ancyrochitina pachycherata</i> e <i>Ramochitina magnifica</i>
14	CEEP topo	Arapoti	55 metros da base da seção	Ausente
15	CEEP base	Arapoti	7 metros da base da seção	Ausente
16	Ponto 16	Arapoti	Base do afloramento	Ausente
17	Ponto 20	Arapoti	Base do afloramento	Ausente

Fonte: O autor.

Os resultados obtidos para o afloramento Rio Guaricanga corroboram as observações feitas por Petri (1948) ao colocar estas camadas na porção basal da Formação Ponta Grossa e ao mesmo tempo desconsideram a datação de Ciguel (1989) que posicionou estas camadas no Neoemiliano - Eoefeliano e a interpretação de Ng (2013), que interpretou estes depósitos como de idade Givetiano. A presença de *Dictyotriletes richardsonii* e *Triangulina alargada* confere a estes estratos a idade

Neopraguiano - Eoemsiano, portanto, na base da Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013) (figura 48).

FIGURA 49– Conteúdo palinológico e microfossilífero presente em amostras do afloramento Ponto 1 – Jag-Ara

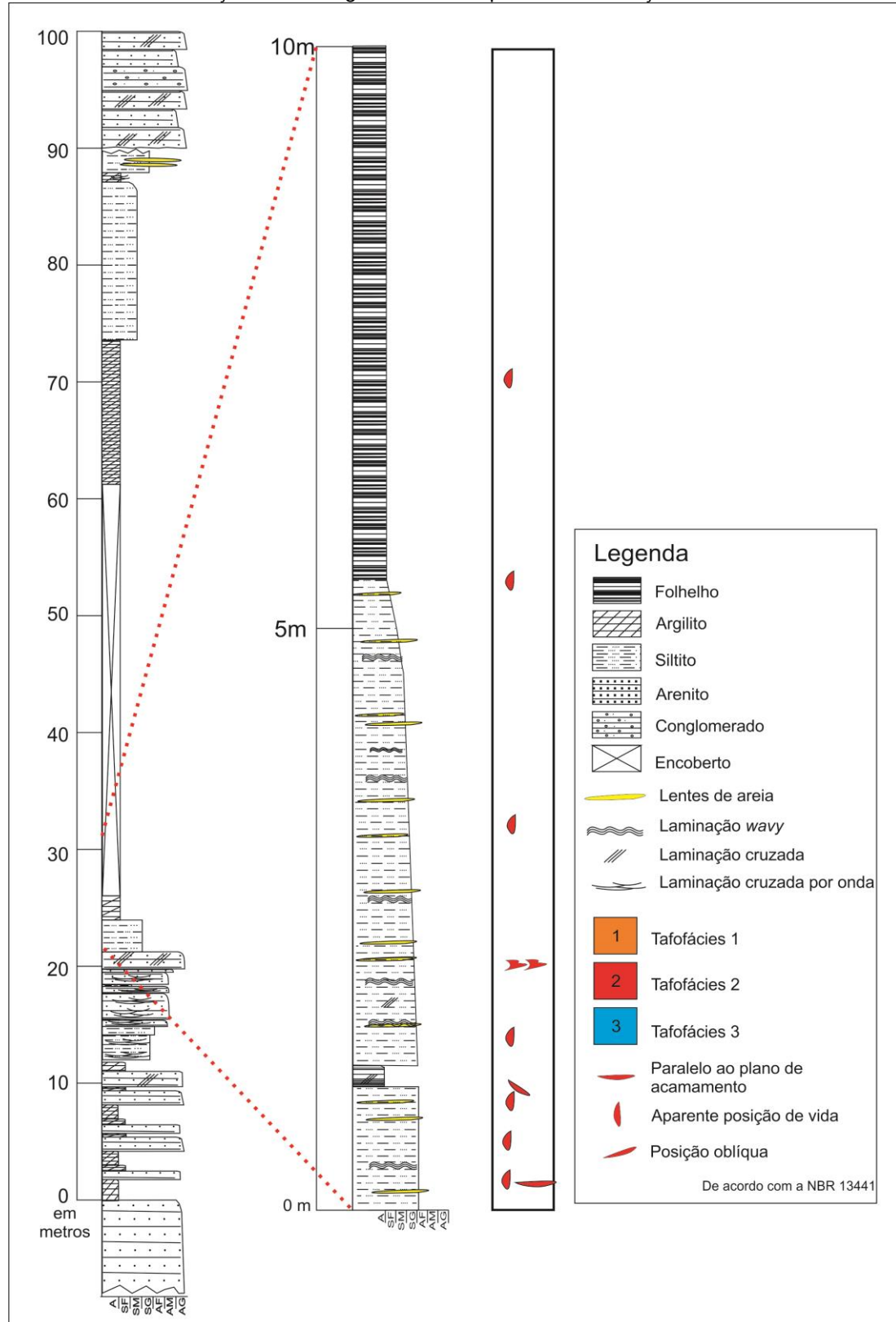


Fonte: Myszynski Jr et al. (2017). Legenda: **A** - *Cordobesia orientalis* B24/3 (CB-2016-02-05111-2); **B** - Prasinófita E24/2 (CB-2016-02-05111-2); **C** - *Triangulina alargada* Q14/1 (CB-2016-02-05111-2); **D** - *Ancyrochitina pachycerata* K12 (CB-2016-02-05111-2); **E** - *Ancyrochitina pachycerata* L26 (CB-2016-02-05111-2); **F** - *Ramochitina magnifica* V21/3 (CB-2016-02-05111-2); **G** - *Ramochitina magnifica* L37/2-4 (CB-2016-02-05111-2); **H** - Escolecodonte D23/4 (CB-2016-02-05111-2); **I** - Escolecodonte P27 (CB-2016-02-05111-2). Lâminas palinológicas encontram-se depositadas no Laboratório de Geologia Sedimentar da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Os resultados obtidos para o afloramento Rio Guaricanga corroboram as observações feitas por Petri (1948) ao colocar estas camadas na porção basal da Formação Ponta Grossa e ao mesmo tempo desconsideram a datação de Ciguel (1989) que posicionou estas camadas no Neo-Emsiano/Eo-Eifeliano e a interpretação de Ng (2013), que interpretou estes depósitos como de idade givetiana. A presença de *Dictyotriletes richardsonii* e *Triangulina alargada* confere a estes estratos a idade

neo-praguiana/eo-emsiana, portanto, na base da Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013) (figura 50).

FIGURA 50 – Correlação litoestratigráfica entre o ponto 22 e a Seção Mutuca



Fonte: O autor.

Na região Arapoti-Mutuca, onde foi levantado um perfil de 90 metros de depósitos Siluro-devonianos, foi possível reconhecer estratos que representam o topo da Formação Furnas (Sequência A, BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013), as “camadas de transição” (PETRI, 1948) ou base da Formação Ponta Grossa (GRAHN, et al., 2013) e os depósitos transgressivos da Sequência B (BERGAMASCHI, 1999). No topo desta seção foram descritos folhelhos escuros que Sedorko et al. (2018) interpretaram como a superfície de inundação máxima (MFS) da sua Sequência Siluro-Devoniano.

Embora muitos dos afloramentos descritos aqui ainda não tivessem sido objeto de pesquisas anteriores, uma região muito próxima já havia sido descrita por Petri (1948), que realizou um trabalho bastante detalhado na região do Vale do Lambedor e descreveu algumas destas áreas, agora revisitadas sob a perspectiva da tafonomia. Petri (1948), além de descrever aqueles afloramentos específicos do vale do Lambedor, elaborou outras três seções geológicas (figura 51):

- a) Seção geológica Pirai-Londrina, km 190, à Serra do Monte Negro (figura 50, seção 1-2). A base desta seção é aqui identificada como o Afloramento Rio Guaricanga (ponto 22). Sobre esta seção, Petri (1948) escreve

Na estrada Pirai-Londrina, entre os Km 184 e 191, aflora folhelho devoniano com fósseis (*Lingula* e *Orbiculoidea*). A altitude deste folhelho atinge no máximo 970m. Dêste folhelho, tomando o rumo NE, em direção à “Serra” do Monte Negro, passando pela fazenda do Sr. José Lobo, o terreno abaixa progressivamente até um arroio, onde aflora arenito grosseiro, abaixo, portanto, do folhelho da estrada.

- b) Seção geológica estrada de Arapoti à Fazenda Capão Rico (figura 50, seção 5-3) feito na estrada de ferro. Alguns pontos desta seção foram identificados neste trabalho, no topo da Seção Mutuca. Entretanto, durante visita a esta área, constatou-se que grande parte dos afloramentos descritos no trabalho anterior encontram-se bastante alterados, encobertos ou já não existem mais. Sobre esta área, Petri (1948) escreve:

Partindo da estrada de Arapoti e caminhando para SE, nesta estrada de ferro, vê-se claramente a superposição do arenito da série Itararé sobre o folhelho devoniano com fósseis (*Leptocoelia*) e dêste folhelho sobre o arenito da “Serra” do Monte Negro. Deste arenito que aflora na estrada de ferro (km

28) tomando-se a direção NE, rumo à fazenda Boa Vista, afastando-se, portanto, da “Serra” do Monte Negro, encontra-se, inicialmente, arenitos nos arroios, e folhelhos com fósseis nos divisores (às vezes elevações de folhelhos, rodeado completamente por arenito na base) e depois somente folhelho. Só encontrar-se-á novamente arenito, no Rio das Cinzas.

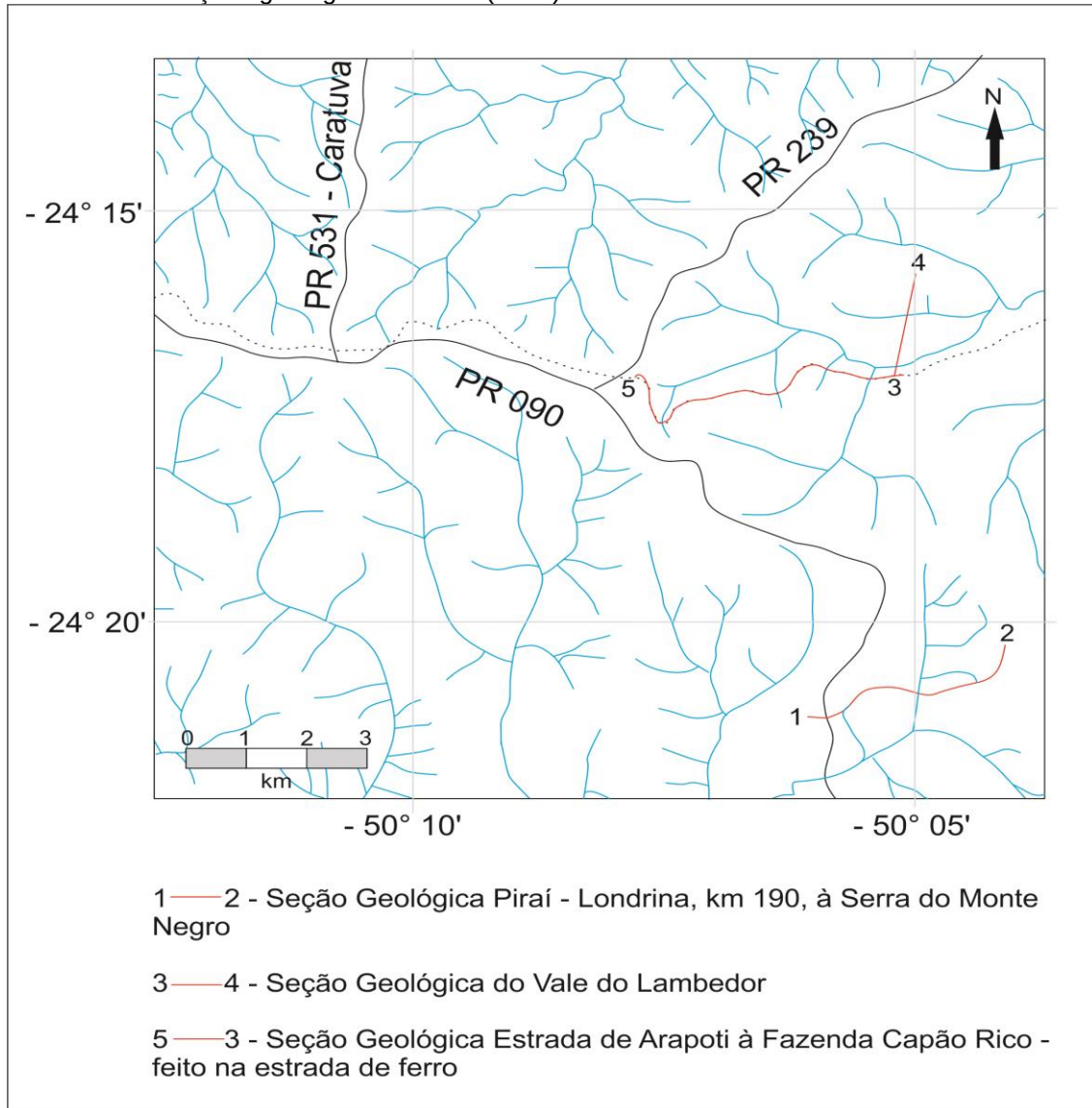
- c) Seção geológica do Vale do Lambedor, embora receba esta denominação pelo autor, esta seção não localiza-se exatamente no vale do arroio Lambedor, e sim, em uma área mais a leste, nas dependências da atual Fazenda Mutuca. Sobre o perfil descrito por Petri (1948) na altura do km 198 da atual PR 239, sentido Arapoti, Petri (1948, p.36) escreve:

Do Km 198 da estrada do Cerne, sai a rodovia que vai para Arapoti, sobre arenito pertencente à série Itararé. À medida que se desce, nesta rodovia, para o Rio das Cinzas, aparecem sucessivamente folhelho devoniano e arenito das Furnas, já próximo ao Rio da Cinzas. Por esta rodovia, próximo à estrada do Cerne, cruza a estrada de ferro em construção para Monte Alegre. Esta estrada tem um rumo geral para NW, margeando a “Serra” do Monte Negro, do lado oposto à estrada Pirai-Londrina. Os seus cortes frescos dão ótimas exposições.

Mesmo com muitos esforços em campo, não foi possível identificar nenhuma destas áreas descritas pelo autor como pertencentes aos folhelhos devonianos. Já os arenitos Furnas e Itararé são facilmente identificáveis durante todo o trajeto. É somente nas proximidades do município de Arapoti que voltam a ocorrer afloramentos compostos por rochas da Formação Ponta Grossa (*sensu* Granh et.al. 2013).

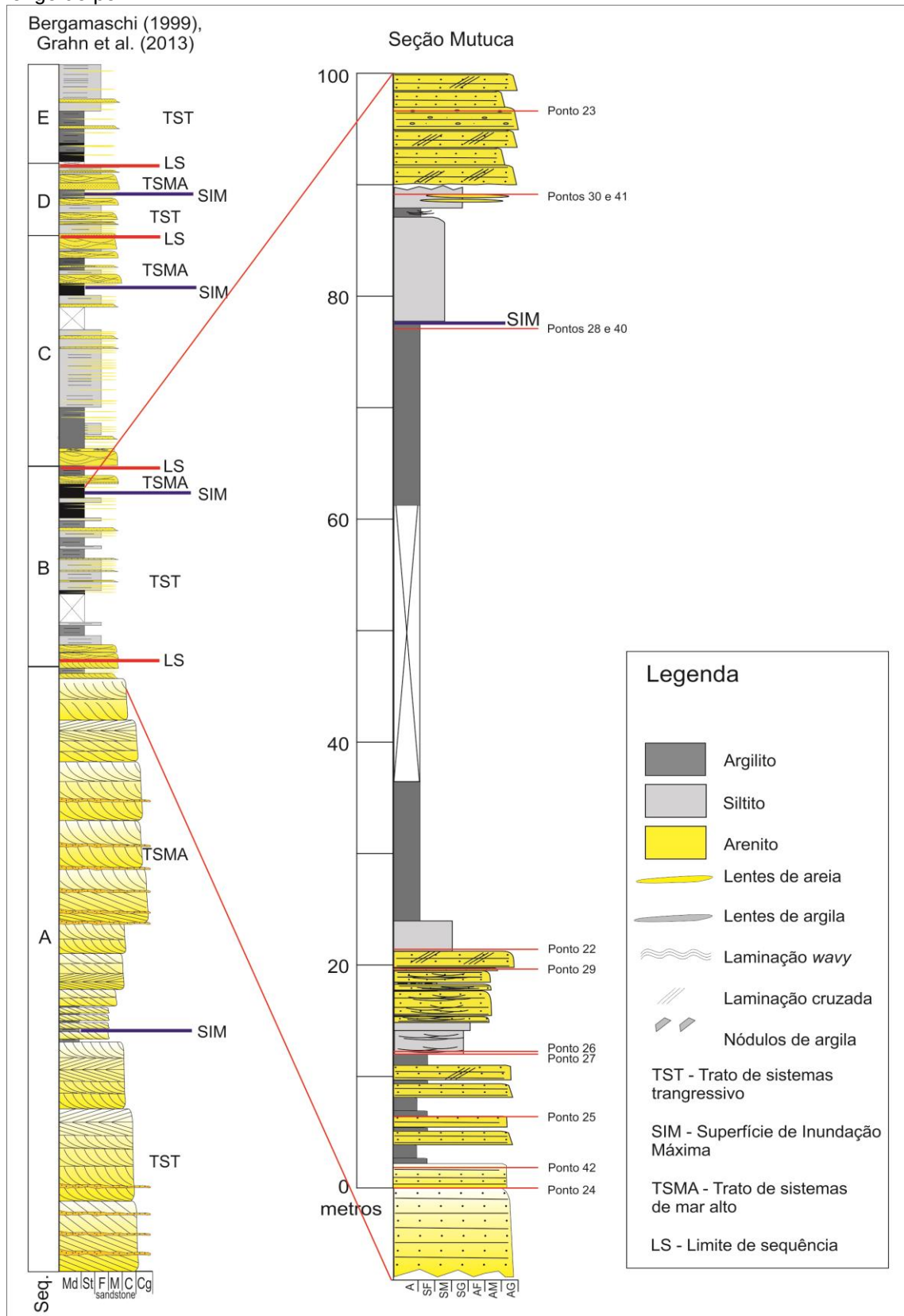
Após a análise das informações advindas da bibliografia, dos dados obtidos nos trabalhos de campo e das análises palinológicas e identificar as semelhanças das descrições do conteúdo fossilífero e das características litológicas descritas para os depósitos, é possível correlacionar com bastante segurança os afloramentos identificados na Seção Mutuca e o Ponto 22 (Rio Guaricanga) àqueles descritos por Petri (1948) e revisitados por Melo (1985). Estando, portanto, a base desta seção inserida na base da Formação Ponta Grossa (LANGE e PETRI, 1967), Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013) e no meio do trato de sistemas transgressivo da Sequência Siluro-devoniano (SEDORKO, et al., 2018). Na figura 52 é possível observar o posicionamento de cada um dos pontos descritos nesta região empilhados e correlacionados com a Seção Mutuca e também a correlação desta seção com arcabouço estratigráfico Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2013).

FIGURA 51 – Seções geológicas de Petri (1948)



Fonte: Adaptado de Petri (1948) e Melo (1985). O ponto 1 seção 1 - 2 corresponde ao afloramento Rio Guaricanga. As seções 3 - 4 e 5 - 3 correspondem à Seção Mutuca com todos os seus afloramentos empilhados em um único perfil, iniciando na Formação Furnas, próximo ao riacho (ponto 4) e culminando em aproximadamente 100 metros de espessura, no ponto 5 em contato discordante e erosivo com arenitos grossos, possivelmente do Grupo Itararé.

FIGURA 52 – Correlação litoestratigráfica da Seção Mutuca e distribuição do pontos de afloramentos ao longo do perfil



Fonte: Adaptado de Sedorko et al. (2018), Grahn et al. (2013) e Bergamaschi (1999).

Com exceção do Ponto 21 que apresenta apenas arenitos da Formação Furnas, encobertos por arenitos do Grupo Itararé, todos os outros pontos (1, 2, 3 e Seção CEEP) são compostos na base por intercalações de siltitos, argilitos e arenitos com estratificações cruzadas, características típicas descritas para os momentos iniciais do Devoniano por Petri (1948) na seção tipo em Jaguariaíva, interpretado por este autor como sendo as “camadas de transição”, por Bergamaschi (1999) em afloramentos da região de Tibagi e Jaguariaíva e por Grahn et al. (2010 e 2013) para afloramentos das regiões de Ponta Grossa e Tibagi, interpretado como sendo a base da Formação. O Ponto 1 foi datado por conteúdo palinológico e posicionado estratigraficamente na base da Formação Ponta Grossa (GRAHN et al., 2013), Sequência B de Bergamaschi (1999), e possui proximidade geográfica (aproximadamente 150 metros) com o topo dos arenitos da Formação Furnas.

Dos 42 afloramentos descritos neste trabalho, 33 deles são passíveis de correlação de acordo com os critérios estabelecidos (figura 53). O quadro 11 evidencia esta correlação e o posicionamento estratigráfico dentro dos propostos por Lange e Petri (1967), Bergamaschi (1999), Grahn et al. (2013) e Sedorko et al. (2018).

QUADRO 11 – Correlação dos afloramentos estudados com os arcabouços estratigráficos propostos para o Devoniano

Ponto	Município	Lange e Petri (1967)	Bergamaschi (1999) e Grahn et al. (2013)	Sedorko et al. (2018)
1	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
2	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
3	Arapoti	Formação Furnas	Sequência A	Sequência Siluro-Devoniano
4	Arapoti	-----	-----	-----
5	Arapoti	-----	-----	-----
6	Arapoti	-----	-----	-----
7	Arapoti	Formação Furnas	Sequência A	Sequência Siluro-Devoniano
8	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
9	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
10	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano

(Continua)

(Continuação)

11	Arapoti	-----	-----	-----
12	Arapoti	-----	-----	-----
13	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
14	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
15	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
16	Arapoti	-----	-----	-----
17	Arapoti	-----	-----	-----
18	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
19	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
20	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
21	Arapoti	Formação Furnas/Grupo Itararé	Sequência A/Gurpo Itararé	Sequência Siluro-Devoniano/Sequência a Gondwana I
22	Piraí do Sul	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
23	Arapoti	-----	-----	-----
24	Piraí do Sul	Formação Furnas	Sequência A	Sequência Siluro-Devoniano
25	Arapoti	Formação Furnas	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
26	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
27	Piraí do Sul	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
28	Piraí do Sul	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
29	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
30	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
31	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano

(Continua)

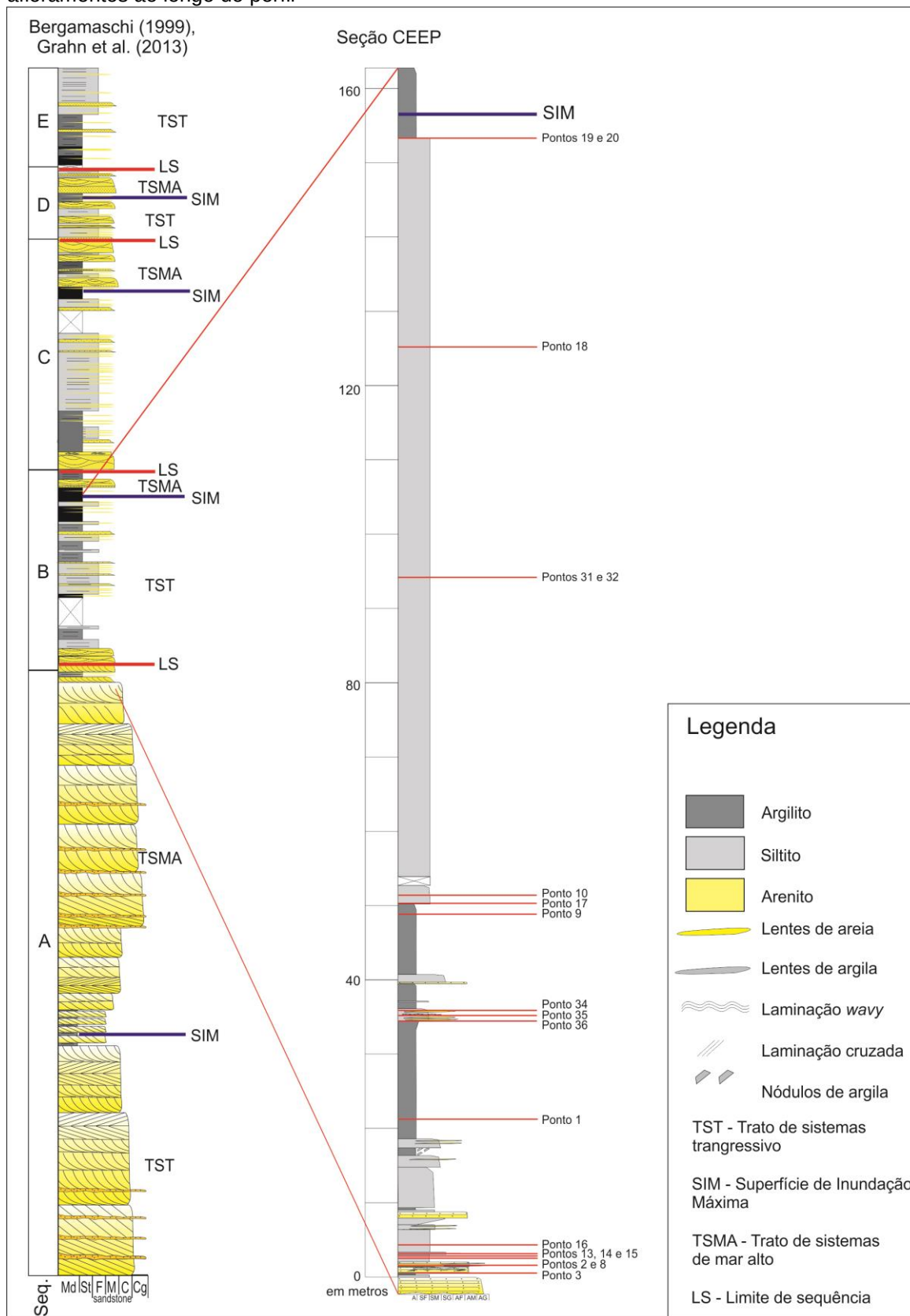
(Continuação)

32	Jaguariaíva	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
33	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
34	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
35	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
36	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
37	Arapoti	Formação Furnas	Sequência A	Sequência Siluro-Devoniano
38	Arapoti	Formação Furnas	Sequência A	Sequência Siluro-Devoniano
39	Arapoti	-----	-----	-----
40	Arapoti	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
41	Piraí do Sul	Formação Ponta Grossa – Membro Jaguariaíva	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano
42	Piraí do Sul	Formação Furnas	Sequência B	Sequência Siluro-Devoniano

Fonte: O autor.

As nove áreas restantes não puderam ser correlacionadas por não apresentarem condições para a obtenção das informações necessárias, em algumas delas o avançado estado de deterioração intempérica não permitiu a identificação de fósseis e/ou estruturas sedimentares, em outras a exposição de rocha era pequena e descontínua, impossibilitando o levantamento de um perfil mais completo. As análises palinológicas para estes afloramentos também foram inconclusivas.

FIGURA 53 - Correlação litoestratigráfica da Seção Mutuca e distribuição do pontos de afloramentos ao longo do perfil



Fonte: Adaptado de Sedorko et al. (2018), Grahn et al. (2013) e Bergamaschi (1999).

10 CONCLUSÕES

As duas regiões de afloramentos estudadas neste trabalho e aqui denominadas Região Arapoti-Mutuca e Região Arapoti-CEEP apresentam expressivos depósitos fossilíferos que compreendem quase que a totalidade da Formação Ponta Grossa, Sequência B (GRAHN et al., 2013). Em ambas foi realizado um trabalho de descrição das propriedades litológicas e sedimentológicas, elaborado perfil litológico, coleta de material fossilífero com controle estratigráfico e integração e interpretação de todas estas informações com o objetivo de reconstrução paleoambiental e posicionamento estratigráfico.

Para a região Arapoti-Mutuca foram identificadas 3 litofácies e 3 tafofácies que evidenciam os diferentes processos sedimentares que originaram os depósitos desta seção de afloramentos. Fica evidente que quanto maior for a energia do processo, maior é a influencia de fatores que possibilitam a perda de fidedignidade da biocenose, de modo que as tafofácies que apresentam maiores graus de desarticulação, fragmentação e transporte ocorrem associadas às litofácies de maior granulometria (ambientes mais proximais) e com estruturas sedimentares que evidenciam maior energia do meio.

Em contrapartida, os depósitos que apresentam altos graus de articulação e fósseis perpendiculares ou oblíquos em relação ao plano de acamamento evidenciam deposição em ambientes mais distais, tendo sofrido pouco ou nenhum transporte, onde a energia do meio tende a sofrer perturbações apenas durante eventos episódicos, predominando processos de decantação, geralmente menos destrutivos.

O posicionamento estratigráfico dos afloramentos desta região foi possível devido à correlação realizada com afloramentos da Seção Lamberdor, dos perfis acessórios elaborados por Petri (1948) e às análises palinológicas realizadas para este trabalho, que conferiram ao Ponto 22, afloramento Rio Guaricanga, a idade Neopraguiano – Eoemsiano.

Na região Arapoti-CEEP foram identificados 29 afloramentos, deste total 21 puderam ser correlacionados a partir das suas propriedades litológicas e da datação positiva para o afloramento Ponto 1, que posicionou estas camadas no Neopraguiano - Eoemsiano. Nesta seção de afloramentos foi possível definir quatro diferentes litofácies que evidenciam processos sedimentares de deposição em ambientes que

vão do *shoreface* ao *offshore*. As tafofácies identificadas demonstram que os depósitos fossilíferos ocorrem de três diferentes formas, cujas propriedades tafonômicas correlacionadas às litofácies possibilitaram a reconstrução paleoambiental. Desta forma, conclui-se que a tafofácies 1 ocorre associada à litofácies Swr, que está relacionada a ambientes e processos mais energéticos e proximais, a tafofácies 2 está associada à litofácies Sl cujos processos sedimentares envolvem a decantação de sedimentos por vezes interrompida por fluxos de tempestade e a tafofácies 3, associada à litofácies Md que demonstra a decantação de sedimentos abaixo do nível de base de ondas de tempestade.

De forma geral, conclui-se que ambas as seções apresentam as propriedades litológicas, sedimentológicas e tafonômicas que caracterizam o trato de sistema transgressivo de 3ª ordem representado pela Sequência B (BERGAMASCHI, 1999; GRAHN et al., 2013), e, portanto, podem ser correlacionadas ao arcabouço estratigráfico de sequências.

Considera-se que este trabalho tenha alcançado o seu objetivo de contribuir para o avanço do conhecimento sobre o Devoniano paranaense trazendo à luz duas inéditas seções de afloramentos (Seção CEEP e afloramentos da Região Arapoti-CEEP e Seção Mutuca) e reavaliando as áreas descritas por Petri (1948) com enfoque na tafonomia e na estratigrafia.

Faz-se necessário também o registro, durante a última incursão a campo para este trabalho, de novos afloramentos descobertos ao sul da região de Lamberdor. Trata-se de uma nova seção com mais de 70 metros de espessura com grande potencial para estudos paleontológicos e estratigráficos e cuja futura correlação com as seções Lamberdor e Mutuca complementará o conhecimento sobre o Devoniano da Região de Arapoti e do Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSINE, M.L. **Aspectos da estratigrafia das seqüênciaspré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**: 1-206. Doutorado (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ASSINE, M. L.. O ciclo Devoniano na Bacia do Paraná e correlações com outras bacias Gondwânicas. **Ciência-Técnica-Petróleo**, seção: Exploração de Petróleo. Rio de Janeiro, 20: 55-62, 2001.

BERGAMASCHI, Sérgio. **Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formações Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil**. 1999. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

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

BIGARELLA, J. J.; MARQUES FILHO, P. L.; Considerações sobre a formação Furnas. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba, 4/5: 53-70, nov. 1961.

BOLZON, R. T.; AZEVEDO, Inês; ASSINE, M. L.. Sítio Jaguariaíva, PR, SIGEP - 65.. In: CARLOS SCHOBENHAUS; DIOGENES DE ALMEIDA CAMPOS; EMANUEL TEIXEIRA DE QUEIROZ; MANFREDO WINGE; MYLÈNE LUÍZA CUNHA BERBERT-BORN. (Org.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002, p. 33-37.

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. Interpretação paleoambiental na sequencia basal da formação Ponta Grossa (Devoniano) do município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Terr@Plural** (UEPG. Impresso), v. 3, p. 137-156, 2009.

Bosetti, Elvio Pinto; Grahn, Yngve; Horodyski, Rodrigo Scalise; Mendlowicz Mauller, Paula ; Breuer, Pierre ; Zabini, Carolina . An earliest Givetian Lilliput Effect in the Paraná Basin, and the collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. **Palaeontologische Zeitschrift**, p. xxx-xxx, 2010.

BOSETTI, E.P., GRAHN, C.Y., Horodyski, R.S., MENDLOWICZ-MAULLER, P., 2012. The first recorded decline of the Malvinokaffric Devonian fauna in the Paraná Basin (southern Brazil) and its cause: taphonomic and fossil evidences. **J. S. Am. Earth Sci.** 37, 228 e 241.

BOSETTI, Elvio Pinto; NETTO, Renata Guimarães; TOGNOLI, Francisco Manoel Wohnrath. ANÁLISE ICNOLÓGICA E TAFONÔMICA BÁSICA DO AFLORAMENTO ITÁITYBA (EOGIVETIANO), ESTADO DO PARANÁ, BRASIL. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOINVERTEBRADOS, 2., 2014, Ponta Grossa. **Boletim de Resumos**. Ponta Grossa: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2014. v. 1, p. 108 - 108.

BOSETTI. E., P.; HORODYSKI, R. S.; COMNISKEY, J. C.. PRESERVAÇÃO EXCEPCIONAL DE VESTIMENTIFERA NA FORMAÇÃO SÃO DOMINGOS DA BACIA DO PARANÁ: CONSIDERAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS, TAFONÔMICAS E PALEOAMBIENTAIS. In: IX Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, 2015, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2015.

BOSETTI, Elvio Pinto; COMNISKEY, J. C.; MYSZYNSKI JUNIOR, L. J.; GHILARDI, R. P.. PRIMEIRO RELATO DE CORNULITES sp. NAS CAMADAS DEVONIANAS DA SUB-BACIA APUCARANA, PARANÁ, BRASIL. In: XXVIII Reunião da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2016, União da Vitória. **Caderno de Resumos**. União da Vitória: Unespar, 2016. v. 1. p. 21-21.

BOSETTI, E.P.; BORGHI, L.; SEDORKO, D.; MYSZYNSKI JR. FÓSSEIS E ICNOFÓSSEIS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA (DEVONIANO) NA REGIÃO DE ARAPOTI (PR). In: XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2017, Ribeirão Preto. **Paleontologia em Destaque: boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, 2017. v. 1. p. 50-50.

BRETT, C. E. e BAIRD, G. C. Comparative taphonomy a key for paleoenvironmental reconstruction. **Palaios** 1: 207-227, 1986.

CIGUEL, J. H. G. 1989. **Bioestratigrafia dos Tentaculitoidea no Flanco Oriental da Bacia do Paraná e sua Ocorrência na América do Sul (Ordoviciano-Devoniano)**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 237p. v.1 e 2.

CLARKE, J.M. Fósseis devonianos do Paraná. In: **Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, 1:353, 1913.

Copper, P., 1977. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famennian mass extinction. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.21, p.165-207.

COMNISKEY, Jeanninny Carla; GHILARDI, Renato Pirani; BOSETTI, Elvio Pinto. Conhecimento atual sobre os tentaculitoideos devonianos das bacias do Amazonas e Parnaíba, Brasil, depositados em instituições brasileiras. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Belém, p.49-61, abr. 2015.

COMNISKEY, Jeanninny Carla; BOSETTI, Elvio Pinto; HORODYSKI, Rodrigo Scalise. Taphonomic aspects and the Lilliput Effect on Devonian discinoids of the Paraná Basin, Apucarana Sub-basin, Brazil. **Gaea**. São Leopoldo, p. 55-64. jun. 2016.

CROSS, T.A. e HOMEWOOD, P.W. (1997) - Amans Gressly's role in founding modern stratigraphy. **Geological Society of America Bulletin**, 109(12), 1617-1630.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. E SILVA, L. C. DA. DEVONIAN PALINOLOGY AND BIOESTRATIGRAPHY OF THE PARANÁ BASIN. **BOLETIM PARANAENSE DE GEOCIÊNCIAS**. CURITIBA, 21/22: 99-132, ET. 1-7, TAB. 1. (IN: BIGARELLA, J. J. PROBLEMS IN BRAZILIAN DEVONIAN GEOLOGY) 1967.

DERBY, Orville Adelbert. Geologia da Província diamantífera de Província do Paraná no Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, n. 3, 1878, p. 89-96.

R. H. DOTT, JOANNE BOURGEOIS; Hummocky stratification: Significance of its variable bedding sequences. **GSA Bulletin**; 93 (8): 663–680. doi: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1982\)93<663:HSSOIV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1982)93<663:HSSOIV>2.0.CO;2)

EYLES, N., Eyles, C. H., and Miall, A. D., 1983. Lithofacies types and vertical profile models: an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict sequences: **Sedimentology**. V. 30, p. 393-410.

FERREIRA, T. R. ; MYSZYNSKI JUNIOR, L. J. ; Jeanninny ; ALMEIDA, B.; BOSETTI, Elvio Pinto . TAXONOMIA E TAFONOMIA BÁSICA DOS FÓSSEIS DO AFLORAMENTO CEEP, ARAPOTI, PR, BRASIL. In: XXVI Encontro Anual de Iniciação Científica, 2017, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: UEPG, 2017.

GAUGRIS, Kariny de Amorim; GRAHN, Yngve. New chitinozoan species from the Devonian of the Paraná Basin, south Brazil, and their biostratigraphic significance. **Ameghiniana**, Buenos Aires, v. 2, n. 43, p.293-310, jun. 2006.

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) – Instituto de Geociências

GHILARDI, R.P.; SCHEFFLER, S.M.; HORODYSKI, R.S. e BOSETTI, E.P. 2011. Ocorrência de macroinvertebrados pós-evento Kačák: Considerações prévias sobre paleobiogeografia do Eogivetiano da Bacia do Paraná. **Paleontologia em Destaque**, 65:30.

GRAHN, Yngve. Revision of Silurian and Devonian strata of Brazil. **Palinology**. 16: 35-61, 1992.

GRAHN, Yngve., 1997. **Chtinzoan Biostratigraphy in the Devonian outcrop belt of the east part of the Paraná Basin, Brazil.** Rio de Janeiro. Relatório interno, Faculdade de Geologia da UERJ. (inédito)

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, Yngve 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. **Revista Brasileira de Paleontologia**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.89-102, 28 ago. 2010. Sociedade Brasileira de Paleontologia. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2010.2.02>.

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, 2013.

GRAHN, Yngve; HORODYSKI, Rodrigo Scalise; BOSETTI, Elvio Pinto. Observações sobre as idades dos fósseis descritos por John Mason Clarke, em 1913. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 7, p.17-24, 2013. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). <http://dx.doi.org/10.5212/terraplural.v.7iespecial.0002>.

HOLZ, Michel. **Estratigrafia de Sequências: Histórico, Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 259 p.

HORODYSKI, Rodrigo Scalise. **ANÁLISE TAFONÔMICA, BIOESTRATIGRÁFICA E PALEOAMBIENTAL DOS INVERTEBRADOS MARINHOS DA REGIÃO DE TIBAGI-PR (DEVONIANO INFERIOR E MÉDIO DA BACIA DO PARANÁ)**. 2014. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

HORODYSKI, Rodrigo Scalise; NETTO, Renata Guimarães; BOSETTI, Elvio Pinto. Lingulichnus and in situ lingulid assemblage from a Middle Devonian transgressive systems tract in Paraná Basin, Brazil. In: SLIC - SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE ICNOLOGIA, 3., 2015, Sacramento. **Anais**. Sacramento: Slic, 2015. v. 1, p. 51 - 51.

HORODYSKI, Rodrigo Scalise et al (Org.). Tafofácies e a tafonomia estratigráfica em ambientes marinhos rasos. In: HORODYSK, Rodrigo Scalise; ERTHAL, Fernando (Org.). **Tafonomia: Métodos, Processos e Aplicações**. Curitiba: Crv, 2017. p. 143-173.

Isaacson, P.E. e Sablock, P.E. 1990. Devonian paleogeography and palaeobiogeography of the Central andes. **Memoir Geological Society of London**, 12:431–435. doi:10.1144/GSL.MEM.1990.012.01.40

KIDWELL, S. M. e BOSENCE, D. W. J. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: P. A. Alisson e D. E. G. Briggs (eds.) **Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record**. Plenum Press, pp.: 115-209, 1991.

Kidwell S.M., Behrensmeyer A.K. 1993. Introduction. In: S.M. Kidwell e A.K. Behrensmeyer (eds.) **Taphonomic approaches to time resolution in fossil**

assemblages, Knoxville, **Paleontological Society**, p. 1-8 (Short Courses in Paleontology 6).

Kowalewski M. 1996. Time-averaging, overcompleteness, and the geological record. **J. Geol.**, 104:317-326.

LANGE, Frederico Waldemar. **Paleontologia do Paraná**. Comissão de Comemoração do Centenário do Paraná: Curitiba, 1954, p. 1-210.

LANGE, Frederico Waldemar e PETRI, Setembrino. The Devonian of the Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 21/22, 1967, p. 5-55.

LEME, J. M.; RODRIGUES, S.; ITEN, H. V.; SIMOES, M.. Internal thecal structures of conulariids: examples from the Ponta Grossa Formation (?Lochkovian-Frasnian), Paraná Basin, Brazil.. In: Paleo-2002, 2002, São Paulo. **Paleontologia em Destaque**, 2002. v. 40. p. 30-31.

MAACK, R. Notas preliminares sobre uma nova estratigrafia do Devoniano do Estado do Paraná. In: **Congresso Panamericano de Engenharia de Minas e Geologia**, 2, Rio de Janeiro, 1946b.

MAACK, Reinhard. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e de Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.63-154, nov. 1947.

MATSUMURA, W.M.K., IANNUZZI, R., BOSETTI, E.P., Middle Devonian herbaceous Lycopsid Haplostigma from the Paraná Basin, Brazil: Taxonomy, Biostratigraphy and phytogeography, **Geobios** (2015) <http://dx.doi.org/10.1016/j.geobios.2015.07.001>

MELO, José Henrique. **A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil**. 1985. 890 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.

MELO, José Henrique Gonçalves de e LOBOZIAK, Stanislas. Devonian – Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, n. 124, 2003, p. 131-202.

Melo, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. In: McMillan, N.J.; Embry, A.F. e Glass, D.J. (eds.) **Devonian of the World, Calgary, Canadian Society of Petroleum Geologists Memoires**, p. 669–703 (Memoir 14).

Mendlowicz Mauller P, Grahn Y, Machado Cardoso TR (2009) Palynostratigraphy from the Lower Devonian of the Paraná Basin, south Brazil, and a revision of contemporary chitinozoan biozones from western Gondwana. **Stratigraphy** 6:313–332.

MIALL, A. D. (1996). The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology. xvi 582 pp. **Geological Magazine**, 134(3), 409-421.

MIALL, A. D. (1977). A Review of the braided river depositional environment. **Earth Sci. Rev.** 13:1-62.

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.

MYSZYNSKI JUNIOR, Lucinei José. **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**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2012.

MYSZYNSKI JUNIOR, L. J.; BOSETTI, Elvio Pinto. DESCRIÇÃO PRELIMINAR DO AFLORAMENTO RIO GUARICANGA, BACIA DO PARANÁ, PIRAÍ DO SUL, PARANÁ, BRASIL. In: XVIII Paleo PR/SC 2016, 2016 União da Vitória. **Caderno de Resumos**, 2016. p. 20-20.

MYSZYNSKI JR. L. J.; SEDORKO, D.; BOSETTI, E.P.. TAFOFÁCIES COMO FERRAMENTA AUXILIAR NA CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL PARA O DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ (ARAPOTI). In: XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2017, Ribeirão Preto. **Paleontologia em Destaque: boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia.**, 2017. v. 1. p. 213-213.

NETTO, RENATA G.; TOGNOLI, FRANCISCO M.W.; ASSINE, MÁRIO L.; NARA, MASAKAZU. Crowded Rosselia ichnofabric in the Early Devonian of Brazil: An example of strategic behavior. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 395, p. 107-113, 2014.

NG, Christiano. **Faciologia, considerações bioestratigráficas e paleoambientais da Formação Ponta Grossa flanco leste da Sub-bacia de Apucarana, Devoniano da Bacia do Paraná.** 2013. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

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

Parsons, K. M., Brett, C. E., 1991. Taphonomic process and biases in modern environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation. The process of fossilization. **Columbia University Press**, New York, p. 22-65.

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

PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DAS REGIÕES DE JAGUARIAÍVA E LAMBEDOR, PARANÁ. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.33-48, 1966.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSPP, 1988

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.

Reineck, H.E. 1963: Sedimentgefüge im Bereich der südlichen Nordsee. *Abhandlungen der Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft* 505, 1–138.

RITTER, M. N.; ERTHAL, F.. ZONA TAFONOMICAMENTE ATIVA EM AMBIENTE ESTUARINO-LAGUNAR COM BASE EM MOLUSCOS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. In: Carvalho, I.S.; Srivastava, N.K.; Strohschen Jr., O.; Lana, C.C.. (Org.). **Paleontologia: Cenários de Vida**. 1ed.Rio de Janeiro: Interciência, 2011, v. 4, p. 353-364.

Ritter, M. N.; Erthal, F. 2016. *Time-averaging* e suas implicações para o registro fóssil marinho. *Terrae Didática*, **12**(2):81-103.

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., SIMÕES, M. G., 2010. Taphonomy of *Bouvhardia rósea* (Rinchonelliformea, Brachipoda) shells from Ubatuba Bay, Brazil: implications for the use of taphonomic signatures in (paleo) environmental analysis. **Ameqhiana**, 47(3): 373-386.

SEDORKO, DANIEL; HORODYSKI, R.S.; BOSETTI, E.P.; NETTO, R.G.. Potenciais de preservação: relações da zona tafonomicamente ativa com o índice de bioturbação. In: II Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, 2014, Ponta Grossa. **Paleontologia em Destaque**, 2014. v. 1. p. 137-137.

SEDORKO, DANIEL; NETTO, R.G. ; BOSETTI, E.P.. 'Janela de Colonização' em depósitos de transição ao offshore no Emsiano da Bacia do Paraná. In: II Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, 2014, Ponta Grossa. **Paleontologia em Destaque**, 2014. v. 1. p. 94-100.

SEDORKO, Daniel. **ICNOLOGIA E TAFONOMIA DOS DEPÓSITOS EMSIANOS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA AFLORANTES NA REGIÃO DE TIBAGI E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão do Território, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

SEDORKO, Daniel; NETTO, Renata Guimarães; BOSETTI, Elvio Pinto. Integration of Ichnology and Taphonomy: an exemplo from Devonian of the Paraná Basin (southern Brazil). In: SLIC - SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE ICNOLOGIA, 3, 2015, Sacramento. **Anais**. Sacramento: Slic, 2015. v. 1, p. 71 - 71.

SEDORKO, Daniel; NETTO, Renata G.; SAVRDA, Charles E.. Ichnology applied to sequence stratigraphic analysis of Siluro-Devonian mud-dominated shelf deposits, Paraná Basin, Brazil. **Journal Of South American Earth Sciences**, [s.l.], v. 83, p.81-95, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2018.02.008>.

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

SIMÕES, M. G.; SALES, A. M. F.; GHILARDI, R. P.; HOLZ, M.; RODRIGUES, S. C.; LEME, J. P.; Assinaturas tafonômicas como marcadoras de limites de parassequências em *offshore settings*: Um exemplo do Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil. Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa/PB. **Anais de Congresso**, 2002.

SOARES, Sabrina Pereira; SIMÕES, Marcello Guimarães; Leme, J.M. . Could taphonomy and weathering modify the interpretation of the diversity of a given trilobite

fauna? Examples from the Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil. In: XX Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2007, Armação dos Búzios. **Anais de Resumos do XX Congresso Brasileiro de Paleontologia**, 2007. p. 01-307

SOMMER, F. W., 1954: Contribuição à pelitografia do Paraná. – *in* Lange, 1954, p. 175-194, pl. 15-20.

SPEYER, S. E. e BRETT, C. E.. Trilobite taphonomy and middle devonian taphofacies. **Palaaios**1: 312-327, 1986.

SPEYER, S. E. e BRETT, C. E.. Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Paleozoic examples. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 63:222-262, 1988.

TAVARES, I. S.; BOSETTI, Elvio Pinto; Jeanninny; MYSZYNSKI JUNIOR, L. J. ; ALMEIDA, B. ; FERREIRA, T. R. . IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA E ANÁLISE TAFONÔMICA BÁSICA DOS FÓSSEIS DO AFLORAMENTO RIO GUARICANGA, FORMAÇÃO PONTA GROSSA (EO-DEVONIANO) (PR).. In: XIX Paleo PR/SC, 2017, Chapecó. **Anais**, 2017.

Zalán, P. V., Wolff, S., Conceição, J. C. de J., Vieira, I. S., Astolfi, M. A. M., Appi, V. T., and Zanotto, O. A., 1987. A divisão tripartite do Siluriano da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v.17, p.242-252.

ANEXOS

ANEXO 1 - LISTA DE FÓSSEIS DAS SEÇÃO CEEP

NÚMERO	TÁXON	SEÇÃO	LOCALIDADE
11.111	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.113	<i>Tentaculites</i> sp.; Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.114	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.117	Strophomenata	CEEP	Arapoti
11120 A/B	Bivalve?	CEEP	Arapoti
11.121	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.123	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.126	Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.127	<i>Australostrophia mesembria</i>	CEEP	Arapoti
11128 A/B	Bivalve ?	CEEP	Arapoti
11.131	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.132	2 <i>Schuchertella</i> sp.; 3 <i>Australocoelia</i> sp.; 7 Frag. rhynchonellata; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.133	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.134	8 <i>Australocoelia</i> sp.; 2 <i>Derbyina</i> sp.; Strophomenata; Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.135	<i>Notiochonetes</i> sp.; Strophomenata; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; Frag. rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.136	4 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Derbyina whitiorium</i> ; 8 <i>Australocoelia</i> sp.; 3 rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.137	Frag. <i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.138	<i>Notiochonetes</i> sp.; 3 <i>Australocoelia</i> sp.; Não identificado	CEEP	Arapoti
11.139	<i>Tentaculites</i> sp.; 2 <i>Australocoelia</i> sp.; 2 Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11140 A/B	Lingulídeo infaunal; 2 <i>Derbyina</i> sp.; 2 <i>Australocoelia</i> sp.; Strophomenata; Bivalve?	CEEP	Arapoti
11190 A/B	Bivalve	CEEP	Arapoti
11191 A/B	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.192	Tórax trilobita	CEEP	Arapoti
11.193	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.194	Trilobita Homalonotidae	CEEP	Arapoti
11.195	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.198	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.200	3 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.201	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.202	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.204	<i>Tentaculites</i> sp.; Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.206	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.208	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.214	<i>Tentaculites</i> ; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.215	Frag. braquiópoda (costelas)	CEEP	Arapoti
11.216	Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.217	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.220	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.222	Frag. vegetal	CEEP	Arapoti
11.223	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.226	<i>Frag. Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.227	2 <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.230	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.232	<i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.233	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.234	<i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.235	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Frag. Derbyina</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.237	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.238	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.239	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.240	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.241	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.243	<i>Strophomenata</i> ; <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.244	<i>Derbyina whitiorum</i>	CEEP	Arapoti
11.245	2 <i>Strophomenata</i> ; <i>Schuchertella</i> sp.; 3 <i>Australocoelia</i> sp.; 2 <i>Frag. Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.246	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.247	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11250 A/B	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.251	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.252	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.253	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.254	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.255	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp	CEEP	Arapoti
11.256	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.257	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.258	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.259	2 <i>Notiochonetes</i> sp.; <i>Frag. Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.261	<i>Strophomenata</i> ; <i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.262	2 <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.263	<i>Tentaculites</i> sp.; Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.264	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.265	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.266	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.269	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.270	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.271	Srophomenata	CEEP	Arapoti
11.272	<i>Australocoelia</i> sp.; Srophomenata	CEEP	Arapoti
11.273	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.274	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.275	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.276	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.278	Srophomenata; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.279	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.280	3 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.281	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.282	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.283	Não identificado	CEEP	Arapoti
11284 A/B	7 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia flabellites</i> ; 2 <i>Schuchertella</i> sp.; 3 Srophomenata; <i>Australocoelia</i> sp.; 4 <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.285	Frag. braquiópoda	CEEP	Arapoti
11.286	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.287	<i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.288	<i>Australostrophia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.289	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11290 A/B	2 <i>Tentaculites</i> sp.; Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.291	Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.292	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.293	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.294	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.295	2 Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.296	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.297	<i>Serpulites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.298	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.299	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.300	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.301	Frag. braquiópoda	CEEP	Arapoti
11.302	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11303 A/B	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.304	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.305	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.306	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.307	Tórax trilobita	CEEP	Arapoti
11.308	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.310	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.311	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Nuculites</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.312	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11313 A/B	Frag. rhynchonellata; Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11314 A/B	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.315	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.316	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11317 A/B	Tórax trilobita	CEEP	Arapoti
11.318	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.319	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.320	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11322 A/B	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.323	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.324	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.325	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.326	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.328	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.329	Bivalve?	CEEP	Arapoti
11.334	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.336	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.337	6 <i>Tentaculites</i> sp.; pigídio; 2 não identificado	CEEP	Arapoti
11.338	3 <i>Tentaculites</i> sp; Frag. <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; Bivalve?	CEEP	Arapoti
11.341	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11342 A/B	<i>Australocoelia flabelites</i>	CEEP	Arapoti
11.344	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.345	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.346	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.348	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11352 A/B	<i>Derbyina</i> sp.; Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.353	<i>Derbyina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11354 A/B	Ostracoda	CEEP	Arapoti
11.358	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.359	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.361	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11362 A/B	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.363	3 <i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.364	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.367	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.369	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.371	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.373	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.380	Ícnofóssil; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.381	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.382	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.383	<i>Australostrophia mesembria</i>	CEEP	Arapoti
11.384	2 <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.388	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11389A/B	Lingulídeo infaunal; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.390	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.391	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.392	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11393A/B/C	3 <i>Tentaculites</i> sp.; Lingulídeo infaunal; 2 <i>Derbyina</i> sp.; 3 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.394	Bivalve	CEEP	Arapoti
11.397	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.398	<i>Tentaculites</i> sp.; 3 <i>Australocoelia flabellites</i> ; 2 <i>Derbyina</i> sp.; 2 <i>Frag. Australocoelia</i> sp.; <i>Palaeoneilo</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.400	<i>Australocoelia flabellites</i> ; <i>Australostrophia mesembria</i> ; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.401	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	
11.402	2 <i>Derbyina</i> sp., <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.403	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.404	<i>Tentaculites</i> ; <i>Derbyina whitiorum</i>	CEEP	Arapoti
11.405	2 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.409	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.411	Pigídio	CEEP	Arapoti
11.412	Tórax <i>Dalmanites falklandicus</i>	CEEP	Arapoti
11.413	Lingulídeo; Somito trilobita	CEEP	Arapoti
11.414	Ícnofóssil; <i>Derbyina whitiorum</i>	CEEP	Arapoti
11.416	<i>Australocoelia flabellites</i> ; <i>Frag. Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.418	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.420	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11421 A/B	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.422	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.423	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.424	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.425	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.427	<i>Frag. Australocoelia</i> sp.; Tórax?	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.428	Pigídio	CEEP	Arapoti
11.429	<i>Palaeoneilo</i> sp.?; Icnofóssil	CEEP	Arapoti
11.430	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.432	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11434 A/B	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.435	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.436	2 <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.437	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.438	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.439	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.440	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11441 A/B	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.442	<i>Australocoelia</i> sp.; 3 Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.444	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.446	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.447	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.448	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.449	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.451	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.452	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.453	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.454	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.456	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.457	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.459	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.460	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.461	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.463	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.464	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.465	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.466	Pigídio	CEEP	Arapoti
11.467	Tórax trilobita	CEEP	Arapoti
11.468	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.472	<i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.473	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.474	Tórax Homalonotídeo	CEEP	Arapoti
11.478	2 <i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.479	Pigídio	CEEP	Arapoti
11.480	2 <i>Derbyina whitiorum</i> . 2 <i>Derbyina</i> sp.; 3 <i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.483	Crinoidea	CEEP	Arapoti
11.484	<i>Palaeoneilo</i> sp., Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.485	Lingulídeo infaunal infaunal; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.486	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.488	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.489	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.490	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.492	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.493	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; 2 <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.494	<i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.495	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Conularia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.496	<i>Srophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.497	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.498	Lingulídeo infaunal; Frag. <i>rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.499	<i>Srophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.500	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.501	<i>Derbyina</i> sp.; 2 <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.502	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.503	Frag. bivalve?	CEEP	Arapoti
11.504	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.506	Lingulídeo infaunal; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.507	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.508	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.509	Lingulídeo infaunal; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.510	<i>Schuchertella</i> sp.; Lingulídeo infaunal; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.; 3 <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; <i>Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.511	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Srophomenata</i> ; <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.512	Bivalve?; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.513	<i>Conularia</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.514	Bivalve	CEEP	Arapoti
11.515	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.516	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.517	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.518	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.519	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.520	<i>Australospirifer</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.521	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.522	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.523	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.525	<i>Schuchertella</i> sp.; Não identificado	CEEP	Arapoti
11.527	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.528	2 <i>Australocoelia</i> sp.; 2 Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.529	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.530	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.531	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.532	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.533	5 <i>Australocoelia</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.535	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11539 A/B	<i>Derbyina whitiorium</i>	CEEP	Arapoti
11.540	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.541	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.542	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.543	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.544	<i>Australocoelia</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.545	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.546	Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.547	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.549	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.550	2 <i>Australocoelia</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.551	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11552 A/B	<i>Conularia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.553	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.554	2 <i>Australocoelia</i> sp.; Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.555	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.557	<i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.559	Gastrópode	CEEP	Arapoti
11.560	<i>Derbyina whitiorium</i> ; 2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.561	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.562	<i>Schuchertella</i> sp.; Frag. Strophomenata	CEEP	Arapoti
11563 A/B	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.564	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.565	<i>Derbyina</i> sp.; Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.566	13 <i>Australocoelia</i> sp.; 3 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Nuculites</i> sp.; Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.567	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11568 A/B	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; 5 <i>Notiochonetes falklandicus</i> ; <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.569	<i>Australocoelia</i> sp.; 2 <i>Schuchertella</i> sp.; 3 <i>Notiochonetes</i> sp.; 3 Strophomenata; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.570	Strophomenata; <i>Australocoelia flabellites</i> ; 5 <i>Australocoelia</i> sp.; Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.571	<i>Derbyina</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.572	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.573	Lingulídeo infaunal; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.574	<i>Australocoelia</i> sp.; 2 Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.575	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.576	5 <i>Tentaculites</i> sp.; Frag. <i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.578	Frag. <i>Conularia</i> sp	CEEP	Arapoti
11.579	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.580	Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.582	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp; Bivalve	CEEP	Arapoti
11.583	2 <i>Tentaculites</i> sp.; Lingulídeo infaunal; Bivalve?	CEEP	Arapoti
11584 A/B	Strophomenata; Não identificado	CEEP	Arapoti
11.585	4 Strophomenata; 2 <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.587	<i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.588	Rhynchonellata; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Derbyina whitiorum</i> ; 3 <i>Australocoelia flabellites</i>	CEEP	Arapoti
11.589	<i>Notiochonetes</i> sp.; <i>Schuchertella</i> sp.; Frag. Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.590	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.591	<i>Schuchertella</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.; 2 Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.592	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.593	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.594	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.595	<i>Derbyina</i> sp.; Frag. braquiópoda	CEEP	Arapoti
11.596	<i>Tentaculites</i> sp. ; <i>Orbiculoidea</i> sp.;	CEEP	Arapoti
11.597	2 <i>Australocoelia</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.598	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.599	2 <i>Derbyina</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.600	2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.601	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Nuculites reedi</i>	CEEP	Arapoti
11.602	<i>Australocoelia</i> sp.; Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.603	2 <i>Derbyina</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.604	Crinoidea; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.605	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.606	<i>Orbiculoidea</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.607	Strophomenata; Frag. Braquiópoda	CEEP	Arapoti
11.608	<i>Derbyina</i> sp.; <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.609	2 <i>Derbyina</i> sp.; Frag. <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.610	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.; 4 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.611	3 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.612	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11613 A/B	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.614	Ícnofóssil; <i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Notiochonetes falklandicus</i> ; 3 <i>Notiochonetes</i> sp.; 2 <i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.615	2 <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.616	<i>Schuchertella</i> sp.; <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.617	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11618 A/B	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.619	6 <i>Derbyina</i> sp.; 2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.620	<i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.621	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.622	2 <i>Strophomenata</i> ; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.623	<i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.624	Frag. <i>Rhynchonellata</i> ; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.625	<i>Schuchertella</i> sp.; <i>Cornulites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.626	2 <i>Derbyina</i> s; Frag. <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.627	<i>Strophomenata</i> ; <i>Orbiculoidea</i> sp.; 2 <i>Derbyina</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Frag. <i>rhynchonellata</i> ; Não identificado	CEEP	Arapoti
11.628	<i>Zoophycos</i> isp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.629	<i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.630	Frag. <i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.631	11 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.632	<i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11633A/B	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11634 A/B	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11.635	Ícnofóssil; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Frag. <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.636	Frag. <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.637	Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.638	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Bivalve?; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.639	Não identificado; <i>Rhynchonellata</i> ; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.640	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.641	<i>Rhynchonellata</i> ; Frag. <i>Australocoelia</i> sp.; Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.660	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.756	<i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11757 A/B	<i>Derbyina</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.758	Frag. <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.759	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.760	Não identificado	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.761	<i>Tentaculites</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11762 A/B	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11763 A/B	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.764	3 <i>Derbyina</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.765	<i>Tentaculites</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.766	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11767 A/B	Crinoidea?	CEEP	Arapoti
11768 A/B	Ícnofóssil	CEEP	Arapoti
11769 A/B	<i>Orbiculoidea</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.770	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.771	<i>Tentaculites</i>	CEEP	Arapoti
11.772	Bivalve	CEEP	Arapoti
11.773	Strophomenata; <i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11774 A/B	Céfalo trilobita	CEEP	Arapoti
11.775	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11776 A/B	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.777	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. Lingulídeo infaunal	CEEP	Arapoti
11.778	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.779	<i>Tentaculites</i> sp.; 2 Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.780	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.781	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.782	<i>Schuchertella</i> sp.; <i>Tentaculites</i> sp.; Strophomenata	CEEP	Arapoti
11783 A/B	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.784	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11785 A/B	2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.786	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.787	<i>Schuchertella</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.788	8 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.789	Rhynchonellata; <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.790	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.791	Frag. <i>Gigadiscina</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.792	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11793 A/B	2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.794	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.795	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.796	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.797	<i>Tentaculites</i> sp.; Não identificado	CEEP	Arapoti
11798 A/B	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.799	<i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.800	Strophomenata	CEEP	Arapoti
11.801	Não identificado	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.802	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.803	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.804	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11805 A/B	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.; Não identificado	CEEP	Arapoti
11806 A/B	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11807 A/B/C	<i>Tentaculites</i> sp.; <i>Orbiculoidea</i> sp.; Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11808 A/B	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.809	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.811	<i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.812	2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.813	Frag. Rhynchonellata	CEEP	Arapoti
11.814	Frag. braquiopoda	CEEP	Arapoti
11.815	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.816	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.817	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.818	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.819	2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.820	Não identificado	CEEP	Arapoti
11.821	<i>Australospirifer</i> sp.; 2 <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.822	<i>Australospirifer</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.823	<i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.825	<i>Tentaculites</i> sp.; Frag. braquiópoda	CEEP	Arapoti
11.826	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.828	Rhynchonellata; <i>Notiochonetes</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.830	<i>Australocoelia flabellites</i> ; <i>Strophomenata</i> ; 2 <i>Australocoelia</i> sp.; 2 <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.831	3 <i>Tentaculites</i> ; <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Palaeoneilo</i> sp.?	CEEP	Arapoti
11.833	3 <i>Derbyina</i> sp.; <i>Australocoelia</i> sp.; Crinoide	CEEP	Arapoti
11.836	<i>Tentaculites</i> ; <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.837	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.838	2 <i>Tentaculites</i> ; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.839	2 <i>Tentaculites</i> ; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.840	3 <i>Australocoelia</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp. 2 <i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11841A/B	<i>Australospirifer</i> sp.; <i>Derbyina</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.842	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.844	<i>Tentaculites</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.845	2 <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.846	<i>Schuchertella</i> sp.	CEEP	Arapoti
11.847	<i>Australocoelia</i> sp.	CEEP	Arapoti

(Continua)

(Continuação)

11.850	<i>Strophomenata; Derbyina sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.851	3 <i>Tentaculites sp.</i> ; <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.854	5 <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.855	<i>Strophomenata; Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.858	2 <i>Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.860	3 <i>Derbyina sp.</i> ; 2 <i>Notiochonetes sp.</i> ; 6 <i>Strophomenata; Frag. Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11861 A/B/C	<i>Australocoelia sp.</i> ; <i>Frag. Orbiculoidea sp.</i> ; <i>Schuchertella sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.862	<i>Australospirifer sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.864	2 <i>Australocoelia sp.</i> ; 2 <i>Schuchertella sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.865	<i>Zoophycos isp.</i>	CEEP	Arapoti
11.866	<i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11867 A/B	<i>Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.869	2 <i>Strophomenata; Frag. braquiópoda</i>	CEEP	Arapoti
11.870	<i>Australospirifer sp.</i> ; <i>Frag. Orbiculoidea sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.871	<i>Frag. Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.872	<i>Frag. Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.874	<i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.876	<i>Schuchertella sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.877	2 <i>Tentaculites sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.879	<i>Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.881	<i>Frag. Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.882	<i>Schuchertella sp.</i> ; <i>Australocoelia sp.</i> ; <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.884	<i>Tentaculites sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.886	2 <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.888	<i>Australospirifer sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.889	<i>Derbyina sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.890	<i>Australocoelia sp.</i> ; 2 <i>Derbyina sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.891	<i>Tentaculites sp.</i> ; <i>Australocoelia sp.</i> <i>Strophomenata</i>	CEEP	Arapoti
11.892	<i>Strophomenata; Rhynchonellata</i>	CEEP	Arapoti
11.893	<i>Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.894	<i>Notiochonetes sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.898	<i>Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.899	<i>Strophomenata; Derbyina sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.902	2 <i>Strophomenata (charneira); Strophomenata; Frag. braquiópoda (costelas); 3 Australocoelia sp.</i>	CEEP	Arapoti
11912 A/B	<i>Notiochonetes sp.</i> ; <i>Australospirifer sp.</i> ; 3 <i>Strophomenata; Tentaculites sp.</i>	CEEP	Arapoti
11.946	<i>Tentaculites sp.</i>	CEEP	Arapoti

ANEXO 2 - LISTA DE FÓSSEIS AFLORAMENTO RIO GUARICANGA

Número	Táxon	Afloramento	Localidade
MPI 10883	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10884	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10885	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10886	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10887	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10888	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10889	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10890	<i>Australocoelia</i> sp. <i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10891	Amostra sem fóssil	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10892	<i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10893	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10894	Lingulídeo infaunal	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10895	<i>Homalonotus</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10896	Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10897	<i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10898	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10899	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10900	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10901	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10902	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10903	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10904	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10905	<i>Planolites</i> isp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10906	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10907	<i>Planolites</i> isp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10908	2 Fragmentos de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10909	? <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10910	? <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10911	? <i>Australospirifer</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10912	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10913	? <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10914	3 <i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10915	<i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10916	Bulbo de Asterossoma	Guaricanga	Piraí do Sul

(Continua)

(Continuação)

MPI 10917	<i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10918	3 <i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10919	<i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10920	Fragmento de Trilobita	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10921	<i>Chondrites</i> isp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10922	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10923	Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10924	Rhynchonellata	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10925	<i>Planolites</i> isp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10926	Não identificado	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10927	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10928	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 10929	2 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do Sul
MPI 11086	2 <i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11087	Rhynchonellata 3 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11088	Amostra sem fóssil	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11089	Amostra sem fóssil	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11090	3 <i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11091	Lingulídeo infaunal	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11092	Trilobita homalonotídeo	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11146	4 <i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11147	Lingulídeo infaunal <i>Australocoelia</i> sp. <i>Orbiculoidea</i> sp 3 <i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11148	<i>Calmonia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11149	<i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11150	2 <i>Australocoelia</i> sp. 2 <i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11151	Não identificado	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11152	<i>Calmonia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11153	<i>Australocoelia</i> sp. Fragmento de Braquiópoda	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11154	<i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul

(Continua)

(Continuação)

MPI 11155	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11156	<i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11157	2 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11158	<i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11159	Trilobita homalonotídeo	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11160	<i>Australospirifer</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11161	3 <i>Derbyina</i> sp. 2 <i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11162	<i>Australospirifer</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11163	Não identificado	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11164	Lingulídeo infaunal	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11165	9 <i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11166	2 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11167	<i>Australospirifer</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11168	7 <i>Derbyina</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11169	7 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11170	3 <i>Australocoelia</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul
MPI 11171	<i>Tentaculites</i> sp.	Guaricanga	Piraí do sul

ANEXO 3 - LISTA DE FÓSSEIS SEÇÃO MUTUCA

Número	Táxon (s)	Seção	Localidade
MPI 11964	<i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11965	Frag. Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11966	Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11967	Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11969	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11970	Bivalvia	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11971	<i>Nuculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11973	<i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11974	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11975	Bivalvia	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11976	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11977	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11978	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11979	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11980	<i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11981	<i>Orbiculoidea</i> sp.; 2 Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11982	Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul

(Continua)

(Continuação)

MPI 11983	Bivalvia	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11984	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11985	<i>Planolites</i> isp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11986	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11987	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11988	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11989	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11990	<i>Australospirifer</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11991	5 Lingulídeo infaunal; Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11992	Não identificado	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11993 A e B	Lingulídeo infaunal	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11994	<i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11996	<i>Australospirifer</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11997	<i>Australospirifer</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 11999	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 12001	<i>Tentaculites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 12002	<i>Serpulites</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 12003	Bivalvia	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul
MPI 12004	Frag. <i>Orbiculoidea</i> sp.	Mutuca	Arapoti/Piraí do Sul