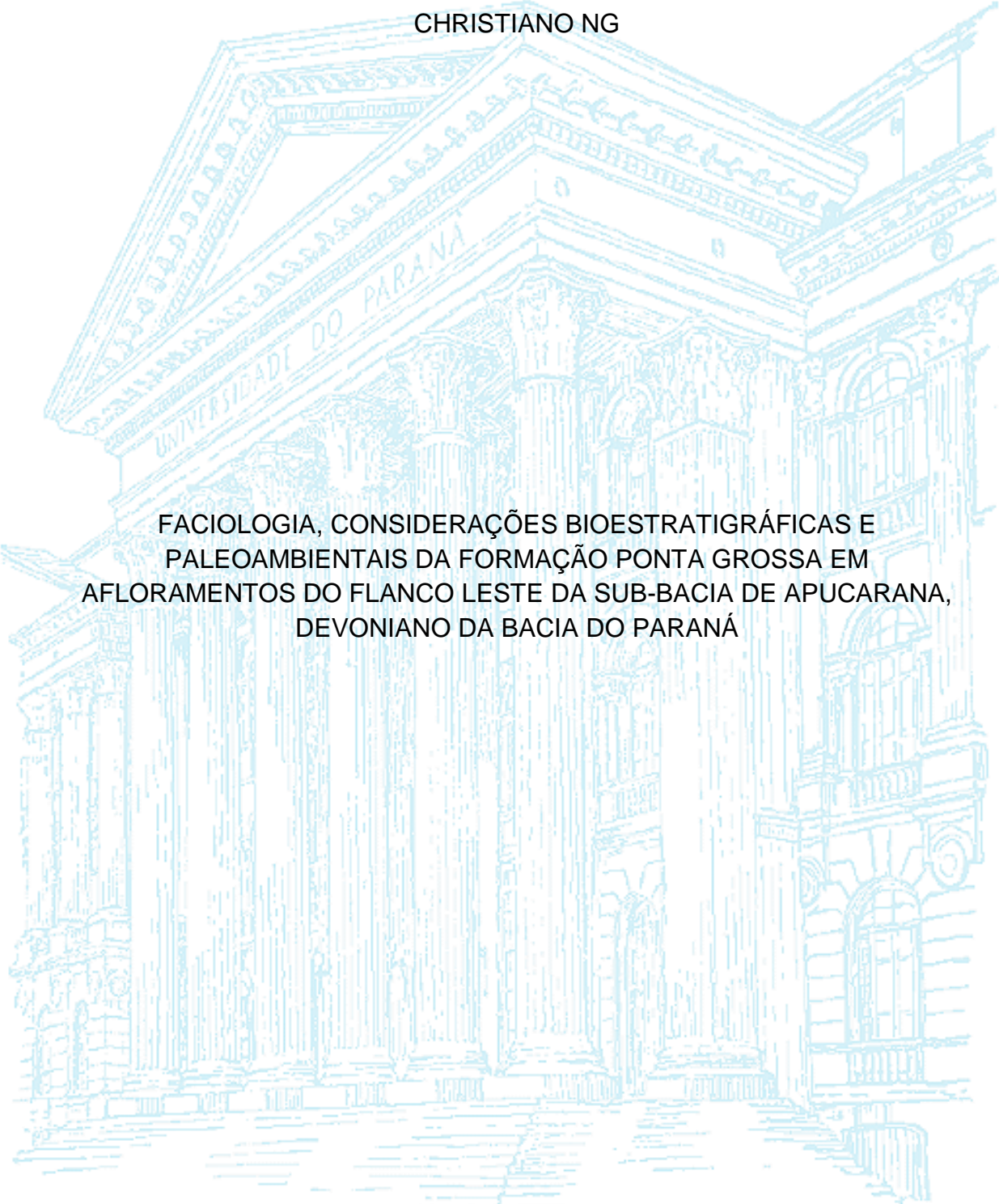


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CHRISTIANO NG



FACIOLOGIA, CONSIDERAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS E
PALEOAMBIENTAIS DA FORMAÇÃO PONTA GROSSA EM
AFLORENTOS DO FLANCO LESTE DA SUB-BACIA DE APUCARANA,
DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ

CURITIBA
2013

CHRISTIANO NG

FACIOLOGIA, CONSIDERAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS E PALEOAMBIENTAIS DA
FORMAÇÃO PONTA GROSSA EM AFLORAMENTOS DO FLANCO LESTE DA SUB-
BACIA DE APUCARANA, DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração em Geologia Exploratória, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Geologia.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Silveira Vega

CURITIBA
2013

N576f

Ng, Christiano

Faciologia, considerações bioestratigráficas e paleoambientais da Formação Ponta Grossa em afloramentos do flanco leste da Sub-bacia de Apucarana, Devoniano da Bacia do Paraná / Christiano Ng. – Curitiba, 2013.

157f. : il. [algumas color.] , tab.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Geologia.

Orientador: Cristina Silveira Vega

1. Geologia estratigráfica -- Devoniano. 2. Bioestratigrafia.
I. Vega, Cristina Silveira. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 551.7

TERMO DE APROVAÇÃO

CHRISTIANO NG

“Faciologia, considerações bioestratigráficas e paleoambientais da Formação Ponta Grossa em afloramentos do flanco leste da Sub-bacia de Apucarana, Devoniano da Bacia do Paraná”

Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Geologia, área de concentração em Geologia Exploratória, da Universidade Federal do Paraná. Comissão formada por:



Prof. Dr. Fernando Farias Vesely - UFPR



Profª. Drª. Juliana de Moraes Leme - USP



Profª. Drª. Cristina Silveira Vega - UFPR
Presidente

Curitiba, 28 de maio de 2013

Aos meus pais, meus eternos incentivadores.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Cristina Silveira Vega, pelos seus conhecimentos, confiança e por toda a dedicação durante estes dois anos, sem os quais este trabalho não teria existido.

À Dra. Maria da Saudade Araújo Santos Maranhão Rosa, por abrir as portas da Coleção de Paleontologia do Instituto Geológico, mesmo aos finais de semana, pela ajuda com os espécimes tombados e sobretudo pelo incentivo e ajuda com o processamento de material para micropaleontologia.

Aos geólogos Jaques Soares Schmidt e Felipe Kipper pelo inestimável auxílio com os trabalhos de campo. Ainda ao amigo Jaques pela paciência, comentários e sugestões, principalmente na fase final do mestrado.

Aos professores neste período de pós-graduação: Ana Emília Quezado de Figueiredo, Eduardo Salamuni, Francisco Ferreira, Rosemarie Rohn Davies e Marcello Guimarães Simões pela transmissão de conhecimentos.

Ao Prof. Dimas Dias Brito pelo auxílio com a confecção das lâminas delgadas junto ao Unespetro, e ao Carlos que confeccionou habilmente as lâminas para descrição microscópica.

Aos colegas da UFPR, amantes da paleontologia, Adriana Strapasson de Souza, Karine Lohmann Azevedo, Marcella Fregatto e Jan Soares pela companhia e apoio no período inicial da pós-graduação e recepção no LabPaleo. Às colegas Mérolyn Camila N. de Lima Rodrigues e Danielle Cristiane Buzatto Schemiko pela ajuda com a qualificação.

Aos colegas bioestratígrafos do CENPES/PETROBRAS, Andrea Wallau Souto Ribeiro, Antonio Enrique Sayão Sanjinés, Ariany de Jesus Souza, Cecília Cunha Lana, Elizabete Pedrão Ferreira, Francisco Henrique de O. Lima, Geise Santana dos Anjos Zeffass, Jeanine de Lacerda Grillo, José Henrique G. de Melo, José Ricardo Maizatto, Márcia Emilia Longhim, Oscar Strohschoen Jr., Seirin Shimabukuro, entre outros, agradeço o apoio, a receptibilidade, os ensinamentos, sugestões e o companheirismo.

Aos colegas Ana Cláudia Santos Castro e Adelino Teixeira Dias pelo auxílio com a digitalização dos perfis, e ao colega Rogério da S. Martins da Costa pelo auxílio e explicações do MEV e EDS.

Às especialistas Marta Cláudia Viviers (foraminíferos) e Valesca Eilert (radiolários), agradeço às sugestões e orientações sobre o estudo destes microfósseis.

Especialmente à MSc. Andrea Wallau Souto Ribeiro agradeço os comentários e revisão do manuscrito final, ao Dr. Francisco Henrique de Oliveira Lima e ao MSc. Antonio Enrique Sayão Sanjinés agradeço todas as discussões, apoio e sugestões.

Aos pesquisadores das mais diversas áreas, que tão prestativamente enviaram informações, sugestões, conselhos e referências bibliográficas que ajudaram a compor este trabalho: Profa. Dra. Carolina Zabini, Prof. Dr. Renato Ghilardi, Profa. Dra. Ana Karina Scomazzon, Profa. Dra. Maria Antonieta Rodrigues, Dra. Norma Cruz, Dra. Hilda Soares-Azevedo, Profa. Dra. Paula M. Mauller, MSc. Jeanninny Comniskey e MSc. Thiago Carelli.

Aos revisores da qualificação, Prof. Dr. Élvio Bosetti e Profa. Dra. Juliana Moraes Leme Basso, pelas sugestões que ajudaram a melhorar este trabalho.

Às equipes das bibliotecas da UFPR, Unesp e CENPES/PETROBRAS, meu muito obrigado pelo valoroso auxílio em facilitar a obtenção dos textos. Um obrigado especial a D. Rosa Francisca Silvério, o MSc. Gessen T. da Silva, e D. Clélia Maria Markowicz da Seção de Periódicos da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da UFPR; e Raphaella D. da Cruz e Roseny S. de Almeida, da Biblioteca do CENPES, pela ajuda e paciência com o levantamento bibliográfico e excelente atendimento, sempre animado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná e à Gerência de Bioestratigrafia e Paleoecologia do CENPES/PETROBRAS pelo apoio logístico de sua estrutura laboratorial ao longo do período de pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado no primeiro semestre do curso.

Aos amigos iguapenses que tornaram a estadia em Curitiba mais feliz, Camila de Toledo Cesar, Cássia da Silva Rodrigues e Felipe Eduardo Maciel Vassão.

À minha família, principalmente meus pais, que tanto estimam nossa formação e são sem sombra de dúvidas o esteio de nossa vida.

Enfim, a todos que aqui não foram citados, mas que contribuíram enormemente para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Na Criação existe uma infinidade de maravilhas
que passam totalmente despercebidas.

Carlos Bernardo González Pecotche

RESUMO

A Formação Ponta Grossa, de idade devoniana, aflora na borda leste da Bacia do Paraná ao redor do Arco de Ponta Grossa. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da faciologia, bioestratigrafia e do paleoambiente acerca da formação. Para tanto, foram feitos trabalhos de campo, análises petrográficas e micropaleontológicas. Foram estudados afloramentos ao longo dos municípios de Palmeira, Ponta Grossa, Tibagi, Ventania e Jaguariaíva (PR), com os quais se determinou espessura atual de ~110 m de litologias pelíticas e psamíticas finas, considerando-se falhamentos e diques de diabásios presentes na área. Quatro associações de fácies identificadas representam as rochas na região de afloramentos, e associam-se a pelo menos três sequências estratigráficas de 3ª ordem que representam a passagem de trato de sistema transgressivo iniciado com o afogamento da Formação Furnas; instalação de trato de sistema de mar alto com progradação de fácies; e retomada do trato de sistema transgressivo, interrompido por superfície de discordância regional que representa hiato temporal de regressão forçada e sobreposição por arenitos conglomeráticos e diamictitos do Grupo Itararé de trato de sistema de mar baixo, encerrando a chamada Supersequência Paraná, transgressiva, marinha, de águas frias. O paleoambiente inferido para o intervalo da Formação Ponta Grossa analisado varia de nerítico profundo anóxico a raso óxido, dominado por ondas de tempestade, entre o nível de base das ondas de tempo bom até abaixo do nível das ondas de tempestade. A caracterização petrográfica subsidiou a identificação e descrição com detalhe de elementos sedimentológicos e micropaleontológicos para a unidade. Entre os elementos micropaleontológicos, ressalta-se a descoberta inédita dos mais antigos foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos e também de radiolários, no Brasil, o que abre caminho a novas fronteiras científicas. Escolocodontes, fitoclastos (*Spongiophyton* spp.), quitinozoários, *Tasmanites* spp., moldes e elementos indeterminados compõem os principais elementos reconhecidos em seções delgadas. Suas distribuições ambientais e estratigráficas são apontadas, com concentração de fitoclastos, escolocodontes e quitinozoários, nas porções mais proximais, enquanto radiolários e *Tasmanites* spp. concentram-se em folhelhos abaixo do nível das ondas de tempestade. Verificou-se ainda a aplicabilidade do arcabouço bioestratigráfico proposto na literatura para tentaculitoideos, encerrando assim a deposição das litologias aflorantes da Formação Ponta Grossa entre o Emsiano e o Frasniano.

Palavras-chave: Formação Ponta Grossa, Devoniano, Petrografia, Fácies, Bioestratigrafia, Paleoambiente.

ABSTRACT

The Devonian Ponta Grossa Formation, has outcrops on the eastern edge of the Paraná Basin around the Ponta Grossa Arch. The main purpose of this work was the study the facies, the biostratigraphy and the paleoenvironmental reconstruction of the unit. Thus, fieldworks, petrographic and micropaleontological analysis were made. Outcrops were studied along the municipalities of Palmeira, Ponta Grossa, Tibagi, Ventania and Jaguariaíva (PR), on which was determined thickness of ~ 110 m of pelitic and fine psammitic rocks, considering the presence of faults and dikes of diabases. Four facies were defined, and they summarized the rocks in the region of outcrops, associated with at least three 3rd order stratigraphic sequences representing the passage of a transgressive system tract started with the drowning of the Furnas Formation. This sequence is followed by installation of highstand system tract with facies progradation, and returned of transgressive system tract, interrupted by an unconformity surface of a forced regression, with overlapping by conglomeratic sandstones and diamictites from Itararé Group, in a lowstand system tract, finishing the Paraná Supersequence, a transgressive, marine and coldwater sequence. The paleoenvironment inferred for the range of Ponta Grossa Formation varies from deep neritic anoxic to shallow neritic oxide, dominated by storm waves, between the base level of the waves of good weather until the level of storm waves. The petrographic characterization supports the identification and description in detail of sedimentological and micropaleontological elements to the unit. Among the micropaleontological elements, stressed the first discovery of the oldest agglutinated benthic foraminifera and radiolarians in Brazil, which opens the way to new scientific researches. Scolecodonts, phytoclasts (*Spongiophyton* spp.), chitinozoans, *Tasmanites* spp., molds and other indetermined elements comprise the main microfossils recognized in thin sections. Their environmental and stratigraphic distributions are pointed, with concentration of phytoclasts, scolecodonts and chitinozoans in more proximal portions, while radiolarians and *Tasmanites* spp. are concentrated in shales below the level of storm waves. It was also observed the applicability of biostratigraphic framework proposed in the literature for tentaculitids, thus closing the deposition of Ponta Grossa Formation between Emsian and Frasnian ages, at least in the studied area.

Key words: Ponta Grossa Formation, Devonian, Petrography, Facies, Biostratigraphy, Paleoenvironment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problemática envolvida	5
2. OBJETIVOS	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1. Levantamento bibliográfico	9
3.2. Estudo dos fósseis depositados em acervos	9
3.3. Trabalhos de campo	10
3.4. Estudos macroscópicos e mesoscópicos	11
3.5. Estudos petrográficos	11
3.6. Documentação fotográfica	12
3.7. Integração dos dados e interpretações	12
4. ESTADO DA ARTE	14
4.1. Tectônica e sedimentação	14
4.2. Paleontologia	24
4.2.1. Escolecodontes	28
4.2.2. Trilobitas	30
4.2.3. Conulários	31
4.2.4. Moluscos	32
4.2.5. Braquiópodes	34
4.2.6. Equinodermos	35
4.2.7. Tentaculitoideos	38
4.2.8. Ostracodes	39
4.2.9. Restos vegetais	40
4.2.10. Icnofósseis	42
4.3. Paleogeografia	45
5. RESULTADOS	51
5.1. Análise faciológica	51
5.1.1. Fácies I.....	52
5.1.2. Fácies II.....	56
5.1.3. Fácies III.....	61
5.1.4. Fácies IV	63
5.2. Caracterização de bioelementos	65
5.2.1. Quitinozoários.....	66

5.2.2.	Fitoclastos	69
5.2.3.	Prasinófitas.....	72
5.2.4.	Elementos orgânicos indeterminados	79
5.2.5.	Foraminíferos bentônicos aglutinantes	82
5.2.6.	Escolecodontes	91
5.2.7.	Radiolários	94
5.2.8.	Moldes indeterminados.....	97
5.2.9.	Fragmentos indeterminados	100
5.2.10.	Bioturbações	103
5.3.	Integração dos dados bioestratigráficos	106
6.	DISCUSSÕES	117
6.1.	Estratigrafia.....	117
6.2.	Considerações bioestratigráficas	122
6.3.	Considerações paleoambientais	125
7.	CONCLUSÕES	130
	REFERÊNCIAS	135
	APÊNDICES	

1. INTRODUÇÃO

As primeiras investigações de cunho geológico da Formação Ponta Grossa, no estado paranaense, provêm do trabalho de Derby (1878), que investigou a região e indicou uma idade devoniana para as rochas sedimentares fossilíferas. A partir de então, inúmeros outros trabalhos abordaram os estratos devonianos da Bacia do Paraná e, em especial, a rica comunidade fóssil da Formação Ponta Grossa (e.g. Kayser 1900, Clarke 1913a, Kozlowski 1913, Petri 1948, Lange 1954, Sommer 1954, Lange 1967, Lange & Petri 1967, Popp 1985, Melo 1985, Ghilardi 2004, Bosetti *et al.* 2010).

Admite-se a divisão formal do Devoniano da Bacia do Paraná em duas formações, Furnas e Ponta Grossa, que juntas compõem um conjunto de estratos sedimentares com espessura máxima da ordem de 900 m, correspondentes ao Grupo Paraná (Assine *et al.* 1994). Aloestratigraficamente, inserem-se em âmbito regional dentro da sequência tectono-sedimentar devoniana (*sensu* Assine *et al.* 1994) ou da Supersequência Paraná (*sensu* Milani *et al.* 1998).

Recentemente, Grahn *et al.* (2011) propuseram um novo arcabouço lito-cronoestratigráfico para o Devoniano da Bacia do Paraná, subdividindo o Grupo Paraná em três formações, Furnas, Ponta Grossa e São Domingos, sendo as duas últimas equivalentes à Formação Ponta Grossa *sensu* Lange & Petri (1967).

Conforme a contextualização de Assine *et al.* (1994), a Formação Furnas compreende uma seção psamítico-psefítica, predominantemente continental na base, com influência marinha ascendente, depositada em deltas construídos por rios entrelaçados. Seu empilhamento é retrogradacional e culminou com o recobrimento gradativo da seção essencialmente pelítica da Formação Ponta Grossa.

A Formação Ponta Grossa foi dividida formalmente por Lange & Petri (1967) em três membros, cuja disposição, da base para o topo, é a seguinte: Membro Jaguariaíva, composto predominantemente por folhelhos; arenitos do Membro Tibagi; e folhelhos do Membro São Domingos (Figura 1). Segundo Assine *et al.* (1994), a unidade é marcada por duas superfícies de inundação

em caráter regional que compreendem o registro da grande transgressão global do Devoniano Médio ao Superior na Bacia do Paraná. O Membro Jaguariaíva (Emsiano) corresponde à primeira dessas superfícies de inundação, interrompida temporariamente no Eifeliano pelo avanço de sistemas deltaicos provindos de leste e nordeste (cf. Andrade & Camarço 1980, Popp & Popp 1986), registrados litoestratigraficamente pelos arenitos do Membro Tibagi. A máxima transgressão está registrada nos folhelhos cinza-escuro do Membro São Domingos (Givetiano).

Ao fim deste ciclo transgressivo, ainda conforme Assine *et al.* (1994), eventos de tectônica deformadores causaram movimentação diferenciada, com reativação de estruturas rúpteis do embasamento, que promoveram o soerguimento de blocos, culminando em acentuada erosão do registro sedimentar neodevoniano, e quiçá eocarbonífero da Bacia do Paraná (Milani *et al.* 2007a). O resultado deste lapso no registro estratigráfico está evidenciado inclusive pela variação da espessura da Formação Ponta Grossa ao longo da bacia.

A avaliação dos valores máximos de isópacas da Formação Ponta Grossa apontam dois depocentros, um na porção setentrional da bacia, e outro na região central da borda leste. Estas depressões foram denominadas respectivamente de sub-bacias de Alto Garças e Apucarana, e nelas França *et al.* (1994 *apud* Milani *et al.* 1998) verificaram que se tratam realmente das duas áreas de maior preservação da sucessão litológica devoniana abaixo da superfície de discordância pensilvaniana. Sobre esta superfície assentam-se as rochas permo-carboníferas do Grupo Itararé, em geral representadas por diamictitos e arenitos que refletem influências glaciais em seus diferentes ambientes deposicionais (Schneider *et al.* 1974). As sub-bacias separam-se pelo alto estrutural de Campo Grande - Três Lagoas (Northfleet *et al.* 1969), e a maior espessura da Formação Ponta Grossa verificada até o presente foi de 653 m na perfuração do poço 2-AP-1-PR em Apucarana (PR) (Schneider *et al.* 1974). Os afloramentos mais representativos da Formação Ponta Grossa no flanco leste da Bacia do Paraná situam-se no chamado Segundo Planalto paranaense, entre os municípios de Ponta Grossa e Jaguariaíva, e correspondem à região de estudo deste trabalho (Figura 2, Tabela 1).

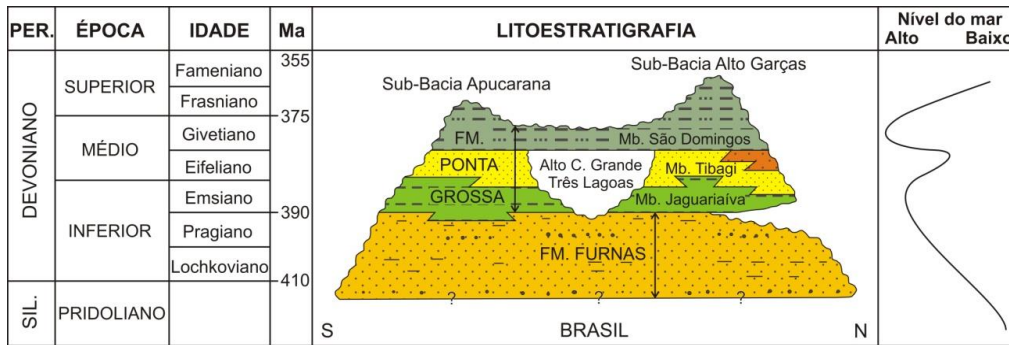


Figura 1. Carta cronoestratigráfica norte-sul das unidades devonianas da Bacia do Paraná (adaptado de Assine *et al.* 1998).

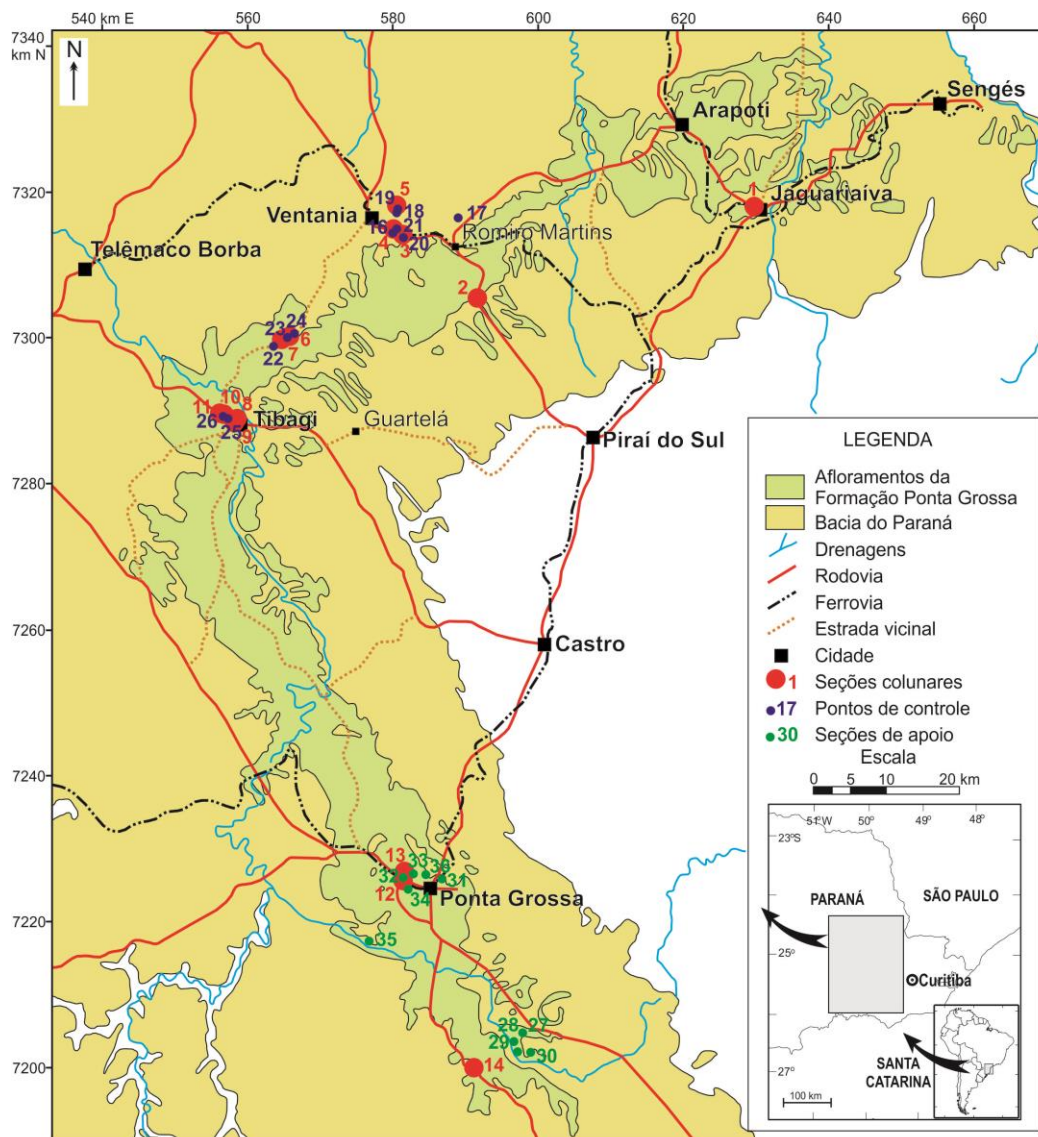


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo, com indicação das seções colunares levantadas, pontos de controle, e localização das seções colunares de Ciguel (1989), utilizadas como pontos de apoio para a correlação estratigráfica (Tabela I, p. 12). Base cartográfica modificada de Candido & Rostirolla (2007).

Quanto às informações de cunho paleontológico, há a mais farta literatura disponível para a Formação Ponta Grossa entre todas as formações fanerozoicas do país. Após as publicações clássicas de Clarke (1913a,b) e Kowzlowski (1913), esta última em geral descartada devido à prioridade de publicação da primeira, Petri (1948) realizou uma revisão geral do panorama científico da unidade devoniana, discutindo os principais problemas relativos à Estratigrafia e Paleontologia da unidade na época, incluindo novas descrições, camada a camada, dos estratotípos da Formação Ponta Grossa, no flanco leste da bacia.

Em meados do século XX, Lange (1954) e Sommer (1954) sintetizaram o conjunto de informações acumuladas sobre a paleofauna e paleoflora do Devoniano paranaense. Seguiram-se inúmeros outros trabalhos abordando análises micropaleontológicas de superfície e sub-superfície, e os macrofósseis invertebrados da Formação Ponta Grossa (Lange 1967, Lange & Petri 1967, Daemon *et al.* 1967, Copper 1977, Carvalho *et al.* 1981, Morsch 1984, Quadros 1987, entre outros).

Na década de 80, três outros trabalhos revisitaram a assembleia fóssil do ponto de vista geral (Popp 1985, Melo 1985, Diniz 1985), e teceram novos comentários paleontológicos e geológicos para a unidade como um todo. Seguiram-se trabalhos com escopo similar, analisando grupos fósseis dentro da estratigrafia dinâmica, como Ghilardi *et al.* (2002) e Ghilardi (2004).

A partir da década de 90, salientam-se os estudos bioestratigráficos com base em quitinozoários e palinóforos (e.g. Grahn 1992, Grahn *et al.* 2002, Gaugris & Grahn 2006, Grahn *et al.* 2010, Grahn *et al.* 2011), que confirmam a deposição do Grupo Paraná dentro do Eomesodevoniano (Lochkoviano-Givetiano/Frasniano). Na abrangência da Geologia Aplicada, destacam-se os trabalhos de sismoestratigrafia, petrofísica e quimioestratigrafia desenvolvidos por diversos núcleos de pesquisa (Brazil 2004, Candido 2007, Candido & Rostirolla 2007, Castro 2008, Gama 2009, Ferreira *et al.* 2010).

No que concerne à diversidade da paleofauna, já no trabalho de Petri (1948) eram conhecidos os principais táxons fósseis da unidade. Entre os quais, encontram-se braquiópodes, moluscos (bivalves e gastrópodes), cnidários, trilobitas, equinodermos, anelídeos (escolecodontes),

tentaculitoideos, ostracodes, e aventava-se a existência de briozoários e corais (Lange com. verbal *apud* Petri 1948), fato pouco abordado em pesquisas posteriores.

Estes grupos e seus respectivos indivíduos-tipo constituem uma assembleia muito específica de representantes marinhos, possivelmente de águas calmas e frias, chamada por Clarke (1913a) de fauna austral. Melo (1985), em amplo estudo das assembleias fósseis devonianas do hemisfério sul, caracterizou com detalhes a comunidade de fósseis da Formação Ponta Grossa como pertencentes à Província Malvinocáfrica. Esta província é representada por abundância de certos braquiópodos e de trilobitas, em especial esperiferídeos e facopídeos, em detrimento à ausência de corais e briozoários (Mendes 1977). A Província Malvinocáfrica abrange Brasil, Uruguai, Paraguai, Argentina, Ilhas Falklands, Bolívia e África do Sul, todavia, embora o termo baseie-se em características genéticas e morfológicas, há ressalvas para a aplicação do termo à Formação Ponta Grossa (*e.g.* Popp & Baldis 1989).

1.1. Problemática envolvida

Diante do grande volume de estudos apresentados para a Formação Ponta Grossa, observam-se inúmeras discrepâncias tanto do ponto de vista estratigráfico quanto paleontológico.

Primeiramente, do ponto de vista estratigráfico, desde a divisão tripartite da formação proposta por Lange & Petri (1967), a nomenclatura estratigráfica do Devoniano da Bacia do Paraná é palco de muitas discussões, como constatado por Bosetti *et al.* (2007). Atualmente, há pelo menos duas nomenclaturas em voga para o Grupo Paraná na região da Sub-Bacia de Apucarana, a saber, a de Lange & Petri (1967), que o subdivide em formações Furnas e Ponta Grossa; e a de Grahn (1992) e Grahn *et al.* (2011), que dividem o Grupo Paraná em três formações: Furnas, Ponta Grossa e São Domingos, esta última litoestratigraficamente correspondente ao Membro São Domingos definido por Lange & Petri (1967).

Em segundo lugar, no âmbito da estratigrafia de sequências, com base em dados de superfície e subsuperfície, há também pelo menos mais duas linhas de pensamento distintas. A primeira, *sensu* Assine (1996), que divide o

Grupo Paraná em três sequências deposicionais, e a de Bergamaschi (1999), que divide o grupo de maneira mais complexa, em seis sequências deposicionais de 3ª ordem, denominadas de A a F, sendo as cinco últimas correspondentes à Formação Ponta Grossa.

No que concerne o conteúdo paleontológico da unidade, embora haja inúmeros trabalhos a respeito, a assembleia fóssil é deveras abundante. Embora valiosíssimos para comparações, muitos dos trabalhos são incompletos e não abordam de maneira integrada o contexto geológico ou paleoambiental. Os trabalhos de Popp & Baldis (1989), Ghilardi *et al.* (2002) e Zabini *et al.* (2012) são exemplos exímios da análise paleontológica integrada à estratigrafia de sequências.

Além do mais, ainda persistem algumas dúvidas quanto à aplicabilidade do termo “Província Malvinocáfrica” à assembleia fóssil paranaense, como advertem as palavras de Popp & Baldis (1989):

La afinidad de conexión entre las faunas de trilobitas de plataforma y oceánicas entre Africa del Sur e Islas Malvinas es mayor que entre Africa del Sur y el Brasil.

Se deja anotado aquí que la Provincia Brasileira de Eldredge y Ormiston (1979) está totalmente diferenciada de la Malvinocáfrica, por eso debe subdividirse en una Provincia Brasileira típica o Subprovincia paranaense al Este de la Cuenca del Paraná y una Provincia Amazónica del Norte del Brasil. (Popp & Baldis 1989, p. 221).

Estes e outros pequenos desacordos, como o que diz respeito à salinidade das águas, associado à falta de estudos pormenorizados quanto à paleoflora e icnofácies da Formação Ponta Grossa, merecem ser reconsiderados a fim de permitir uma reconstituição paleoambiental mais acurada.

Sendo assim, observa-se a existência de vários sofismas polarizados entre paleontólogos e estratígrafos, frutos remanescentes da aplicação de abordagens metodológicas específicas da antiga estratigrafia tradicional, que precedia a atual estratigrafia de sequências ou genética (*sensu* Gama Jr.

1989). O levantamento faciológico de afloramentos proposto nesta pesquisa, com bases estratinômicas da Formação Ponta Grossa, apoiado em especial no seu rico conteúdo fossilífero, poderá auxiliar nas análises paleoambientais em cada nível hierárquico da interpretação genética, contribuindo finalmente em termos de análises de bacia no que concerne aos sistemas e sequências deposicionais. Tal hierarquização das análises paleoambientais, considerando a bioestratigrafia, faciologia e análise da bacia, compreende a chamada Estratigrafia Dinâmica (Matthews 1974), como ilustrado pela figura 3.

Logo, a análise proposta associa-se com o comprometimento de analisar e comparar as disparidades acima discutidas, aliada à presença de fósseis, cujo significado há muito está consagrado, como elementos litológicos distintivos dos estratos, índices sensíveis dos ambientes sedimentares e de alto valor para as correlações cronoestratigráficas (Petri *et al.* 1986, p. 385).

Assim, o presente trabalho apresenta um levantamento bibliográfico da Formação Ponta Grossa, enfatizando dados estratigráficos sob o ponto de vista litoestratigráfico, apresentando o panorama da evolução do conhecimento paleogeográfico e paleontológico. Também compõe este trabalho a caracterização petrográfica, associação de fácies e caracterização de bioelementos identificados em lâminas delgadas. Os dados cronoestratigráficos foram aferidos pelos trabalhos bio ou cronoestratigráficos mais atualizados (*e.g.* Becker *et al.* 2012, Wei *et al.* 2012).

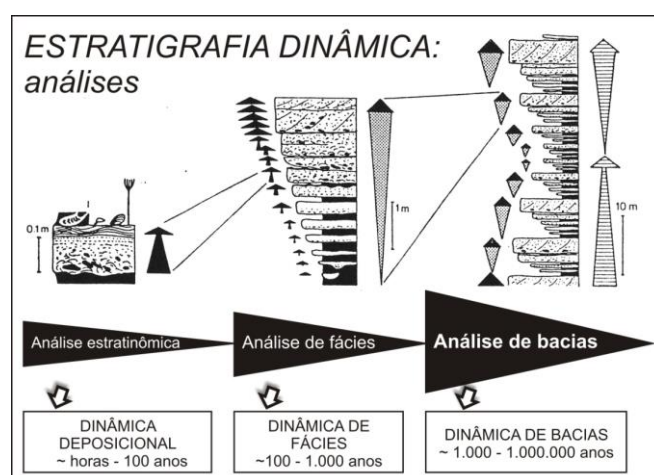


Figura 3. Diagrama esquemático mostrando a análise hierárquica de três níveis de sequências estratigráficas e sua correspondência em relação a uma estratigrafia dinâmica em bacias epicontinentais marinhas (modificado de Aigner 1984).

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho de mestrado consistiram em:

- I) Levantar o Estado da Arte dos conhecimentos estratigráficos e paleontológicos da Formação Ponta Grossa e contribuir para a solução das polêmicas científicas ligadas à unidade;
- II) Analisar e atualizar cartas bioestratigráficas já existentes com base nos microfósseis da Formação Ponta Grossa;
- III) Analisar a associação de fácies de afloramentos na faixa aflorante da formação na Sub-Bacia de Apucarana, Estado do Paraná, com ênfase petrográfica e na Estratigrafia de Sequências;
- IV) Caracterizar os bioelementos que compõem micropaleontologicamente as fácies da Formação Ponta Grossa;
- V) Reconstruir os cenários ambientais da formação em seus diferentes estágios genéticos com base na análise de fácies e paleoecologia das comunidades fossilíferas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi executada em sete etapas: levantamento bibliográfico; estudo das amostras fósseis depositadas nos acervos de museus; trabalhos de campo e respectiva organização dos dados coletados; estudos macroscópicos e mesoscópicos; estudos petrográficos; documentação fotográfica, e; integração dos dados e interpretações. Estas etapas estão pormenorizadas a seguir.

3.1. Levantamento bibliográfico

Nesta etapa foi feito o levantamento da bibliografia geral sobre os trabalhos tectono-estratigráficos e paleontológicos sobre o Grupo Paraná e unidades correlatas no Brasil e nas bacias paleozoicas adjacentes, com especial atenção aqueles que versam sobre a Formação Ponta Grossa. Para tanto foram utilizados os indexadores disponíveis nas bibliotecas da Universidade Federal do Paraná e no portal de pesquisas da Capes, bem como consulta direta ao acervo físico das bibliotecas da academia. Foram utilizados ainda os serviços de busca no catálogo da UNIBIBLIWEB para identificação de obras nos acervos de outras instituições, e utilização do empréstimo entre bibliotecas (EEB) e COMUT. Tal etapa subsidiou a elaboração do capítulo sobre o estado da arte da formação, além de prover informações importantes como os dados de sismoestratigrafia, não incluídos diretamente no escopo deste trabalho.

3.2. Estudo dos fósseis depositados em acervos

Há um grande número de fósseis coletados e depositados nos acervos das instituições de pesquisa e de apoio à cultura brasileiras, com especial destaque ao enorme volume de fósseis da Formação Ponta Grossa na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra da UFPR. Além desta, foram consideradas as coleções do Instituto Geológico (IG/SMA - SP), do Museu de Ciências da Terra (DNPM - RJ), onde encontra-se grande parte dos holótipos dos fósseis estudados, e a coleção do Museu Nacional (MN/UFRJ). Foi dada prioridade à análise dos fósseis com procedências geográfica e estratigráfica definidas. Também foi objetivo desta etapa a familiaridade com os fósseis da

unidade, atentando ao reconhecimento dos diferentes grupos e identificação dos táxons.

3.3. Trabalhos de campo

A partir dos dados da literatura e observações prévias do conteúdo fossilífero depositado nas coleções, foram determinados locais para trabalhos de campo na faixa de afloramentos da Formação Ponta Grossa na Sub-Bacia de Apucarana, no Estado do Paraná. Os afloramentos clássicos dos municípios de Ponta Grossa, Tibagi, Ventania e Jaguariaíva foram selecionados para visita e levantamento de perfis colunares e seções geológicas. Foram realizadas quatro etapas de campo, duas delas acompanhando os alunos do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, em novembro e dezembro de 2011, nos quais foram visitados os afloramentos denominados na literatura como “Rio Caniú” e “Aeroporto Sant’ Anna”, na região de Ponta Grossa. A terceira etapa de campo, realizada em julho de 2012, percorreu os afloramentos da seção-tipo do Membro Jaguariaíva na Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti, e o afloramento do Membro São Domingos “Rio Guariacanga”, na Rodovia PR-090, entre Piraí do Sul e Ventania. A última etapa, realizada em novembro de 2012, abordou os afloramentos da região de Ventania, Tibagi e Ponta Grossa, onde foram levantados 20 pontos dentro dos três membros da Formação Ponta Grossa. A lista de afloramentos estudados neste trabalho encontra-se na Tabela 1, e os dados de descrição dos afloramentos consistem nos apêndices I a XVIII. Os dados obtidos subsidiaram a elaboração do capítulo 5 sobre análise faciológica.

Foram coletadas 123 amostras fósseis em diversos horizontes dos afloramentos, observando sua orientação em relação aos estratos e níveis de procedência, visando fósseis observados em campo e caracterização de diferentes faciologias. As amostras encontram-se depositadas na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná.

3.4. Estudos macroscópicos e mesoscópicos

As amostras coletadas foram inventariadas e observadas à vista desarmada e com o auxílio de lupa estereoscópica, e as anotações, incorporadas à pesquisa. Nesta etapa selecionou-se um conjunto de 28 amostras provenientes de todas as localidades, que foram seccionadas a fim de melhor observação das estruturas sedimentares e biossedimentares. Dessas mesmas amostras foram confeccionadas 29 lâminas petrográficas, que compreendem o Apêndice XXIII.

Dez amostras foram selecionadas para um processamento experimental para micropaleontologia, com H₂O₂, e processadas no Instituto Geológico (IG/SMA - SP), e triadas sob os cuidados da Dra. Maria da Saudade M. S. Araújo Rosa, o que resultou na recuperação de 137 microfósseis, montados em três células para micropaleontologia (1 fragmento de molde de tentaculitoideo, 2 microfósseis silicosos hialinos, 7 silicosos brancos e 126 microfósseis orgânicos).

3.5. Estudos petrográficos

As 29 lâminas petrográficas foram descritas a fim de se determinar a composição mineral, microfósseis, microestruturas e texturas dos intervalos estudados. Os dados subsidiaram a delimitação de microfácies com base nos constituintes selecionados para tal, além de proporcionar a apreciação de microestruturas, como bioturbações, abundantes na Formação Ponta Grossa. Certos minerais índices trouxeram adendos à delimitação paleoambiental, a exemplo da ocorrência de glauconita, já documentada na formação (Brazil 2004).

A análise ponderou os microfósseis segundo classes de abundância, atribuindo as seguintes denominações: raro (RA, até 6 indivíduos), comum (CO, 7-12), frequente (FR, 13-24), abundante (AB, 25-50) e muito abundante (MA, mais que 50 indivíduos). As lâminas delgadas foram examinadas com o auxílio de um microscópio óptico petrográfico binocular, provido de lentes oculares (16x), objetivas (2,5x, 10x, 20x, 40x e 100x) e máquina digital acoplada. O resultado das análises encontra-se sumarizado no Apêndice XXIII.

3.6. Documentação fotográfica

Concomitantemente a toda a pesquisa, dos trabalhos de campo aos laboratoriais, ampla documentação fotográfica foi realizada para fins de registrar da melhor maneira possível os estudos macro e microscópicos. Estudos de imageamento mais específicos foram aplicados nos microfósseis triados, através de análises em MEV e EDS para determinação da composição mineral.

3.7. Integração dos dados e interpretações

A fase final da pesquisa abrangeu a sistematização dos dados em forma de tabelas e elaboração desta dissertação. Dados de literatura, campo, laboratório e microscopia foram somados e integrados nos capítulos seguintes, dispostos de tal maneira: Estado da Arte, Caracterização faciológica-petrográfica, Discussões e Conclusões. Seções de correlação foram elaboradas para os afloramentos da Formação Ponta Grossa na borda leste, comparados com o arcabouço proposto por Ciguel (1989), e, por fim, sumarizados, em perfil composto para os afloramentos da unidade, e modelo esquemático de distribuição de bioelementos e faciologias (Apêndices XIX, XX, Capítulos 5 e 6).

Tabela 1. Afloramentos envolvidos na área de estudo.

Afloramento	Localidade	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM		Litoestratigrafia	
		Latitude (S)	Longitude (W)	X (km E)	Y (km N)		
Seções colunares							
1	Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti	Jaguariaíva (PR)	24°14'38"	49°43'11"	630,031	7318,178	Fm. Ponta Grossa/Gr. Itararé/Fm. Serra Geral
2	Rio Guaricanga	Ventania (PR)	24°21'41"	50°05'55"	591,475	7305,474	Fm. Ponta Grossa
3	Água Sulfurosa	Ventania (PR)	24°16'50"	50°11'56"	581,306	7314,468	Fm. Ponta Grossa/Gr. Itararé
4	Ponto 8	Ventania (PR)	24°16'33"	50°12'31"	580,322	7314,997	Gr. Itararé
5	Ponto 9	Ventania (PR)	24°14'45"	50°12'21"	580,623	7318,317	Gr. Itararé
6	Hotel Fazenda	Tibagi (PR)	24°24'39"	50°21'49"	564,521	7300,130	Fm. Ponta Grossa/Fm. Serra Geral
7	Dique BR 153	Tibagi (PR)	24°24'34"	50°21'13"	565,536	7300,279	Fm. Ponta Grossa/Fm. Serra Geral
8	Arroio São Domingos	Tibagi (PR)	24°30'43"	50°25'19"	558,560	7288,960	Fm. Ponta Grossa
9	Tibagi Torre	Tibagi (PR)	24°30'46"	50°25'28"	558,306	7288,869	Fm. Ponta Grossa
10	Diamictito Tibagi	Tibagi (PR)	24°30'20"	50°26'20"	556,847	7289,675	Gr. Itararé
11	Fazenda Tibagi	Tibagi (PR)	24°30'13"	50°26'26"	556,679	7289,890	Fm. Ponta Grossa
12	Trilho do Trem	Ponta Grossa (PR)	25°04'36"	50°11'31"	581,492	7226,310	Fm. Ponta Grossa
13	Distrito Industrial	Ponta Grossa (PR)	25°04'14"	50°11'06"	582,196	7226,982	Fm. Ponta Grossa/Gr. Itararé
14	Rio Caniú	Palmeira(PR)	25°18'51"	50°05'33"	591,344	7199,945	Fm. Ponta Grossa
Pontos de controle							
15	Aeroporto Sant'Anna	Palmeira (PR)	25°10'48"	50°08'47"	586,703	73255,71	Fm. Ponta Grossa
16	Ponto 1	Ventania (PR)	24°16'47"	50°12'40"	580,066	7314,568	Gr. Itararé
17	Ponto 2	Ventania (PR)	24°15'37"	50°07'23"	589,017	7316,667	Fm. Furnas
18	Ponto 3	Ventania (PR)	24°15'17"	50°12'21"	580,618	7317,333	Gr. Itararé
19	Ponto 4	Ventania (PR)	24°15'07"	50°12'16"	580,760	7317,640	Gr. Itararé
20	Ponto 6	Ventania (PR)	24°17'08"	50°11'50"	581,472	7313,914	Gr. Itararé
21	Ponto 7	Ventania (PR)	24°16'31"	50°12'22"	580,576	7315,057	Gr. Itararé
22	Ponto 10	Tibagi (PR)	24°24'20"	50°21'52"	564,390	7300,678	Fm. Serra Geral
23	Ponto 12	Tibagi (PR)	24°24'35"	50°21'13"	565,536	7300,248	Gr. Itararé
24	Ponto 13	Tibagi (PR)	24°24'26"	50°20'51"	566,157	7300,522	Fm. Serra Geral
25	Ponto 15	Tibagi (PR)	24°30'21"	50°26'19"	556,874	7289,644	Fm. Serra Geral
26	Ponto 16	Tibagi (PR)	24°30'20"	50°26'20"	556,849	7289,675	Gr. Itararé
Seções colunares de apoio (extraído de Ciguel 1989)							
27	Rodeio Velho	Ponta Grossa (PR)	25°16'09"	50°01'32"	598,112	7204,889	Fm. Ponta Grossa
28	Rodeio Velho I	Ponta Grossa (PR)	25°16'45"	50°02'16"	596,889	7203,778	Fm. Ponta Grossa
29	Rodeio Velho II	Ponta Grossa (PR)	25°17'29"	50°01'59"	597,332	7202,444	Fm. Ponta Grossa
30	Rodeio Velho III	Ponta Grossa (PR)	25°17'35"	50°00'56"	599,110	7202,221	Fm. Ponta Grossa
31	Vila Vilela	Ponta Grossa (PR)	25°04'45"	50°08'18"	586,889	7226,000	Fm. Ponta Grossa
32	Baraúna	Ponta Grossa (PR)	25°04'39"	50°11'29"	581,556	7226,222	Fm. Ponta Grossa
33	Baraúna I	Ponta Grossa (PR)	25°04'24"	50°10'41"	582,889	7226,667	Fm. Ponta Grossa
34	Vila Palmeirinha	Ponta Grossa (PR)	25°05'29"	50°11'04"	582,223	7224,667	Fm. Ponta Grossa
35	Eldorado	Ponta Grossa (PR)	25°09'13"	50°08'16"	586,889	7217,778	Fm. Ponta Grossa
36	Parque	Ponta Grossa (PR)	25°04'24"	50°09'38"	584,667	7226,669	Fm. Ponta Grossa

4. ESTADO DA ARTE

As rochas devonianas da Bacia do Paraná compreendem uma interessante história de sedimentação afetada, à priori, por estruturas do embasamento cristalino sobre as quais jazem em diversos estágios da evolução da bacia, desde sua deposição até o período atual. São diversas as ferramentas que nos permitem contar esta história: dados sedimentológicos, estratigráficos, análises estruturais e tectônicas, ferramentas geofísicas e geoquímicas, além dos dados paleontológicos, tendo em vista que este conjunto litológico guarda a maior assembleia faunística entre os estratos que compõem a Bacia do Paraná.

Sendo assim, devido ao constante interesse exploratório e científico atrelado a este conjunto de rochas sedimentares, as contribuições foram inúmeras, de todos os pontos de vista acima citados. O presente capítulo trata de analisar o estado da arte das pesquisas na Formação Ponta Grossa referentes à tectônica e sedimentação, reconstrução paleoambiental, com ênfase nas diferentes ideias a respeito da paleogeografia, e diastemas sub e sobrejacentes e, finalmente, o seu conteúdo fossilífero. As principais pesquisas abordadas neste capítulo estão sumarizadas no Apêndice XXI.

4.1. Tectônica e sedimentação

Os comentários sobre a tectônica e sedimentação que versam sobre a Bacia do Paraná são frequentes, e adensaram-se a partir de meados do século XX, com o interesse crescente em estudá-la para fins econômicos, principalmente petróleo e gás. A crescente comunidade científica brasileira também fez inúmeras contribuições neste sentido.

Na vanguarda do conhecimento científico morfogênico da bacia, Beurlen (1954), ao descrever em seu trabalho a paleogeografia e a morfogênese da Bacia do Paraná, atentou às diferenças de orientação das estruturas pré-cambrianas e eopaleozoicas. No tocante às rochas paleozoicas pré-gondwânicas, este autor descreveu tanto aspectos paleoclimáticos quanto tectônicos. Uma monótona sequência litológica e paleontológica se

desenvolveu na Bacia do Paraná em território argentino, paraguaio, uruguaio, nas Ilhas Falklands e Brasil (Paraná, São Paulo, sul de Goiás, Mato Grosso). Nesta sequência, arenitos fossilíferos (como aqueles do Membro Tibagi) correlacionar-se-iam a fácies de transgressão marinha, com abundância de minerais micáceos e intercalações argilosas. Estas fácies recobriram inclusive parte do escudo cristalino em episódios de nível máximo do mar, acompanhados de intensa epirogênese e dobramentos.

Naquele tempo, Beurlen (1954) aventara a possibilidade de depocentros do mar devoniano em diferentes orientações daquelas resultantes da amalgamação do escudo cristalino. Este pesquisador propôs três grandes eixos de direção geral NNW-SSE: 1) Ponta Grossa – Chapada; 2) Porto Alegre – Aquidauana; e 3) Melo – Assunção. Os extremos dos eixos 1 e 3 têm caimento para lados opostos, centrais. O eixo Porto Alegre – Aquidauana, por outro lado, deve ter representado um alto deposicional, o qual não foi superado pela transgressão devoniana, que não depositou sedimentos na região (ou talvez, tenham sido erodidos posteriormente).

Segundo este mesmo autor, as linhas estruturais da orogênese algonquiana possuíam direção geral N-S e NE-SW e diferem enormemente dos eixos deposicionais devonianos. Possivelmente o Grupo Bambuí deve ter se tornado um terreno instável após a orogenia algonquiana, na região norte, que circundou os terrenos da região sul, que por sua vez resultaram da colagem entre escudos cristalinos consolidados. O autor comenta ainda a erosão Eocarbonífera e posteriores eventos tectono-deposicionais da Bacia do Paraná.

Almeida (1967), ao analisar a plataforma brasileira como um todo, discorreu sobre a deposição devoniana, salientando que a mesma também deveria ter se dado condicionada por heranças de estruturas do embasamento, baicalianas. Posteriormente, as unidades devonianas foram afetadas pelo “drama tectônico Wealdiano”, que abalou quase toda a plataforma durante o Mesozoico.

Contemporaneamente seguiram-se os principais trabalhos específicos sobre a estruturação da Bacia do Paraná, cujo conteúdo continua atualizado

até os tempos atuais (Northfleet *et al.* 1969; Ramos, 1970). Northfleet *et al.* (1969) corroboraram a proposição de Almeida (1967) sobre a herança de estruturas do embasamento, através da análise de um conjunto de mapas de isópacas, complementando ainda que deformações estruturais existentes possuem relação com grandes movimentos regionais, ou com falhas de gravidade de pequeno rejeito associados aos eixos dos grandes arqueamentos regionais. No tocante à Bacia do Paraná durante o Devoniano, apesar do eixo geral ser N-S, este deveria inclinar-se para noroeste durante a deposição dos arenitos e folhelhos das formações Furnas e Ponta Grossa.

Northfleet e colaboradores (*op. cit.*) enumeraram uma série de estruturas locais, onde o Arco de Campo Grande e o Alto de Três Lagoas destacam-se como positivas no Devoniano, e seus movimentos provavelmente condicionaram a presença de arenitos lenticulares na Formação Ponta Grossa. Ferreira (1982) apresentou dados que coadunam a proposição de Northfleet *et al.* (1969), observando ainda que falhamentos transpassantes às unidades devonianas da borda setentrional podem ser indícios de movimentações verticais na região do Arco de Campo Grande, ligados a movimentos nos alinhamentos São Jerônimo-Curiúva. Northfleet *et al.* (*op. cit.*) admitem inclusive que na região do Arco de Ponta Grossa existem indícios de movimentação penecontemporânea com a deposição de lentes arenosas e conglomeráticas na Formação Ponta Grossa. Também afirmam conexão por meio de *sea-way* com a Bacia do Parnaíba, além do soerguimento das rochas devonianas durante o Famêniano ao Westifaliano, com o levantamento epirogênico geral da bacia e ligeiro basculamento para norte, o que explicaria a erosão das formações devonianas e não deposição de sedimentos do Eocarbonífero.

Quase simultaneamente, Ramos (1970) definiu a compartimentação da Bacia do Paraná durante a deposição da Formação Ponta Grossa em duas sub-bacias: a de Apucarana, ao sul sobre o atual Arco de Ponta Grossa; e a de Alto Garças ao norte, sobre a atual depressão do Alto Araguaia (Figura 4). Separando-as, jazem o Arco de Três Lagoas a oeste e o arqueamento de Campo Grande a leste. Os efeitos na sedimentação são notáveis, com

sedimentação de fácies mais profundas na sub-Bacia de Apucarana, e fácies mais arenosas na sub-Bacia de Alto Garças, além de condições inteiramente rasas sobre os arcos durante a maior transgressão.

Ferreira (1982) validou a proposição de Northfleet *et al.* (1969), através do estudo das grandes feições magnéticas da Bacia do Paraná, além de observar que os alinhamentos estruturais pertencentes à região do Arco de Ponta Grossa provavelmente já estariam implantados pelo menos desde o início do Paleozoico. No mapa de isópacas da Formação Ponta Grossa, por exemplo, é possível observar que a região entre os alinhamentos de São Jerônimo-Curiúva e do Rio Alonzo foi subsidente, condicionando tectonicamente a depressão de Apucarana (Figura 5.I). Nos perfis estratigráficos elaborados por este autor, perpendicularmente ao Arco de Ponta Grossa, ilustra-se a inversão da região entre os referidos alinhamentos. O caráter positivo dos alinhamentos do Rio Piquiri e de Guapiara também é notável, como se pode observar na figura 6. O alinhamento de Guapiara nos terrenos paulistas também se reflete no mapa de porcentagens de areia da Formação Ponta Grossa (Figura 5.II), onde observa-se que os maiores índices sobrepõem-se ao seu eixo. Na análise do mapa de isópacas da porção inferior do Grupo Itararé observa-se que a região entre os alinhamentos São Jerônimo-Curiúva e do Rio Alonzo foi tectonicamente invertida.

Ferreira (1982) também observou que o alinhamento de Guapiara comporta-se como um alto, tendo sido a feição regional mais importante da bacia neste tempo, separando os dois depocentros (Apucarana e Alto Garças). Isto sugere a existência de movimentos verticais síncronos entre os limites setentrionais dos Arcos de Ponta Grossa e Campo Grande.

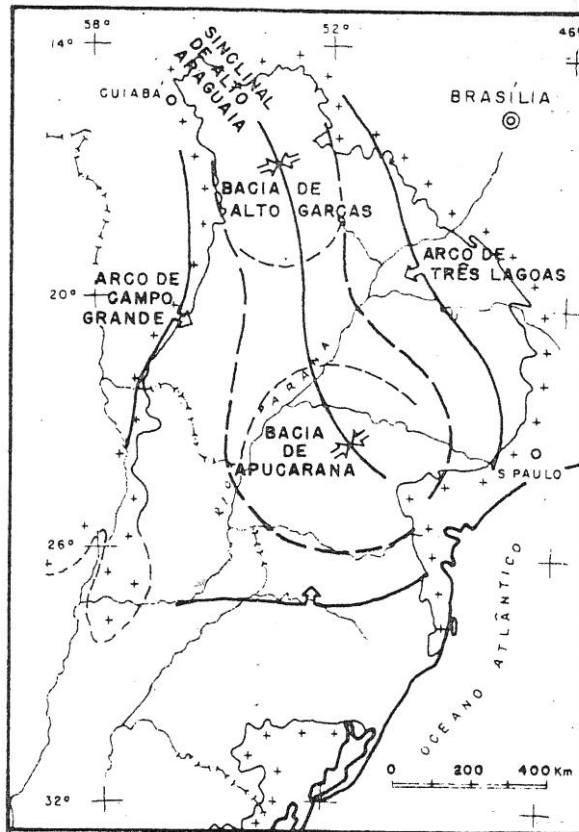


Figura 4. Mapa paleotectônico da Formação Ponta Grossa, Devoniano da Bacia do Paraná. (Fonte: Ramos 1970).

Dois trabalhos do mesmo ano teceram importantes considerações sobre a Bacia do Paraná, seu arcabouço estratigráfico e comportamento tectônico (Gama Jr. *et al.* 1982, Fulfaro *et al.* 1982). Gama Jr. *et al.* (1982), em sua proposição de coluna cronoestratigráfica para a Bacia do Paraná, definiram a Série Campos Gerais para as rochas sedimentares depositadas entre o intervalo de tempo que estende-se entre as épocas Emsiano e Frasniano. Concordam também que as rochas assentam-se sobre superfície intensamente peneplanizada e afirmam que sua série corresponde integralmente ao Sistema Devoniano de Northfleet *et al.* (1969).

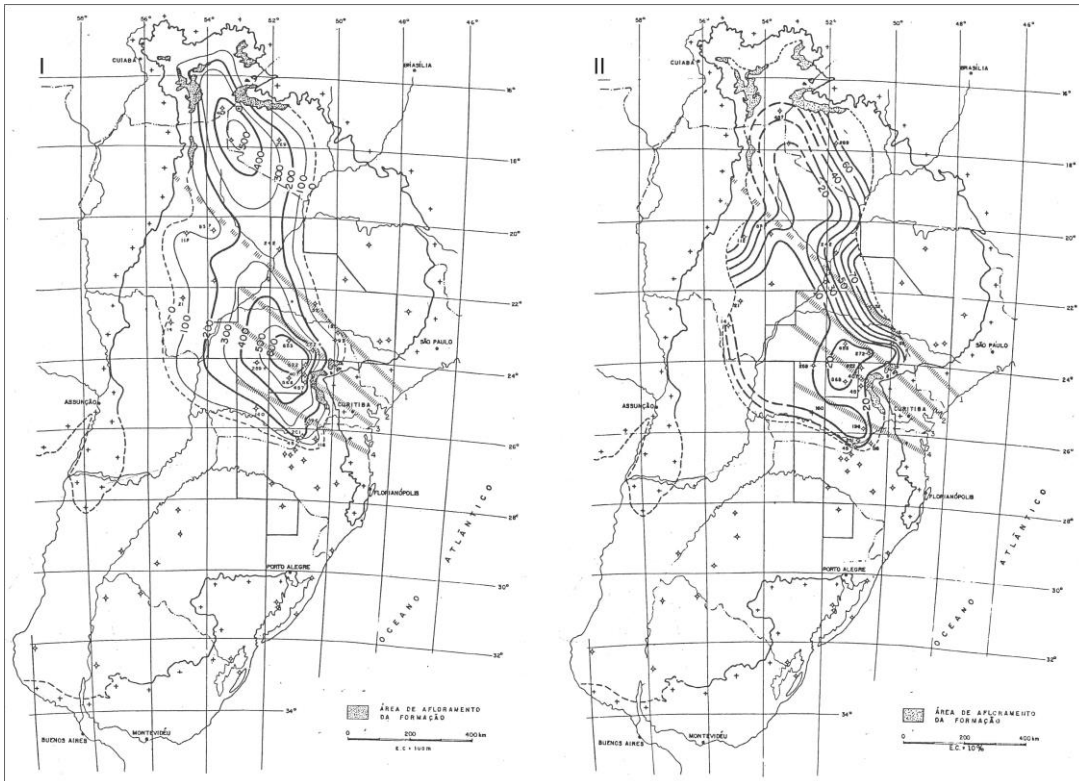


Figura 5. I) Mapa de isópacas e II) Mapa de porcentagem de areia da Formação Ponta Grossa. Os números correspondem aos quatro alinhamentos estruturais, de norte para sul: 1 – Guapiara; 2 – São Jerônimo - Curiúva; 3 – Rio Alonzo; e 4 – Rio Piquiri (Fonte: Ferreira 1982).

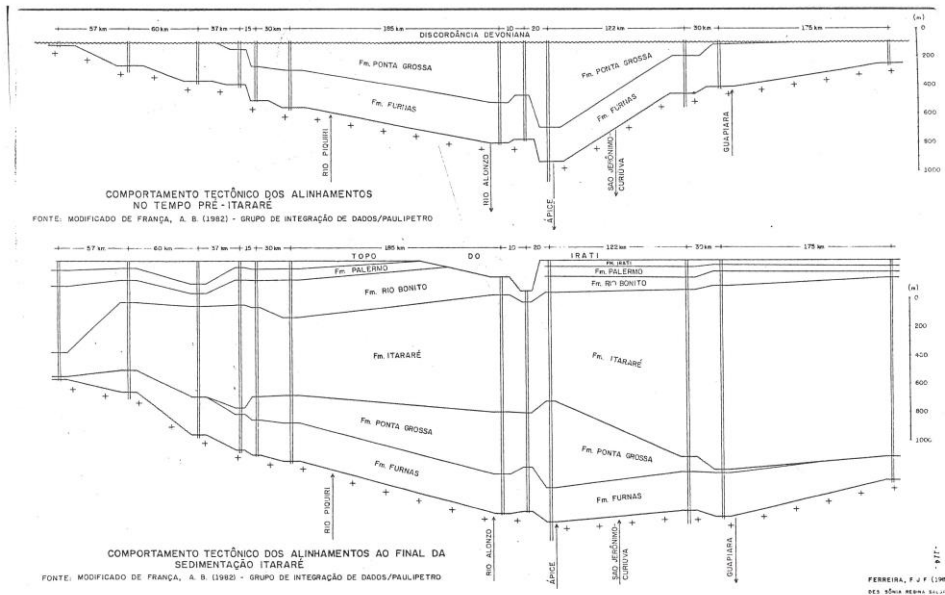


Figura 6. Seções estratigráficas perpendiculares ao Arco de Ponta Grossa mostrando o comportamento tectônico dos alinhamentos estruturais durante a erosão neodevoniana (superior) e ao final da sedimentação permo-carbonífera (inferior) (Fonte: Ferreira 1982).

Quanto à distribuição espacial e temporal, a série de Gama Jr. *et al.* (1982) materializa-se no conhecido Grupo Paraná, e entre as informações exaustivamente discutidas ressalta-se a observação que, embora a correlação entre as rochas sedimentares da Formação Furnas seja inconclusiva, a riqueza de fósseis e bons marcos de correlação da Formação Ponta Grossa demonstram que a sequência devoniana é retrogradacional em contato concordante e diácrono entre as formações. A Formação Ponta Grossa é progressivamente mais nova em direção ao domínio norte, onde se acha preservada a maior espessura dos sedimentos de idade frasniana. Os autores observam ainda que no domínio nordeste a preservação de sedimentos foi menor pela maior intensidade erosiva pós-deposição que removeu parcialmente a Formação Ponta Grossa.

Já Fulfaro *et al.* (1982) comentam que, durante o Devoniano, a porção da futura Bacia do Paraná ao longo do cinturão andino foi dividida em seções pelo soerguimento do Arco de Assunção. Porém, zonas de fraqueza NW-SE, previamente impressas no embasamento, como alertaram também Beurlen (1954), Almeida (1967), Northfleet *et al.* (1969) e Ferreira (1982), controlaram intensamente a sedimentação devoniana, na forma de calhas ou de aulacógenos tardios herdados do Eopaleozoico no interior cratônico. Este controle da sedimentação pelas linhas de fraqueza do embasamento explica as diferenças nas litofácies e fauna, nas regiões ao norte e ao sul do Alinhamento de Campo Grande-Três Lagoas-Guapiara-Presidente Prudente, assim como sua ligação por meio de *sea way* na faixa de geossutura Tocantins-Araguaia. A reativação tectônica e erosão do Carbonífero inferior, e a sedimentação do intervalo Permocarbonífero subjugaram-se a este controle, ainda que de maneira mais tênue.

Goulart & Jardim (1982) partindo de uma abordagem de cunho geoquímico, alcançaram um resultado semelhante à concepção de Fulfaro *et al.* (1982), como pode ser observado no mapa de isópacas dos autores para a Formação Ponta Grossa, que exhibe calhas deposicionais, com direções próximas das do aulacógeno de Fulfaro e colaboradores (Figura 7.I). Interessantes mapas de distribuição da matéria orgânica (Figura 7.II) apontam

uma área de predominância de material de origem marinha e/ou mista a oeste, enquanto que a leste predomina material de origem continental, que indica a proximidade de terras altas orientais durante a deposição da Formação Ponta Grossa, que apresenta teor médio de carbono orgânico de 0,5%.

Zalán *et al.* (1987, 1990) advogam que o fato de a Bacia do Paraná ter se implantado sobre a crosta continental recém-formada do Gondwana no Eosiluriano, ainda em processo de resfriamento e possível subsidência, como resultado subsequente direto ao ciclo orogênico Brasileiro, consistiu no mecanismo de subsidência das sequências Siluriana e Devoniana aliado ainda ao peso das unidades em sedimentação. Tal crosta, ainda em processo de cicatrização, era composta por um complexo sistema de placas e microplacas de cinturões móveis marginais interpostas (vide Zalán *et al.* 1990, p. 142). O embasamento da Bacia do Paraná apresentava então um enorme conjunto das mais variadas zonas de fraqueza concentradas, preferencialmente, segundo duas direções principais: N45-65W e N50-70E. A evolução tectono-sedimentar da bacia, principalmente a paleozoica, foi intimamente relacionada às reativações sofridas por estes dois grupos de lineamentos. Tal fato pode ser corroborado pelo forte controle das curvas de isópacas de algumas unidades litoestratigráficas, como as das formações Furnas e Ponta Grossa (e.g. Northfleet *et al.* 1969, Ferreira 1982, Fulfaro *et al.* 1982 Goulart & Jardim 1982). Zalán *et al.* (1987) definiram a chamada Sequência Devoniana, iniciando-se nos arenitos da Formação Furnas, até os folhelhos superiores da Formação Ponta Grossa, ambos de caráter transgressivo. Estes autores destacam a ausência de fácies regressivas, que ocorre apenas na borda setentrional da Bacia do Paraná, em depósito deltaico no topo do Grupo Chapada (cronocorrespondente ao Grupo Paraná).

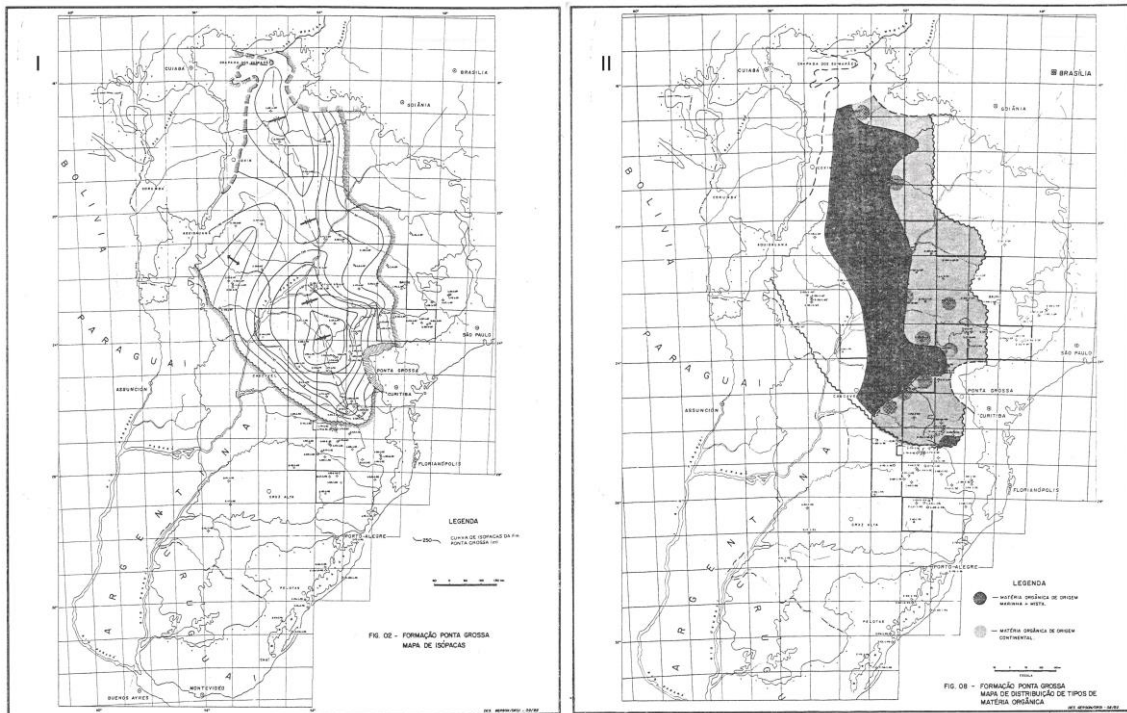


Figura 7. I) Mapa de isópacas da Formação Ponta Grossa com eixos deposicionais subparalelos aos aulacógenos propostos por Fúlvaro *et al.* (1982) e II) caracterização da matéria orgânica da Formação Ponta Grossa, indicando a oeste matéria orgânica marinha ou mista, e a leste de origem continental (Fonte: Goulart & Jardim, 1982).

Posteriormente, Soares (1992), ao versar sobre os ciclos de sedimentação da bacia, enfatizou que os folhelhos dos membros Jaguariaíva e São Domingos são testemunhos de superfície máxima de inundação, com comunidades de *Lingula* e *Orbiculoidea* para a primeira unidade e de *Notiochonetes* para a segunda, segundo os estudos de Popp & Popp (1986). Inserem-se dentro da Sequência Tectono-Sedimentar Devoniano-Mississipiana, composta por 12 sequências gradacionais, seis dentro da Formação Furnas, e as demais pertencentes à Formação Ponta Grossa. As basais são degradacionais, denotando redução de energia do ambiente, com comportamento progradacional na faixa leste de afloramentos (Estado do Paraná), o que indica atividade tectônica de soerguimento a leste. A sequência gradacional superior da Formação Furnas, transicional, está ausente em várias seções, e seria indicadora de suprimento elevado, impedindo a rápida

inundação pelo mar devoniano. A bacia como um todo seria enquadrada em uma fase de relaxamento tectônico.

Mais recentemente, Milani (1997) enquadra a sedimentação do Grupo Paraná na Supersequencia Paraná, (correspondente à Supersequencia Devoniana de trabalho anterior, Milani *et al.* 1994). O trabalho descarta a concepção de aulacógenos como condicionantes da sedimentação inicial da bacia, além de discorrer sobre as diversas sequências atribuídas, onde a Supersequência Paraná deste trabalho corresponde às sequências I de Fúlfaro & Landim (1976), à Gamma de Soares *et al.* (1978), ambas do Lockoviano ao Frasniano; à Devoniana de Zalán *et al.* (1990), Praguiana-Frasniana; e à Devoniana-Mississippiana de Soares (1992).

Pereira & Bergamaschi (1996) alertaram para que a análise tectônica leve em consideração os comportamentos tectônicos diferenciados para os distintos depocentros da Formação Ponta Grossa, enquanto Assine & Petri (1996) e Assine (1996) interpretaram três sequências deposicionais para ambas as sub-bacias, que coadunam com três superfícies de máxima inundação: 1) Sequência Lochkoviana (Formação Furnas); 2) Sequência Praguiana – Eifeliana (Formação Furnas – Formação Ponta Grossa, com formação de *lags* transgressivos no Membro Jaguariaíva na região de Goiás – transgressão erosiva nas bordas) e; 3) Sequência Givetiana-Frasniana (Membro São Domingos).

A mais recente carta estratigráfica da Bacia do Paraná (Milani *et al.* 2007a) traz a Sequencia Paraná correspondente a um ambiente fluvial costeiro para a formação Furnas, e a Formação Ponta Grossa como plataforma rasa ou distal, separada na base pela discordância Neossiluriana e no topo pela Neodevoniana.

Há uma tendência geral entre os trabalhos mais recentes sobre a Formação Ponta Grossa de adotar o trabalho de Bergamaschi (1999) como modelo estratigráfico para a unidade. Entretanto, tendo em vista o caráter mais geral da análise de Assine (1996, 2001), adota-se sua proposta como padrão no presente trabalho.

4.2. Paleontologia

Complementando os dados gerais apresentados na introdução, este item trata de apresentar algumas generalidades ainda não comentadas anteriormente, minuciar os principais grupos fósseis da Formação Ponta Grossa, e suas pesquisas mais relevantes.

Os trabalhos de Clarke (1913a,b) sucederam-se por alguns outros importantes trabalhos que abordaram o conteúdo fossilífero geral da unidade, como Carvalho (1941), Petri (1948), Maack (1963), Lange (1954), Lange & Petri (1967), Boucot (1971), Copper (1977), Popp & Popp (1986), Melo (1988), Ghilardi *et al.* (2002), Zabini *et al.* (2012).

Maack (1963) apresentou sua concepção da divisão estratigráfica do Devoniano da Bacia do Paraná em três unidades (Série Campos Gerais): formações Furnas (psamítica), Santa Rosa (pelítica) e Barreiro (psamítica), e comparou sua colocação com o Sistema Cape da África do Sul e as subdivisões das Ilhas Falkland e da Bolívia.

Quanto à Formação Santa Rosa, que seria correspondente à atual Formação Ponta Grossa, Maack (*op. cit.*) apresenta a seguinte caracterização de suas subunidades: uma porção basal, de argilitos variegados com fácies ricas em bivalves, braquiópodos, conulários, gastrópodos, “cefalópodos” (tentaculitoideos) e trilobitas; uma porção média, com fácies arenosas Tibagi, como arenitos com esperiferídeos e ricos em *Australospirifer iheringi*; e uma porção superior, com argilitos variegados São Domingos relativamente pobres em fósseis.

As faunas inerentes a cada porção da formação correspondem a águas frias, cujos fósseis índices são: *Australocoelia palmata*, *Notiochonetes falklandicus*, *Orbiculoidea baini*, *Spirifer (Australospirifer) antarticus*, *S. (Janeia) bokkeveldensis*, *Paraconularia africana* e *Metacryphaeus australis*. Maack (*op.cit.*) afirma que a fauna indica que o ambiente não era um mar muito profundo e aponta similaridades entre a sequência brasileira e a africana. Aponta ainda características que definem o Arenito Barreiro como pertencente à sequência devoniana, como, por exemplo, assembleia de minerais pesados

similar aos arenitos da Formação Furnas, e correspondentes às duas unidades no Sistema Cape.

Na mesma ocasião, contrapondo as ideias e padrões de Maack (1963), Bigarella (1963) propõe a divisão em duas unidades para a sequência devoniana da Bacia do Paraná: formações Furnas e Ponta Grossa, e alerta para a existência de diastema entre as duas unidades. Conclui que o Arenito Barreiro porta mais semelhanças com o Grupo Itararé, ao qual o acopla. O autor também alerta para direções gerais de paleocorrentes para SW na Formação Furnas, cujo paleoambiente seria um mar muito raso onde as estratificações cruzadas ter-se-iam originado em ambiente *offshore* a *near-shore*, por correntes paralelas à costa.

Boucot (1971) apresenta quatro comunidades de fósseis marinhos de águas frias hipotéticas para o Devoniano, sendo que três comunidades propostas foram reconhecidas e aplicadas por Popp (1985), Popp & Popp (1986) e Popp & Baldis (1989).

Copper (1977) também teceu comentários sobre as comunidades fossilíferas do devoniano paranaense, separando-as por membros. Posteriormente, Popp (1985) realizou uma análise da variação paleoambiental da Formação Ponta Grossa baseada no reconhecimento de comunidades de braquiópodos e litologias associadas. Identificou um ciclo transgressivo-regressivo, com a máxima transgressão correspondente ao Membro Tibagi, permitindo por duas vezes o registro das mesmas condições paleoecológicas, tanto no Membro Jaguariaíva como no São Domingos.

Popp & Popp (1986) verificaram que comunidades de lingulídeos e orbiculoides predominam tanto na porção basal como na superior da faixa de afloramentos da Formação Ponta Grossa no Paraná, enquanto que a comunidade de *Australospirifer* jaz no membro médio, e a de *Notiochonetes* prevalece no membro superior (figura 8).

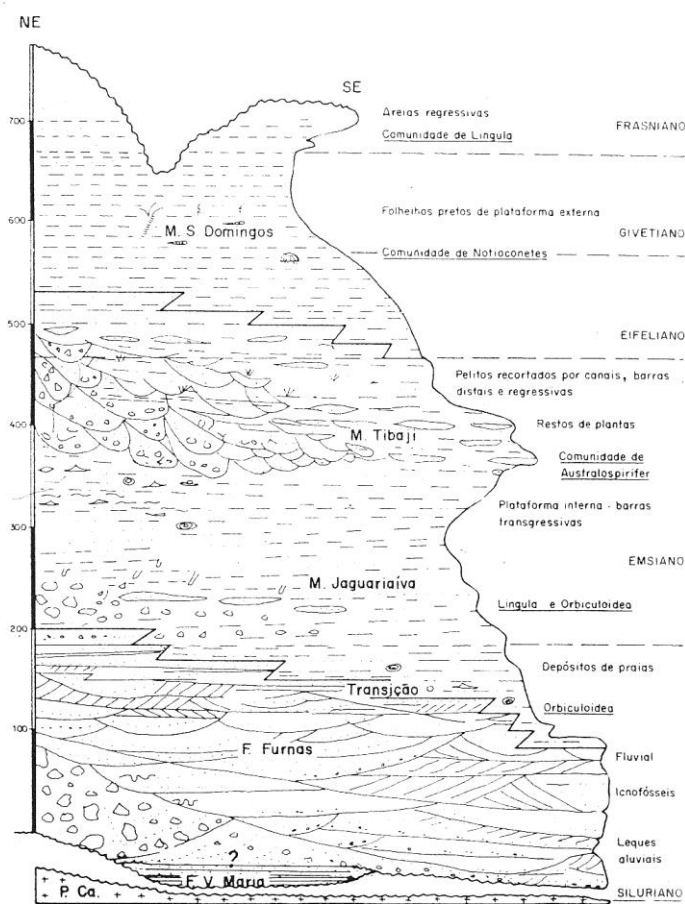


Figura 8. Modelo esquemático da distribuição de fácies e comunidades fossilíferas para a Formação Ponta Grossa proposto por Popp & Popp (1986).

Nos últimos anos, prevalecem os estudos paleontológicos mais generalizados, que congregam informações tafonômicas e de estratigrafia de seqüências (e.g. Ghilardi *et al.* 2002, Zabini *et al.* 2012), bem como aqueles de foco evolutivo, entre os quais destaca-se o trabalho de Bosetti *et al.* (2008) que comenta a extinção na passagem Eifeliano-Givetiano, denominada no meio paleontológico de Efeito Lilliput, e que representa uma queda tanto da palinoassociação quanto na quantidade de táxons da Província Malvinocáfrica.

A seguir, serão detalhados os principais trabalhos paleontológicos da unidade, divididos por grupos fósseis, cujo conteúdo será enfatizado nesta pesquisa: braquiópodes, icnofósseis, tentaculitoideos (Figura 9), equinodermos, ostracodes, restos vegetais, escolecodontes, trilobitas, conulários e moluscos.

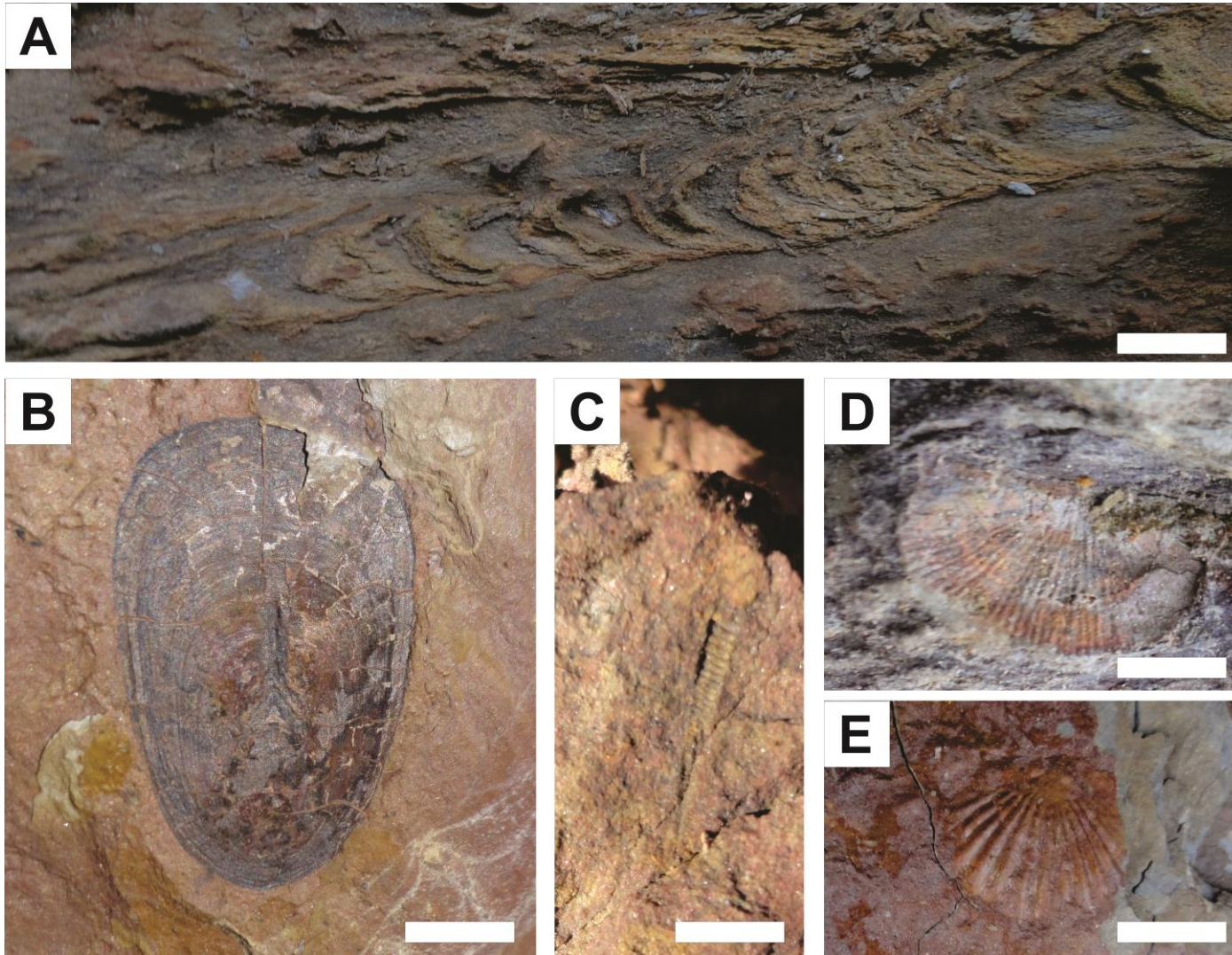


Figura 9. Tipos fósseis mais comuns da Formação Ponta Grossa: icnofóssil de escavação (A), lingulídeo (*Lingula* sp. – B), tentaculitoídeo (*Uniconus* sp. – C), braquiópodos calcificados: *Notiochonetes* sp. (D) e *Australocoelia palmata* (E). Escalas: 1 cm.

4.2.1. Escolcodontes

Poucos são os trabalhos que versam sobre os escolcodontes da Formação Ponta Grossa. Seu tamanho pequeno (< 3 mm) em meio à ocorrência de tantos outros macroinvertebrados os tornam quase imperceptíveis em meio a siltitos e folhelhos siltosos da unidade, mas depois de identificados, tornam-se frequentes à vista desarmada, como alertado por Lange (1943). Oliveira (1912, 1927) foi o primeiro a reconhecer a presença destes fósseis, sem designá-los em um grupo, cabendo a Carvalho (1941) ilustrá-los publicamente, mesmo que de maneira superficial, como “conodontes”, assim como Lange (1943) também o fez. Este último todavia, já alertara que os “conodontes”, representados por suas pequenas placas calcárias (*sic*), de cor preta brilhante com margens serrilhadas, poderiam pertencer a mandíbulas de anelídeos.

Posteriormente, Lange (1947), após criteriosa análise de aproximadamente 1000 exemplares destes fósseis e ampla revisão bibliográfica, concluiu que se tratavam na verdade de fósseis de escolcodontes, pequenas partes do aparelho digestivo de vermes anelídeos como já aventara em seu trabalho pretérito (Lange, 1943). Neste novo trabalho, o autor verificou que as peças de escolcodontes ocorriam tanto avulsas, na forma de pequenas mandíbulas denteadas, quanto conjugadas, representando o aparelho mandibular, em pares de cinco ou seis mandíbulas, e eventualmente com uma sétima mandíbula ímpar. Neste caso, classificou os aparelhos mandibulares como pertencentes a uma espécie-tipo de anelídeo, designada de *Paulinites paranaensis*, e julgou a classificação dos demais maxilares isolados como incerta, uma vez que poderiam corresponder tanto a uma das peças do aparelho maxilar, quanto a alguma peça anômala, com alguma deformidade, ou representativa de alguma anomalia ontogenética. Assim, o autor conclui que a melhor classificação deve ser aquela baseada nos aparelhos maxilares completos, pois representam um mesmo indivíduo, e o exame taxonômico envolveria análises neontológicas.

Pouco tempo depois, o mesmo autor publicou uma segunda espécie de escolcodontes para a Formação Ponta Grossa: *Paulinites caniuensis* (Lange

1950), e após esta publicação não houve mais nenhum estudo sistemático sobre estes fósseis para a unidade.

Cruz & Soares (1996) apontaram a ocorrência de escolcodontes tanto para localidades nas imediações da cidade de Ponta Grossa, quanto nos afloramentos da Fazenda Rivadávia, e em Bairro Slavieiro, ambos em Ponta Grossa (PR), aonde chegam a constituir 25% da associação palinológica, assim como para a localidade de Jaguariaíva, onde sua ocorrência é rara.

Manoel & Lorenz-Silva (2004) publicaram novas fotomicrografias dos escolcodontes procedentes do afloramento Rio Caniú, e posteriormente, a análise colorimétrica realizada por Gonçalves & Lorenz-Silva (2009) apontou que vestígios de tubos de anelídeos foram enriquecidos em ferro, o que se observa pela coloração mais avermelhada. Estes últimos também interpretaram que as peças mandibulares foram enriquecidas em carbono durante a diagênese.

Eriksson *et al.* (2011) reavaliaram os trabalhos de Lange (1947, 1950), e a eles concatenou dados recentes de datações palinológicas e zonas de equinodermos (Scheffler 2007) que atribuem idade neoemiana aos estratos onde ocorrem os escolcodontes, referindo-se assim a uma posição estratigráfica superior dentro da unidade, no Membro São Domingos, o que destoa das datações pretéritas que admitem os estratos como procedentes do Membro Jaguariaíva, de idade givetiana (Lange & Petri 1967, Popp & Popp 1986, Oliveira 1997, Zabini *et al.* 2012).

A assembleia faunística encontrada adjacente às amostras de escolcodontes inclui *Serpulites sica* (tubos de vermes) e ostracodes. Acreditou-se que os escolcodontes possam ter pertencido aos mesmos vermes que tenham escavado os tubos de *Serpulites sica*, contudo esta idéia foi refutada por Lange (1947), pois este acreditava que os vermes aos quais pertenciam os aparelhos maxilares completos deveriam ser maiores do que aqueles que originaram os tubos fósseis. Por outro lado, a associação com os ostracodes foi ligada inclusive à presença dos maxilares desarticulados. Quando os vermes morriam, eles eram desagregados pelos microcrustáceos, e

se havia condições de sepultamento rápido, como taxas de sedimentação aceleradas, eles eram rapidamente soterrados, antes mesmo de sua total desarticulação. Assim, exemplares articulados ou semiarticulados foram preservados. Por outro lado, a pujança de maxilares de escolecodontes ainda conjugados ou parcialmente conjugados é indicadora de ambiente com elevada taxa de sedimentação.

Soares (2012) e Soares *et al.* (2012), ao analisarem o acervo da Coleção de Paleontologia da UFPR, verificaram que a grande maioria dos espécimes analisados procede de duas localidades nas imediações de Ponta Grossa (afloramentos Rio Caniú e Aeroporto Sant'Anna), e pertencem a espécie *Paulinites paranaensis*. Os autores evidenciam que este fato deve estar relacionado a um problema de amostragem, tendo em vista possuírem os dois afloramentos um grande número de coletas realizadas em trabalhos de campo didáticos junto aos alunos dos cursos de graduação.

4.2.2. Trilobitas

Clarke (1913a,b) foi o pioneiro no estudo das espécies de trilobitas encontradas na Formação Ponta Grossa, diferenciando 12 espécies destes artrópodos. Este tema permaneceu quase intocado até que Popp (1985) executou ampla revisão dos trilobitas calmoniídeos da unidade e espécies contemporâneas descritas para outras localidades. A autora concluiu que os gêneros *Calmonia* e *Pennaia* são endêmicos e ocorrem apenas na Formação Ponta Grossa. A espécie *Metacryphaeus australis* foi equivocadamente descrita para a Formação Pimenteirias, sendo também restrita à Formação Ponta Grossa. Nesta última, os gêneros *Calmonia*, *Pennaia* e *Paracalmonia* estão mais restritos ao Membro Jaguariaíva, enquanto *Metacryphaeus* é típico do Membro São Domingos. Ocorrem ainda formas da Subfamília Acastinae e da Subfamília Acastaviane, registradas pela primeira vez na Formação Ponta Grossa.

Por meio da análise de trilobitas, Popp (1985) e Popp & Baldis (1989) verificaram ainda que a província Brasiliana de Eldredge & Ormiston (1979)

está totalmente diferenciada da Província Malvinocáfrica, e pode subdividir-se em uma Província Brasileira típica ou Subprovíncia Paranaense no Leste da Bacia do Paraná, e uma Província ou Subprovíncia Amazônica ao Norte do Brasil. Quanto à idade da Formação Ponta Grossa no Paraná, estes autores estimaram que ela devesse situar-se entre o Emsiano Inferior e o Givetiano.

Popp *et al.* (1996) realizaram uma nova revisão, desta vez do gênero *Paracalmonia*, com fins sistemáticos. Na mesma temática, várias pesquisas abordaram estudos sistemáticos dos homalonotídeos e calmoniídeos junto com os demais grupos de invertebrados (e.g. Ghilardi 2004, Soares 2007, Soares *et al.* 2007, Simões *et al.* 2009), no qual concluíram além de aspectos tafonômicos e paleoecológicos, a ocorrência destes fósseis aliada a fases da estratigrafia de sequências.

Ghilardi & Simões (2007) apresentaram ainda uma súpula sobre a história da pesquisa de trilobitas no Brasil, salientando estudos da Formação Ponta Grossa, e Soares *et al.* (2008a,b) apresentaram respectivamente estudos de revisão do gênero *Metacryphaeus* e denominação de nova espécie, e salientaram aspectos do intemperismo e fossilização na preservação dos fósseis. Nesta mesma linha, Vega & Tavares (2008) noticiaram a descoberta de um aparelho digestivo piritizado de trilobita.

Recentemente, novos estudos sistemáticos têm apontado para uma série de nomes inválidos entre as classificações de calmoniídeos, que trarão sérias implicações paleoambientais e bioestratigráficas (Batista *et al.* 2010).

4.2.3. Conulários

Clarke (1913a) noticiou e descreveu três espécies de conulários encontrados nas regiões de Ponta Grossa, Tibagi e Jaguariaíva: *Conularia quichua*, *Paraconularia africana* e *Paracolunaria ulrichana*. Quase nove décadas após este estudo pioneiro, Leme (2000, 2006) e Leme *et al.* (2000a,b,c, 2001 e 2004) focaram, entre outros aspectos, a sistemática e filogenia do grupo. Entre os principais resultados, não foi encontrado material proveniente de *P. ulrichana*, e as espécies encontradas, *C. quichua* e *P.*

africana são consideradas cosmopolitas e, devido à configuração paleogeográfica de baixas latitudes, devem tratar-se de organismos euritêrmicos.

Por sua vez, Simões *et al.* (2000a,b), Rodrigues (2002) e Rodrigues *et al.* (2003) enfocaram análises tafonômicas sobre agrupamentos de conulários, separando-os por classes tafonômicas, e associando-as à estratigrafia de sequências (e.g. Simões *et al.* 2000a). A ocorrência destes fósseis em Jaguariaíva, por exemplo, se dá em concentrações dois níveis acima, 29 a 32, e 44 a 48 m do topo da Formação Furnas, associados a tempestitos. O grau de variabilidade de preservação das tecas pode indicar que estas não eram rígidas, deformando-se com a compactação da rocha após perderem a turbidez muscular quando morriam (Rodrigues *et al.* 2003).

Rodrigues *et al.* (2006) analisaram ainda o hábito de vida de *C. quichua*, e concluíram que possivelmente poderiam ocorrer isolados ou em colônias, e o fato de alguns conulários apresentarem um espaço maior na região basal pode indicar maiores afinidades com hábitos gregários do que coloniais.

Cantarelli & Dias (2008) divulgaram a presença de conulários também no afloramento Rio Caniú, onde foram encontrados pela primeira vez, uma vez que a grande maioria das amostras procede da região de Jaguariaíva. Outro detalhe importante noticiado por estes autores é o fato de que a amostra consiste em duas tecas aparentemente unidas por um fino traço, o que pode indicar que estes organismos viviam não simplesmente de forma gregária, mas sim colonialmente.

4.2.4. Moluscos

Kayser (1900) foi o primeiro a publicar oficialmente descrições de moluscos encontrados nas rochas devonianas da região de Tibagi. Pouco mais de uma década depois, Clarke (1913a) publicou a descrição de 29 espécies diferentes de moluscos bivalves e gastrópodes. Muito pouco deste conjunto de fósseis foi alterado com o passar dos anos.

Em 1943, F. W. Lange propôs dois novos táxons, *Nuculites depressus* (bivalve) e *Diaphorostoma paranaensis* (gastrópode) como integrantes da fauna austral de Clarke (1913a). Copper (1977) integrou várias espécies de moluscos às comunidades infáunicas e semi-infáunicas do Devoniano paranaense. Entre eles, principalmente gastrópodes (*Bucanella*) e alguns gêneros de bivalves (e.g. *Solemya*) à comunidade de lingulídeos e bivalves maiores à comunidade de *Australocoelia* (Figura 10).

Apenas a partir da década de 80 os estudos sistemáticos com moluscos reiniciaram. Morsch (1984, 1986, 1987) realizou ampla revisão na taxonomia de bivalves de Clarke (*op. cit.*), complementando novas descrições de espécies que mantiveram a classificação original e renomeando outras, das 18 espécies analisadas.

Revisões sistemáticas, morfofuncionais, e descrições de novas espécies de bivalves foram executadas posteriormente por Kotzian (1995, 2003) e Machado (1999). Paralelamente, Kotzian & Marchioro (1997) e Marchioro *et al.* (1998) realizaram estudos sobre os gastrópodes da Formação Ponta Grossa, dos gêneros *Pleurotomaria*, *Pitonatis*, *Platyceras* e *Bucanella*.

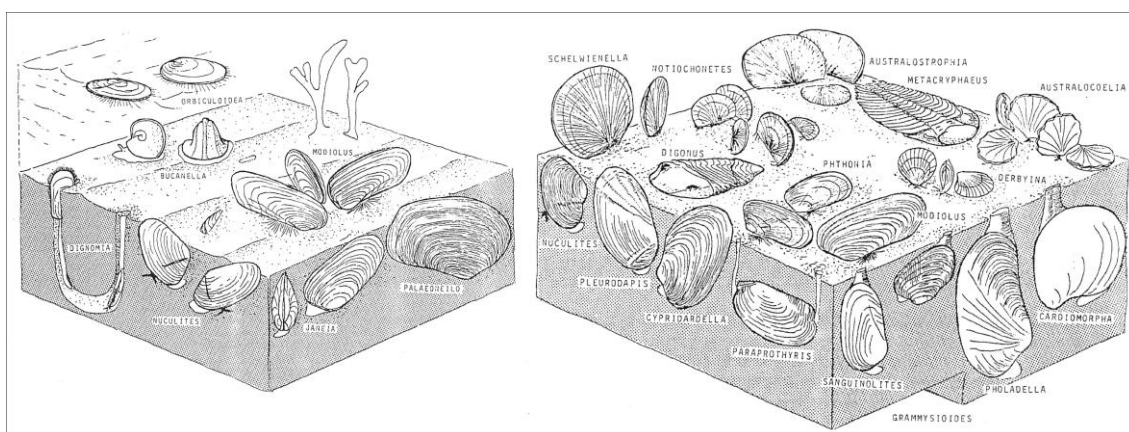


Figura 10. Comunidades bentônicas infáunicas e semi-infáunicas do Membro Jaguariaíva propostas por Cooper (1977). À esquerda, comunidade de lingulídeos, onde destaca-se profusão de moluscos gastrópodes, e à direita comunidade de *Australocoelia palmata* (Fonte: Copper, 1977).

4.2.5. Braquiópodes

Os estudos com braquiópodes foram feitos de maneira concomitante com o estudo do devoniano paranaense. Foi com base em braquiópodes calciados (esperiferídeos) que Derby (1878) concluiu que os folhelhos paranaenses apresentam idade devoniana. Os mesmos espécimes foram analisados posteriormente por Kayser (1900), que os determinou como *Spirifer iheringi* e *S. borbai*. Pouco tempo depois, a profusão de braquiópodos foi reunida em 24 espécies descritas por Clarke (1913a).

Pouco foi acrescentado à monografia de Clarke (*op. cit.*) na primeira metade do século XX. Lange (1943) acrescentou duas espécies novas à fauna de braquiópodos, e Boucot & Gill (1956) reestudaram a espécie cosmopolita *Leptocoelia flabelites*, característica do hemisfério norte e de faunas boreais, e verificaram que os espécimes atribuídos a este braquiópodo tratavam-se na verdade de uma nova espécie, de caráter essencialmente austral e típico da Bacia do Paraná, denominado por eles como *Australocoelia palmata*.

Com base na presença de braquiópodos, Popp (1985) confirmou a ocorrência de quatro comunidades de braquiópodos aventada por Boucot (1971): a comunidade de *Lingula* nas camadas de transição do Membro Jaguariaíva e topo do Membro São Domingos, a comunidade de *Australocoelia* no Membro Jaguariaíva, a comunidade de *Australospirifer* no Membro Tibagi e a comunidade *Notiochonetes* no Membro São Domingos.

Quadros (1984, 1987) analisou os braquiópodos (calciados e lingulados) da Formação Ponta Grossa enfocando a Sub-bacia de Alto Garças. Quanto aos braquiópodos lingulados especificamente, representados principalmente por orbiculoides e lingulídeos, o cenário de pesquisas tem sido farto. Salvo exceções, lingulídeos e orbiculoides têm sido exaustivamente estudados pelo grupo de pesquisas coordenado pelo Dr. E. Bosetti, na Universidade Estadual de Ponta Grossa. Bosetti (1989a,b,c), Bosetti & Moro (1989), Bosetti & Quadros (1996), Nunes (1999), Bosetti *et al.* (2006), Zabini *et al.* (2006), Zabini (2007, 2011) trouxeram ao debate científico novas ideias sistemáticas e paleoecológicas quanto aos lingulídeos. Zabini *et al.* (2007) procedeu uma série de revisões atuais de cunho morfológico, biológico e paleoecológico sobre

os lingulídeos. Recentemente mais um novo gênero, *Lingulepis*, foi descrito para a unidade (Bosetti *et al.* 2010). No tocante aos orbiculoides, ressaltam-se os trabalhos de Bosetti *et al.* (2008), Cominskey & Bosetti (2011) e Cominskey *et al.* (2011), tendo Cominskey (2011) reclassificado um dos espécimes de *Orbiculoidea* para *Gigadiscina*, além de apresentar um arcabouço de distribuição estratigráfica para este grupo fóssil.

4.2.6. Equinodermos

Os equinodermos já são conhecidos de longa data na região devoniana do Paraná. À semelhança dos braquiópodos, a primeira menção de ofiuroides remonta ao século XIX quando Derby (1878) divulgou a presença de rochas desta idade no sul do Brasil. Posteriormente, uma nota foi divulgada por Clarke dentro do clássico relatório de White (1908) a respeito deste achado, cabendo a Clarke (1913a,b) as descrições e ilustrações que marcam o início propriamente dito do estudo dos equinodermos ofiuroides da Formação Ponta Grossa, como *Aspidosoma? pontis* e *Echinasterella? darwini*.

Sucedeu-se um longo período com apenas citações a respeito destes fósseis, sendo que Lange (1943) reportou oficialmente a presença de entroclas de crinoideos (Crinoidea indet.), evitando uma classificação mais específica por falta de características distintivas nestes elementos. Pouco tempo depois, Petri (1948) cita a presença de cistoideos entre os fósseis de equinodermos encontrados na unidade, minuciosamente estudados por Caster (1954a,b), que concluiu tratarem-se de carpoides (Classe Stylophora), que classificou-os como *Paranacystis petrii* e *Australocystis langei*.

Apenas com o trabalho de Ferreira & Fernandes (1989), o conhecimento dos crinoides voltou a ser alimentado com novos dados, quando se citou a presença do crinoide *Laudonomphalus ornatus* em rochas da Formação Ponta Grossa, no Mato Grosso. Seguiu-se o estudo de Bolzon & Bogo (1996), que teceram comentários descritivos e tafonômicos sobre os crinóides depositados na Coleção de Paleontologia da UFPR, onde analisaram colunas, braços e um cálice de crinoides. Concluíram que eles depositaram-se em águas calmas e que a desarticulação não orientada ocorreu devido ao desmembramento pós-

morte natural. Todas as amostras provinham do Membro Jaguariaíva (afloramentos de Jaguariaíva e Palmeira). Semelhantes inferências encontram-se no trabalho de Bolzon & Scheffler (1997).

Scheffler *et al.* (2001) identificaram inicialmente cálices de equinodermas pedunculados, citados como cálices de crinoides e posteriormente classificados como blastoides (Scheffler 2004). Scheffler *et al.* (2002) tentaram classificar as diferenças morfológicas de pluricolunais e colunas de crinóides, apresentando como resultado 9 padrões morfológicos de pluricolunais, os quais foram utilizados para reconstruir 3 morfótipos diferentes de pedúnculos.

Scheffler & Fernandes (2003) citaram a ocorrência e descreveram pela primeira vez cálices de blastoides, mostrando na ocasião que nem todos os pedúnculos encontrados na formação poderiam ser atribuídos diretamente a crinoides.

Scheffler (2004) identificou vários crinoides e blastoides para a formação, com base no cálice e nos pedúnculos encontrados, diferenciando as diversas morfologias. Congrega os cálices de blastoides citados por Scheffler & Fernandes (2003) e Scheffler (2003) como pertencentes a *Pentremetidae* indet., *Fissiculata* indet. B, além de apresentar uma nova forma classificada como *Fissiculata* indet. A., que possui grande afinidade com o gênero *Pachyblastus*. Scheffler (2004) identifica ainda dois cálices de crinóides como *Ophiucrinus stangeri* e *Poteriocrinida* indet. Além de várias pluricolunais como *Cyclcaudex* sp., *Crenatames amicabilis* e *Lauconomplhalus* sp. Também foram identificados morfótipos de pedúnculo para a Formação Ponta Grossa, que podem pertencer tanto a crinoides como a blastoides.

Cistoides foram reportados por Bosetti *et al.* (2005) para a região de Ponta Grossa, e outros estudos sobre pelmatozoários foram executados por Scheffler & Fernandes (2005, 2007a,b), Scheffler (2006, 2007).

Scheffler (2007) conduziu um dos principais trabalhos sobre os equinodermos na Formação Ponta Grossa. Ele constatou que o fato de apenas nove espécimes terem sido noticiados em 129 anos de investigações científicas desde sua descoberta na unidade, e que das seis classes a que

pertencem estes elementos, metade foi registrada nos últimos sete anos, era um forte indicativo de que o grupo carecia de mais estudos e possivelmente se revelasse muito mais abundante do que aparentava ser.

Scheffler (2007) ainda alertou que os equinodermos foram elementos importantes das comunidades fósseis do Mesozoico, tanto de substrato duro quanto mole. Vinte classes dominaram o registro fóssil paleozoico e pelo menos 14 classes habitaram os mares epicontinentais extensos do Devoniano (Ubaghs, 1967 *apud* Scheffler, 2007). Diante deste abundante cenário, seis classes foram identificadas entre os equinodermos da Formação Ponta Grossa: Asteroidea, Crinoidea, Sthylophora, Ophiuroidea, Blastoidea e Cystoidea. Assim, diante do grande número de informações isoladas a respeito do Filo Echinodermata na Formação Ponta Grossa, Scheffler (*op. cit.*) apresentou uma síntese dos diversos aspectos históricos da pesquisa deste grupo fóssil e os táxons encontrados.

Assim, num total de 129 anos de pesquisas (até Scheffler, 2007), registra-se para a Formação Ponta Grossa um blastoide em nível de gênero, um crinoide e dois blastoïdes em nível de ordem, um blastoide em nível de família, e um equinoderma classificado apenas como pertencente à Classe Cystoidea.

Scheffler *et al.* (2008) abordaram aspectos paleoecológicos de crinoides, ao passo que Scheffler *et al.* (2011) concatenaram inferências paleoambientais interessantes sobre duas espécies de equinodermas, um crinóide (*Marettocrinus* aff. *M. sp. C*) e um carpoide (*Placocystella africana*) ocorrentes exclusivos de estratos eogivetianos da Bacia do Paraná. Os autores presumiram que estes equinodermas ocuparam nichos vagos deixados pelo evento de extinção Eifeliano/Givetiano, caracterizando uma transição entre faunas de águas frias (*P. africana*) com elementos de águas mais quentes (*Marettocrinus*) e coadunando com o fim do provincialismo do Eo-mesodevoniano.

4.2.7. Tentaculitoideos

Os tentaculitoideos representam um dos grupos extintos de aplicação bioestratigráfica mais promissora entre os macroinvertebrados da Formação Ponta Grossa. Reconhecidos inicialmente por Clarke (1913a), sendo o gênero *Tentaculites* um dos mais comuns, seus estudos foram retomados mais de 70 anos depois com a publicação de Ciguel *et al.* (1987) sobre a preservação de concha parcial de *Uniconus crotalinus* na Formação Ponta Grossa, até então encontrado apenas na forma de moldes.

Em seguida, Ciguel (1989) congregou dados de tentaculitoideos paleozoicos da América do Sul, e apresentou a primeira proposta bioestratigráfica com base em um grupo de macroinvertebrados para a Formação Ponta Grossa, com dados parcialmente coerentes com a bioestratigrafia palinológica da unidade (Lange & Petri 1967). Nesta proposta bioestratigráfica, Ciguel (1989) apontou a presença de quatro cenozonas, três zonas de amplitude concorrente (*Uniconus crotalinus* - *Tentaculites gorceixensis*; *T. clarkensis* – *Homoctenus barbosensis* – *H. carvalhensis*; e *T. brannerensis* – *Seretites jaculus*), e duas zonas de apogeu (*U. crotalinus* e *S. jaculus*). Muitas novas espécies foram descritas no mesmo trabalho, e minucioso levantamento de campo foi realizado com correlação estratigráfica entre os afloramentos da unidade na porção paranaense, cujas correlações serão aplicadas na presente pesquisa.

Após o falecimento precoce do autor, muito pouco foi estudado sobre este grupo. Daemon *et al.* (1996), apresentando um refinamento bioestratigráfico do devoniano paranaense, posicionou os gêneros *Tentaculites* e *Uniconus* com ápice de abundância nos intervalos D2 e D3 da Formação Ponta Grossa, *Homoctenus* nos intervalos D3 e D4, e *Seretites* nos intervalos D4 e D5.

Posteriormente, com foco sistemático, Azevedo-Soares (1999) propôs nova sistematização para os indivíduos deste grupo, e Rodrigues *et al.* (2001) enfocaram aspectos tafonômicos das bioacumulações de tentaculitoideos na seção de Jaguariaíva.

Recentemente, Fregatto (2011) e Fregatto *et al.* (2011, 2012) estudaram o acervo da Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra da UFPR onde reportou-se a abundância dos gêneros *Homoctenus*, *Seretites*, *Styliolina*, *Tentaculites* e *Uniconus*, com caráter cosmopolita de *Homoctenus* nos diversos estratos da formação.

4.2.8. Ostracodes

Quanto aos ostracodes, Lange (1943) foi o primeiro a oficialmente divulgar a presença destes crustáceos encontrados em folhelhos de Ponta Grossa e arenitos de Tibagi, sendo que os fósseis encontravam-se em bom estado de conservação (moldes), embora sua classificação só tenha sido feita muito tempo depois por Pinto & Purper (1986).

Estes autores classificaram os moldes de ostracodes citados por Lange (1943, 1954) e Lange & Petri (1967) como pertencentes à espécie *Lapazites roesleri*, presentes tanto em folhelhos do Membro Jaguariaíva como do Membro São Domingos. Associados a eles encontraram-se braquiópodes, moluscos, equinodermas, trilobitas, escolecodontes, tentaculitoideos e restos vegetais.

Azevedo (1996) teceu considerações tafonômicas sobre os exemplares depositados no acervo da Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra da UFPR, em sua ampla maioria moldes externos e internos, bem preservados, entretanto sem distinção de impressões musculares nos moldes externos. Fina película recobre alguns exemplares, tanto quanto óxidos (também observado por Ciguel *et al.* 1987). Todas as amostras procedem do afloramento de Jaguariaíva, encontradas em siltitos, tanto formas juvenis quanto adultas, em distribuição esparsa, portando inclusive delicados e longos espinhos. Tal aspecto indica pouco ou nenhum transporte.

4.2.9. Restos vegetais

Oppenheim (1935) apresentou o primeiro trabalho a respeito de fragmentos vegetais fósseis encontrados na Formação Ponta Grossa, em um poço na cidade homônima, e também em afloramento nas imediações de Tibagi. Por hora, o autor sugeriu tratarem-se como pertencentes a pteridófitas, semelhantes aos gêneros *Lepidodendron* e *Calamites*. Alguns anos depois, pouco se sabia a respeito dos fragmentos vegetais, e Reed (1941), ignorando o achado de Oppenheim (*op. cit.*), relata apenas a ocorrência de fragmentos de possíveis psilófitas em exemplares oriundos de Ponta Grossa, classificados como *Psilophyton* sp..

Os trabalhos sobre a paleoflora da Formação Ponta Grossa foram mais expressivos em meados da década de 50, com as pesquisas de F. W. Sommer e R. Kräusel. Sommer (1954) publicou expressivo trabalho sobre talófitas encontradas nos pelitos de Jaguariaíva, pertencentes aos gêneros *Octaviona* e *Euzebiola*, além de detalhar uma série de esporomorfos *Tasmanites*. Kräusel (1954, 1960) descreve com detalhe a presença de fragmentos vegetais das imediações do município de Ponta Grossa, posteriormente classificados como pertencentes a afloramentos do Membro São Domingos (Lange & Petri, 1967). Tratam-se de cutículas de *Spongiophyton* e *Haplostigma*, sendo o primeiro representado por cinco espécies diferentes (*S. lenticulare*, *S. nanum*, *S. minutissimum*, *S. articulatum* e *S. hirsutum*). *S. lenticulare* e *S. nanum* foram determinadas na maioria das localidades, enquanto as demais espécies de *Spongiophyton* e *Haplostigma* foram reconhecidas mais restritamente.

Lange & Petri (1967), ao proporem a divisão tripartite para a unidade, posicionaram os espécimes descritos por Sommer (1954) como integrantes da flora do Membro Jaguariaíva, composta pelos espécimes de *Octaviona*, os esporomorfos *Tasmanites*, e ainda pela espécie *Paulomyces donianitii*; enquanto os tipos descritos por Kräusel (1954, 1960) foram ajustados bioestratigraficamente com o Membro São Domingos.

Longo tempo se passou sem pesquisas expressivas desta vertente, interrompido pelo estudo sobre associações palinológicas de Cruz & Soares (1996) que comunicaram e estimaram o achado de cutículas vegetais em

alguns afloramentos nas imediações de Ponta Grossa e do afloramento na estrada de ferro de Jaguariaíva. Neste último, os autores salientaram a predominância de *S. nanum* entre os espécimes analisados.

Guerra-Sommer *et al.* (1996), ao efetuarem análises morfológicas e geoquímicas no mesmo gênero, verificaram que os *Spongiophyton* revelaram ao exame cuticular um padrão de esponja e diferenciação tubular e ramificações aparentemente relacionados a hábitos terrestres de margem de lagoas, o que é corroborado pelos biomarcadores, também interpretados como sugestivos de hábitos terrestres destes organismos. Assumiram ainda que a associação palinológica é alóctone, e que, conseqüentemente, as cutículas vegetais também o sejam. Além disso, elevados valores de índice de hidrogênio (780 mg Hc/g TOC) das cutículas são característicos de composição rica em lipídeos de plantas superiores (Embryophytes).

Iannuzzi (1996), ao investigar fatores paleoecológicos e paleoclimáticos de um gênero de psilófita que persistiu na passagem Devoniano-Carbonífero, ressaltou que plantas com hábito psilofítico foram conservadas em função do clima frio desses períodos, quando o mesmo atuava como barreira à entrada de formas mais evoluídas oriundas de regiões equatoriais. Em ambientes higrófilos, onde psilófitas tendem a se desenvolver, a reposição ou substituição dos elementos florísticos é lenta comparada a ambientes mais drenados, ou seja, são ditos conservadores e preservam por mais tempo elementos de grupos arcaicos como dominantes na associação (persistência extra-equatorial, de Meyen 1987 *apud* Iannuzzi, 1996), sendo também os últimos a serem colonizados por elementos de grupos evolutivamente inovadores, sendo normalmente de águas salobras e dominados por poucos táxons. O clima caracteristicamente frio a temperado, na passagem Neodevoniano-Eocarbonífero, associado a ambientes higrófilos, deve ter atuado na sobrevivência desses tipos devonianos.

Após mais um período com escassez de pesquisas neste tema, Marcondes *et al.* (2011) reorganizaram a coleção paleobotânica devoniana da Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde verificaram que todos os

exemplares catalogados até então ou pertenciam ao táxon de *Haplostigma*, ou pertenciam aos *Spongiophyton*.

Contemporaneamente, Matsumura *et al.* (2011) verificaram que diante do zoneamento fitoestratigráfico aplicado internacionalmente na literatura, que conta com sete biozonas fitofossilíferas, a Bacia do Paraná conta apenas com o gênero-guia *Cooksonia*, encontrado na Formação Furnas (Gerriene *et al.* 2001, Milagres *et al.* 2007). Comentaram também a distribuição estratigráfica ampla de *Spongiophyton* (Eoemsiano-Givetiano), e pouco mais restrita de *Haplostigma* (Eifeliano-Givetiano). As explicações para esta baixa variabilidade florística concordam com o exposto por Iannuzzi (1996), com relação às baixas latitudes e condições ambientais estressantes (clima frio, luminosidade reduzida e solos pobres).

4.2.10. Icnofósseis

No início da década de 80 foi identificada entre os icnofósseis da Formação Ponta Grossa uma pegada de anfíbio devoniano. Leonardi (1982) apresenta à comunidade científica o que interpretou como sendo um rastro de quadrúpede, de uma mão plantígrada tetradátula esquerda. Esta pista encontra-se impressa em uma amostra de arenito procedente do afloramento São Domingos no km 175 da BR-376 (Rodovia do Café), município de Tibagi, e trata-se da única amostra do gênero encontrada até então. A assembleia fóssil é composta por *Australocoelia palmata*, abundantes *Tentaculites crotalinus*, e fragmentos vegetais de *Spongiophyton*. A consideração desta pista fóssil como pertencente a um vertebrado, cujas dimensões e características remetem a um anfíbio com cerca de 0,90 a 1,00 m de comprimento em estratos do Devoniano Médio a Superior corresponderiam ao “sinal mais antigo da presença de vertebrados terrestres no mundo” (Leonardi, 1982, p. 37). O autor aventurou-se a dizer que a pista trata-se da pegada de um *Ichthyostegalia*, cujo tamanho e distribuição estratigráfica seriam compatíveis com o exigido para imprimir tal pista. No ano seguinte, esta pista fóssil foi atribuída ao icnotáxon *Notopus petri* (Leonardi, 1983).

Entrementes, embora tenham sido empreendidas várias excursões para coletar mais amostras, apenas uma pista foi encontrada, sem nenhuma outra evidência da presença de vertebrados, o que abre margem a dúvidas e outras possibilidades. Assim Roček & Rage (1994) reanalisaram e sugeriram que não é impossível que o icnofóssil represente uma impressão imperfeita produzida por um equinodermo asteroide ou ofiuroides similares aqueles que são classificados como o icnogênero *Asteriacites* Schlotheim 1820.

Campanha (1985) foi a primeira a utilizar os icnofósseis na tentativa de auxiliar na reconstrução paleogeográfica da Formação Ponta Grossa. Seu estudo verificou a presença do icnofóssil *Zoophycus* em afloramentos da região de Ponta Grossa e no poço 3-CB-2-SP, em Cuiabá Paulista (SP). Deste estudo, Campanha conclui que o icnofóssil *Zoophycus* serve como indicador batimétrico, por análise de suas diferentes formas, planar e helicoidal. As formas mais planares associam-se a rochas sedimentares de profundidade ligeiramente mais rasa que as formas helicoidais. De um ponto de vista mais amplo, a icnofácies representa sedimentação mais profunda, possivelmente *off-shore* externo.

No mesmo ano, Fernandes & Melo (1985) descreveram três exemplares do icnogênero *Bifungites* em folhelhos da unidade, tanto do membro inferior quanto superior, nos quais classificaram os icnofósseis como *B. paranaensis* e *B. cruciformis* para os espécimes encontrados no Membro Jaguariaíva, e *Bifungites* isp. para o espécime descrito no Membro São Domingos. A pesquisa serviu para reforçar o caráter cosmopolita do organismo construtor desta pista, encontrada em rochas do Eocambriano ao Carbonífero.

Fernandes (1996), ao analisar icnofósseis da Bacia do Paraná para as unidades ordoviciano-devonianas, identificou na Formação Ponta Grossa os icnogêneros *Bifungites*, *Chondrites*, *Cruziana*, *Lockeia* (?), *Notopus*, *Palaeophycus*, *Palaeosabella*, *Rusophycus*, *Skolithos* (?) e *Zoophycos*. Entre estes, *Cruziana* e *Zoophycus* integram associações icnofossilíferas marinhas de águas rasas.

Fernandes & Carvalho (2002) descreveram o mais antigo registro de Dipnoiforme da Bacia do Paraná, encontrado em uma associação de arenitos e folhelhos em Aquino (MT), redescrito e também ilustrado por Toledo & Bertini (2005). Trata-se de um tubo de escavação com 13 cm de comprimento, que à semelhança do que foi citado acima para os trabalhos de Leonardi (1982, 1983), a ausência de restos esqueléticos de Dipnoiformes até agora dificulta esta associação paleoicnológica. Caso positivo, os dipnoiformes possuiriam hábito híbrido marinho e continental.

Abelha *et al.* (2007) refinou o trabalho de Fernandes (1996) para a região de afloramentos da borda leste da bacia, onde constatou, além da presença das icnofácies *Zoophycus* e *Cruziana*, esta última dividida em C. "Arquetípica", C. "Empobrecida" e C. "Proximal" (vide Abelha *et al. op. cit.* p. 234 para maiores detalhes das associações de icnofósseis), a icnofácies *Glossifungites*, sobrejacente à icnofácies *Cruziana* marcada pela ocorrência de *Thalassinoides* isp. Tal sobreposição de icnofácies foi interpretada como um provável evento de regressão forçada dentro do contexto transgressivo geral da unidade.

4.3. Paleogeografia

Du Toit (1927) faz referência à comparação notável entre o Sistema Devoniano da Bacia do Paraná e o Sistema Cape, na África do Sul. Destaca a semelhança inverossímil entre o Arenito Furnas e o Table Mountain, fato este corroborado pelas inúmeras contribuições de Maack (1947, 1950-51, 1961, 1963) e Beurlen (1954). Discute um paleoclima frio com base nas características litológicas do arenito Table Mountain, e indiretamente pela coloração cinza-escura verde dos estratos marinhos, ausência de calcários e escassez de corais (o que é similar no lado brasileiro). Postulou um mar raso por toda a parte, o que explica mais facilmente a larga transgressão de suas águas em certos territórios. Comenta ainda sobre o pendor austral da assembleia faunística, e que as áreas fonte das unidades do Paraná deveriam situar-se mais a leste do que a oeste. Aventa um ambiente para a região paranaense de uma baía com um promontório localizado entre os litorais do Brasil e das Ilhas Malvinas. No Carbonífero, os mares se retiraram, com elevação isostática com recobrimento da região da Serra de La Ventana, África do Sul e Ilhas Malvinas de sedimentos fluviais derivados da erosão das camadas devonianas. Ressalta ainda a maior semelhança da Fauna de Bokkeveld com a das Ilhas Malvinas do que com a do Paraná.

Weeks (1947) concluiu que o avanço transgressivo Siluriano-Devoniano veio na direção leste, desenvolvendo-se na região média da Argentina, e provavelmente representando um avanço transgressivo vindo pelo mar da Bolívia, atravessando o Paraguai em direção à Bacia do Paraná e ao sul do Brasil e norte do Uruguai. Weeks (*op. cit.*) também delineou a saída dos mares devonianos no Mississippiano atrelado ao soerguimento de grandes áreas.

Já Maack (1950-51) defende veementemente a ideia de que a região da Bacia do Paraná desde o Siluriano até o Carbonífero subjugava-se a um clima sub-polar e polar, o que corresponderia às unidades cronocorrelatas na África do Sul, sendo que o mar devoniano teria sido frio sub-polar, bordejado por um continente que estendia-se rumo a leste em latitudes correspondentes a uma região climática de hemisfério sul, aproximadamente 60°-80°.

Paleoclimaticamente, Beurlen (1954) defende que o mar devoniano continha águas frias, atestadas não somente pela pobre diversidade faunística como também pela presença de geleiras sobre as terras altas provavelmente na Bolívia e Argentina. O derretimento das geleiras e o lançamento de *icebergs* resultaram na sedimentação de arenitos eodevonianos glaciais.

Concomitantemente, Bigarella (1954) foi um dos pioneiros ou quiçá o mais bem aventurado no traçado paleogeográfico do Estado do Paraná. Seu trabalho contém uma série de blocos-diagrama para cada período de tempo correspondente ao período geológico, representando artisticamente, porém com bases científicas, a evolução geológica a que a região paranaense se sujeitou com o passar das eras geológicas. Destacam-se neste trabalho as figuras referentes do período pré-Devoniano ao Permo-Carbonífero, que ilustram o avanço de um mar vindo de oeste para leste sobre uma superfície peneplanizada, e aventam a existência de terras altas na porção oriental da região.

Alguns anos mais tarde, Sanford & Lange (1960) ressaltaram na história cronológica da Bacia do Paraná uma epirogênese geral seguida de transgressão marinha continental no Devoniano Inferior, em quase toda a área atual da bacia. O mar invadiu de oeste e noroeste, e era limitado a norte pelo escudo brasileiro central, e a sul pelo Maciço Patagônico, enquanto possivelmente apenas o Escudo rio-grandense-uruguaiano permaneceu emerso. A fauna e características sedimentares como seixos facetados nas unidades devonianas atestam o clima frio que ocorria na época, coadunando informações de Maack (1947, 1950-51) e Beurlen (1954).

No Meso-Devoniano, uma emergência epirogênica geral soergueu o escudo brasileiro costeiro e formou-se um *trend* de cadeias norte-sul dos Pampas. O mar abandonou estas áreas soerguidas, mas permaneceu restrito por algum tempo em uma pequena área no centro do Paraná, Paraguai e Mato Grosso, regressando a oeste para a Bolívia e Peru. As regiões dos Andes, Bolívia e Argentina permaneceram submersas durante o Devoniano Médio, como um braço de mar estendendo-se em direção sudeste ao norte dos maciços da Patagônia e as Ilhas Malvinas. O Devoniano provavelmente

ultrapassava a Serra do Mar, e somente depois do soerguimento do Arco de Ponta Grossa e subida das montanhas, a erosão dos sedimentos se pronunciou. No Neo e Mesodevonianos houve um soerguimento geral e o mar abandonou todas as áreas (Sanford & Lange, 1960).

Maack (1961) reitera suas colocações de que a totalidade das rochas devonianas são testemunhos de ambientes frios, de caráter glacial a peri/subglacial (*sic*). Material de *drift* glacial-marinho ter-se-ia depositado nos arenitos das formações Furnas e Barreiro, impelido pela água de degelo. Seixos estriados e facetados na Formação Furnas (bem documentados) e conglomerados fluviais com paleocorrentes para SW exibem um cenário glacial com períodos de degelo em peneplanície litorânea. A Formação Ponta Grossa corresponderia a um mar raso subglacial. O autor discute brilhantemente a área fonte para o arenito Furnas no continente africano com base em análises petrográficas de seixos de quartzito violáceo presentes na base da Formação Furnas e da sua correspondente no Sistema Cape. Naquela época endossava as colocações de Du Toit (1927) sobre a teoria da tectônica de placas.

Loczy (1966) traçou novos contornos para o Devoniano da Bacia do Paraná, onde os depósitos devonianos seriam marinhos típicos depositados sobre superfície peneplanizada. A fauna austral provavelmente avançou por sudoeste, até o limite oriental da bacia, sem, contudo, conexão direta com a região da fossa andina devoniana e a parte brasileira da Bacia do Paraná (Wolfart 1961). O Arco de Assunção atuou como a mais importante barreira geográfica da época, e Loczy (1966) admite não haver indicações exatas de uma comunicação marinha constante entre a região setentrional da Bacia do Paraná e a Bacia do Grande Chaco. O autor discute o posterior soerguimento no final do Devoniano e a erosão até o início do Carbonífero Superior, quando grande parte da área estava novamente peneplanizada.

Logo em seguida, Bigarella & Salamuni (1967) destacam a importância das direções de paleocorrentes no arenito das Formações Furnas, que tendem no domínio norte para N35W e no domínio sul para S53W. Também alertam a existência de *sea way*, ligando a Bacia do Paraná às demais regiões devonianas da plataforma brasileira. Atentam que o ambiente não deveria ser

glacial como supunham Maack (1947, 1950-51, 1961, 1963) e Beurlen (1954), mas semiúmido, o que corrobora a formação do pediplano pré-Devoniano.

Este quadro foi atualizado por Lange & Petri (1967), que acrescentaram algumas novas inferências paleogeográficas, com destaque a uma ligação entre o mar devoniano paranaense e o uruguaiano por meio de um *sea way* atravessando o Território das Missões Argentinas e outro ligando a Bacia do Paraná a do Parnaíba, o que é corroborado por suas comunidades faunísticas. Há importantes comentários sobre as associações faunísticas, com discriminação de fósseis *index* e considerações sobre a oxigenação da Formação Furnas, que provavelmente propiciou a não conservação de material orgânico. Admitem ainda clima frio e não descartam a influência glacial proposta pelos trabalhos de R. Maack. Um mapa paleogeográfico ligeiramente similar ao de Lange & Petri (1967) foi proposto por Harrington (1967) para o Devoniano da América do Sul, além de esboçar o delineado geral dos eventos tectônicos orogênicos do Eodevoniano ao Neopaleozoico, associados aos deslocamentos faunísticos.

Daemon (1981), ao traçar o biozoneamento preliminar do Devoniano da Bacia do Paraná, pôde visualizar que os dois depocentros da Formação Ponta Grossa prevaleceram durante a base do Devoniano (D2 - Emsiano), até o Givetiano (D5), quando o alto Estrutural de Três Lagoas finalmente foi recoberto pelos folhelhos fossilíferos da unidade – mais jovens, talvez com maior influência continental. Sugere ainda que sedimentos retrabalhados na porção basal do Grupo Itararé na região de Paraguaçu Paulista, datados como famenianos e tournaisianos (Neoedevoniano - eocarbonífero) indicam que a sedimentação Ponta Grossa estendeu sua sedimentação até idades mais novas, com fontes talvez provenientes de N, NE e NW.

Este autor comenta ainda que após a sedimentação Ponta Grossa a bacia passou por extenso período de erosão, que segundo Ramos (1970) estaria relacionado com um levantamento de toda a região sul, que se estendeu até o Neocarbonífero, na qual o Alto de Três Lagoas praticamente desapareceria.

Zalán *et al.* (1987) atentam que, paleogeograficamente, a sequência devoniana representa um mar restrito pela subida do Arco de Assunção a oeste, durante o Eodevoniano, com ligações para o proto-pacífico ao norte e a sul deste importante elemento tectônico. Pouco tempo depois, Zalán *et al.* (1990) postularam que a sequência siluriana teria se depositado em um golfo aberto para o proto-Pacífico, numa margem passiva, e a Discordância Caledoniana provavelmente assina a transição da margem passiva para a margem compressional, durante o qual o proto-Arco de Assunção se desenvolveu. Quando a transgressão Devoniana ocorreu, ocupou praticamente a mesma área da Sequencia Siluriana (Figura 11). Um soerguimento amplo associado à Orogenia Eoherciniana determinou o fim da sedimentação e do ciclo da “primeira Bacia do Paraná”.

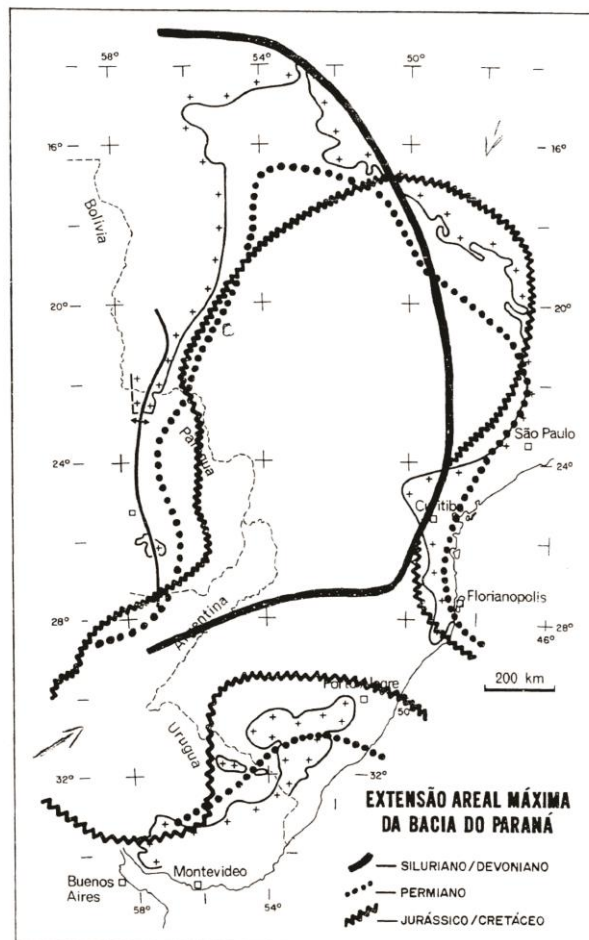


Figura 11. Distribuição espacial da Bacia do Paraná ao longo dos diferentes estágios deposicionais, do Siluriano ao Cretáceo (Fonte: Zalán *et al.*, 1987).

Na década de 1990, com o I Simpósio Sul-Americano do Siluro-Devoniano, importantes informações foram congregadas. Borghi (1996) comentou a importância do Arco de Assunção no cenário paleogeográfico da Formação Furnas e da possibilidade de tempestades de inverno contribuírem para a geração de fortes correntes e ondas no cenário deposicional marinho da unidade.

Daemon *et al.* (1996) reclassificaram a Formação Furnas como de idade Siluriano Superior ao Devoniano Inferior, desenvolvida em cenário litorâneo com elevada umidade e até mesmo com áreas emersas (presença de vegetais fósseis). Redefiniram os intervalos bioestratigráficos D2 a D5 com biotas correspondentes às idades do Praguiano a Struniano e mostraram, em mapas, sua distribuição geográfica. O “Mar Ponta Grossa” abrangia vasta área de plataforma, recoberta por lâmina d’água de poucas dezenas de metros, dominadas por ondas, o que oferecia excelentes condições à proliferação da vida.

Em um panorama mais geral, Milani *et al.* (2007b) exibem o mapa paleogeográfico mais recente para a deposição da Formação Ponta Grossa, adaptado do trabalho de Melo (1988), suprimindo a lacuna estratigráfica competente a região do Arco de Assunção (Figura 12).

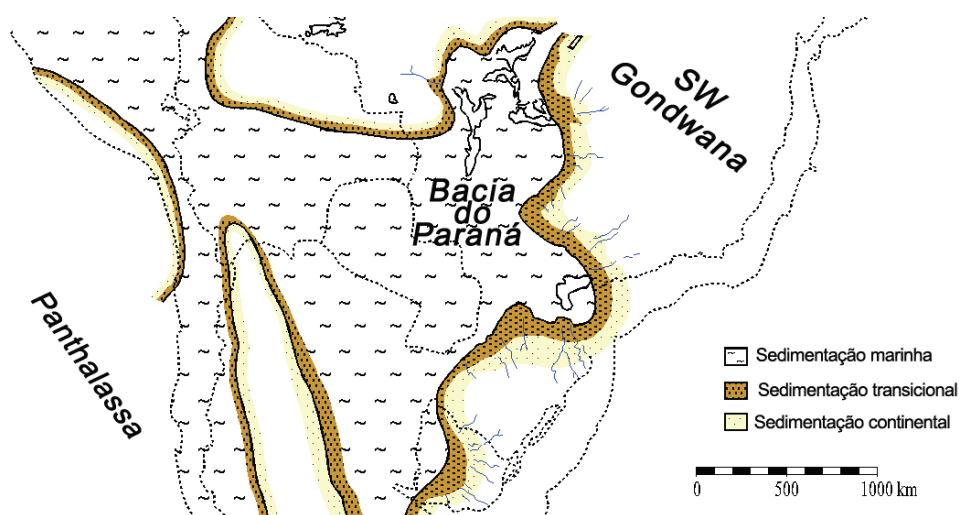


Figura 12. Cenário paleogeográfico para ambientes de sedimentação da Formação Ponta Grossa - Devoniano (Fonte: Milani *et al.* 2007b, adaptado de Melo 1988).

5. RESULTADOS

5.1. Análise faciológica

A análise faciológica abrangeu o estudo dos afloramentos visitados em campo, as litologias, relações geométricas, estruturas sedimentares, contatos, e classificações, bem como o estudo petrográfico, até então pouco abordado pelos pesquisadores para a unidade, à exceção de Brazil (2004) e Carelli (2010). Foram apreciados os constituintes mineralógicos, características diagenéticas e caracterização de bioelementos. Aspectos sedimentológicos englobaram princípios básicos contidos em Folk (1980) e Greensmith (1989); mineralógicos diagenéticos advêm de Kerr (1977), Adams *et al.* (1984), e Deer *et al.* (2010). Elementos micropaleontológicos foram determinados com o auxílio de Majewske *et al.* (1969), Horowitz-Potter (1971), Jansonius & MacGregor (1996) e Scholle & Ulmer-Scholle (2003). Designações faciológicas utilizaram critérios descritos em Folk (1980) e assemelham-se ao modelo proposto por Zabini *et al.* (2012) para a faciologia da região de Tibagi (PR), tomando como base considerações fundamentais dos trabalhos de Walker & Plint (1992), Reading (1996), Miall (2000) e Boogs (2006). O conceito de fácies aqui aplicado abrange a pluralidade do termo, referindo-se simultaneamente aos aspectos litológicos e fossilíferos dos intervalos analisados, semelhantemente ao proposto por Miall (2000), e a designação de parassequência difere da proposta original de Van Wagoner *et al.* (1990), originalmente proposta para ambientes de sedimentação mais rasos que os aqui estudados.

A Formação Ponta Grossa exibe na região de Jaguariaíva contato gradacional com a Formação Furnas, com quantidade de arenitos em relação a pelitos decrescente para o topo, e fácies intensamente bioturbadas na porção basal da unidade (Jaguariaíva/Tibagi, PR). Todos os afloramentos apresentam falhamentos, que foram mensurados quando possível, o que possibilitou a subdivisão de algumas seções em diferentes subseções, quando o rejeito era maior que o campo visível (Apêndices VI, VII, VIII, X-XV). A maior quantidade de falhas nas seções levantadas concentra-se na região de Tibagi, o que é

coerente com a configuração tectônica reliquiar do eixo do Arco de Ponta Grossa.

As fácies pelíticas são marcadamente compostas por folhelhos sílticos e argilosos, frequentemente intercalados com superfícies de amalgamação espessadas decimetricamente, bem como lentes areníticas de 10 a 30 cm de espessura e poucos metros (~3-4 m) de largura. Nódulos piríticos, concreções siltosas e icnofósseis de diferentes tramas são comuns em quase todos os afloramentos da Formação Ponta Grossa.

Em direção às camadas mais superiores da unidade, é notável a presença de um folhelho negro argiloso com menor quantidade de fósseis, à exceção de comuns braquiópodos lingulados e bivalves. Novas exposições na região do Distrito Industrial, aos arredores do município de Ponta Grossa, apresentam contato erosivo abrupto entre a Formação Ponta Grossa e o Grupo Itararé. Entrementes, a seção colunar na saída de Tibagi – Telêmaco Borba é repleta de diques básicos e falhas, com blocos abatidos de diamictitos entre afloramentos topograficamente intercalados de folhelhos da Formação Ponta Grossa.

Os dados de campo foram digitalizados, compondo este texto. Os apêndices I a XVIII apresentam os levantamentos de campo dos afloramentos visitados, o Apêndice XIX, a carta de correlação entre os respectivos afloramentos, o Apêndice XX, o arcabouço bio-litoestratigráfico modificado de Ciguel (1989) que serviu de base para a correlação e datação dos afloramentos, e o Apêndice XXIII, que consiste em uma tabela-sumário das características petrográficas vistas nas lâminas delgadas.

5.1.1. Fácies I

A Fácies I é caracterizada por predomínio de arenitos muito finos a finos, siltitos e folhelhos com cores cinza claro-escuro a amarelo alaranjado quando intemperizados. Ocorre na porção basal da Formação Ponta Grossa, acima das camadas de transição pelíticas-psamíticas da parte superior da Formação

Furnas, e recorre logo acima dos folhelhos negros da porção superior da unidade.

Estruturalmente caracterizam-se pela presença de estratificação plano-paralela quando preservadas, entretanto encontram-se na maioria das vezes bioturbadas com icnofósseis de escavação sub-horizontais (icnogênero *Zoophycus* isp.) (Apêndice I, Foto 4). As bioturbações são marcadas frequentemente pelo contraste entre o material bioturbado (siltito e folhelho) e o preenchimento por sedimentos quartzosos fração areia muito fina a fina. Na recorrência superior da Fácies I, no Afloramento Rio Caniú, é possível observar *Glossifungites* isp., associado ao truncamento de arenitos finos sobre os folhelhos siltosos (Apêndice XVIII, Fotos 4, 5; Estampa XV.A). Nódulos piritosos ocorrem entre arenitos finos da porção superior da Fácies I.

Os estratos são tabulares e os contatos basais entre as litologias mais finas (lutitos) e arenitos muito finos a finos são erosivos, por vezes com discordâncias angulares, como observado na região de Ponta Grossa (PR), no contato erosivo com o Grupo Itararé. Superfícies de amalgamação dentro dos arenitos finos a muito finos, lenticulares e de pequena espessura (1 - 8 cm) são frequentes, principalmente na porção superior da Fácies I. As parassequências possuem, em geral, dimensões centimétricas a métricas com granocrescência ascendente.

Foram observados em campo, além dos icnofósseis, braquiópodos rinconelídeos, *Australocoelia* spp., orbiculoides gigantes, bivalves (*Nuculites* spp.), tentaculitoídeos e conulários (Afloramento Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti); e trilobitas, fragmentos de plantas e braquiópodos (*Australospirifer* spp., esperiferídeos e lingulídeos indeterminados) no Afloramento Arroio São Domingos, ambos procedentes à porção basal da Fácies I (Apêndice X). Em Jaguariaíva (PR), a ocorrência de pavimentos de conchas, com predomínio de moldes de *Australocoelia*, é comum principalmente em arenitos muito finos, coincidentes com superfícies de amalgamação. Nódulos de pirita parecem conter em seu interior moldes mal preservados de invertebrados, como é o caso da amostra PTG 5, de Ponta Grossa (PR), com possível seção de glabela de trilobita homalonotídeo.

Os afloramentos da Fácies I ocorrentes na porção superior da Formação Ponta Grossa apresentam semelhante conteúdo fóssil, com lingulídeos, tentaculitoídeos, escolecodontes, moluscos (gastrópodes e bivalves), além de equinodermos. Moldes de plantas (*Spongiophyton* spp.) são abundantes no Afloramento Rio Caniú.

Microscopicamente, o exame de amostras representativas da Fácies I, procedentes da região de Ponta Grossa e Tibagi confirmam a classificação de campo, caracterizando arenito muito fino a fino argiloso bioturbado (cSvf-f) para a porção inferior da Fácies I. É constituído predominantemente por micas e quartzo, e acessóriamente por feldspato, minerais pesados, opacos e bioelementos. Entre as micas, ressalta-se a presença de glauconita detrítica dentro do arenito, além de sericita e muscovita. O quartzo possui granulometria média de areia fina (175 μm), subanguloso, e o feldspato encontra-se sericitizado. Na lâmina TIB 4 verificou-se que as bioturbações possuem maior conteúdo de argilo-minerais que a rocha em si, com raros grãos de quartzo fração silte grosso ou areia muito fina, sempre sustentados pela matriz argilosa. O exame da amostra PTG 7 verificou cimentação por opacos das lentes areníticas na região de Ponta Grossa (PR), sendo compostas por opacos (pirita), quartzo, micas e zircão, com raros bioelementos. O quartzo possui granulação média de 75 μm , monocristalino, subanguloso, com contato entre grãos suturados e inclusões de turmalina verde-castanha pleocróica.

No outro extremo, os lutitos caracterizados compreendem folhelhos de argilito (C) e lamito (M) compostos por quartzo, micas, bioelementos, feldspatos, opacos e zircão, nos argilitos, predominantemente por micas nos lamitos. Sua granulação máxima chega a silte grosso (~60 μm). No caso do argilito há deformação de micas, por compactação, e no lamito, maior ocorrência de bioturbações.

Entre os bioelementos encontrados, cabe citar para a porção inferior da Fácies I a presença abundante de matéria orgânica indeterminada, ocorrência comum de quitinozoários e rara de radiolários e escolecodontes. Moldes indeterminados ocorrem, entre os quais destaca-se possível molde de tentaculitoídeo. Já para a porção superior da Fácies I, verifica-se a presença

recorrente de fitoclastos, inclusive possíveis seções de *Spongiophyton* spp. no caso específico da amostra CAN 11, associados a algas (prasinófitas e coloniais), além da ocorrência frequente de moldes de invertebrados, possivelmente braquiópodos ou gastrópodes. Ressalta-se também a presença de um fragmento carbonático na amostra PTG 7 (possível fragmento de equinodermo), e de foraminíferos bentônicos aglutinantes indeterminados. Entre as algas prasinófitas destaca-se a presença de *Tasmanites* spp.. O processamento das amostras CAN 11 e TIB 1 para micropaleontologia permitiu a recuperação, após triagem, de abundante quantidade de *Tasmanites* spp. (126 indivíduos), foraminíferos bentônicos aglutinantes indeterminados, além de um molde interno de tentaculitoideo com concha substituída por esfalerita.

Seções de ocorrência:

Afloramento Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti: 0-27,5 m, Jaguariaíva (PR).

Afloramento Arroio São Domingos: 0-3,7 m, Tibagi (PR).

Afloramento Fazenda Tibagi: 37-49,5 m, Tibagi (PR).

Afloramento Trilho do Trem: 0-6 m, Ponta Grossa (PR).

Afloramento Distrito Industrial: 0-5 m, Ponta Grossa (PR).

Afloramento Rio Caniú: 0-3,5 m, Ponta Grossa (PR).

Litologias:

Arenito muito fino a fino argiloso bioturbado (cSvf-f). Subarcóseo/quartzarenito.

Lutitos (folhelhos): argilito (C) e lamito (M).

Interpretações:

As litologias aqui encontradas são interpretadas como ambiente nerítico médio a profundo, quase em sua maioria sob condições de fundo disóxicas. A estrutura original mais frequente é a laminação plano-paralela, e presumem-se processos de decantação predominantes nestas litologias finas. Encontram-se em sua grande maioria afetadas por bioturbações, e marcadas quase que

exclusivamente pela icnofácies *Zoophycus* isp.. A icnofácies *Zoophycus* isp. é característica de depósitos aquosos de baixa energia hidrodinâmica, enquanto a presença de finas lentes de arenito implica em eventos pontuais de maior energia no sistema, que eventualmente alcançavam a região profunda de águas calmas, com baixa taxa de sedimentação em zona disfótica/afótica, e substrato estável disaeróbico. A presença de prasinófitas indica ambiente marinho, sendo que sua concentração pode relacionar-se a superfícies condensadas, características de ambientes distais. A distribuição tanto de quitinozoários, foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos, como radiolários é coerente com estas assertivas.

A acumulação de conchas na forma de pavimentos denota aumento hidrodinâmico, possivelmente pela maior atuação de ondas, que concentram conchas preservadas graças a rápido sepultamento, dentro de ambiente hidrodinamicamente menos energético. Elementos planctônicos, como os radiolários, quitinozoários (?), e tasmanáceas possivelmente são autóctones. A ocorrência de fragmentos de plantas na porção superior da Fácies I pode indicar proximidade com a linha de costa.

Em termos de parassequências, a Fácies I representa um trato de sistemas transgressivo, com início de regressão em sua porção superior, quando a inundação é reprimida pela estabilização do nível de base, chegada progressiva de arenitos inicialmente interlaminaados, alteração de icnofácies, e ascendentemente, lentes de porções distais de eventos de tempestade. Nódulos e lentes arenosas com pirita indicam prevalência de fundo redutor.

5.1.2. Fácies II

A Fácies II é caracterizada pelo incremento ascendente de litologias psamíticas em um contexto geral de folhelhos siltosos e siltitos cinza esverdeados a localmente vermelhos. Os psamitos em sua maioria referem-se a arenitos muito finos a finos micáceos, eventualmente médios. A Fácies II sobrepõe estratigraficamente a Fácies I no Afloramento Estrada de Ferro

Jaguariaíva-Arapoti e topograficamente no Afloramento Torre Tibagi, onde ocorre também na porção superior da área, no Afloramento Fazenda Tibagi.

Estruturalmente os arenitos acham-se marcados por estratificação plano-paralela e pela intercalação entre arenito muito fino e siltito com estratificação cruzada de baixo ângulo (talvez *small ripples*), ou lentes de arenito maciço. Siltitos e arenitos muito finos apresentam laminação *wavy*, quando intercalados, caracterizando uma porção heterolítica da fácies. Quando os lutitos predominam, a estrutura marcante é a laminação plano-paralela. Fraturas subverticais com planos limonitizados afetam principalmente porções mais arenosas. Camadas inclinadas ocorrem na região Tibagi (PR), onde possuem atitudes N201/14 e N64/56 próximas aos diques de diabásio e passam a sub-horizontais ascendentemente. Bioturbações ocorrem esparsas e com menos frequência que na Fácies I, ainda associadas a nódulos piritosos.

A geometria dos estratos é predominantemente tabular, com corpos lenticulares arenosos na porção superior, cada vez mais frequentes ascendentemente, com base erosiva e contato gradacional com o siltito. Corpos tabulares de arenitos finos a médios com espessura métrica predominam na porção média da Fácies II, também com granodecrescência ascendente, base erosiva e contato gradacional com os lutitos subjacentes. Frequentes corpos amalgamados na porção média e no topo ocorrem intercalados com arenitos muito finos a finos com lutitos, cada vez menos espessos (estratocrescência ascendente).

O conteúdo fóssil apreciado em campo/laboratório compreende moldes de braquiópodos em frequentes pavimentos de conchas (*Australocoelia* spp. principalmente), e na porção inferior da fácies destaca-se a ocorrência de *Australospirifer iheringi*, *Notiochonetes* spp., braquiópodos rinconelídeos, lingulídeos, trilobitas homalonotídeos, fragmentos de *Spongiophyton* spp., além de bivalves (*Cardiomorpha*, *Solemya* e *Nuculites*).

Microscopicamente verificou-se a composição e estruturas/relações texturais em 13 lâminas delgadas, onde foi possível diferenciar composicionalmente tanto lentes da porção psamítica como camadas

microclásticas que compõem esta fácies. As lentes compreendem arenitos muito finos a médios, por vezes siltosos ou argilosos (z,cSvf-m) ou (zSvf, cSf-m, Svf). A composição mineral compreende quartzo, micas, feldspato e minerais pesados (turmalina, zircão e apatita), e acessoriamente por opacos e bioelementos. Entre as micas ocorrem clorita, sericita e biotita, na lâmina JAG 4B, e glauconita nas lâminas procedentes da região de Tibagi e Ponta Grossa (PR). Nestas, destacam-se entre os minerais pesados acima descritos, epidoto, titanita, allanita e estauroлита. Tanto na porção inferior (amostra JAG 4B) quanto na porção superior (lâminas TIB 22, 27 e 32), os minerais pesados são pouco representativos composicionalmente (traços), e consistem apenas em zircão, epidoto e turmalina. O tamanho dos grãos de quartzo engloba três classes granulométricas: areia muito fina (~70-110 μm), fina (150 μm) e média (280 μm). O quartzo varia de subanguloso a subarredondado com sobrecrescimento silicoso e frequentes inclusões (turmalina). Contatos entre os grãos são, em geral, suturados. A glauconita é detrítica e observa-se a presença de quartzo policristalino nos afloramentos do Rio Guaricanga e Hotel Fazenda (lâminas GUA 4 e HFZ 18), sendo que neste último também ocorre muscovita lamelar bem desenvolvida e muitos grãos de quartzo fraturados. Arenitos muito finos e argilitos caracterizam a porção heterolítica da Fácies II, com laminação *wavy*. Um único quartzarenito foi constatado na lâmina HFZ 28, todos os demais são classificados como subarcóseos.

Os lamitos arenosos ou orgânicos representam os pelitos mais comuns da porção basal da Fácies II (lâminas JAG 3, 4A e HFZ 10) e são compostos por bioelementos, quartzo, micas (clorita, biotita, sericita), feldspato, minerais pesados e opacos, especialmente pirita framboidal (amostra JAG 4A). Os grãos de quartzo possuem granulação de silte médio (~25 μm) a areia fina (180 μm) suportados pela matriz orgânico-argilosa, sendo mais frequentes dentro das bioturbações.

Os argilitos por sua vez são representados pelas amostras GUA 3 e TIB 13, e congregam micas, bioelementos, quartzo, feldspatos, traços de opacos e minerais pesados. A granulação dos grãos de quartzo compreende silte médio (30 μm) a grosso (55 μm) e todas as amostras apresentam bioturbações.

Entre os bioelementos presentes encontram-se nos lamitos inferiores: matéria orgânica indeterminada, escolocodontes, prasinófitas (*Tasmanites* spp.), radiolários e fitoclastos indeterminados. Na porção psamítica por sua vez predominam abundantes *Tasmanites* spp. (JAG 4B), quitinozoários, além de fitoclastos, escolocodontes, fragmento de molusco (HFZ 8) e foraminíferos bentônicos aglutinantes indeterminados (TIB 13). Nos argilitos heterolíticos ressalta-se a presença importante de algas coloniais (*Botryococcus* ? spp.), associadas a escolocodontes, fitoclastos e quitinozoários (GUA 3 e TIB 13).

Seções de ocorrência:

Afloramento Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti: 27,5-38 m, Jaguariaíva (PR).

Afloramento Rio Guaricanga: 0-10 m, Tibagi (PR).

Afloramento Hotel Fazenda I: 0-17,2 m, Tibagi (PR).

Afloramento Hotel Fazenda II: 0-1,0 m, Tibagi (PR).

Afloramento Tibagi Torre: 0-24,5 m, Tibagi (PR).

Afloramento Fazenda Tibagi: 0-11 m - 35,5-37 m, Tibagi (PR).

Litologias:

Arenito muito fino a médio argiloso/siltoso (c,zSvf-m).
Subarcóseo/quartzarenito.

Lutitos (folhelhos): lamito orgânico arenoso (sMorg), argilito (C).

Interpretações:

A Fácies II é interpretada como ambiente nerítico raso a médio. A porção inferior da fácies é composta por pacotes arenosos lenticulares com estratocrescência ascendente, representando possivelmente ambiente nerítico sob ação de ondas de tempestade. A porção média da fácies corresponde a pacotes arenosos com granodecrescência ascendente, centimétricos a métricos e representam a maior proximidade da linha de costa, com maior

influência de ondas de tempestade (tempestitos proximais). Não foram vistas estruturas típicas de tempestitos, como a estratificação cruzada *hummocky*, o que pode ser devido ao estado de alteração dos afloramentos na região de Tibagi (PR), especialmente no Afloramento Hotel Fazenda, onde esta fácies mostra-se mais proeminente. Neste afloramento, as litologias encontram-se ainda parcialmente alteradas pela intrusão de dique de diabásio, o que também pode ter causado obliteração das estruturas sedimentares primárias. Estratificações cruzadas de baixo ângulo e superfícies de amalgamação presentes podem estar ligadas à repetição das parassequências com truncamentos de camadas.

A porção superior da Fácies II, dominada por corpos de arenitos muito finos gradando para argilitos, representa novo afogamento da região com desenvolvimento de laminação *wavy* por interferências de ondas possivelmente em ambiente nerítico profundo, no limiar da atuação das ondas de tempestade.

O conteúdo fóssilífero apresenta os mesmos constituintes que a Fácies I, marcando, da mesma forma, ambiente marinho com maior frequência de bioturbações nas porções inferior e superior da fácies, sendo que lingulídeos e fitoclastos apresentam abundância na porção pelítica superior, e quitinozoários, fitoclastos fibrosos e escolecodontes apresentam ocorrência comum e melhor preservação entre os subarcóseos proximais. Possivelmente os organismos viviam nas regiões proximais, mais ricas em nutrientes e com condições ambientais mais propícias ao desenvolvimento da vida e foram transportados por ondas de tempestade para o interior da bacia. O transporte foi curto, ou rápido, tendo em vista o bom estado de preservação de alguns escolecodontes ainda com seus elementos articulados em aparelhos bucais (possíveis candidatos a organismos bioturbadores). Radiolários, prasinófitas e foraminíferos bentônicos são bons indicadores de ambientes marinhos com baixas taxas de sedimentação.

A maior abundância de lingulídeos e fitoclastos (*Spongiophyton* spp.) na porção superior (argilitos com laminação *wavy*) também indica transporte a partir de ambientes proximais, pelo menos entre o limite das ondas de tempo

bom e de tempestade. A preservação de prasinófitas e desenvolvimento de pirita framboidal expressa anoxia do fundo, mesmo que intermitente.

Em termos de ciclos, as parassequências são estratocrescentes na porção basal com ápice de estratos representando diminuição do nível de base devido ao raseamento do sistema, ciclo regressivo, iniciado no topo da Fácies I. A subsequente estratodecrescência ascendente reflete nova subida da lâmina d'água (transgressão), com inundação progressiva do sistema e influência cada vez maior da ação de ondas de tempestade (Apêndice VI). O ápice da regressão coincide também com o maior aporte de terrígenos e microscopicamente condizente com a maior diversidade de minerais pesados.

5.1.3. Fácies III

A Fácies III corresponde à ocorrência marcante de folhelhos negros acinzentados com fissilidade, e pontualmente, de arenitos muito finos amarelo esbranquiçados, não mais espessos que 10 cm (e.g. Apêndice XV).

A principal estrutura destes lutitos é a laminação plano-paralela, e na região de Tibagi ocorrem também camadas com laminação *wavy* (Afloramento Hotel Fazenda III) e bioturbações esparsas (Afloramento Tibagi Torre). Os raros arenitos possuem base abrupta e granodecrescência ascendente, quase imperceptíveis ao exame superficial destes folhelhos escuros. As parassequências são métricas, e poucos fósseis foram reconhecidos em campo. Há exemplos de raros escolcodontes em arenitos muito finos em Jaguariaíva (PR), e arenitos na porção basal do Afloramento Fazenda Tibagi. Nódulos piritosos e fraturas limonitizadas são comuns.

As lâminas delgadas procedentes dos afloramentos Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti (JAG 6, 9 e 9B), Dique BR 153 (VEN 6) e Hotel Fazenda (HFZ 19, 35 e 37) foram descritas microscopicamente e resultaram na caracterização de argilitos e argilitos orgânicos (C, Corg). Sua composição é de bioelementos, principalmente no caso dos folhelhos orgânicos, com micas (clorita, sericita, muscovita e, eventualmente glauconita – amostra HFZ 19), quartzo, feldspato, opacos e minerais pesados (zircão, apatita e turmalina). Os

grãos de quartzo são subangulosos, com tamanho entre silte médio a silte grosso (20-60 μm), em geral monocristalino. A amostra HFZ 37 encontra-se cimentada por opacos.

Entre os bioelementos figuram em ordem decrescente de abundância matéria orgânica indeterminada, radiolários, escolecodontes, *Tasmanites* spp., quitinozoários, foraminíferos bentônicos aglutinantes indeterminados e moldes internos. Ressalta-se a abundância de radiolários nas amostras JAG 6, 9B, HFZ 19 e 35, e boa preservação de um talo de psilóftia, possivelmente *Spongiophyton* spp. com continuidade lateral (amostras JAG 9, 9B). A amostra HFZ 37, piritizada, não preservou bioelementos, e bioturbações foram observadas em poucas lâminas.

Seções de ocorrência:

Afloramento Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti: 38-48,5 m, Jaguariaíva (PR).

Afloramento Hotel Fazenda II: 1,0-13,5 m, Tibagi (PR).

Afloramento Hotel Fazenda III: 0-12,2 m, Tibagi (PR).

Afloramento Dique BR 153: 0-8,7 m, Tibagi (PR).

Afloramento Tibagi Torre: 24,5-45,9 m, Tibagi (PR).

Afloramento Fazenda Tibagi: 11,0-35,5 m, Tibagi (PR).

Litologias:

Lutitos (folhelhos): argilito/argilito orgânico (C/Corg).

Interpretações:

As litologias da Fácies III, essencialmente argilosas e ricas em matéria orgânica, representam ambiente nerítico profundo disóxido-anóxico, com deposição de sedimentos essencialmente por decantação de finos, e marcado por eventos de alta produtividade de matéria orgânica, que decantava junto às

argilas. Pouquíssimos icnofósseis foram vistos, o que indica baixa proliferação de macro-organismos detritívoros, por possíveis condições inóspitas à vida. Raros corpos arenosos finos indicam possíveis eventos de tempestades muito distais, assim como a pequena amplitude de níveis com laminação *wavy*. Tais fatos coadunam com baixas quantidades de minerais pesados e alta frequência de fitoplâncton, principalmente tasmanáceas. Abundantes radiolários encontrados na região de Jaguariaíva e Tibagi também condizem com as mesmas condições. A boa preservação de partes conjugadas de aparelhos bucais de escolocodontes expressa estagnação relativa do substrato, com pouca interferência pós-morte dos indivíduos. Os foraminíferos bentônicos aglutinantes são formados por partículas de silte fino e possuem inclusive septos preservados entre as câmaras.

A Fácies III representa, em termos de ciclos, o afogamento máximo da sequência faciológica I – III, com subida do nível d'água após a deposição da Fácies II, em ciclo transgressivo (TST). Seu topo encontra-se erodido por arenitos aflorantes na região de Tibagi, com recorrência de fácies II e I, o que indica variação no nível de base.

Em quase toda sua totalidade de deposição, os folhelhos da Fácies III se formaram em condições de águas profundas, abaixo do nível de base das ondas de tempestade, em condições redutoras.

5.1.4. Fácies IV

A Fácies IV é predominantemente psamítica psefítica compreendendo arenitos finos a médios, localmente grossos, com estratificação cruzada de baixo ângulo, e estratos tabulares decimétricos a métricos, com superfícies de amalgamação em seu interior. A base dos estratos é marcada por superfícies de erosão. Coloração branco amarelada e preenchimento com argilas caulínicas e manchas de oxidação estão presentes. Diamictitos são observados nos afloramentos Diamictito Tibagi e Distrito Industrial. Compreendem pacotes com base erosiva e granodecrescência ascendente, com estratificação cruzada de baixo ângulo e laminação plano-paralela em

siltito cinza arroxeadado, com seixos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos de quartzito com até 7 cm de maior diâmetro, subarredondados e facetados, suspensos em matriz silto-arenosa (Apêndice IV). Além disso, possíveis estratificações cruzadas *hummocky* e dobras convolutas foram observadas no Afloramento Distrito Industrial.

O contato com a Fácies I foi observado também no Afloramento Distrito Industrial, erosivo, truncando folhelhos siltosos e lentes de arenito (Apêndice XVII). O limite erosivo neste afloramento é rastreável ao longo de toda a extensão da frente do talude (> 100 m). Não foram observados fósseis.

A análise da lâmina VEN 9, proveniente do Afloramento Água Sulfurosa, exibiu composição principal de quartzo e opacos, e acessoriamente minerais pesados e bioelementos (matéria orgânica indeterminada). Os grãos de quartzo são arredondados, fração areia grossa (600 µm), com contatos suturados, boa porosidade, e poros cimentados parcialmente por opacos, sílica microcristalina ou preenchidos por matriz micácea. A rocha foi classificada como arenito grosso.

Dois pontos de apoio nas imediações de Ventania (região de Lambedor) com procedência estratigráfica incerta também foram amostrados e laminados para comparação com outras fácies observadas (lâminas MUT 1A e 7, Ponto 20 da Tabela 1). A título de comparação, estes arenitos são compostos por quartzo, micas, bioelementos, feldspatos, opacos e minerais pesados, sendo que os grãos de quartzo são subangulosos, monocristalinos com inclusões e tamanho entre areia fina a grossa (150-600 µm), bioturbados. Entre os bioelementos figuram fitoclastos e matéria orgânica indeterminada. Texturalmente tratam-se de subarcóseos e apresentam maiores semelhanças com os arenitos da Fácies II, e são a eles portanto associados.

Seções de ocorrência:

Afloramento Água Sulfurosa: 0-14,0 m, Ventania (PR).

Afloramento Ponto 8 e 9: 0-4,0 m; 0-7,0 m, Ventania (PR).

Afloramento Diamictito Tibagi: 0-3,3 m, Tibagi (PR).

Afloramento Distrito Industrial: 5,0-8,2 m, Ponta Grossa (PR).

Litologias:

Arenitos finos a grossos (Sf-g). Subarcóseo/sublitarenito.

Conglomerados (G).

Interpretações:

A Fácies IV representa mudança ambiental abrupta de ambiente marinho com águas profundas, estagnadas e anóxicas, para ambiente de alta energia, onde predominam processos de fluxos de detritos e processos tracionais de carga de fundo, com possível influência glacial, o que é evidenciado pela presença de fragmentos líticos e seixos facetados.

A mudança abrupta nos ciclos está ligada a uma regressão forçada, com geração de discordância, e implantação de trato de sistemas de mar baixo, progradação dos fluxos de turbidez, mais proximais ascendentemente (Afloramento Água Sulfurosa). Esta mudança abrupta de trato de sistemas, com base erosiva, associa-se na literatura com a discordância erosiva no topo da Formação Ponta Grossa (Superfície Neodevoniana), e instauração da sedimentação glacial-subaquosa do Grupo Itararé, o que também foi observado aqui.

5.2. Caracterização de bioelementos

Neste item caracterizam-se os bioelementos descritos em lâminas petrográficas para as amostras provenientes dos afloramentos da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná, com breve descrição dos elementos, e suas litologias, fácies e demais bioelementos associados, com base nas amostras onde foram vistos os melhores exemplares, em termos de preservação e identificação dos microfósseis.

5.2.1. Quitinozoários (Estampa I)

Descrição:

Pequenos elementos orgânicos em forma de garra em seção longitudinal e formato elíptico-arredondado em seção transversal foram registrados nas lâminas delgadas da Formação Ponta Grossa e designados aqui como quitinozoários (lâminas GUA 3, 4, HFZ 18, 35, JAG 6, 9, TIB 4, 13 e 28).

Longitudinalmente, os indivíduos alcançam 200 µm nas seções observadas, e possuem diâmetro maior na região da câmara que na porção correspondente ao tubo oral. Eventualmente apresentam apêndices em ambas as regiões.

A parede é irregular, espessa (> 20 µm), e sua composição orgânica, possivelmente quitinosa, reflete-se nas seções delgadas como partículas opacas a translúcidas de coloração vermelho-alaranjada.

Litologias associadas:

Arenitos muito finos a finos argilosos ou siltosos (s,zSvf-f).

Lutitos (folhelhos): argilito/argilito orgânico (C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I (CO), II (FR) e III (RA).

Bioelementos associados:

Radiolários, escolecodontes, moldes indeterminados, *Tasmanites* spp., algas coloniais, foraminíferos bentônicos aglutinantes, fitoclastos, matéria orgânica indeterminada.

ESTAMPA I

Quitinozoários

A, B) Quitinozoários em seção longitudinal observados em arenito fino argiloso, lâmina TIB 4, Tibagi (PR).

C, D) Quitinozoários com menor comprimento do tubo oral (C, seta) e presença de apêndices (D, setas), em seção longitudinal observados em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR).

E, F) Quitinozoários em seção longitudinal observados em arenito fino argiloso, lâmina HFZ 18, Tibagi (PR).

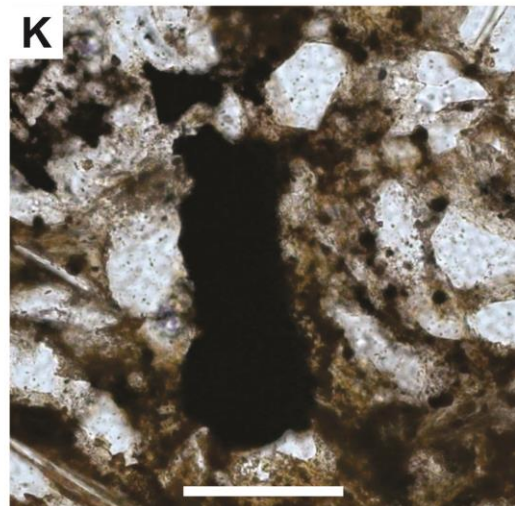
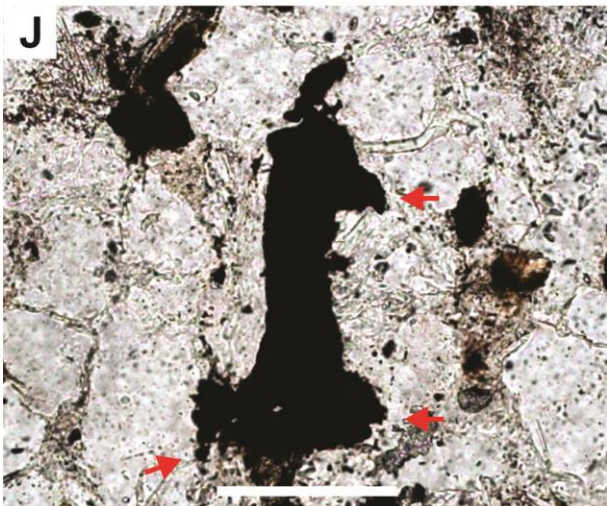
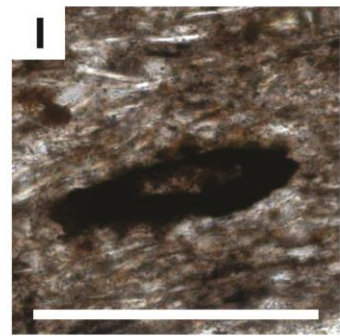
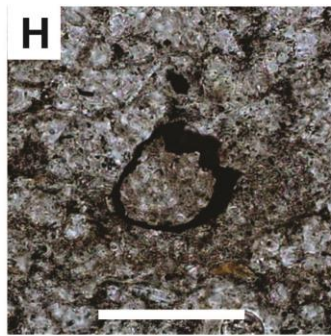
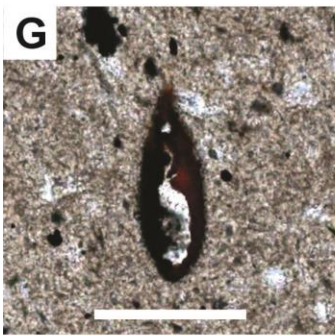
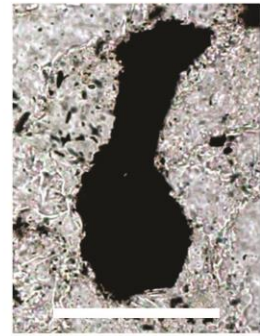
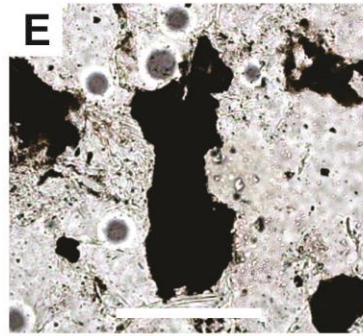
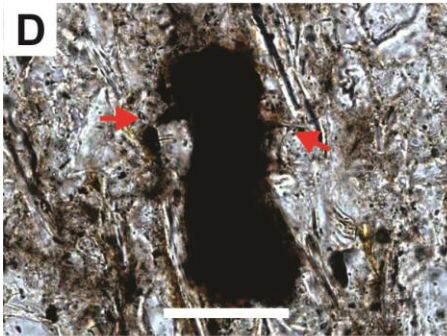
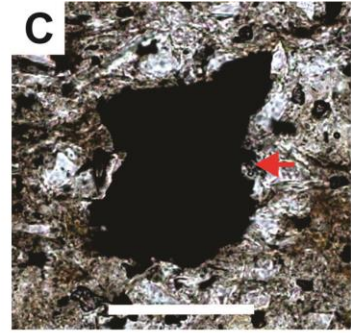
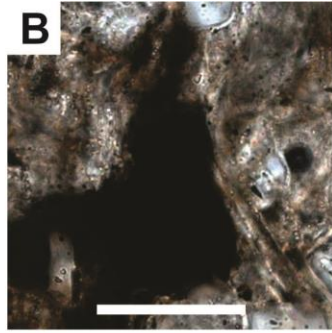
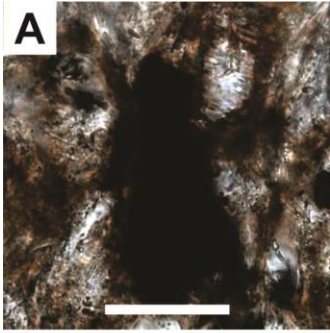
G) Seção transversal oblíqua de quitinozoário em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR).

H) Seção transversal oblíqua de quitinozoário em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 9, Jaguariaíva (PR).

I, J) Seção transversal oblíqua de quitinozoário em folhelho (I), e seção longitudinal com câmara e tubo oral providos de apêndices (setas), dentro da região bioturbada arenosa, lâmina HFZ 35, Tibagi (PR).

K) Quitinozoário em seção longitudinal observado em arenito muito fino siltoso, lâmina GUA 4, Ventania (PR).

Escalas: 100 μ m.



5.2.2. Fitoclastos (Estampa II)

Descrição:

Fragmentos orgânicos de formatos irregulares com textura reticulada e fibrosa foram observados em diferentes níveis da Formação Ponta Grossa (lâminas CAN 1, GUA 3, 4, JAG 9, 9B, TIB 13, 29, HFZ 8, 13, 18), e são aqui atribuídos a fitoclastos de plantas superiores.

Foram observados cortes transversais de possíveis talos de psilófitas em JAG 9, 9B, GUA 3 e CAN 1, onde observa-se morfologia esférica com pequenos canalículos preservados no seu interior, relacionados provavelmente aos condutos de seiva primária. Fragmentos com retículos esponjosos são característicos do gênero *Spongiophyton* spp., enquanto os fibrosos (GUA 3 e GUA 4) são típicos da espécie *Spongiophyton lenticulare* (Krausel 1960).

Os cortes dos talos das psilófitas possuem diâmetro maior que 2000 µm e ocorrem fragmentos passíveis de reconhecimento do padrão esponjoso superiores a 50 µm.

A composição orgânica reflete-se em material translúcido de coloração amarelo claro-castanho escuro em lâminas delgadas sob luz transmitida natural.

Litologias associadas:

Arenitos finos a muito finos argilosos (cSvf-f).

Lutitos (folhelhos): argilitos/argilitos orgânicos (C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I (MA), II (AB), III (RA).

Bioelementos associados:

Matéria orgânica indeterminada, prasinófitas, algas coloniais, radiolários, escolecodontes, quitinozoários, moldes e foraminíferos bentônicos aglutinantes.

ESTAMPA II

Fitoclastos

A, B, C) Talos de plantas superiores em corte transversal, possivelmente pertencentes a *Spongiophyton* spp., observados em folhelho, lâminas JAG 9 (A, B) e JAG 9B (C), Jaguariaíva (PR). Escalas: 50 µm (A) e 100 µm (B, C).

D, E) Talo de planta superior com preservação de condutos vasculares na região central do talo (E), observado em folhelho, lâmina GUA 3, Ventania (PR). Escalas: 200 µm.

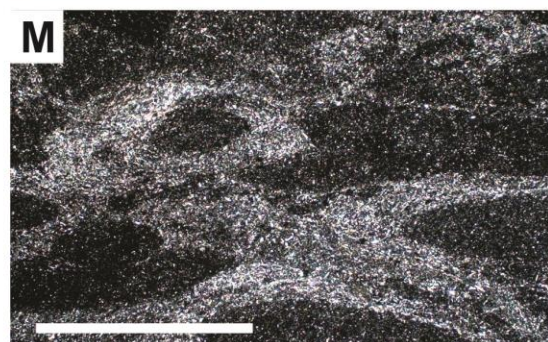
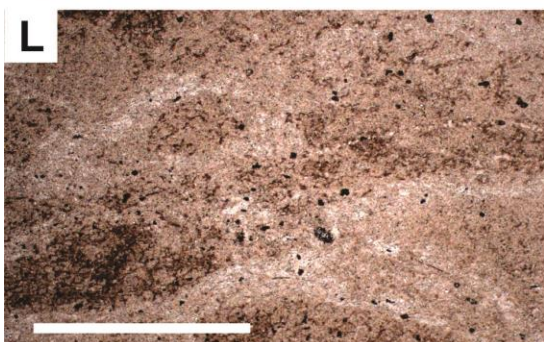
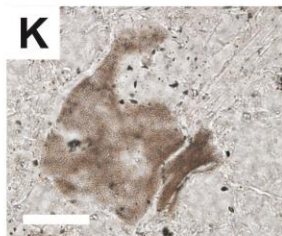
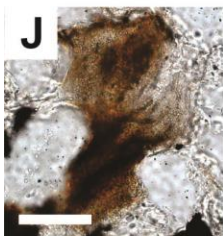
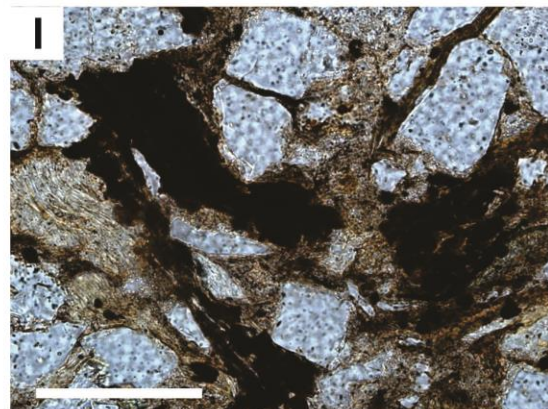
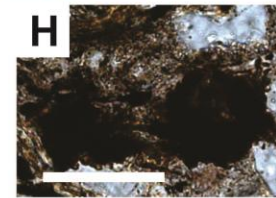
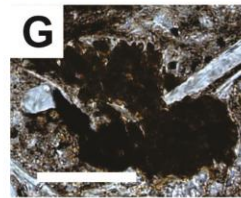
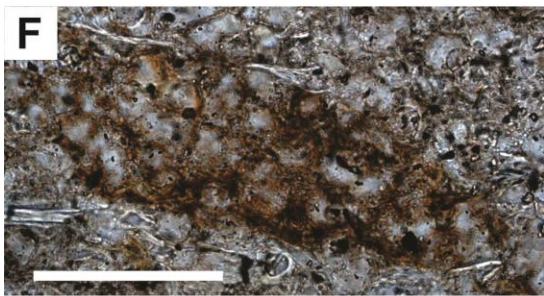
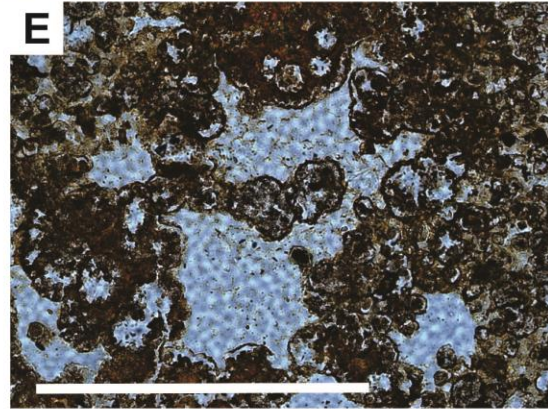
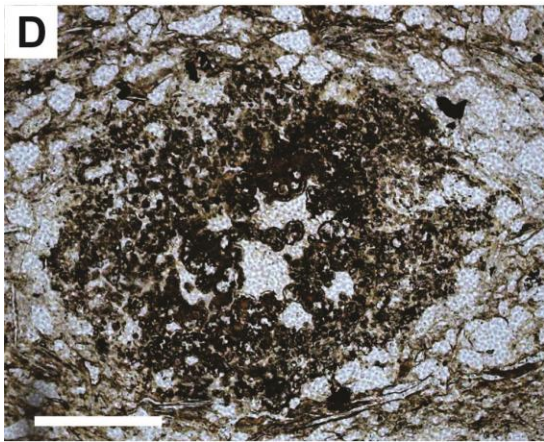
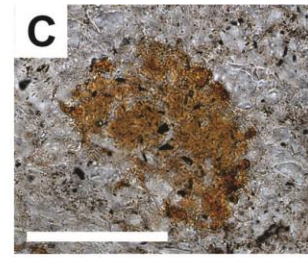
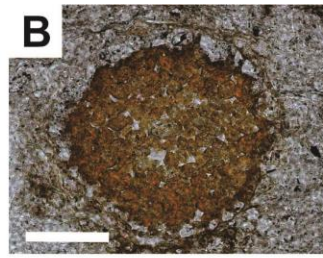
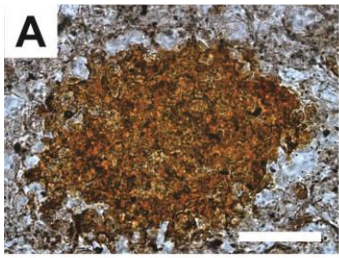
F) Cutícula ou corte oblíquo a talo de *Spongiophyton* spp. com exibição de estrutura celular esponjosa, característica do gênero, observado em folhelho, lâmina JAG 9B, Jaguariaíva (PR). Escala: 100 µm.

G, H) Fitoclastos com padrão celular esponjoso típico de *Spongiophyton* spp., observados em folhelho, lâmina GUA 3, Ventania (PR). Escalas: 50 µm.

I) Fitoclastos com padrão esponjoso e fibroso típico de *Spongiophyton* spp., observado em arenito muito fino a fino argiloso, lâmina HFZ 8, Tibagi (PR). Escala: 100 µm.

J, K) Fitoclastos fibrosos observados em arenito muito fino siltoso/argiloso, lâminas GUA 4 e HFZ 18, Ventania e Tibagi (PR), respectivamente. A fibrosidade destes fitoclastos é característica da espécie *Spongiophyton lenticulare*. Escalas: 50 µm.

L, M) Seções transversais de talos de *Spongiophyton* spp. em arenito muito fino argiloso/folhelho, lâmina CAN 1, Palmeira (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 200 µm.



5.2.3. Prasinófitas (Estampas III, IV e V)

Descrição:

Elementos orgânicos com morfologia discoidal, deformados, dobrados, e rasgados encontram-se em diversos níveis da Formação Ponta Grossa e foram atribuídos à prasinófitas tasmanáceas (*Tasmanites* spp.), algas marinhas de dimensões superiores a 100 µm, unicelulares (CAN 11, HFZ 19, JAG 3, 4, 4B, 6, 9, 9B, TIB 13, 27, 29).

Caracterizam-se por corpos alongados com diâmetro médio entre 300 e 400 µm e parede com espessura variável, em torno de 50 µm. Contudo, formas maiores alcançam 500 µm de diâmetro. A parede é relativamente espessa e apresenta uma série de canálculos perpendiculares à parede. As lâminas JAG 4 e 4A apresentam tasmanáceas com preenchimento interno globoso por opacos e também em forma de guarda-chuva. A amostra JAG 9 exhibe tasmanáceas dobradas e seccionadas, que aparentam apresentar multicamadas. Moldes de tasmanáceas foram verificados nos afloramentos da região de Tibagi (Hotel Fazenda e Fazenda Tibagi).

À luz transmitida natural, a parede orgânica apresenta-se amarelo-alaranjada, mas sua coloração varia a mais escura devido ao grau de maturidade da matéria orgânica. Tasmanáceas triadas da amostra CAN 11 exibem muitos casos com dobras e dois tipos de parede, granulosa ou lisa. O exame de espécimes selecionados no MEV mostrou excelente preservação dos canálculos (poros) nas paredes das algas, o que corrobora na definição do gênero *Tasmanites*.

Litologias associadas:

Arenitos muito finos médios a argilosos (cSvf-m).

Lutitos (folhelhos): lamitos e argilitos, orgânicos (M/Morg, C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I (CO), Fácies II (MA), Fácies III (RA.)

Bioelementos associados:

Matéria orgânica indeterminada, radiolários, fragmentos indeterminados, foraminíferos bentônicos aglutinantes, quitinozoários, escolecodontes, moldes e algas coloniais.

ESTAMPA III

Prasinófitas

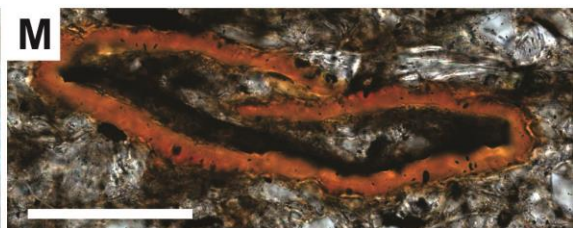
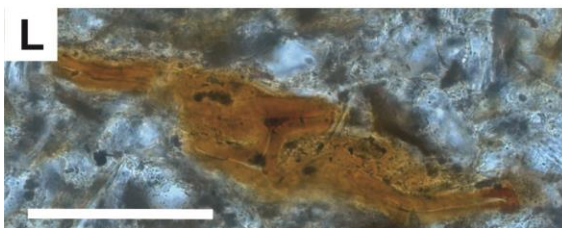
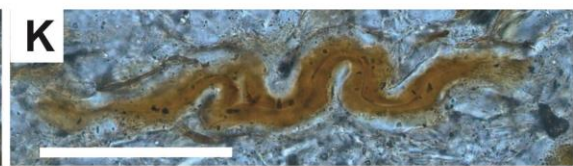
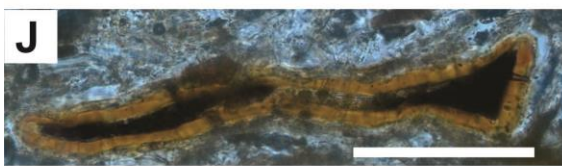
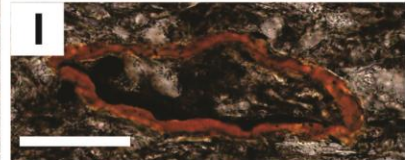
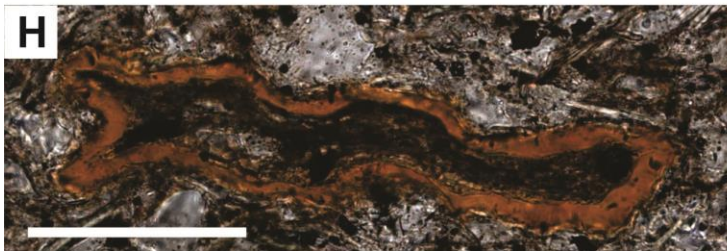
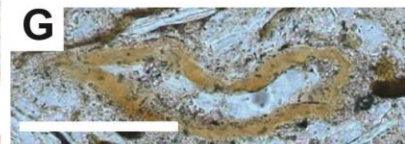
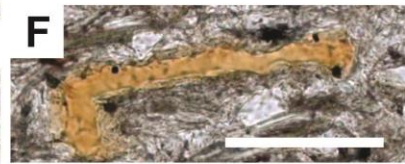
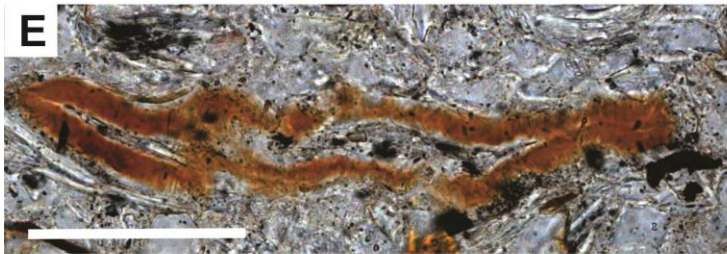
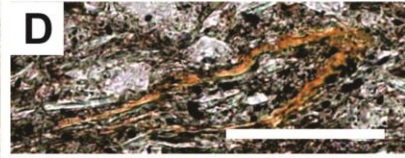
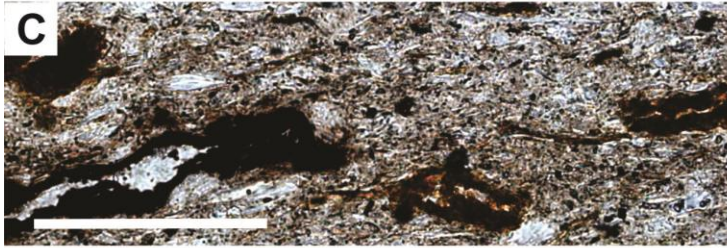
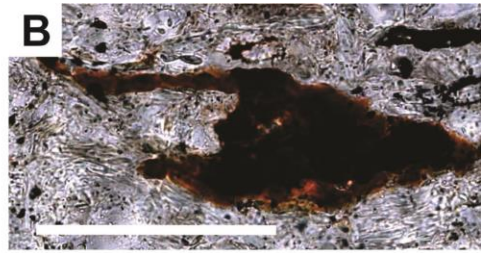
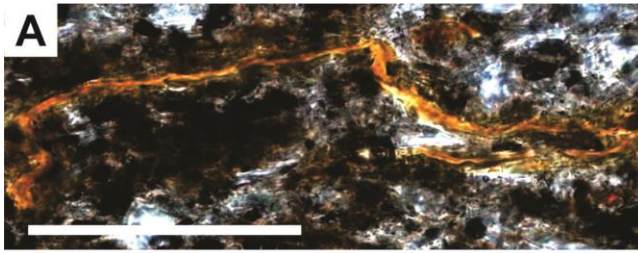
A, B, D) Seções longitudinais de *Tasmanites* spp., dobradas e rasgadas, observadas em arenito muito fino argiloso/folhelho, lâmina CAN 11, Palmeira (PR).

C) Molde de tasmanácea e *Tasmanites* spp. dobradas e parcialmente carbonificadas, com coloração marrom acastanhada, observadas em folhelho, lâmina HFZ 19, Tibagi (PR).

E, G, J - L) *Tasmanites* spp. deformadas e preenchidas por matriz, observadas em folhelho, lâmina JAG 3, Jaguariaíva (PR).

F, H, I, M) *Tasmanites* spp. dobradas observadas em folhelho, lâmina JAG 4A, Jaguariaíva (PR).

Escalas: 100 µm.

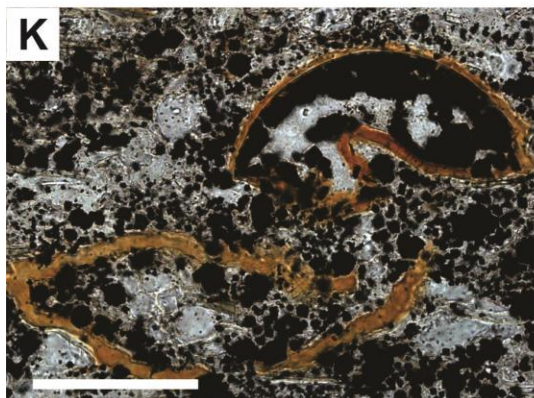
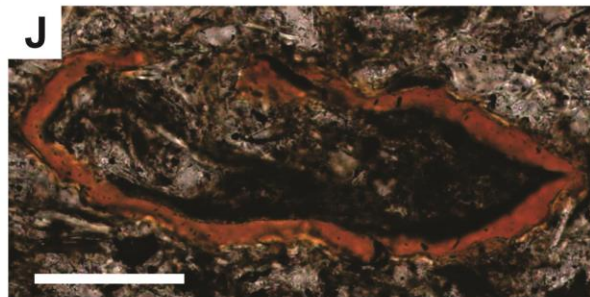
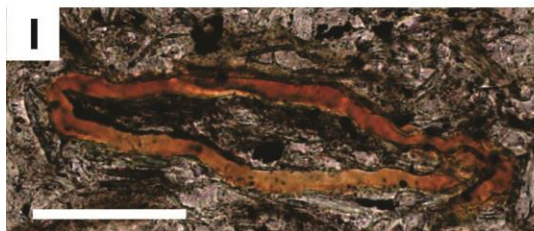
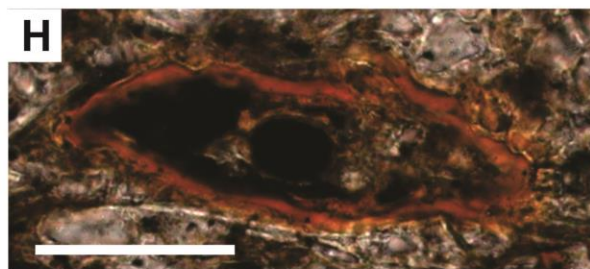
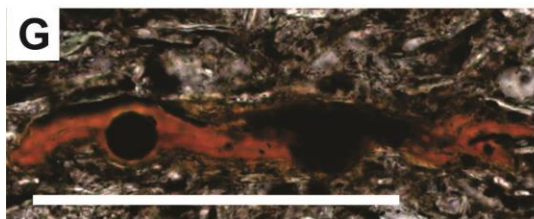
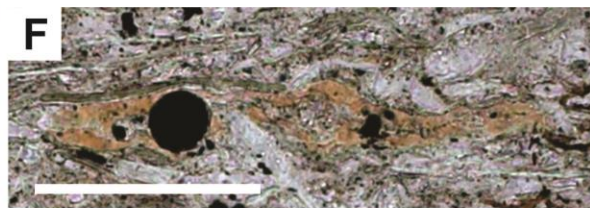
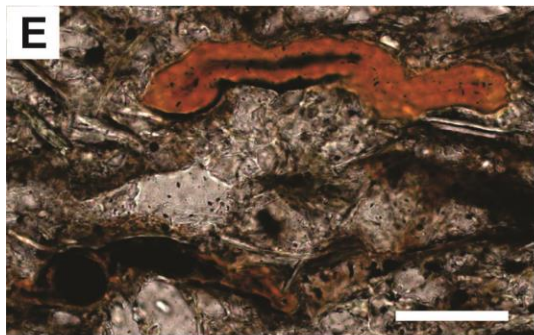
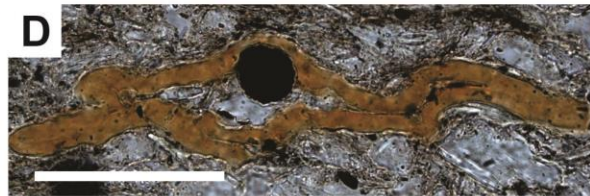
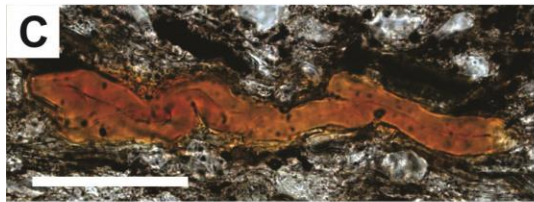
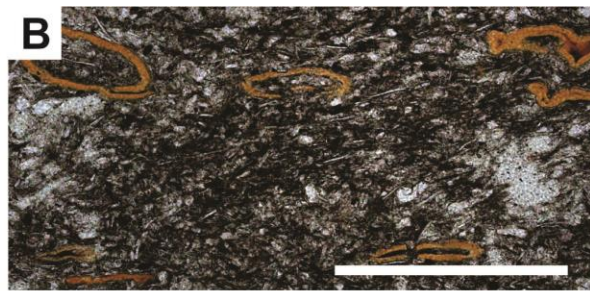
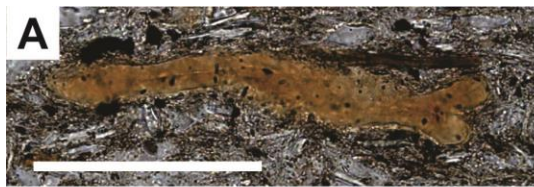


ESTAMPA IV

Prasinófitas

A - D, F) Diferentes seções de *Tasmanites* spp. exibindo formas rasgadas, totalmente compactadas ou preenchidas por opacos, em arenito muito fino argiloso, lâmina JAG 4B, Jaguariaíva (PR). Escalas: 100 μm (A, D - F) e 500 μm (B)

E, G - L) *Tasmanites* spp. rasgadas e preenchidas por opacos, observadas em folhelho, lâmina JAG 4A, Jaguariaíva (PR). Escalas: 100 μm .



ESTAMPA V

Prasinófitas

A, B, D - F) Seções de *Tasmanites* spp. observadas em arenito muito fino argiloso, lâmina JAG 4B, Jaguariaíva (PR). Forma abobadada em F, preenchida por opacos, denota substituição pré-compactação. Escalas: 100 μm (A, D - F) e 200 μm (B).

C) Seção transversal de tasmanácea observada em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escala: 50 μm .

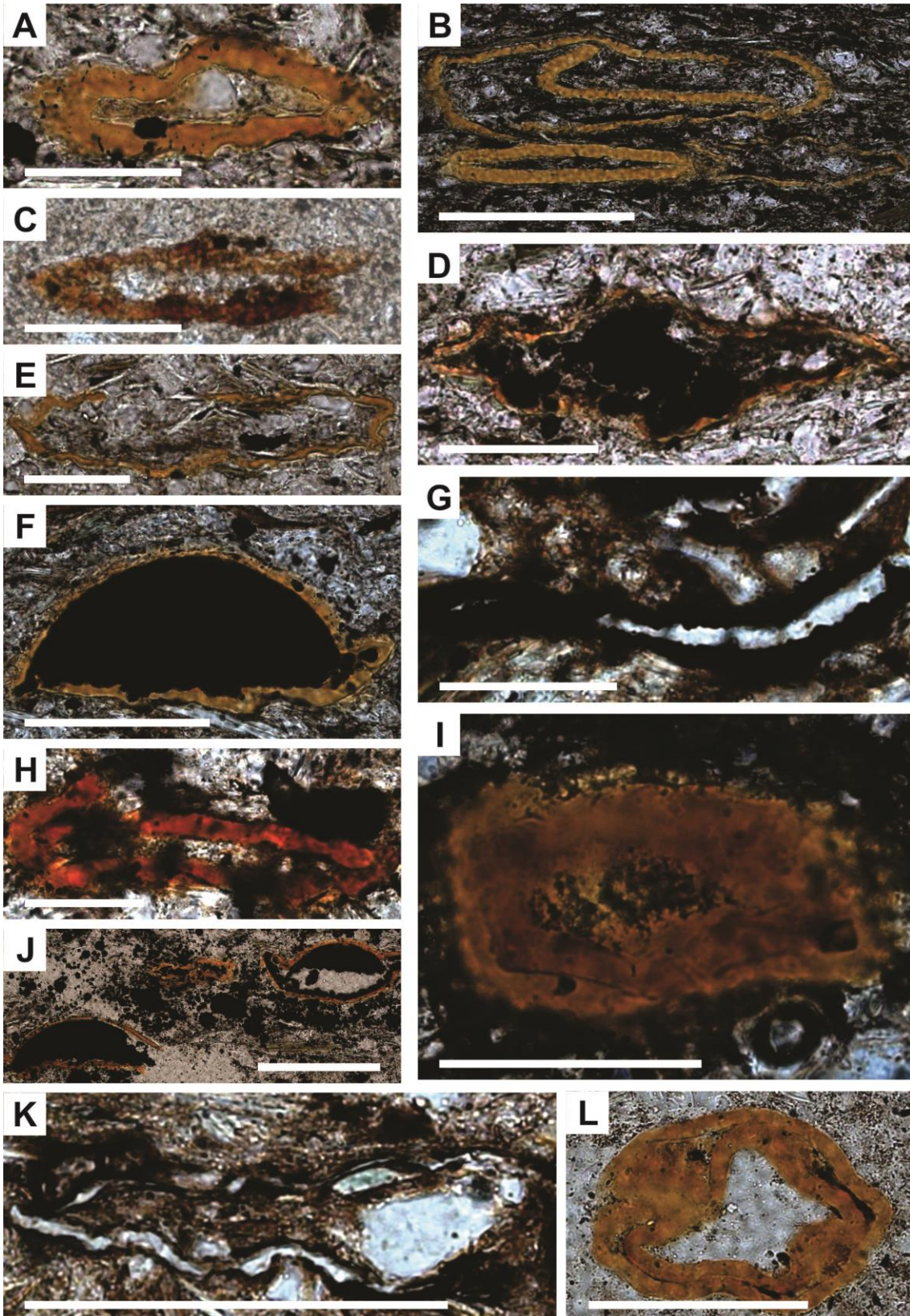
G) Prasinófitas carbonificadas, com coloração castanho-escuro a preto, observadas em arenito fino a médio argiloso, lâmina TIB 27, Tibagi (PR). Escala: 50 μm .

H) Prasinófitas rasgadas observadas em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR). Escala: 50 μm .

I, L) Tasmanáceas dobradas e cortadas paralelamente ao maior comprimento, com efeito de parede dupla devido à deformação, observadas em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 9, Jaguariaíva (PR). Escalas: 50 μm .

J) Tasmanáceas com formato abobadado encontradas em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 4A, Jaguariaíva (PR). Escala: 200 μm .

K) Molde de alga prasinófitas com bordas de opacos em arenito muito fino intercalado com folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR). Escala: 50 μm .



5.2.4. Elementos orgânicos indeterminados (Estampa VI)

Descrição:

Todas as lâminas da Formação Ponta Grossa apresentam abundantes quantidades de matéria orgânica indeterminada, seja de coloração amarelo-claro ou escuro conforme varia a maturidade da matéria orgânica. Cabe destacar que sob luz transmitida e polarizada quase não há contraste entre os elementos orgânicos, e logo, há grande dificuldade para a classificação dos mesmos, e para tanto utiliza-se o processamento palinológico para concentrar e identificar os palinomorfos.

Todavia, os lutitos da unidade apresentam alguns elementos característicos de matéria orgânica aqui discriminados. As dimensões variam entre 20-250 µm, com coloração amarela alaranjada, por vezes piritizados. Formas coloniais destacam-se nas lâminas JAG 6 e assemelham-se a algas cocoides, além de grande diversidade morfológica com elementos arredondados, globosos e estruturados, às vezes em colônias, foram observados na lâmina JAG 9. Um morfótipo curioso, que alude a um quitinozoário, foi observado na amostra TIB 13.

Litologias associadas:

Arenitos muito finos argilosos (cSvf).

Lutitos (folhelhos): lamitos, argilitos/argilitos orgânicos (M, C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I, II, III.

Bioelementos associados:

Quitinozoários, escolecodontes, foraminíferos bentônicos aglutinantes, fitoclastos, *Tasmanites* spp., radiolários, moldes indeterminados.

ESTAMPA VI

Elementos orgânicos indeterminados

A – G) Elementos orgânicos indeterminados com pequenas estruturas pontuadas na superfície (A, D – F) ou simples contorno de parede orgânica (B, C, G) observados em arenito muito fino argiloso intercalado com folhelho, lâmina CAN 1, Palmeira (PR). Escalas: 50 µm.

H – N, P, S, T, U, Y) Elementos orgânicos indeterminados com estruturação interna bem definida (e.g. H, possível *Crassosphaera* spp.), ou hábitos coloniais (M, I, J, S, T), observados em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 9, Jaguariaíva (PR). Escalas: 20 µm (H, J – L, N, S, T) e 50 µm (I, M, P, U, Y).

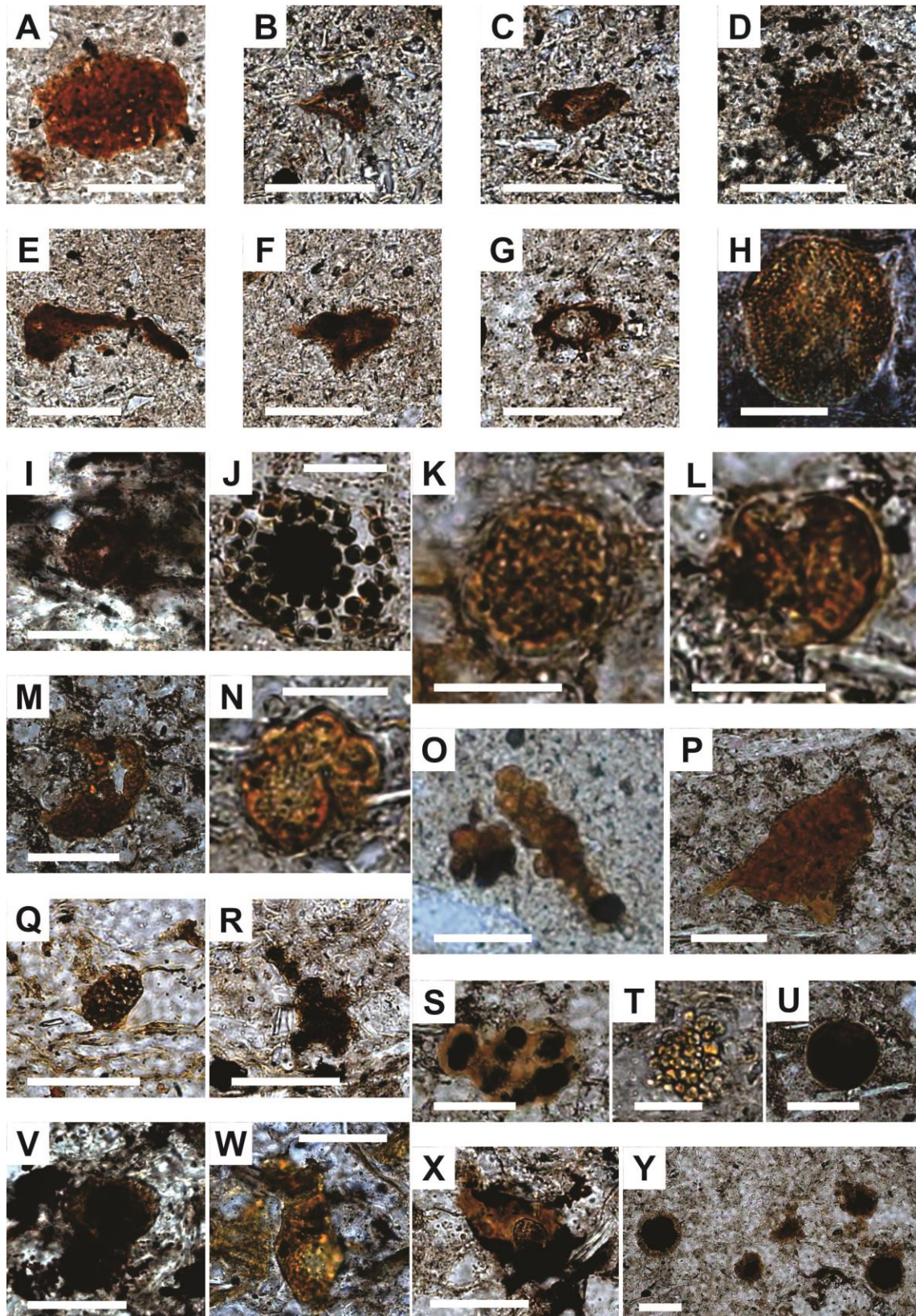
O) Partícula orgânica com hábito colonial encontrada em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escala: 20 µm.

Q, R) Elementos orgânicos indeterminados estruturados observados em folhelho, lâmina GUA 3, Ventania (PR). Escalas: 50 µm.

V) Elemento orgânico indeterminado parcialmente carbonificado observado em folhelho arenoso, lâmina HFZ 10, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.

W) Elemento orgânico indeterminado com morfologia similar a tintinídeo, observado em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.

X) Elemento orgânico com parede não estruturada, porém dotado de núcleo esférico, observado em arenito muito fino intercalado com folhelho, lâmina TIB 27, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.



5.2.5. Foraminíferos bentônicos aglutinantes

(Estampas VII, VIII, IX e X)

Descrição:

Pela primeira vez foram observados aglomerados arenosos deformados, com septos inclusive, atribuídos a foraminíferos bentônicos aglutinantes, em todas as regiões de afloramento da Formação Ponta Grossa, na borda leste da Bacia do Paraná (amostras CAN 11, VEN 6, TIB 13, 27, 32, HFZ 19, JAG 6 e PTG 7). Tratam-se de formas discoides com diâmetro superior a 500 µm compostas por grãos de quartzo fração silte fino, aglutinados, preenchidos por material argiloso e encontrados nos lutitos da unidade.

Foram recuperados exemplares tridimensionais compatíveis com as seções visualizadas em lâminas delgadas a partir do processamento da amostra CAN 11 e TIB 8, e classificados seguramente como foraminíferos bentônicos aglutinantes pela especialista em foraminíferos MSc. M. C. Viviers (com. oral).

Nas amostras triadas é possível observar o formato achatado dos foraminíferos, com espessura em torno de 50 µm e superfície recoberta por pequenos poros ou perfurações. O exame dos espécimes em MEV realçou o formato discoidal das tecas e permitiu a análise da composição interna das paredes aglutinadas, predominantemente quartzosa.

Alguns espécimes possuem composição essencialmente quartzosa, sem argilominerais ou feldspatos, e podem lembrar radiolários recristalizados, ainda não recuperados no processamento para triagem de microfósseis com H₂O₂, para as amostras da Formação Ponta Grossa.

Em luz natural transmitida, mostram-se transparentes, com contornos de grãos visíveis, e a nicóis cruzados exibem baixa birrefringência típica de grãos de quartzo.

Litologias associadas:

Arenitos muito finos argilosos (cSvf).

Lutitos (folhelhos): laminito, argilito/argilito orgânico (M, C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I (RA), II (RA), III (RA).

Bioelementos associados:

Matéria orgânica indeterminada, escolcodontes, quitinozoários,

Tasmanites spp., radiolários, fitoclastos e moldes.

ESTAMPA VII

Foraminíferos bentônicos aglutinantes

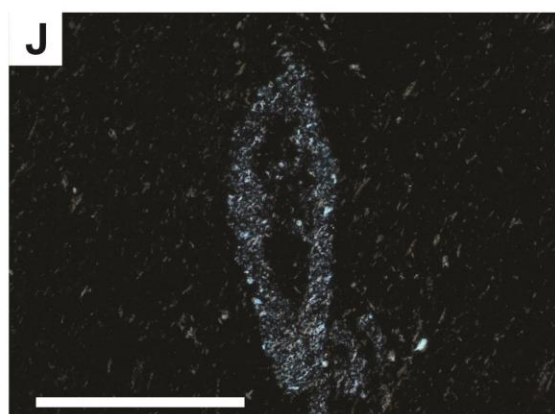
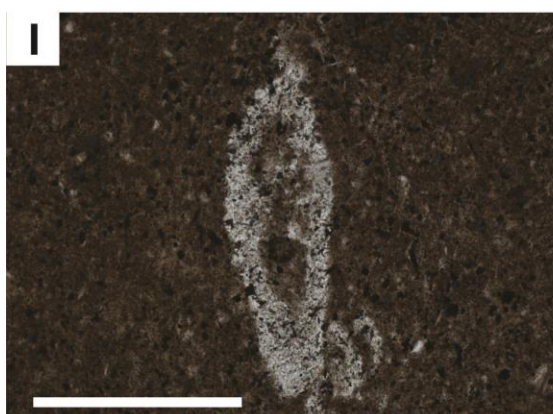
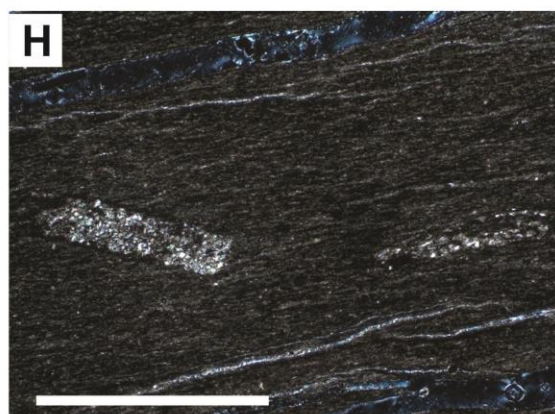
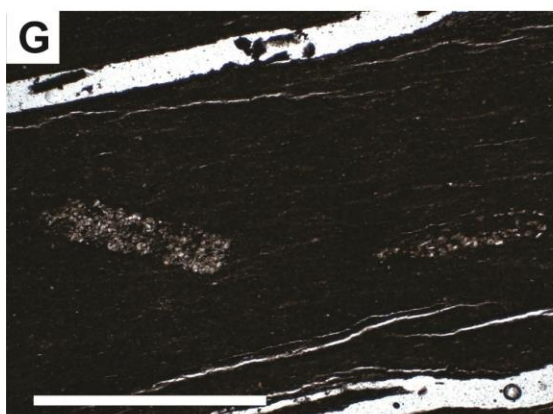
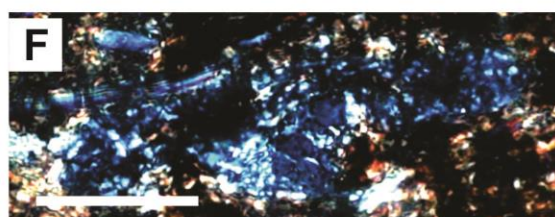
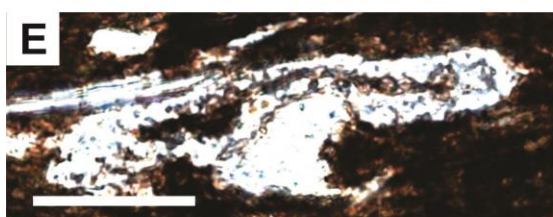
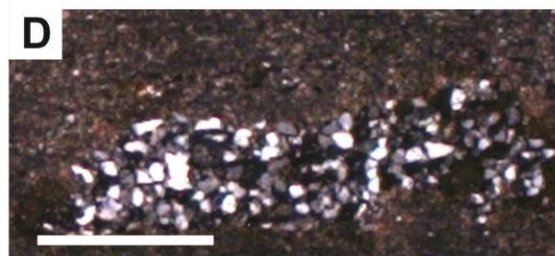
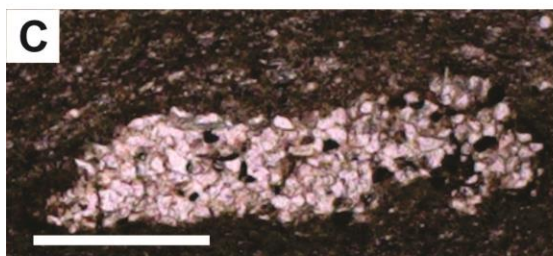
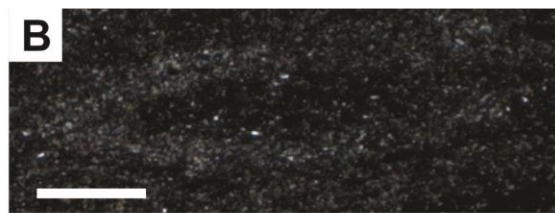
A, B) Foraminífero bentônico aglutinante arenáceo observado em arenito muito fino argiloso intercalado a folhelho, lâmina CAN 11, Palmeira (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 500 μm .

C, D) Foraminífero bentônico aglutinante arenáceo observado em folhelho, lâmina VEN 6, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 500 μm .

E, F) Foraminífero bentônico aglutinante arenáceo observado em arenito muito fino intercalado a folhelho, lâmina TIB 27, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 50 μm .

G, H) Aglomerações de quartzo fração silte correspondentes a possíveis foraminíferos bentônicos aglutinantes observados em folhelho, lâmina HFZ 19, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 2000 μm .

I, J) Foraminífero bentônico aglutinante arenáceo com preservação interna de septos, observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 500 μm .



ESTAMPA VIII

Foraminíferos bentônicos aglutinantes

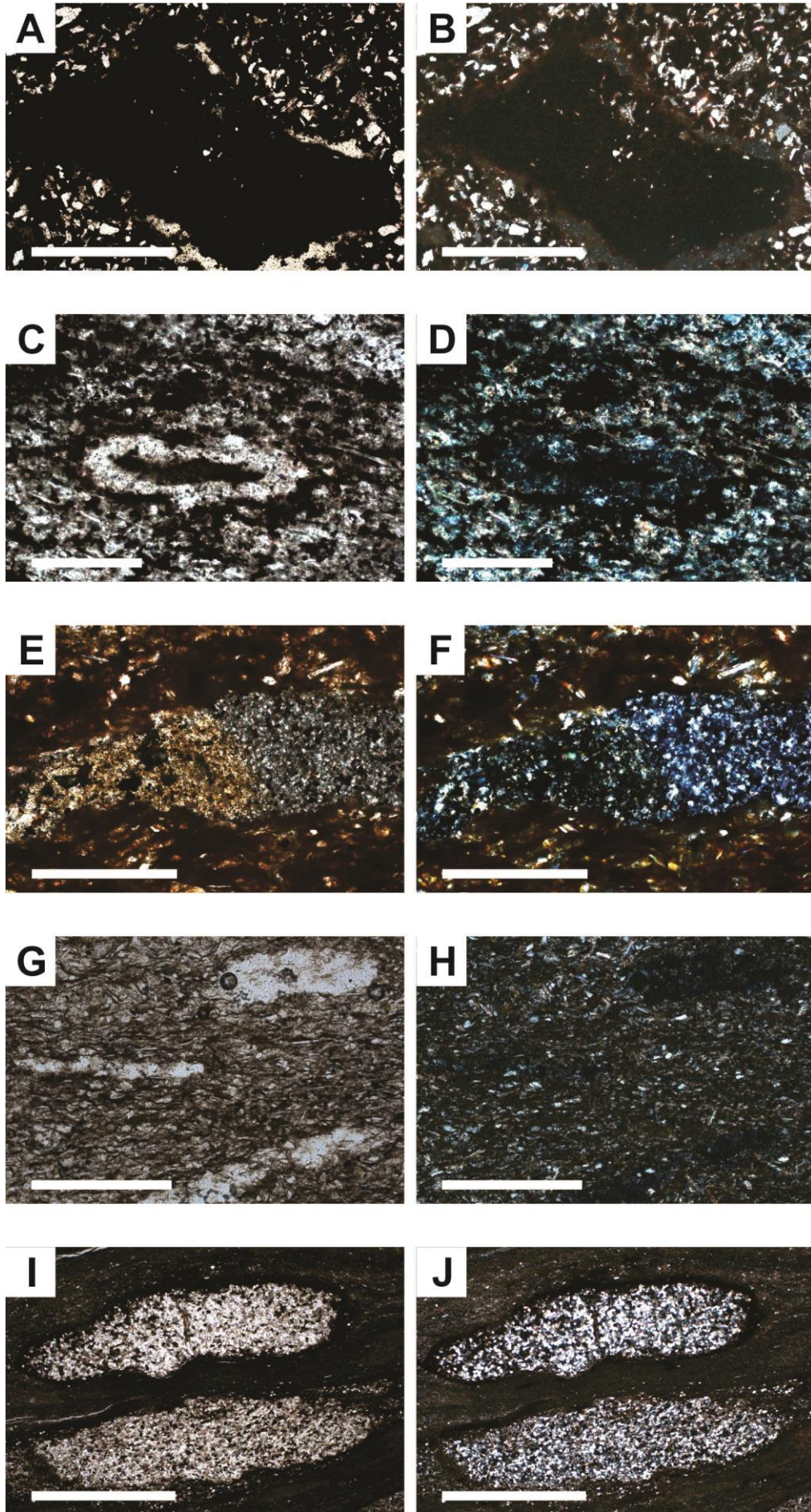
A, B) Aglomeração de grãos de quartzo ao redor de núcleo preenchido por opacos, com origem orgânica creditada possivelmente a foraminífero bentônico aglutinante, observado em arenito muito fino, lâmina PTG 7, Ponta Grossa (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 500 μm .

C, D) Foraminífero bentônico aglutinante arenáceo com núcleo preenchido por argilominerais observado em arenito muito fino intercalado a folhelho, lâmina TIB 32, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 200 μm .

E, F) Possível foraminífero bentônico aglutinante arenáceo observado em arenito muito fino intercalado a folhelho, lâmina TIB 32, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 2000 μm .

G, H) Foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos observados em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 500 μm .

I, J) Possíveis foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos observados em folhelho, lâmina VEN 6, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 2000 μm .



ESTAMPA IX

Microfósseis da Formação Ponta Grossa

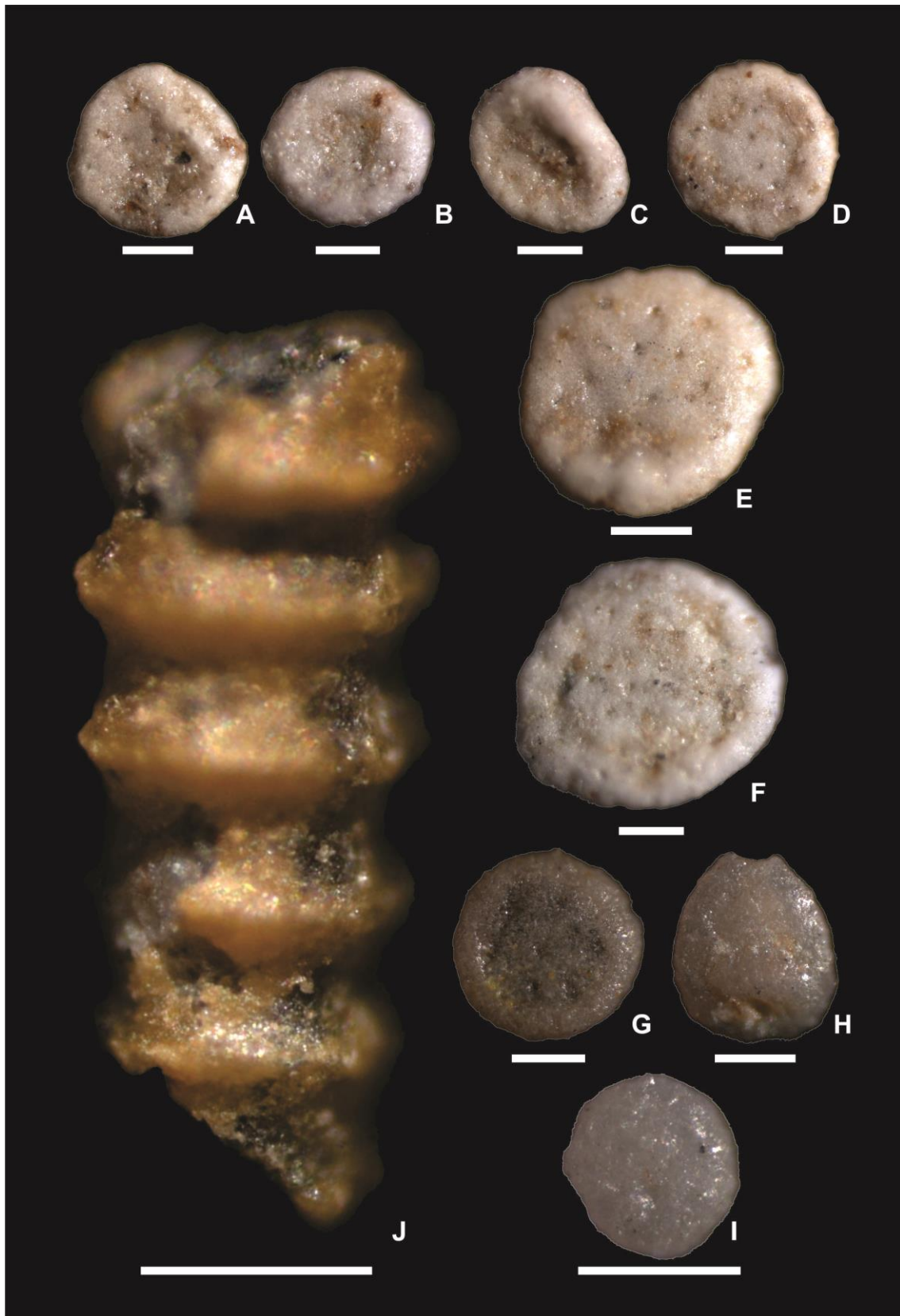
A – F) Tecas de foraminíferos bentônicos aglutinantes com composição arenácea quartzosa e coloração branca, amostra CAN 11, Palmeira (PR).

G) Teca de foraminífero bentônico aglutinante arenáceo composto basicamente por quartzo hialino e provido de orifícios na parede, amostra TIB 1, Tibagi (PR).

H, I) Tecas quartzosas hialinas possivelmente pertencentes a foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos ou radiolários recristalizados, amostra CAN 11, Palmeira (PR).

J) Concha de tentaculitoídeo substituída por esfalerita com preservação da estrutura original do espécime, amostra CAN 11, Palmeira (PR).

Escalas: 200 μm .



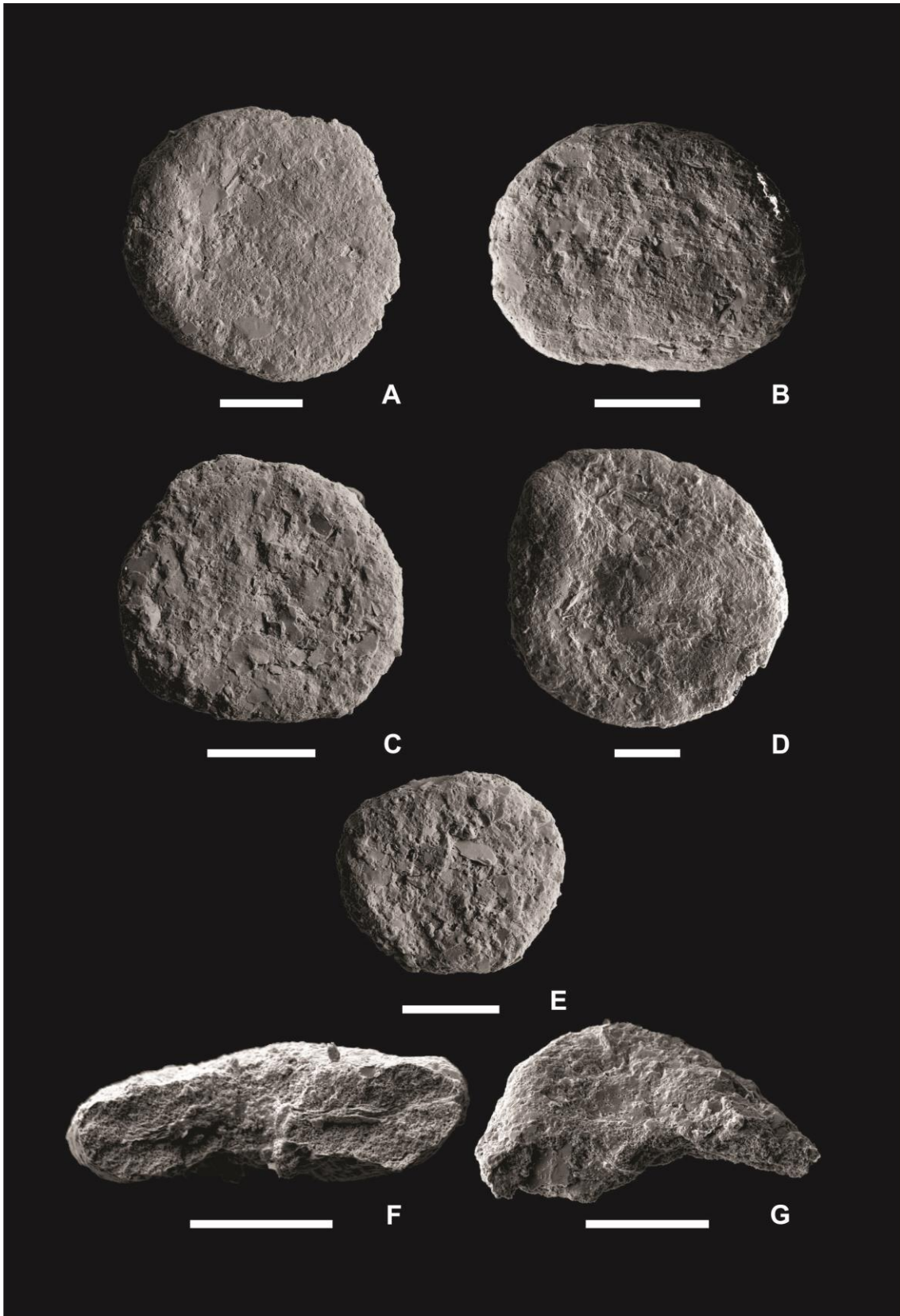
ESTAMPA X

Microfósseis da Formação Ponta Grossa

A – E) Tecas de foraminíferos bentônicos aglutinantes com composição arenácea quartzosa observados em MEV, amostra CAN 11, Palmeira (PR). Notar grãos placoides de argilo-minerais aglutinados às tecas.

F – G) Tecas de foraminífero bentônico aglutinante arenáceo partido observados em MEV, amostra CAN 11, Palmeira (PR). Notar parede das tecas composta por ínfimos grãos aglutinados e preenchimento interno por argilo-minerais.

Escalas: 200 μm .



5.2.6. Escolecodontes (Estampa XI)

Descrição:

Pela primeira vez escolecodontes são registrados pela análise de lâminas delgadas para a Formação Ponta Grossa (lâminas GUA 3, 4, HFZ 8, 10, 19, 35, JAG 3, 4, PTG 2, TIB 4, 13, 27, 32). Consistem em partículas orgânicas com formato de foice (gancho preservado), e com bordas serrilhadas correspondendo à dentição das placas dentárias.

Os escolecodontes foram encontrados isolados e ainda articulados quando preservados na forma de pinças. Suas dimensões variam entre 50 e 200 μm .

Aparelhos bucais com peças dentárias articuladas foram registradas para as amostras JAG 3, HFZ 8 e TIB 22.

Sob luz transmitida natural, consistem em pequenas partículas opacas com iridescência nas bordas e pequenas espessuras (10-20 μm). Uma das bordas em geral mostra-se serrilhada e a outra lisa.

Litologias associadas:

Arenito muito fino argiloso (cSvf-f).

Lutitos (folhelhos): lamito (M), argilito (C).

Fácies associadas:

Fácies I (FR), II (FR), III (CO).

Bioelementos associados:

Quitinozoários, radiolários, *Tasmanites* spp., foraminíferos bentônicos aglutinantes, matéria orgânica indeterminada e fitoclastos.

ESTAMPA XI

Escolecodontes

A – C) Escolecodontes com placas dentárias ainda articuladas (A, B) ou isoladas (C) observados em folhelho, lâmina JAG 3, Jaguariaíva (PR). Entre uma placa dentária e outra é possível observar iridescência.

D) Escolecondonte com gancho observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR).

E, H - J, O) Escolecodontes com placas dentárias articuladas exibindo dentição observadas em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR).

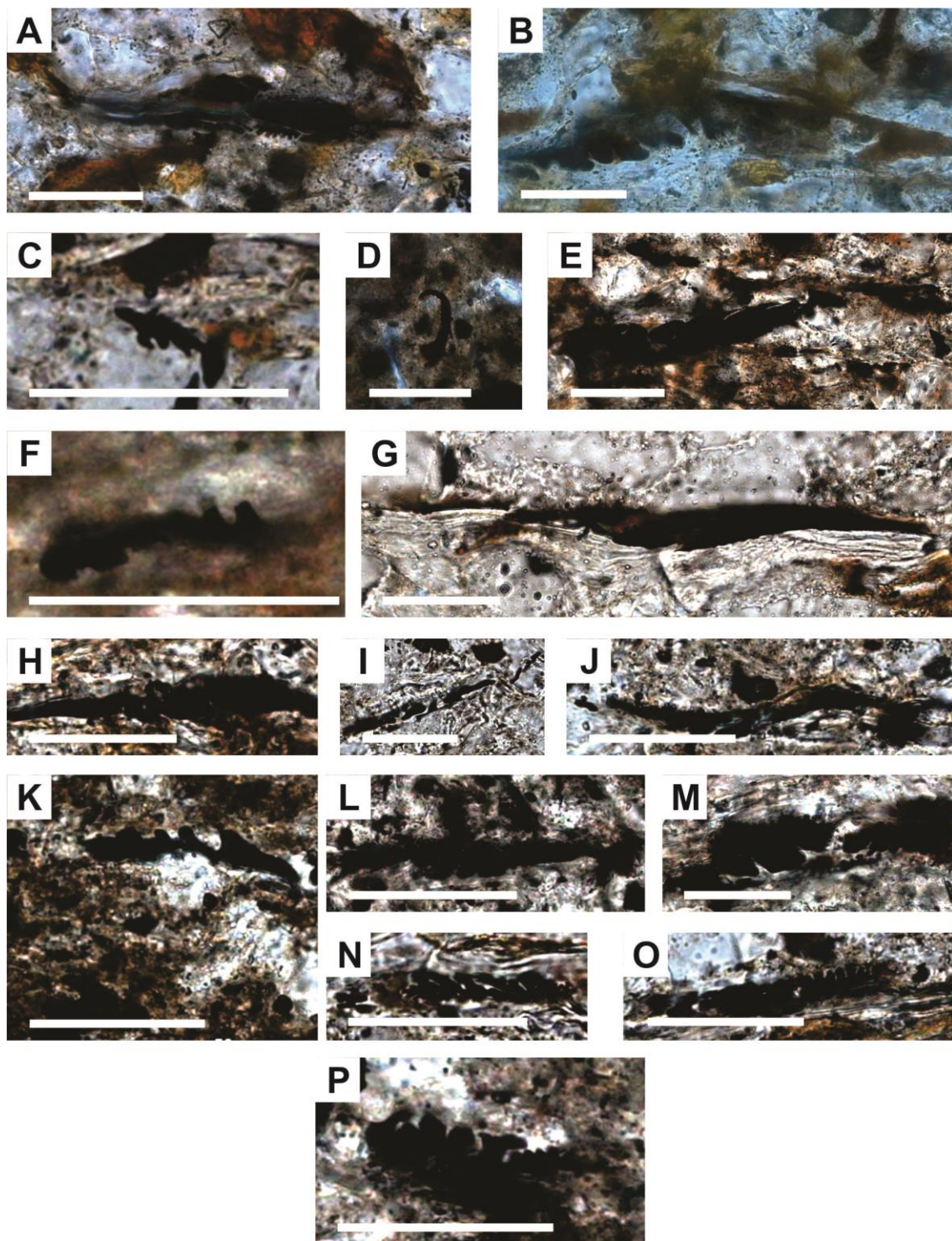
F) Escolecodonte com dentição observado em folhelho, lâmina HFZ 19, Tibagi (PR).

G) Escolecodonte com placas dentárias articuladas e iridescência observado em arenito muito fino a fino argiloso, lâmina HFZ 8, Tibagi (PR).

K) Escolecodonte com dentição observado em arenito fino argiloso, lâmina TIB 4, Tibagi (PR).

L - N, P) Escolecodontes com placas dentárias articuladas exibindo dentição observadas em folhelho, lâmina TIB 32, Tibagi (PR).

Escalas: 50 μ m.



5.2.7. Radiolários (Estampa XII)

Descrição:

Diminutos elementos silicosos foram observados em todas as regiões de ocorrência da Formação Ponta Grossa e são aqui designados como radiolários (CAN 11, GUA 3, HFZ 10, 19, 35, JAG 3, 6, 9, 9B, TIB 4, 13, 27, 32, VEN 6). Consistem em estruturas silicosas esféricas com projeções (espinhos) e estrutura interna reticulada com aproximadamente 50 µm de diâmetro. Fácies pelíticas concentram grandes quantidades destes radiolários (JAG 9B, HFZ 19, 35).

Há incompatibilidade ambiental entre a presença de quartzo detrítico arredondado dentro dos argilito/lamitos, além de que a textura alveolar é característica dos exoesqueletos dos radiolários, cuja distribuição temporal provém desde o Paleozoico Inferior.

Amostras triadas provenientes de CAN 11 e TIB 8, com elementos silicosos hialinos lembram radiolários, mas carecem de estruturas diagnósticas. Contudo, a recristalização pode tê-las obliterado, e morfologicamente se assemelham mais aos foraminíferos bentônicos aglutinantes que radiolários.

A especialista Dra. V. Eilert (com. oral) examinou tanto as imagens de lâminas petrográficas quanto amostras triadas e creditou pelo menos os exemplares de lâminas delgadas como possíveis radiolários.

Possuem transparência sob luz natural e baixa birrefringência com luz polarizada.

Litologias associadas:

Arenito muito fino argiloso (cSvf).

Lutitos (folhelhos): lamito (M), argilito/argilito orgânico (C/Corg).

Fácies associadas:

Fácies I (FR) e III (MA).

Bioelementos associados:

Foraminíferos bentônicos aglutinantes, *Tasmanites* spp., escolecodontes, algas coloniais, fitoclastos, quitinozoários.

ESTAMPA XII

Radiolários

A) Radiolário com formato esférico e espinho radial proeminente observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escala: 50 μm .

B) Radiolário com textura celular alveolar bem preservada observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escala: 20 μm .

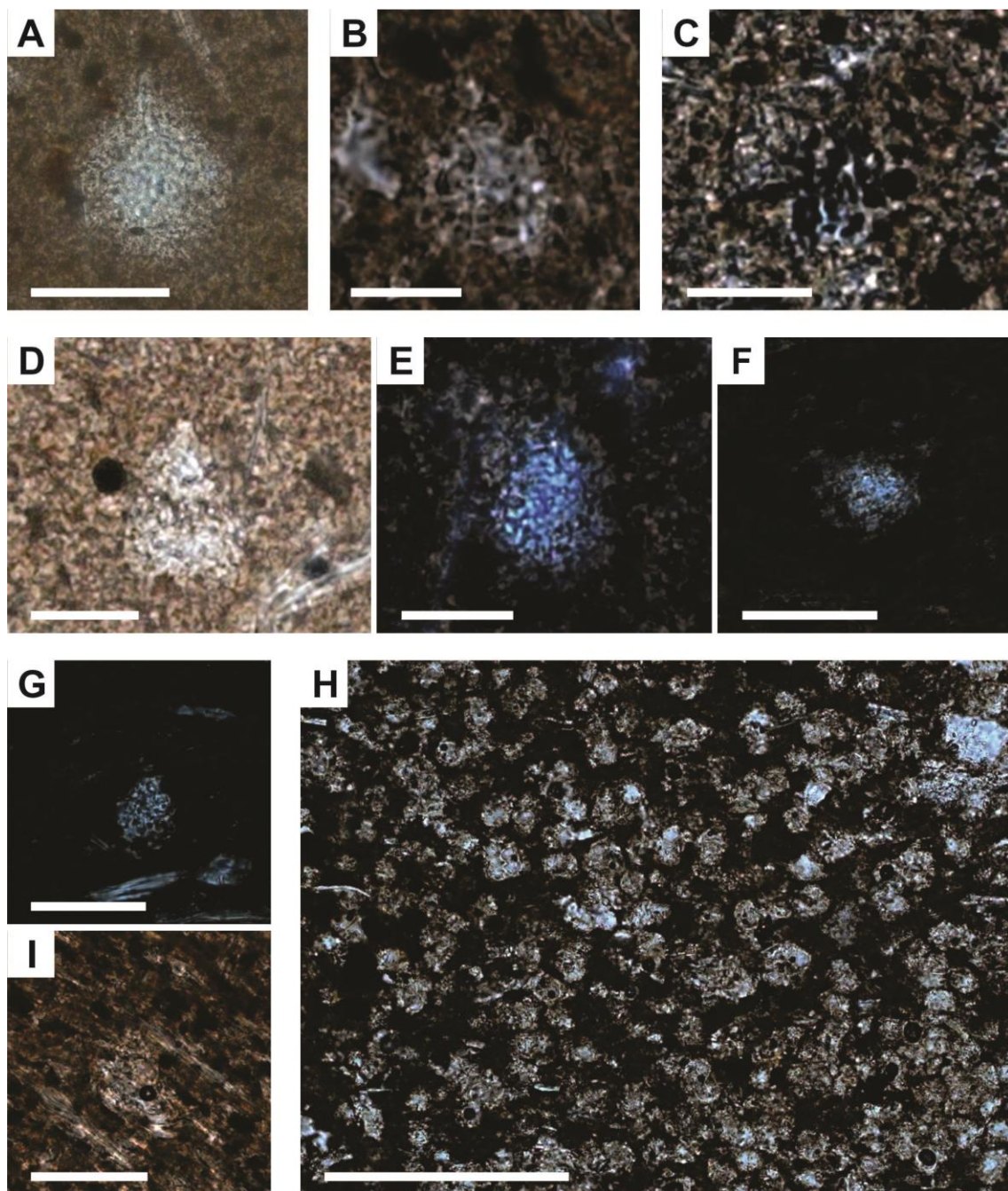
C – E) Radiolários parcialmente recristalizados ou substituídos por pirita (C) com trama celular observados em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escalas: 20 μm .

F) Seção oblíqua de radiolário observado em folhelho, lâmina HFZ 19, Tibagi (PR). Escala: 50 μm .

G) Radiolário com trama celular observado em folhelho, lâmina HFZ 35, Tibagi (PR). Escala: 50 μm .

H) Abundantes estruturas silicosas circulares interpretadas como radiolários, observados em folhelho, lâmina JAG 9B, Jaguariaíva (PR). Escala: 200 μm .

I) Radiolário com trama celular observado em folhelho intercalado com arenito muito fino argiloso, lâmina CAN 11, Palmeira (PR). Escala: 50 μm .



5.2.8. Moldes indeterminados (Estampa XIII)

Descrição:

Moldes indeterminados são registrados em todas as litologias da Formação Ponta Grossa. Em geral, possuem borda piritizada, e encontram-se preenchidos por opacos com morfologias diversas, que lembram ostracodes, gastrópodos, braquiópodos e conchas isoladas indeterminadas. Alguns moldes apresentam interior com carbonato reliquiar, possivelmente pertencente a fragmentos de concha, sejam de braquiópodos ou moluscos. Tamanho variável entre 50 a 8000 μm .

Possível molde de tentaculitoideo foi observado na lâmina HFZ 19, e outro recuperado tridimensionalmente na triagem da amostra CAN 11, com concha substituída por esfalerita.

Litologias associadas:

Arenito muito fino a fino argiloso (cSvf-f).

Lutitos (folhelhos): lamito siltoso (zM), argilito (C).

Fácies associadas:

Fácies I, II e III.

Bioelementos associados:

Quitinozoários, escolecodontes, fitoclastos, foraminíferos bentônicos aglutinantes, radiolários, *Tasmanites* spp., matéria orgânica indeterminada.

ESTAMPA XIII

Moldes indeterminados

A, B) Molde preenchido por carbonato ou fragmento carbonático de invertebrado observado em arenito muito fino a fino argiloso, lâmina HFZ 8, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 100 µm.

C, D) Possível molde de ostracode observado em folhelho siltoso, lâmina HFZ 10, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 50 µm.

E, F) Molde de invertebrado (gastrópodo?) observado em folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 50 µm.

G, H) Moldes observados em folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR). Escalas: 50 µm.

I) Molde indeterminado observado em folhelho, lâmina TIB 35, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.

J) Molde de valva de molusco/braquiópodo observado em folhelho, lâmina TIB 13, Tibagi (PR). Escala: 200 µm.

K) Molde de valva de molusco/braquiópodo observado em folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR). Escala: 200 µm.

L) Molde indeterminado observado em arenito muito fino intercalado a folhelho, lâmina TIB 27, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.

M, P) Moldes de braquiópodos preenchidos por opacos observados em folhelho siltoso, lâmina HFZ 10, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada. Escalas: 50 µm.

N) Molde de pequena concha de braquiópodo? Observado em folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR). Escala: 100 µm.

O) Molde indeterminado de concha observado em folhelho siltoso, lâmina HFZ 10, Tibagi (PR). Escala: 1000 µm.

Q) Molde de ostracode? observado em arenito muito fino argiloso, lâmina PTG 7, Ponta Grossa (PR). Escala: 500 µm.

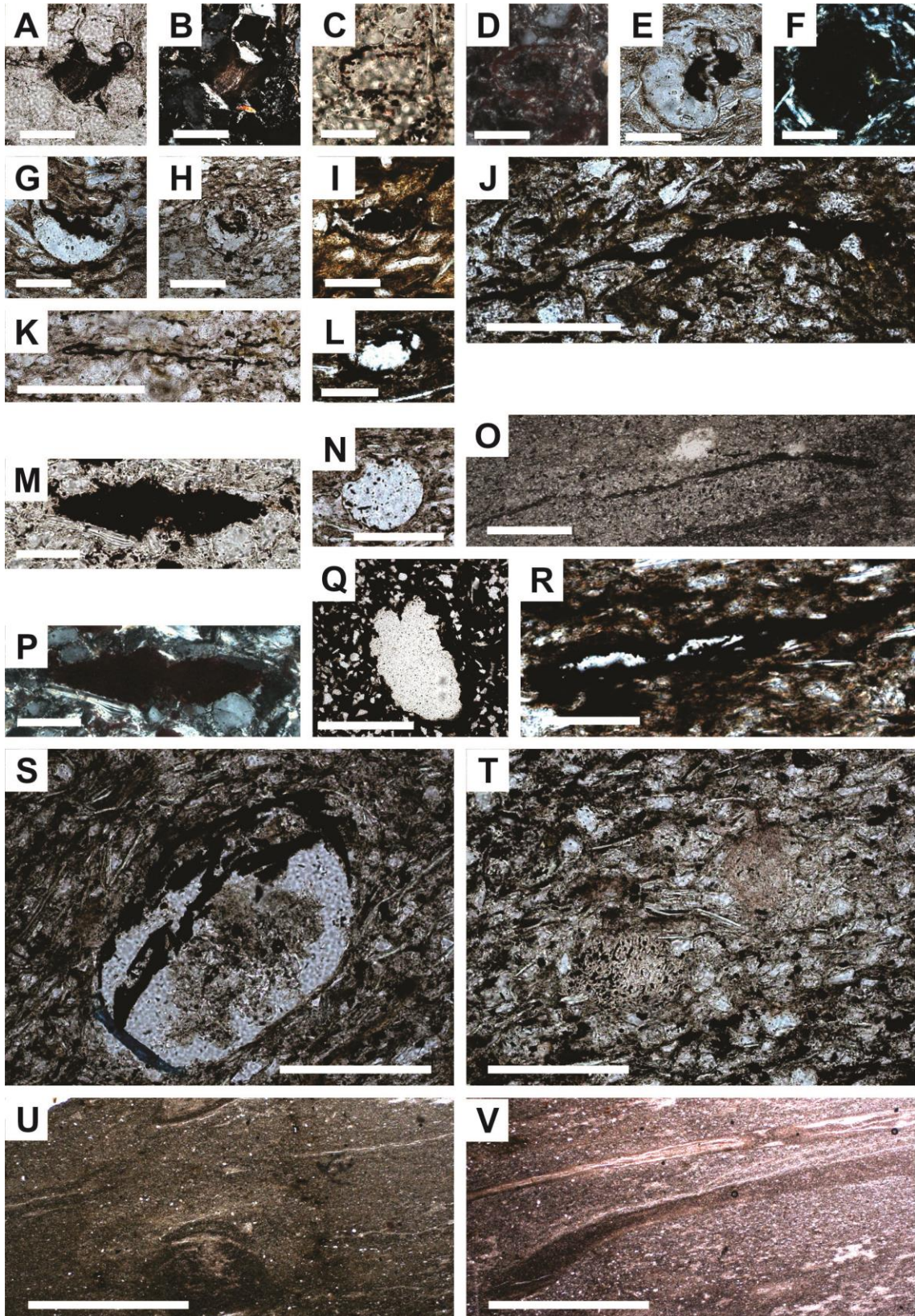
R) Molde de concha observado em folhelho, lâmina HFZ 35, Tibagi (PR). Escala: 50 µm.

S) Molde de ostracode observado em arenito muito fino argiloso, lâmina JAG 4B, Jaguariaíva (PR). Escala: 200 µm.

T) Molde indeterminado observado em folhelho siltoso, lâmina HFZ 10, Tibagi (PR). Escala: 200 µm.

U) Moldes de conchas em folhelho, lâmina VEN 6, Tibagi (PR). Escala: 2000 µm.

V) Moldes de conchas em folhelho, lâmina VEN 6, Tibagi (PR). Escala: 2000 µm.



5.2.9. Fragmentos indeterminados (Estampa XIV)

Descrição:

Quatro amostras apresentam fragmentos certamente orgânicos, cuja origem não foi possível determinar (JAG 6, VEN 6, TIB 27, 29).

No caso da amostra JAG 6, os bioclastos possuem formato elíptico com diâmetro ~50 µm, parede fina com bordas ornamentadas, e coloração amarelo-alaranjada a luz transmitida natural e, birrefringência baixa até amarelo de 1ª ordem, com padrão de extinção em isógira. Talvez pertençam a espinhos de artrópodos seccionados transversalmente.

Por sua vez, partículas com coloração roxo-azulada foram observadas na lâmina VEN 6, cuja coloração é característica tanto de fluorita como glaucofânio. Sua origem permanece em dúvida.

Material orgânico castanho escuro com trama reticulada ocorre tanto na amostra TIB 27 como em TIB 29. Talvez tratem-se de fitoclastos diferentes, espécie característica de *Spongiophyton* (?), ou cutículas de animais (?).

Litologias associadas:

Arenito muito fino (Svf).

Argilito/argilito orgânico (C/Corg)

Fácies associadas:

Fácies I, II (material orgânico castanho); III (elipsoides).

Bioelementos associados:

Quitinozoários, escolecodontes, radiolários, foraminíferos bentônicos aglutinantes, matéria orgânica indeterminada, *Tasmanites* spp., fitoclastos e moldes indeterminados.

ESTAMPA XIV

Fragmentos indeterminados

A – C) Possível fragmento quitinofosfático de espinho de artrópode, exibindo isógira de extinção a luz polarizada, observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR), sob luz natural, polarizada e polarizada a 45°.

D, H) Fragmento indeterminado (fosfático?, fluoretado?) observado em folhelho, lâmina VEN 6, Tibagi (PR), sob luz natural e polarizada.

E – G, I – K) Possível fragmento quitinofosfático de espinho de artrópode, exibindo isógira de extinção a luz polarizada, observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR), sob luz natural, polarizada e polarizada a 45°.

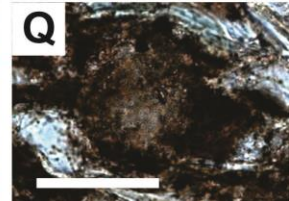
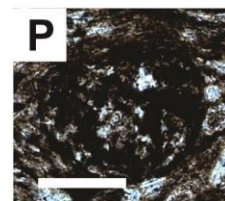
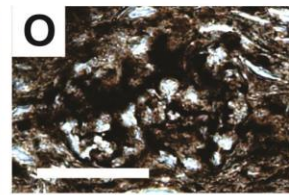
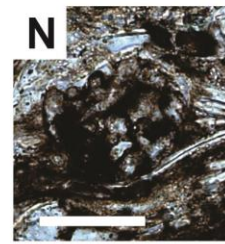
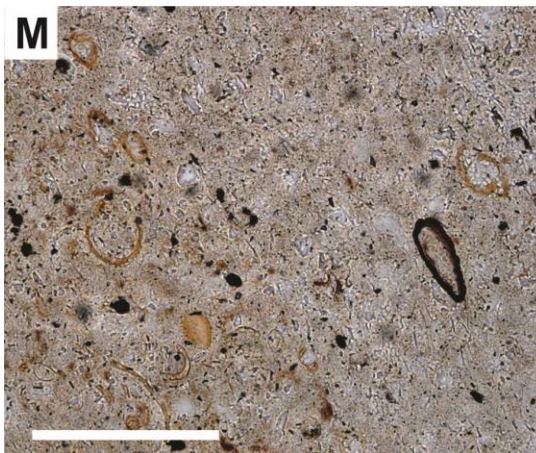
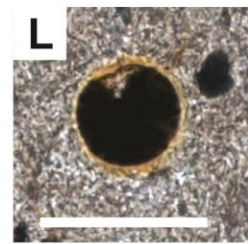
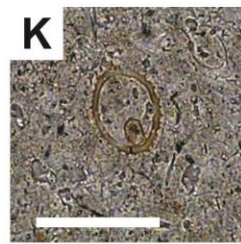
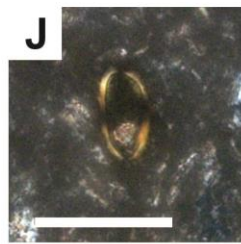
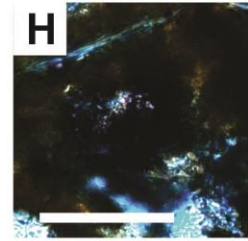
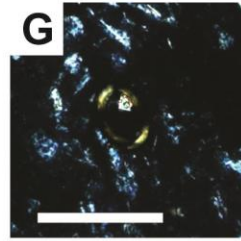
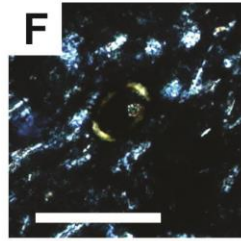
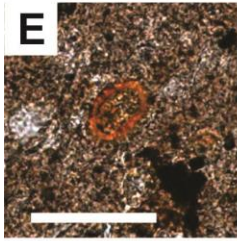
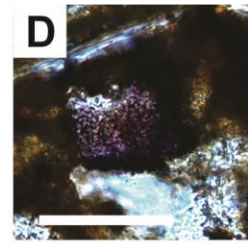
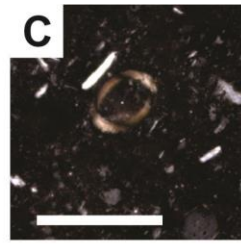
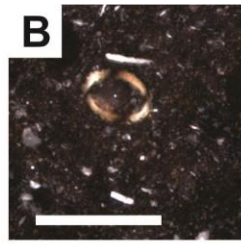
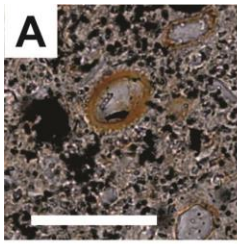
L) Fragmento quitinofosfático observado em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR).

M) Concentração de partículas quitinofosfáticas observadas em folhelho rico em matéria orgânica, lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR).

N, O, Q) Fragmentos de matéria orgânica reticulada, de origem incerta, observados em folhelho intercalado a arenito muito fino, lâmina TIB 27, Tibagi (PR).

P) Fragmento de matéria orgânica reticulada, de origem incerta, observados em folhelho, lâmina TIB 29, Tibagi (PR).

Escalas: 50 µm.



5.2.10. Bioturbações
(Estampa XV)

Descrição:

Bioturbações são identificadas em diferentes classes de frequência em todas as fácies da Formação Ponta Grossa. Sua constituição varia entre psamítica a pelítica. São exemplos de bioturbações arenosas aquelas verificadas nas lâminas CAN 11, GUA 4, HFZ 10 e TIB 27, e argilosas em JAG 6, 9B e VEN 6.

ESTAMPA XV

Bioturbações

A) Hiato deposicional marcado com *Glossifungites* isp. sobre folhelho (seta), lâmina CAN 11, Palmeira (PR). Escala: 2000 µm.

B) Icnofóssil argiloso no folhelho rico em radiolários (seta), lâmina JAG 9B, Jaguariaíva (PR). Escala: 100 µm.

C) Icnofóssil arenoso em arenito muito fino siltoso (setas), lâmina GUA 4, Ventania (PR). Escala: 2000 µm.

D) Aspecto de bioturbação arenosa em arenito muito fino intercalado com folhelho (seta), lâmina PTG 2, Ponta Grossa (PR). Escala: 2000 µm.

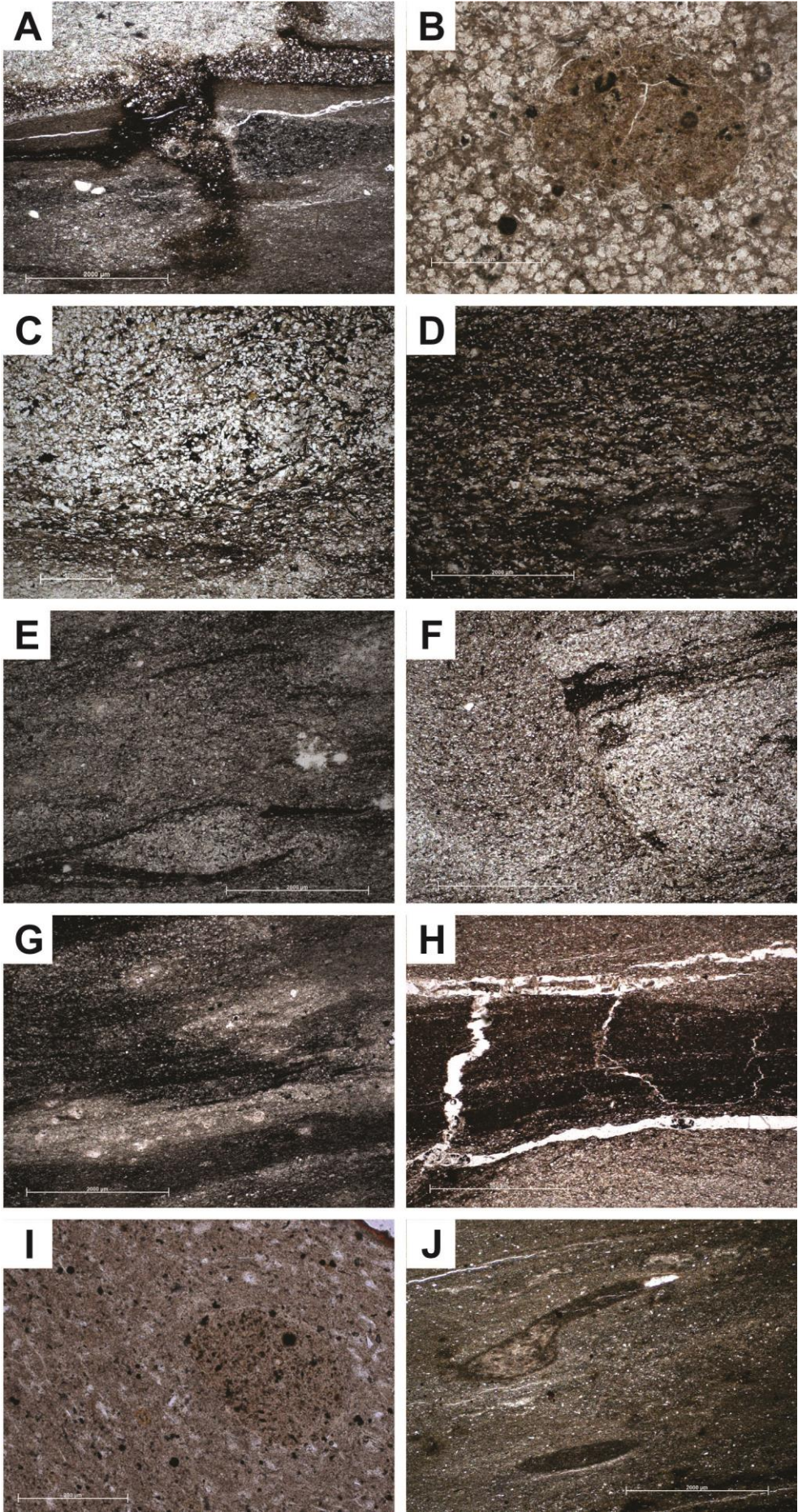
E, G) Bioturbações arenosas observadas em folhelho siltoso (setas), lâmina HFZ 10, Tibagi (PR). Escalas: 2000 µm.

F) Icnofóssil arenoso truncando camadas, observado em arenito muito fino intercalado com folhelho (seta), lâmina TIB 27, Tibagi (PR). Escala: 500 µm.

H) Bioturbações arenosas perturbando folhelho (seta), lâmina TIB 27, Tibagi (PR). Escala: 500 µm.

I) Icnofóssil argiloso no folhelho rico em radiolários (seta), lâmina JAG 6, Jaguariaíva (PR). Escala: 200 µm.

J) Icnofósseis argilosos em folhelho (setas), lâmina VEN 6, Tibagi (PR). Escala: 2000 µm.



5.3. Integração dos dados bioestratigráficos

Recentemente foi lançada a nova escala do tempo geológico, na qual o capítulo sobre o Devoniano de Becker *et al.* (2012) apresenta idades atualizadas para os andares deste período. Juntamente às justificativas de posicionamento dos andares, globais e regionais (Europa Ocidental), o capítulo trata dos principais zoneamentos propostos para o Devoniano, cuja divisão é marcada principalmente por surgimentos de conodontes. Além destes fósseis, a Tabela 2 apresenta a correlação entre as idades e os zoneamentos globais atualizados para vegetais superiores, palinomorfos, ostracodes (Meso e Neodevoniano) e tentaculitoideos (Eo e Mesodevoniano).

Adotando a escala proposta por Becker *et al.* (2012) como padrão, procedeu-se o balizamento das propostas lito e bioestratigráficas de maior interesse nesta pesquisa com as atuais idades. Deste modo, as tabelas 3 a 8 sintetizam o conjunto de informações já discutidas, ainda que superficialmente, no estado da arte.

Cabe ressaltar, entre os dados padronizados, a completude da proposição litoestratigráfica de Lange & Petri (1967), que além de apresentar o arcabouço litoestratigráfico para o Devoniano da Bacia do Paraná (Tabela 3), utilizou-se tanto de dados de superfície como de subsuperfície para traçar as sequências estratigráficas e definir as biozonas com base palinológica, sobretudo no conteúdo de quitinozoários, com os quais foram definidos os cinco principais intervalos do Devoniano da Bacia do Paraná. Esporos e esporomorfos, estudados por Daemon *et al.* (1967) corroboram, com menor detalhe, os intervalos instaurados com base em quitinozoários. Ressalta-se que comparando o zoneamento original com a nova tabela do tempo do Devoniano, há apenas uma espécie de quitinozoário comum a ambas as proposições, com registro mais novo na Bacia do Paraná (*A. eisenacki*).

Uma vez definido o arcabouço e intervalo de sedimentação do Devoniano paranaense, este conjunto de autores (Lange 1967, Lange & Petri 1967, e Daemon *et al.* 1967), por meio de amostragens pontuais, posicionaram bioestratigraficamente os afloramentos da Formação Ponta Grossa (Tabela 4), o que possibilitou, conseqüentemente, definir, ainda que de maneira incerta, a

distribuição estratigráfica dos macrofósseis da Formação Ponta Grossa (Tabela 5). Na presente distribuição, é notável que algumas espécies possuam conotação temporal, principalmente vegetais, além de alguns invertebrados, posicionados nos vértices da tabela (*e.g. Pennaia pauliana* pode ser um fóssil-guia para o Membro Jaguariaíva e *Australocystis langei* e *Paulinites caniuensis* podem ser fósseis-guia para o Membro São Domingos).

Todavia, apesar do caráter tridimensional que possui esta proposta lito e bioestratigráfica, como já comentado, os afloramentos foram posicionados por datações pontuais, o que é uma limitação da proposta, tendo em vista que certas localidades possuem ampla distribuição vertical, e podem naturalmente apresentar várias idades. Ainda na linha de Palinologia, Daemon (1981) e Daemon *et al.* (1996) apresentaram mudanças no zoneamento palinológico da Formação Ponta Grossa, optando primeiramente por deixar de utilizar a subdivisão tripartite de membros, e posteriormente, por falta de elementos significativamente globais que permitissem a amarração temporal às idades do Devoniano, a designar, sem compromisso com a amarração de idade, a deposição da Formação Ponta Grossa como Emsiana a Frasniana (Tabela 5). Daemon *et al.* (1996) ressaltam ainda a abundância de certos grupos de invertebrados no registro da unidade.

Famosos por sua boa resolução temporal no Paleozoico, e sua rápida evolução, os trilobitas estudados por Popp (1985), juntamente com outros invertebrados, forneceram um novo panorama temporal-estratigráfico para a Formação Ponta Grossa. Cabe destacar um “envelhecimento” da unidade, cuja deposição teria se iniciado durante o Praguiano, e não apenas no Emsiano como diziam os trabalhos anteriores. Além de permitir um posicionamento estratigráfico para trilobitas, que exhibe tanto espécies exclusivamente Eodevonianas do Membro Jaguariaíva (*e.g. C. signifer, C. paranaensis, Pennaia pauliana, Paraibella brasiliensis*), permitiu identificar o gênero *Tibagya* como índice do Membro Tibagi, além de outros indivíduos ocorrentes apenas no Meso a Neodevoniano (*e.g. Metacryphaeus*). Associado aos trilobitas, o estudo ainda delimitou a divisão de comunidades de braquiópodos aventada por Boucot (1971) (Tabela 6).

A principal limitação desta proposta é o número limitado de afloramentos analisados, mesmo porque o foco do trabalho não era bioestratigráfico, mas sim sistemático, o que instiga questionamentos quanto à aplicabilidade tridimensional destas propostas de distribuição bioestratigráfica.

Ainda no que diz respeito aos invertebrados, os tentaculitoideos estudados por Ciguel (1989) mostraram grande aplicabilidade bioestratigráfica, principalmente no tocante as correlações entre afloramentos (Tabela 7). O autor delimitou, como dito anteriormente, quatro cenozonas, três zonas de amplitude concorrente e duas zonas de apogeu, além de traçar a amplitude dos afloramentos estudados, o que garante maior segurança de informações no que diz respeito as suas proposições. Embora os espécimes reconhecidos no trabalho de Ciguel (1989) possuam hábitos controversos, e justamente por isso a proposta internacional (Tabela 2) julga mais apropriada a aplicação de tentaculitoideos cricoconariídeos, cujo hábito de vida é consensualmente dito como planctônico (*e.g. Nowakia*), os cinco principais gêneros ocorrentes na Formação Ponta Grossa (*Tentaculites*, *Seretites*, *Uniconus*, *Homoctenus* e *Styliolina* – Fregatto 2011) possuem distribuição condizente globalmente, como pode ser observado quando comparado aos trabalhos mais recentes sobre tentaculitoideos desenvolvidos no Oriente, como a do trabalho de Wei *et al.* (2012). Acima de tudo, até mesmo a zona de apogeu proposta para a Formação Ponta Grossa por Ciguel (1989), de *Seretites*, é compatível globalmente com o reaparecimento do gênero após o “desaparecimento” do mesmo durante o Mesodevoniano.

Quanto às propostas palinológicas mais recentes (Grahm 1992 e Grahm *et al.* 2011) (Tabela 8), nota-se a diferente compartimentação litoestratigráfica do Grupo Paraná como um todo, denominado de Grupo Campos Gerais, e subdividido em três formações, da base para o topo: Furnas, Ponta Grossa e São Domingos. Grahm *et al.* (2011) admitiram a presença de dois hiatus importantes, um de idade praguiana, e outro emsiano. Adotando esta configuração litoestratigráfica, o estudo recente sobre discinídeos fósseis (Comniskey 2011) apresenta distribuição estratigráfica de quatro braquiópodos, entre os quais *Orbiculoidea bodenberi* e *Gigadiscina collis* que aparentemente

distribuíram-se durante o Emsiano. Quanto à aplicabilidade desta proposta litoestratigráfica, destaca-se a monótona sucessão pelítica da unidade como um todo, o que dificulta o compartilhamento de campo entre as formações Ponta Grossa e São Domingos, caracterizadas, sobretudo, palinologicamente.

Diante destas principais classificações e propostas empenhadas ao Devoniano da Bacia do Paraná, esta dissertação visa a complementação das distribuições fósseis por afloramentos para a Formação Ponta Grossa (*sensu* Lange & Petri 1967), adotando como posicionamento estratigráfico das localidades aquele proposto por Ciguel (1989), da Tabela 7.

Tabela 2. Proposta geocronológica atual do Devoniano, com correspondentes idades regionais e zoneamentos internacionais (modificado de Becker et al. 2012).

IDADE (Ma)	Período/Época/Idade	Subidade	Idades regionais europeias	Datum internacional	Vegetais superiores	Zoneamento de esporos, Europa Ocidental	Zoneamento de quitinozoários	Zoneamento de ostracodes	Zoneamento de tentaculitoideos		
360-370	Carbonífero	Neo	Wocklumiano	Struniano	Mp1	VI <i>lepidophyta - nitidus</i>	VI LN	<i>Richterina (R.) latior</i>			
370-380			Dasbergiano		<i>Cyclostigma</i>	LE <i>lep. - explanatus</i>	LE	<i>Ramochitina cf. ritae</i>		<i>Hemisphaerica - silor - IR</i>	
380-385	Neodevoniano	Meso	Hembergiano	Adorfiano	<i>Rhacophyton</i>	LL <i>lep. - ineratus</i>	LL	<i>Maternella (M.) hemisphaerica/ M. (M.) dichotoma</i>			
385-390			Nehdeniano		VH <i>verrucosa - hystricosa</i>	VH	<i>Ramochitina ritae</i>				
390-395					Vco <i>versabilis - cornuta</i>	Vco	<i>Ramochitina praeritae</i>	<i>Richterina (Fossirichterina) intercostata</i>			
395-400	Mesodevoniano	Eo	Couviniano	Dalejano		GF <i>macroreticulata</i>	GF	<i>Richterina serratostriata - Nehdentomis nehdensis</i>			
400-405							DV <i>dedaleus - versabilis</i>	DV		<i>Angochitina carvalhoi</i>	
405-410								BA <i>gracilis</i>		BA	<i>Franklinella (F.) sigmoidale</i>
410-415	Eodevoniano	Neo	Siegeniano	Gedinniano		BM <i>bricei - acanthaceus</i>	BM	<i>Entomoprimitia splendens</i>			
415-420							BJ <i>bulliferus - jekhowskyi</i>	BJ		<i>Cenozona Rabienella barrandei/ Bertonella reichi</i>	
420-425											<i>Waldecknella cicatricosa</i>
425-430	Eodevoniano	Eo	Zlichoviano	Emsiano				Zona de ausência de <i>W. cicatricosa/ F. torleyi</i>			
430-435								Tco <i>triangulatus - concinna</i>		Tco	<i>Franklinella (F.) torleyi</i>
435-440											<i>Waldecknella suberecta</i>
440-445	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Waldecknella praerecta</i>			
445-450											<i>Nowakia (N.) globulosa</i>
450-455											<i>Variatellina minuta</i>
455-460	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Nowakia (N.) postotomari</i>			
460-465											<i>Nowakia (N.) otomari</i>
465-470											<i>Nowakia (N.) chlupaciana</i>
470-475	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Cepanowakia pumilio</i>			
475-480										<i>Nowakia (N.) holynensis</i>	
480-485											<i>Nowakia (N.) richleri</i>
485-490	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Nowakia (N.) cancellata</i>			
490-495										<i>Nowakia (N.) elegans</i>	
495-500											<i>Nowakia (N.) barrandei</i>
500-505	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Nowakia (Dmitriella) praecursor</i>			
505-510										<i>Nowakia (N.) zlichovensis</i>	
510-515										<i>Guerichina strangulata</i>	
515-520	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Nowakia (Turkestanella) acuaris acuaris</i>			
520-525										<i>Styliacus bedbouceki</i>	
525-530										<i>Paranowakia intermedia</i>	
530-535	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano				<i>Homoctenowakia bohemica</i>			
535-540										<i>Homoctenowakia senex</i>	
540-545											
545-550	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
550-555											
555-560											
560-565	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
565-570											
570-575											
575-580	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
580-585											
585-590											
590-595	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
595-600											
600-605											
605-610	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
610-615											
615-620											
620-625	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
625-630											
630-635											
635-640	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
640-645											
645-650											
650-655	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
655-660											
660-665											
665-670	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
670-675											
675-680											
680-685	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
685-690											
690-695											
695-700	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
700-705											
705-710											
710-715	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
715-720											
720-725											
725-730	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
730-735											
735-740											
740-745	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
745-750											
750-755											
755-760	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
760-765											
765-770											
770-775	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
775-780											
780-785											
785-790	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
790-795											
795-800											
800-805	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
805-810											
810-815											
815-820	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
820-825											
825-830											
830-835	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
835-840											
840-845											
845-850	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
850-855											
855-860											
860-865	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
865-870											
870-875											
875-880	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
880-885											
885-890											
890-895	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
895-900											
900-905											
905-910	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
910-915											
915-920											
920-925	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
925-930											
930-935											
935-940	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
940-945											
945-950											
950-955	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
955-960											
960-965											
965-970	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
970-975											
975-980											
980-985	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
985-990											
990-995											
995-1000	Eodevoniano	Neo	Emsiano	Emsiano							
1000-1005											
1005-1010											

Tabela 5. Distribuição de microfósseis por membro da Fm. Ponta Grossa - localização estratigráfica incerta (Lange & Petri 1967).

IDADE (Ma)	Período/Época/Idade	Subidade	Proposta de zoneamento bioestratigráfico Lange (1967)	Distribuição estratigráfica dos microfósseis da Fm. Ponta Grossa na faixa aflorante paranaense (Lange & Petri, 1967)			
360	Carbonífero	Neo		PLANTAS			
365				Famenniano	Meso	INVERTEBRADOS	
370						Eo	
375	Neodevoniano	Neo					
380				Frasniano	Meso		
385						Eo	
390	Mesodevoniano	Neo	Fm. Ponta Grossa				
395				Eifeliano	Meso		
400						Emsiano	Eo
405	Eodevoniano	Neo	Fm. Furnas				
410				Pragian	Eo		
415						Lochkoviano	Neo
420	Siluriano						

Idade (Ma)	Período/Época/Idade	Subidade	Membro	Zoneamento	PLANTAS	INVERTEBRADOS
360-370	Carbonífero	Neo			<i>Haplostigma irregularis</i> <i>Spongiophyton articulatum</i> <i>S. hirsutum</i> <i>S. lenticulare</i> <i>S. minutissimum</i> <i>S. namen</i>	
370-385	Neodevoniano	Eo				
385-390	Mesodevoniano	Eo	Mb. S. Domingos	D5		
390-395	Mesodevoniano	Meso	Mb. Tibagi	D4c		
395-400	Mesodevoniano	Neo	Mb. Jaguariava	D4b		
400-405	Eodevoniano	Eo		D4a		
405-410	Eodevoniano	Neo		D3	<i>Octaviona petrii</i> <i>Paulomyces dolianitii</i> <i>Tasmanites cf. ovelinoi</i> <i>T. cf. enzebioi</i> <i>T. cf. mourai</i> <i>T. cf. roxoi</i>	
410-415	Eodevoniano	Eo		D2b		
415-420	Eodevoniano	Neo		D2a		
420	Siluriano			D1	<i>Austalospirifer contrarius</i> <i>A. parana</i> <i>Australostrophia mesembria</i> <i>Burmeisteria notica</i> <i>Calmonia signifer</i> <i>C. subseciva</i> <i>C. ? gonzagana</i> <i>«Derbyina» waitiorum</i> <i>Lingula keideli</i> <i>L. subpunctata</i> <i>Meristella septata</i> <i>Mesocnularia africana</i> <i>Nuculana victor</i> <i>Nuculites cf. branneri</i> <i>N. pacatus</i> <i>N. reedi</i> <i>Orbiculoidea collis</i> <i>O. excentrica</i> <i>Paracalmonia pessula</i> <i>Pennaia pauliana</i> <i>Phthonia ? epops</i> <i>Platystoma paranaensis</i> <i>Plectonconularia quichua</i> <i>Cryptonella ? bairni</i> <i>Janeia bokkeveldensis</i> <i>Lingula lamella</i> <i>Metacryphaeus australis</i> <i>Odontochole aceola</i> <i>Orbiculoidea boderberi</i> <i>Palaeoneilo magnifica</i> <i>Pholidops kowzowski</i> <i>Moeulonia ? kayseri</i> <i>Tibagya parana</i>	<i>Australocoelia tourteloti</i> <i>Australospirifer antarcticus</i> <i>A. iheringi</i> <i>A. kayserianus</i> <i>Bucanella laticarinata</i> <i>Chonetes falklandicus</i> <i>Coelospira ? colona</i> <i>Conularia ulrichana</i> <i>Crinoidea indet.</i> <i>Encrinaster pontis</i> <i>Goniophora abbreviata</i> <i>Hyolithes subaequalis</i> <i>Janeia brasiliensis</i> <i>Leptodomus capricornus</i> <i>L. uirichi</i> <i>Lingula lept</i> <i>L. scalprum</i> <i>Modiomorpha australonotica</i> <i>Nuculites sharpei</i> <i>Orbiculoidea baini</i> <i>Palaeoneilo sancticrucis</i> <i>Paracalmonia cuspidata</i> <i>Paulinites paranaensis</i> <i>Pholadella cf. radiata</i> <i>Plectonotus dereimsi</i> <i>Pleurodapis multicorneta</i> <i>Prothyris (Paraprothyris) knodi</i> <i>Plomatis moreirai</i> <i>Schelwienella agassizi</i> <i>S. sancticrucis</i> <i>S. sullivanii</i> <i>Serpulites sica</i> <i>Sphenotus lagoensis</i> <i>Tentaculites crotalinus</i> <i>T. jaculus</i> <i>Derbyina smithi</i> <i>Ostracoda indet.</i> <i>Paranacystis petrii</i> <i>Actinopteria langei</i> <i>Australocystis langei</i> <i>Bryozoa indet.</i> <i>Echinasterella ? darwini</i> <i>Grammysioidea corrugata</i> <i>Nuculites depressus</i> <i>Palaeoneilo rhyza</i> <i>Palaeosabella prisca</i> <i>Paulinites caniuensis</i>

Tabela 4. Posicionamento estratigráfico de afloramentos da Fm. Ponta Grossa, propostas lito e bioestratigráficas de Daemon (1981) e Daemon et al. (1996).

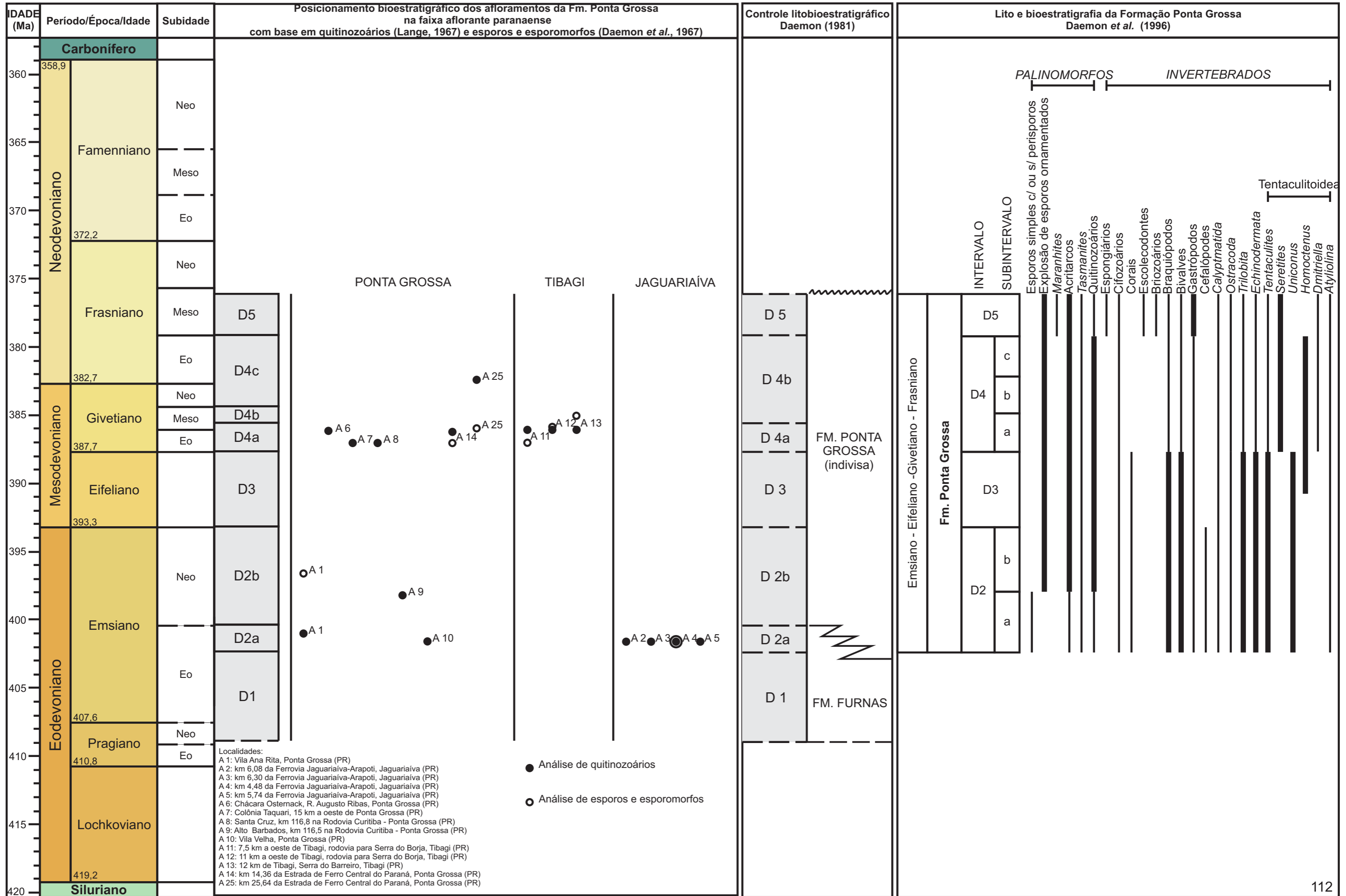


Tabela 6. Comunidades faunísticas e distribuição de trilobitas da Formação Ponta Grossa (Popp 1985).

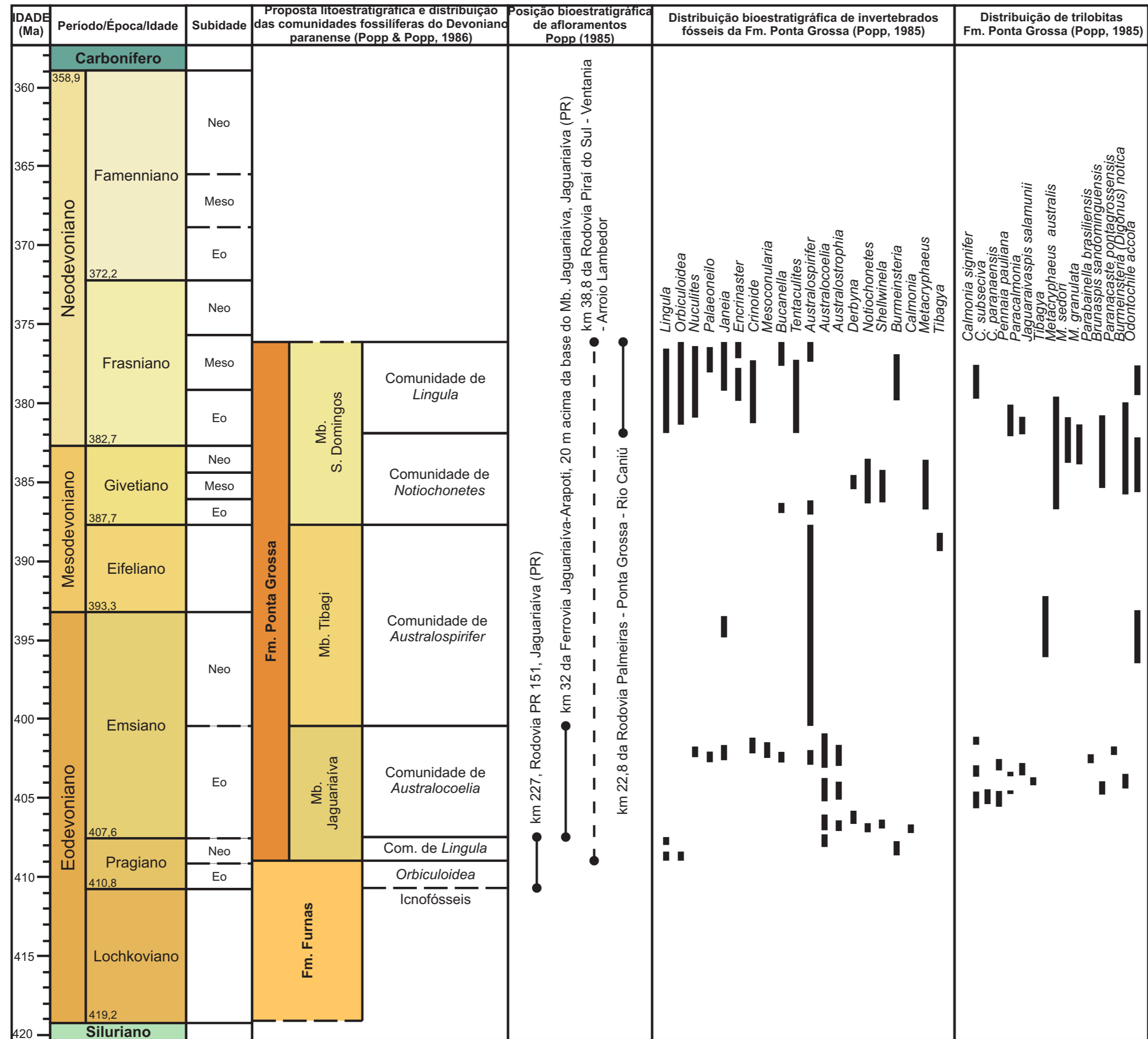


Tabela 7. Posicionamento estratigráfico e bioestratigráfico de afloramentos com base em tentaculitoideos.

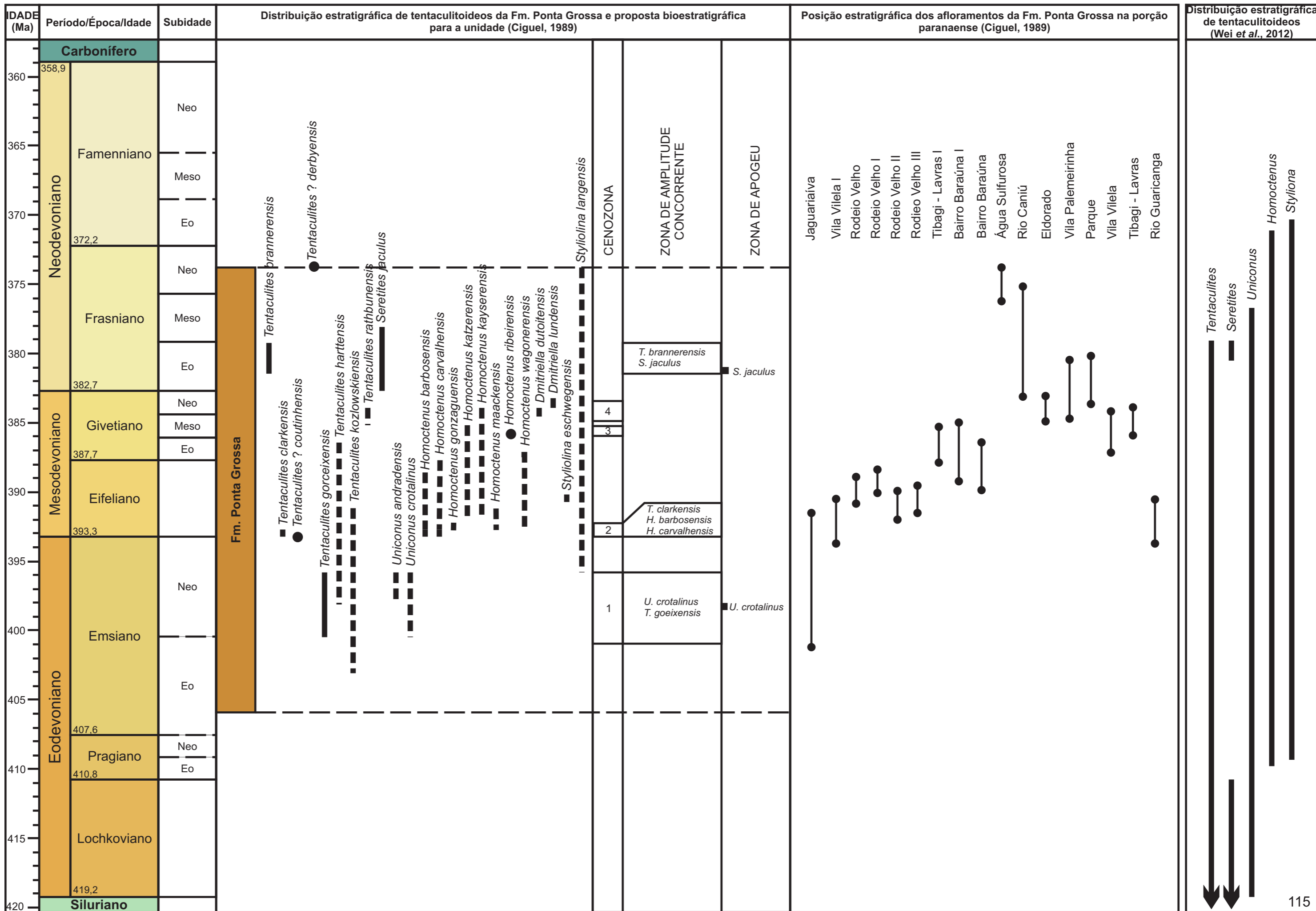
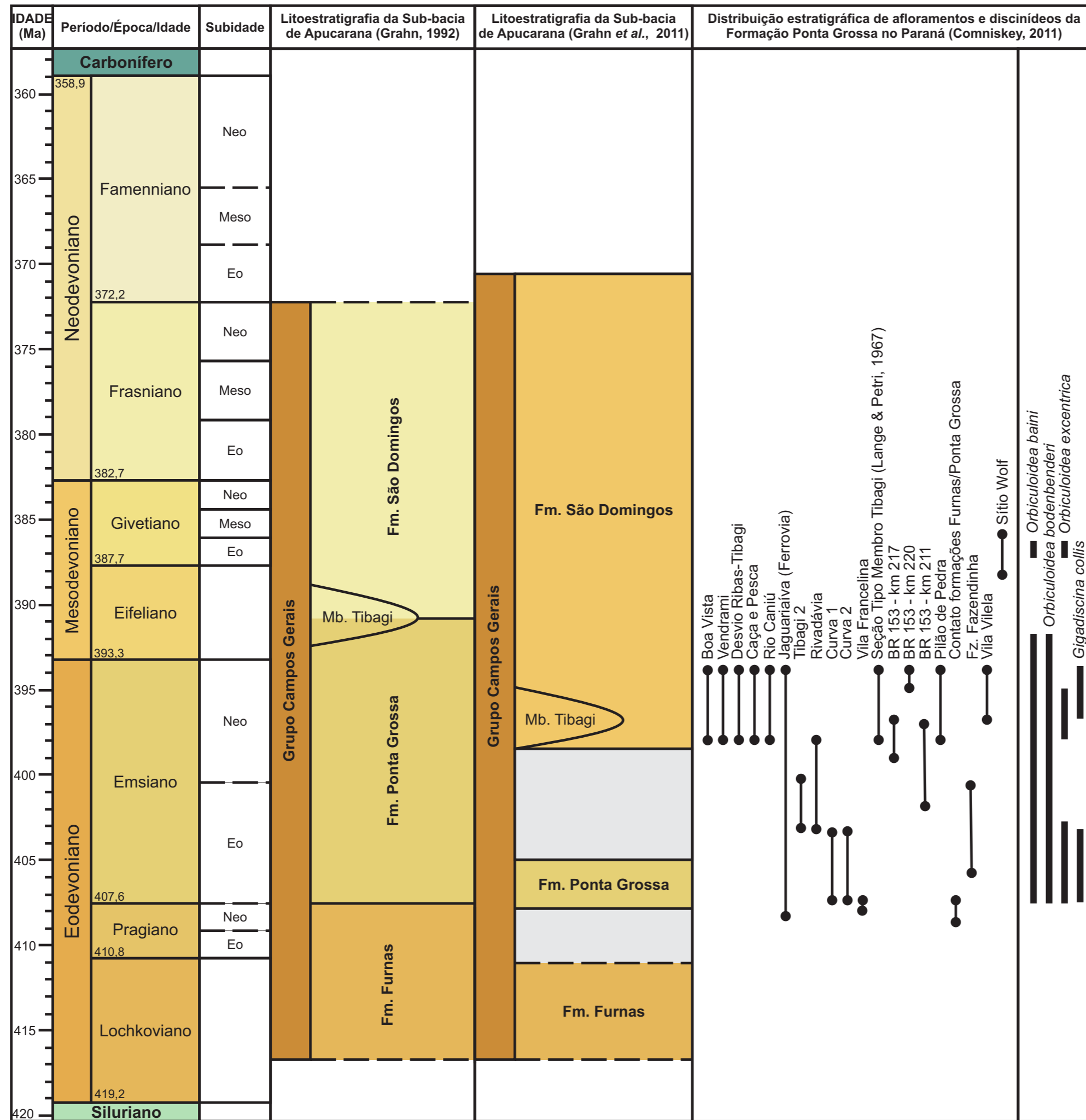


Tabela 8. Novas propostas litoestratigráficas para o Devoniano da Bacia do Paraná e distribuição estratigráfica de discinídeos.



6. DISCUSSÕES

6.1. Estratigrafia

No que compete a conceitos estratigráficos, a Formação Ponta Grossa fomenta várias discussões. Em primeiro lugar, quanto à espessura da unidade na porção de afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná, os valores destoam entre pouco mais que 100 m de espessura (Petri 1948, Popp 1985, Popp & Popp 1986, Ciguel 1989, Grahn 1992, Assine 1996, Zabini *et al.* 2012) a mais de 300 m (Bergamaschi 1999, Cândido 2007, Grahn *et al.* 2011). Tal fato parece afetar o empilhamento de fácies da unidade, e conseqüentemente seu arcabouço estratigráfico, quando baseado nos afloramentos.

Neste ponto, o levantamento das seções colunares abrangeu desde afloramentos com poucos metros de espessura (*e.g.* cercanias de Ponta Grossa, PR) até seções com espessura da ordem de 50 m em Jaguriaíva e Tibagi (PR). Na região de Tibagi constatou-se a maior espessura das rochas que compõem a Formação Ponta Grossa, com ocorrências entre 720 e 840 m de cota (Afloramentos Arroio São Domingos, Tibagi Torre e Tibagi Fazenda). O empilhamento das seções entre Tibagi e Telêmaco Borba resultaram em aproximadamente 100 m de seção, descontinuados por falhas e diques de diabásio. Sendo assim, este trabalho corrobora as espessuras inferidas por Petri (1948), Popp (1985), Ciguel (1989), Assine (1996), Zabini *et al.* (2012), apresentando, em seção composta para os afloramentos da Formação Ponta Grossa aflorantes no Estado do Paraná, aproximadamente 110 m de rocha (Figura 13). Ressalta-se que o cômputo da espessura iniciou-se acima das chamadas “Camadas de Transição” de Petri (1948), e que pequenas diferenças entre espessuras podem estar relacionadas a condições de preservação dos afloramentos, que sob clima subtropical úmido degradam-se rapidamente.

Quatro fácies foram identificadas no presente trabalho, e associam-se a um contexto de Estratigrafia de Sequências de maneira lógica. A sequência inicia-se com a continuação de um trato de sistema transgressivo, instaurado ainda durante a deposição da Formação Furnas e marcado no registro

geológico pelas camadas transicionais pelítico-psamíticas da porção superior desta unidade. Sendo assim, a Fácies I, predominantemente pelítica e dominada pela icnofácies *Zoophycus* isp. representa o auge deste afogamento. A sucessão icnofaciológica também suporta tal inferência, uma vez que a icnofácies *Zoophycus* isp. sucede as icnofácies *Cruziana* característica das Camadas de Transição, e associada na literatura a condições batimétricas profundas mais rasas, logo abaixo do nível de base de ondas de tempestade (Walker 1984, Guimarães Netto 2001). De um ambiente energético e bem oxigenado que marcava a Formação Furnas, instala-se um ambiente de águas relativamente mais calmas, onde predominam processos de decantação sobre os trativos e com frequente bioturbação do substrato, tanto horizontalmente como sub-horizontalmente, o que denota escassez de nutrientes na água e implica condições mais distais em relação à costa. Eventuais lentes de arenito muito fino de pequena espessura resultam de fluxos de tempestade distais e dão origem aos pavimentos de conchas de braquiópodos vistos em afloramentos. Nódulos piritosos implicam condições anóxicas e redutoras do substrato, rico em matéria orgânica e argila, com pequenas quantidades de quartzo, fração silte.

Uma vez estabelecido um nível de base em um patamar elevado, iniciou-se uma sequência progracional de trato de sistema de mar alto, com regressão da linha de costa. A Fácies I tornou-se mais siltica que argilosa, e sucede-se a Fácies II, com predomínio de rochas psamíticas, inicialmente marcadas pela maior ocorrência de lentes arenosas, sucedidas por pacotes arenosos métricos com granodecrescência ascendente. Tais lentes arenosas são o reflexo da instalação no ambiente da ação de ondas de tempestade, cujos pacotes tornam-se mais espessos ascendentemente devido à progressiva diminuição da lâmina d'água. Estruturas sedimentares, como estratificação cruzada de baixo ângulo, corrobora maior efeito da ação de ondas neste ambiente. No auge do raseamento, os arenitos finos da Formação Ponta Grossa apresentam a maior diversidade de minerais pesados, como estauroлита, allanita, titanita, além de zircão, turmalina e apatita, todos indicadores de proximalidade da linha de costa. Entrementes, a lâmina d'água

não é tão rasa como aquela que predominava durante a deposição da Formação Furnas.

Ainda petrograficamente, salienta-se que a maior parte dos arenitos da Formação Ponta Grossa corresponde a subarcóseos, segundo a classificação textural de Folk (1980) o que reflete, sobretudo, alta maturidade dos sedimentos que compõem estas litologias (Figura 14). A análise textural de arenitos para as localidades da borda setentrional da Bacia do Paraná, coincide com resultados semelhantes (vide Brazil 2004). A presença de glauconita detrítica e parautóctona observada nas lâminas delgadas pode possivelmente relacionar-se às baixas taxas de sedimentação da Formação Ponta Grossa e às regiões com superfícies condensadas (Amorosi 1996).

Já na porção superior da Fácies II percebe-se sucessão de estratos granodecrescentes, em geral dominados por intercalações de arenitos muito finos e lutitos, caracterizando laminação *wavy*. Esta fácies heterolítica pode representar retomada do afogamento da bacia, com deposição de fácies de tempestistas distais, em ambiente na interface do limite de ação das ondas de tempestade. O afogamento segue ascendentemente, e é representado pela Fácies III, que engloba principalmente lutitos argilosos ou orgânicos, com laminação plano-paralela quando presente, e delgadas lâminas de arenito fino. A presença de concreções piritosas está ligada à anoxia do ambiente. Interpreta-se esta sobreposição de fácies como retomada do afogamento da plataforma marinha, em trato de sistema transgressivo.

Interpreta-se ainda, para o topo da seção colunar do Afloramento Fazenda Tibagi, pequena discordância erosiva e uma repetição das fácies I e III, reflexo da descontinuidade natural do evento transgressivo. Tais associações foram correlacionadas aos afloramentos da Formação Ponta Grossa nas imediações da cidade homônima.

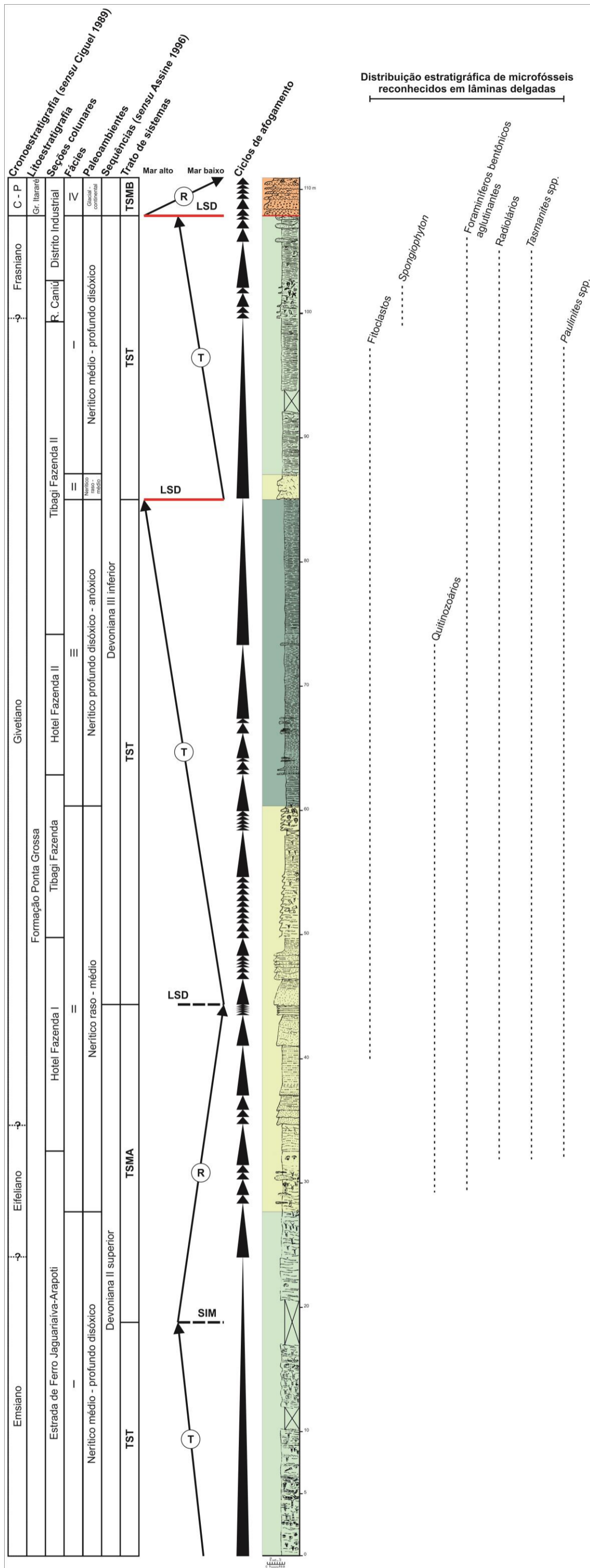


Figura 13. Perfil composto para a seção aflorante da Formação Ponta Grossa na borda leste da Bacia do Paraná, considerações cronoestratigráficas, paleoambientais, bioestratigráficas e genéticas. Legenda vide Apêndice XIX.

Finalmente, uma queda abrupta do nível de base provocou grande diastema consensualmente datado na literatura como neodevoniano, com peneplanização da superfície, que marca um momento de regressão forçada e fim do evento transgressivo global do Devoniano, denominado no hemisfério norte como Evento Kaskaskia. Instaura-se conseqüentemente um trato de sistemas de mar baixo, consagrado na literatura pelas litologias do Grupo Itararé.

Em subsuperfície, as correlações sismoestratigráficas permitem a delimitação detalhada de diversas outras seqüências, dependendo do intérprete (e.g. Assine 1996, Bergamaschi 1999). Os trabalhos em subsuperfície, naturalmente, apresentam arcabouço mais completo, devido a maior espessura das litologias, principalmente na região do depocentro da Sub-bacia de Apucarana, que ultrapassam os 600 m de rocha, entretanto, ambos os modelos da literatura acima citados estão corretos e permitem correlação inferida aos afloramentos no Estado do Paraná. Aplica-se na figura 13, a correlação com as seqüências apresentadas em Assine & Perinotto (2001, p. 327), adaptado de Assine (1996).

Ressalta-se que a classificação litoestratigráfica em membros, proposta por Lange & Petri (1967), é útil para mapeamentos de campo, mas mostra-se diácrona (Apêndice XIX), tanto em afloramentos, como em subsuperfície (Petri 2006). As fácies I, II e III corresponderiam litoestratigraficamente aos membros Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos, por se tratarem de conjuntos litológicos, repetem-se no tempo conforme varia o nível de base, como por exemplo a repetição das fácies I e II nos afloramentos da região de Tibagi (PR). Recomenda-se assim o emprego simples de “Formação Ponta Grossa” para a seqüência transgressiva que recobre os arenitos da Formação Furnas, como aplicado por Diniz (1985) e Ciguel (1989). A presença de elevado número de diques de diabásio e falhas dificulta a correlação e o posicionamento estratigráfico das seções, e é deveras importante para o empilhamento de seções, como se pode verificar na região de Tibagi (Afloramentos São Domingos, Tibagi Torre, Tibagi Fazenda e Hotel Fazenda), e encontra-se constatado na literatura desde Petri & Fúlfaro (1966).

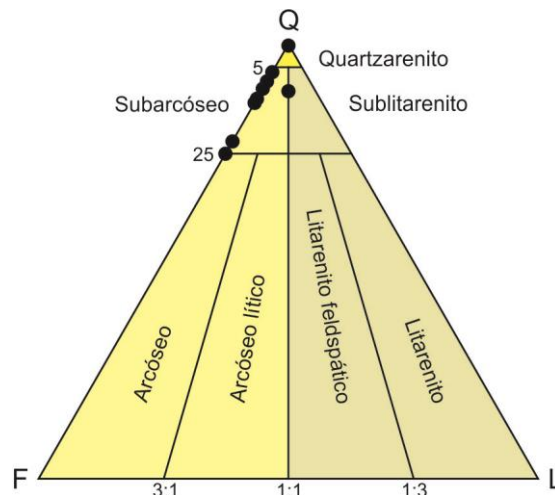


Figura 14. Classificação textural para os arenitos da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná, no diagrama de Folk (1980).

6.2. Considerações bioestratigráficas

Reiterando o que foi escrito no capítulo 5 deste estudo, foi aplicado neste trabalho o arcabouço bioestratigráfico proposto por Ciguel (1989) com base em tentaculitoideos. Primeiramente, foram resgatados e digitalizados os perfis colunares da seção estudada por Ciguel (1989), e tentativamente correlacionados com base nos apontamentos do trabalho original. Em seguida, foram traçados os níveis de aparecimento e desaparecimento dos espécimes de tentaculitoideos e recomposto o perfil de distribuição para estes mesmos organismos. O perfil de correlação serviu como base para nortear a posição estratigráfica dos afloramentos estudados neste trabalho e apresenta-se no Apêndice XX. São apresentados no mesmo apêndice a distribuição estratigráfica dos tentaculitoideos modificada de Ciguel (1989) e associada à mesma, a distribuição de escolecodontes. Por similaridade do arcabouço litoestratigráfico aplicado, opta-se por seguir a distribuição dos demais invertebrados apresentada nas tabelas 3 a 7 do capítulo 5.

A utilização do Método de Shaw (Shaw 1964) para correlação gráfica de afloramentos utilizando fósseis foi descartada após a constatação de infrutíferos resultados, provavelmente associados à falta de camadas-guia regionais para tal fim. Isso leva a crer diacronismo entre as mesmas, como alertado também por Petri (2006).

O modelo aqui aplicado possui utilização válida para os afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná, e são parcialmente condizentes com as propostas estratigráficas de Lange & Petri (1967), Popp (1985), Assine (1996, 2001), Grahn (1992), devido à similaridade entre correlação de afloramentos, resultantes de um empilhamento aproximado da ordem de 150 m de rochas. Por outro lado, mostra-se impróprio para os modelos estratigráficos adotados em Bergamaschi (1999), Bergamashi & Pereira (2001) e Grahn *et al.* (2011) devido à disparidade da correlação entre os afloramentos e conseqüentemente, da espessura aflorante resultante da unidade.

Cabe ressaltar que novas datações palinológicas (*e.g.* Grahn *et al.* 2011) têm indicado idades mais jovens para a deposição da Formação Ponta Grossa, quase em sua totalidade no Emsiano, o que incluem os afloramentos na região de Ponta Grossa e Palmeira, como o Rio Caniú (Eriksson *et al.* 2011, Bosetti *et al.* 2012), o que distoa gravemente da idade frasniana sugerida por Ciguel (1989) para a mesma localidade, a qual os primeiros autores descartam para a faixa aflorante da formação na Sub-bacia de Apucarana. Entretanto, tanto para a extensão de subsuperfície da Formação Ponta Grossa na Sub-bacia de Apucarana, como para as faixas de afloramentos na borda setentrional, admitem-se idades até frasnianas para as rochas ali presentes (*e.g.* Oliveira 1991). Sendo assim, e constatando a anuência da generalidade de autores sobre a presença de pequenos níveis discordantes em toda a faixa de afloramentos, a presença de palinomorfos mais antigos não descarta necessariamente a deposição dos afloramentos em idade mais jovem, como sugerido por Ciguel (1989).

Para apoiar tal fato, o trabalho de Wei *et al.* (2012) também condiciona a presença do gênero de tentaculitoideo *Seretites*, encontrado tanto no afloramento do Rio Caniú (Ciguel 1989) como no Aeroporto Sant'Anna (Fregatto 2011), ao Frasniano. Até a presente data, apenas dois trabalhos de revisão sistemática de tentaculitoideos (Azevedo-Soares 1999, Fregatto 2011) abordaram alguns espécimes apresentados por Ciguel (*op. cit.*). A nível específico, Azevedo-Soares (1999) considerou quatro espécimes de tentaculitoideos envolvidos na distribuição bioestratigráfica da Ponta Grossa. O

único espécime com importância bioestratigráfica seria justamente aquele reclassificado por Ciguel (*op. cit.*) como *Seretites jaculus*, e atribuído por Azevedo-Soares (*op. cit.*) como sinónimo de *Tentaculites jaculus*, que perderia significado bioestratigráfico e cronológico, indicando apenas desenvolvimento no Paleozoico Médio. Dois pontos devem ser considerados quanto a isto: carecem comentários sobre a classificação pretérita como *Seretites* para o mesmo holótipo, e presença de outro exemplar, de *Seretites*, descrito por Fregatto (2011). Opta-se, pois, em manter o arcabouço correlativo e bioestratigráfico de Ciguel (1989) para os tentaculitoideos, que considera as seguintes *data*, em ordem estratigráfica, considerando as primeiras e últimas ocorrências das espécies (P.O. e U.O. respectivamente):

Idade: Emsiano.

Zona de intervalo:

Datum inferior: P.O. de *Tentaculites gorceixensis*, *Uniconus crotalinus*, *U. andradensis*.

Datum superior: P.O. de *T. coutinhensis*, *T. clarkensis*, *Homoctenus barbosensis*, *H. carvalhensis*.

Idade: Eifeliano

Zona de amplitude concorrente: *T. clarkensis*, *H. barbosensis*, *H. carvalhensis*.

Idade: Givetiano

Zona de intervalo:

Datum inferior: U.O. de *T. clarkensis*, *T. kozlowskiensis*, *H. barbosensis*, *H. carvalhensis*, *H. maackensis*, *H. wagnerensis*.

Datum superior: U.O. de *H. kayserensis*, *T. rathbunensis*, *Dmitriella* spp.

Idade: Frasniano

Zona de intervalo:

Datum inferior: P.O. de *Seretites jaculus*.

Datum superior: U.O. de *Tentaculita*.

A descoberta de radiolários e foraminíferos bentônicos aglutinantes abre a possibilidade de emprego bioestratigráfico para estes bioelementos, sobretudo radiolários, microfósseis planctônicos e de ampla distribuição bioestratigráfica. Infelizmente, o reduzido número de amostras empregado neste estudo, com recuperação errática destes microfósseis, não atende tal expectativa, precisando para tanto estudos específicos.

6.3. Considerações paleoambientais

O caráter marinho de águas frias da Formação Ponta Grossa é conhecido desde os trabalhos pioneiros e é indubitável, principalmente por seus importantes invertebrados fósseis (*e.g.* trilobitas, braquiópodos, tentaculitoideos, conulários, briozoários). A figura 15 apresenta a integração dos levantamentos faciológicos e distribuição dos bioelementos identificados e descritos no capítulo 5 deste trabalho, associados ao longo de uma plataforma marinha siliciclástica rasa a profunda, com o posicionamento dos principais níveis estratigráficos do corpo d'água. Tal associação teve como base os trabalhos de distribuição de fácies orgânicas, tafonômicas e sedimentares de Walker (1984), Fürsich & Oschmann (1993), Stasiuk & Kouler (2004), Loucks & Ruppel (2007), Simões *et al.* (2009), Zabini *et al.* (2010, 2012), Filipiak *et al.* (2012).

Quitinozoários foram reportados em litologias das fácies II e I, com maior frequência, e em menor expressão na Fácies III, mais distal. Condizem com ambientes relativamente mais energéticos e encontram-se inclusive em lentes de arenito fino, produzidas por eventos de tempestades na Fácies I. Neste caso, são certamente elementos alóctones ou para-autóctones, e devem ter proveniência na região mais proximal da bacia. A ausência de quitinozoários descritos na literatura na sequência predominantemente psamítica da Formação Furnas pode estar relacionada à preservação destes elementos do zooplâncton marinho.

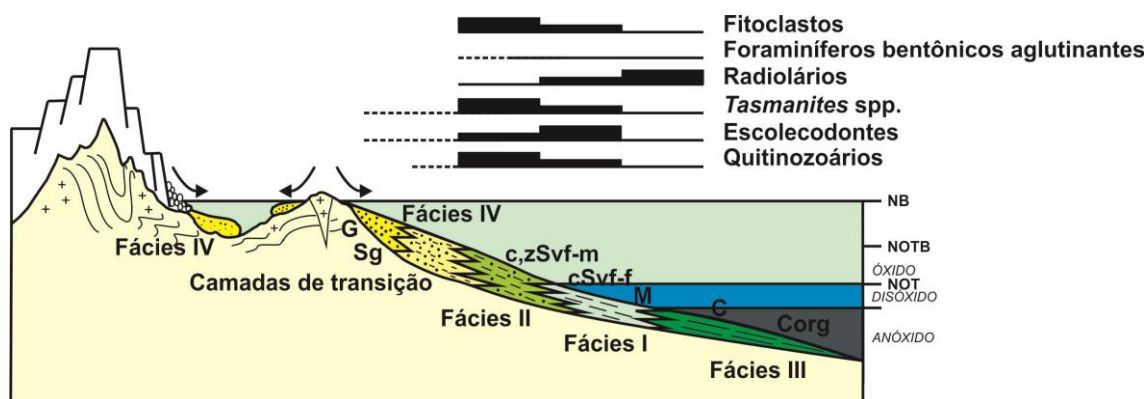


Figura 15. Modelo esquemático de distribuição faciológico-ambiental para litologias e microfósseis da Formação Ponta Grossa (Fácies I, II e III) e porção basal do Grupo Itararé (Fácies IV). NB: nível de base, NOTB: nível de base de ondas de tempo bom, NOT: nível de base de ondas de tempestade, G: conglomerado, Sg: arenito grosso, c,zSvf-m: arenito muito fino a médio argiloso ou siltoso, cSvf-f: arenito muito fino a fino argiloso, M: lamito, C/Corg: argilito/argilito orgânico.

Quanto aos fitoclastos de maneira geral, sua distribuição concentra-se nas fácies II e I. Tal fato condiz com a concentração dos fitoclastos ao longo das regiões costeiras, e presença mais esparsa à medida que os depósitos se afastam do litoral. Mais especificamente, fragmentos de *Spongiophyton* spp. encontram-se dispersos nos depósitos, e muito frequentemente fragmentados, o que leva a crer que houve longo período de transporte e permanência na zona tafonomicamente ativa, o que concorda com a assertiva de Guerra-Sommer *et al.* (1996). Todavia, suas características somam dúvidas quanto ao comportamento paleoecológico desses fragmentos de talos e cutículas, e precisam ser mais detalhadamente investigadas para definir se possuem hábito hidrófilo ou higrófilo (Taylor *et al.* 2008). Estudos geoquímicos executados por Guerra-Sommer *et al.* (*op. cit.*) indicam maiores afinidades com plantas terrestres, e portanto higrófilas, o que também coaduna com a distribuição destes elementos ao longo das fácies mais proximais levantadas neste estudo.

Foraminíferos bentônicos aglutinantes foram observados pela primeira vez em rochas devonianas brasileiras, e sua associação com lutitos frequentemente ricos em matéria orgânica sugere condições ambientais de águas estagnadas e pobres em oxigênio. O estudo de foraminíferos bentônicos

aglutinantes procedentes do Grupo Itararé (Lima *et al.* 1973), parecidos morfológica e composicionalmente com os aqui encontrados, sugere deposição em águas frias em trato de sistema transgressivo, e o mesmo pode-se dizer para os presentes foraminíferos. Loucks & Ruppel (2007) posicionam a distribuição de foraminíferos bentônicos junto às regiões mais proximais da plataforma marinha até a região disóxica/anóxica. Schieber (2009) explica que foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos presentes em folhelhos escuros em rochas devonianas de Nova Iorque estão condicionados à condições anóxicas intermitentes e que necessitam de ambientes com oxigenação, mesmo que baixa para a secreção da mucilagem que aglutina suas tecas. Recomendam-se estudos mais profundos e focando apenas os foraminíferos desta seção para aprimorar tais assertivas.

Também com representação inédita na Formação Ponta Grossa, em lâminas delgadas, escolocodontes e radiolários carecem de maiores estudos. A distribuição dos escolocodontes apresentou relativa abundância na Fácies I, onde os organismos aos quais estes aparelhos maxilares pertenciam, atingiram maior população e/ou melhor preservação. O achado de maxilares com peças dentárias ainda articuladas estabelece pouco ou nenhum transporte desses elementos, com boa preservação de ganchos e denticões. Radiolários por sua vez apresentam pico de frequência para a Fácies III, mais profunda, e embora nunca antes reportados no Devoniano das bacias sedimentares brasileiras, há muito são conhecidos na literatura internacional, sobretudo nas bacias paleozoicas orientais onde são utilizados como ferramentas bioestratigráficas de alta resolução, devido a seu caráter planctônico e cosmopolita (*e.g.* Aitchison 1990, De Wever *et al.* 2001, Schieber 1996), e merecem discussões em trabalho específico.

Quanto às condições de oxigenação deste mar, presumem-se condições disóxicas e anóxicas crescentes ao longo da distribuição das fácies II, I e III. As fácies I e III encontram-se em quase sua totalidade abaixo do nível de ação das ondas de tempestade, e possuem condições de fundo de baixa energia, e constantemente anóxico, com alta preservação de matéria orgânica. Tyson (1995), Loucks & Ruppel (2007) e Schieber (2009) associam a preservação de

prasinófitas e foraminíferos bentônicos aglutinantes com semelhantes condições de oxigenação de fundo, associados tanto a folhelhos negros, quanto a sulfetos, como pirita framboidal.

Bivalves, gastrópodos, tentaculitoideos, braquiópodos e ostracodes acham-se preservados na forma de moldes, com dissolução de suas conchas carbonáticas originais, e aparecem, em lâminas delgadas e amostras triadas, envoltos por opacos e sulfetos. Em detrimento à ausência de conchas carbonáticas, elementos quitinosofosfáticos e orgânicos concentram-se nas fácies mais profundas da Formação Ponta Grossa, o que condiz com as condições anóxicas - disóxicas do substrato, com elevação da acidez e dissolução das partículas carbonáticas, raramente preservadas, e concentração dos elementos orgânicos quitinosos e carbonosas, mais inertes quimicamente. Pela análise de tantas prasinófitas deformadas, é de se considerar que a dissolução tenha ocorrido antes da compactação da rocha, a julgar pela colocação de Coniglio & Cameron (1990) de que tasmanáceas apresentam-se sem deformação apenas quando envoltas por nódulos carbonáticos, o que pode ocorrer apenas sindeposicionalmente, quando as partículas orgânicas servem de gérmen de cristalização para os carbonatos.

Paleogeograficamente, segundo o modelo proposto na figura 15 e adoção do arcabouço bioestratigráfico com base em tentaculitoideos de Ciguel (1989), verifica-se que a atual área da borda leste da Bacia do Paraná passou progressivamente de um estágio com águas rasas e continentais bem oxigenadas, possivelmente deltaicas da Formação Furnas, até um profundo estágio de fundo marinho calmo e anóxico na Formação Ponta Grossa.

O limite entre estas duas unidades estratigráficas, embora discordante em alguns locais, é verificado em toda a região de afloramentos, e relaciona-se ao Lochkoviano-Praguiano. No Praguiano-Emsiano inicia-se um afogamento da Sub-bacia de Apucarana, com intercalação de fácies pelíticas na porção superior da Formação Furnas, que desenvolve-se durante o Emsiano, originando amplo mar raso com fundo anóxico, que estendia-se pelo menos da região de Tibagi até Jaguariaíva, uma vez que os afloramentos da Formação Ponta Grossa na região homônima são creditados no presente trabalho como

pertencentes à porção superior da unidade. Uma vez o nível d'água elevado, instaurou-se um trato de sistemas regressivo em condições de nível de mar alto, pontual, com progradação de fácies, pelo menos do Eifeliano ao Givetiano, também nas localidades citadas (Jaguariaíva e Tibagi, PR). Ao fim deste trato de sistemas regressivo, a lâmina d'água voltou a subir, rapidamente, alcançando as fácies mais profundas e depositando folhelhos negros ricos em matéria orgânica ainda no Givetiano em todas as áreas de afloramento, com idades mais jovens na região de Ponta Grossa onde foi verificada a presença de *Seretites jaculus*, tentaculitoideo frasniano. Pontualmente deve haver muitos hiatos e parasequências que levam a interpretações de oscilações marinhas distoantes. Contudo, é consensual o fato de que o Grupo Paraná testemunha um sistema de afogamento da bacia como um todo, durante o Mesopaleozoico (Petri 2006).

No Neodevoniano, uma grande discordância representada por acentuada queda do nível de base (regressão forçada), peneplanizou toda a região e marcou o fim da sequência transgressiva do Grupo Paraná, com instalação de sedimentação costeira/continental, com influência glacial do Grupo Itararé, em trato de sistemas de mar baixo. Tradicionalmente, o aparecimento de arenitos com características glaciais sem recuperação de fósseis é atribuído, litoestratigraficamente na faixa de afloramentos do Estado do Paraná, a depósitos sedimentares do Grupo Itararé. Sendo assim, a influência glacial típica, que embora pela Lei de Walther coexista durante a deposição da Formação Ponta Grossa, tem seu registro restrito apenas à sequência permo-carbonífera. Isto pode ser um equívoco, como sugere Melo (1985), uma vez que semelhantes litologias na porção superior da Formação Ponta Grossa podem pertencer a este conjunto faciológico, como o referido Arenito Barreiro.

7. CONCLUSÕES

O levantamento do Estado da Arte da sedimentação, tectônica, bioestratigrafia e paleogeografia sobre as unidades devonianas da Bacia do Paraná, na sua borda leste, revelou várias questões em aberto.

Apesar de detalhadamente estudada por inúmeros autores, a sequência de rochas devonianas parece concentrar-se em um reduzido número de vertentes, que não consideram o grande conjunto de informações disponíveis para análise. Por exemplo, no tocante ao ambiente de sedimentação da Formação Furnas, é notável o esquecimento de influência glacial em sua sedimentação, e conseqüentemente sua conjugação nas reconstruções paleoambientais da unidade, principalmente após o falecimento de R. Maack e afastamento de K. Beurlen das atividades científicas na área, em meados do século XX.

Embora deixados de lado, todos os fatos apresentados por estes autores e alguns contemporâneos por eles citados, deixam muito clara a influência glacial na sedimentação das unidades devonianas. Todos os trabalhos acompanham ilustrações extremamente didáticas que convergem neste sentido, principalmente quanto à presença de inúmeros seixos facetados e análises petrográficas/mineralógicas executadas para determinações das áreas-fonte.

Outro aspecto questionável seria o quão certo é o posicionamento do Arenito Barreiro como base da sedimentação Permo-Carbonífera, uma vez que foram apresentados inúmeros trabalhos coevos a sua presença entre as unidades devonianas deste Du Toit (1927), inclusive com análises mineralógicas quantitativas. Uma vez que resultados paleontológicos – bioestratigráficos são dúbios ou impraticáveis devido à não recuperação de fósseis neste arenito, dados petrográficos, mineralógicos e estratigráficos regionais deveriam ter prioridade quanto a colocações meramente litológicas.

Quanto ao posicionamento paleogeográfico da bacia durante o Devoniano, todos os dados apontam para uma grande área-fonte a leste do atual limite de borda das rochas devonianas da Bacia do Paraná, não tão

distante da borda atual, mas sem estimativas numéricas de tal grandeza. Fato que corrobora esta inferência são os mapas de caracterização da matéria orgânica apresentados por Goulart & Jardim (1982), com grande incidência de material continental no atual bordo oriental da bacia, além de mapas de razão de areia dentro dos folhelhos da Formação Ponta Grossa. O fato do Grupo Itararé depositar-se em *onlap* sobre a Formação Furnas na região central do Arco de Ponta Grossa também corrobora a ideia de área-fonte oriental. Sendo assim, como alertara Bigarella (1954), seus blocos diagrama não destoam tanto do cenário geomorfológico que ilustram para a região paranaense e consistem atualmente na única expressão artística do gênero para esta evolução paleoambiental da região.

As paleoestruturas são destaque na paisagem e nas unidades sedimentares da bacia. As direções apresentadas na literatura são facilmente identificadas em campo, contudo o movimento relativo dos blocos falhados da Formação Ponta Grossa é de difícil definição, devido a sua abundância de fósseis e monótona sequência litológica. O cenário de pesquisas desperta a atenção, entretanto, para a tendência geral de afloramentos mais jovens na região central do Arco de Ponta Grossa, ou seja, devido à complicada situação estrutural, afloramentos dos três membros devem estar topograficamente lado a lado, enquanto na periferia do arco deva existir uma tendência maior para a ocorrência de afloramentos do Membro Jaguariaíva, o que foi constatado apenas para a região do município homônimo.

A análise faciológica e bioestratigráfica da unidade, atrelada a um levantamento de perfis estratigráficos, requer minucioso cuidado em relação às correlações livres entre localidades. O cenário estrutural da região, principalmente no Arco de Ponta Grossa, é calcado por falhas em diferentes direções, que podem tanto ter sido movimentadas sindeposicionalmente, quanto durante o desenvolvimento das demais sequências sedimentares da Bacia do Paraná.

Como comentado anteriormente, a aplicabilidade de alguns táxons com fósseis-índice dos estratos aflorantes, mesmo que local, é notável (e.g. *Pennaia pauliana*, *Tibagya*, *Paulinites* spp., *Seretites jaculus*), o que merece,

sobretudo, maior investigação. A proposição de intervalos palinológicos, apesar de mais útil devido ao caráter micropaleontológico, e conseqüente abundância de indivíduos por volume de rocha, é sujeita a interpretação de apenas duas linhas de observadores, uma que remonta à década de 70 e outra a partir dos anos 90, sendo que ambas não consideram o mesmo arcabouço litoestratigráfico, o que pode desencadear as incongruências entre estas datações. A utilização de macroinvertebrados, como os tentaculitoideos e os braquiópodos como um todo, merece maior destaque, a exemplo da minuciosa proposta de tentaculitoideos de Ciguel (1989), que considerou cuidadoso levantamento faciológico e paleontológico na correlação entre os afloramentos.

Cabe destacar ainda, que os problemas de nomenclatura estratigráfica conflitantes devem-se em geral à desconsideração do Código de Nomenclatura Geológica (Petri *et al.* 1986, Petri 1996), que atribuem prioridade à utilização de algumas nomenclaturas em detrimento de outras, e certo elenco de critérios (e.g. mapeabilidade de uma formação em superfície, o que ainda não foi analisado para uma possível Formação São Domingos). O reconhecimento estratigráfico expedito de campo, por exemplo, é de difícil acerto devido à baixa variabilidade faciológica da unidade composta por membros essencialmente pelíticos, sem uma análise microscópica.

A apreciação das diferentes literaturas disponíveis abre ainda um leque de outras possibilidades de investigação, não pensadas na concepção desta pesquisa, e que merecem dedicação futura. Por exemplo, atualmente aplicam-se escolcodontes como potenciais indicadores paleoecológicos, e nada foi publicado até então sobre o uso desses fósseis como fósseis-guia segundo a classificação por peças bucais isoladas (não-usual), da mesma forma que a aplicada para conodontes.

Outra possibilidade de investigação também se trata metodologicamente da aplicação de técnicas palinológicas capazes de recuperar revestimento orgânico de tentaculitoideos ou mesmo dos escolcodontes, quando a parede original encontra-se preservada.

Em termos petrográficos, quatro associações de fácies foram definidas a partir dos dados de campo e laboratório, designadas de I a IV e abrangendo desde fácies pelíticas acima do topo da Formação Furnas, até a porção inferior do Grupo Itararé. Representam variação entre TST, TSMA e retomada de TST, interrompido por regressão forçada em TSMB. Inserem-se na Sequência Devoniana II superior e Devoniana III inferior de Assine (1996) ou simplesmente na Supersequência Paraná de Milani (2007). Relacionam-se com o nível global de aumento do nível do mar denominado no hemisfério norte como Evento Kaskaskia.

Essas fácies representam ainda variação ambiental entre ambiente marinho de águas rasas oxigenadas a profundas anóxicas, disóxicas (Fácies II, I e III respectivamente), até continentais/glaciais costeiras (Fácies IV).

A identificação petrográfica de assembleia de minerais pesados na Fácies II, mais proximal da Formação Ponta Grossa, abre margem à estudos sedimentológicos com esta temática.

A caracterização petrográfica-micropaleontológica inédita na unidade forneceu dados para a distribuição de bioelementos ao longo da plataforma marinha siliciclástica de águas relativamente rasas, calmas e frias. Destaque à caracterização de comportamento paleoecológico proximal de escolecodontes, quitinozoários e fitoclastos, em detrimento de maior acumulação de tasmanáceas e radiolários em fácies distais.

A identificação de escolecodontes isolados e o reconhecimento de partes conjugadas de aparelhos maxilares em lâminas delgadas, diminui a classe de tamanho dos escolecodontes conhecidos para a unidade, e aumenta sua distribuição estratigráfica dentro da Formação Ponta Grossa, restrita, anteriormente, à porção superior da mesma.

Ressalta-se ainda o registro inédito de radiolários e foraminíferos bentônicos aglutinantes arenáceos em fácies da Formação Ponta Grossa, configurando o registro mais antigo destes organismos na Bacia do Paraná e no país como um todo, que merecem estudos à parte.

A aplicabilidade do método de processamento de amostras de folhelhos com H₂O₂ para triagem micropaleontológica com recuperação de foraminíferos bentônicos aglutinantes indeterminados, tasmanáceas e fragmento sulfetizado de tentaculitoideo, abre margem a estudos micropaleontológicos sistemáticos com este objetivo, sobretudo com foco bioestratigráfico.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M.; BORGHI, L.; FERNANDES, A. C. S. Análise Icnológica da Formação Ponta Grossa (Devoniano) em Afloramentos da Borda Leste da Bacia do Paraná. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 234, 2007.
- ADAMS, A. E.; MACKENZIE, W.S.; GUILFORD, C. **Atlas of sedimentary rocks under the microscope**. Harlow: Longmann, 1984, 101 p.
- AIGNER, T. Dynamic stratigraphy of epicontinental carbonates, Upper Muschelkalk (M. Triassic), South-German Basin. **N. Jb. Geol. Paläont. Abh.**, Stuttgart, v. 169, n. 2, p. 127-159, nov. 1984.
- AITCHISON, J. C. Significance of Devonian-Carboniferous radiolarians from accretionary terranes of the New England Orogen, eastern Australia. **Marine Micropaleontology**, v. 15, p. 365-378, 1990.
- ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, n. 241, 36 p. 1967.
- AMOROSSI, A. Detecting compositional, spatial, and temporal attributes of glaucony: a tool for provenance research. **Sedimentary Geology**, v. 109, p. 135-153, 1997.
- ANDRADE, S. M.; CAMARÇO, P. E. N. **Estratigrafia dos sedimentos devonianos do flanco nordeste da Bacia do Paraná**. 31º Congresso Brasileiro de Geologia. SBG. Camburiú: 2828-2836 p. 1980.
- ANDRADE, S. M.; CAMARÇO, P. E. N. **Sequências sedimentares pré-carboníferas dos flancos nordeste da Bacia do Paraná e sudoeste da Bacia do Parnaíba e suas possibilidades uraníferas**. 32º Congresso Brasileiro de geologia. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia. 5: 2132-2144 p. 1982.
- ASSINE, M. L. **Aspectos da estratigrafia das sequências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. 1996. 207 Tese (PhD). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ASSINE, M. L. Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da Formação Furnas no flanco sudeste da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 357-370, set. 1999.
- ASSINE, M. L. **O ciclo devoniano na Bacia do Paraná e correlação com outras bacias gondwânicas**. Correlação de sequências paleozoicas sul-americanas. MELO, J. H. G. e TERRA, G. J. S. Rio de Janeiro: Série Ciência-Técnica-Petróleo, Petrobras. Seção: Exploração de Petróleo. 20: 55-62 p. 2001.
- ASSINE, M. L.; PETRI, S. **Sequências e trato deposicionais do Pré-Carbonífero da Bacia do Paraná, Brasil**. Simpósio Sul Brasileiro do Siluro Devoniano. Ponta Grossa: PMPG/UEPG/UFPR: 353-361 p. 1996.
- ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A. J. Estratigrafia de Sequências em sistemas deposicionais siliciclásticos costeiros e marinhos. In: Ribeiro, H. J. P. S. **Estratigrafia**

de Sequências: Fundamentos e aplicações. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001. p. 305-340.

ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J.; PETRI, S. Progradação deltáica Tibagi no Devoniano Médio da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 125-134, jun. 1998.

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; J., M. E. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozoicas da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89, jun. 1994.

AZEVEDO, I. **Considerações tafonômicas sobre os ostracodes da Formação Ponta Grossa (Devoniano).** Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1. Ponta Grossa: 141-145 p. 1996.

AZEVEDO-SOARES, H. L. C. **Classe Tentaculita da Formação Ponta Grossa: uma proposta de sistematização.** 1999. 132 p (MSc). Faculdade de Geologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BATISTA, L. D. A.; MORI, A. D.; LEME, J. M. **Revisão da distribuição bioestratigráfica de *Calmonia* e *Paracalmonia* (Trilobita, Phacopida), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil.** Instituto de Geociências, IG - USP: FAPESP 2010.

BECKER, R.T.; GRADSTEIN, F.M.; HAMMER, O. The Devonian Period, p. 599-601. In: GRADSTEIN, F. M. **The Geologic Time Scale**, Springer. 2012.

BERGAMASCHI, S. **Análise Estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formações Furnas e Ponta Grossa) da Sub-Bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil.** 1999. 168 p. (PhD). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BERGAMASCHI, S.; PEREIRA, E. **Caracterização de seqüências deposicionais de 3ª ordem para o Siluro-Devoniano na sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil.** Correlação de seqüências paleozoicas sulamericanas. MELO, J. H. G. e TERRA, G. J. S. Rio de Janeiro: Série Ciência-Técnica-Petróleo, Petrobras. Seção Exploração de PEtróleo. 20: 63-72 p. 2001.

BEURLIN, K. Paläogeographie und Morphogenese des Paraná-Beckens (Süd-Brasilien). **Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft**, v. 106, p. 519-537, 1954.

BIGARELLA, J. J. Esboço da geologia e paleogeografia do Estado do Paraná. **Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas**, Paraná, v. 29, p. 34 p, 1954.

BIGARELLA, J. J. Paleogeographic and Paleoclimatology features of the southern brazilian Devonian. In: NAIRN, E. A. M., Problems in Paleoclimatology, 1963. p.293-297.

BIGARELLA, J. J.; AB'SABER, A. N. Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Südbrasilien. **Zeitschrift fur Geomorphologie**, p. 286-312, 1964.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Some paleogeographic features of the brazilian Devonian. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 21/22, p. 133-151, 1967.

BODZIAK, C.; MAACK, R. Contribuição ao conhecimento dos solos dos Campos Gerais do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 1, p. 197-214, 1946.

BOGGS, S. **Principles of sedimentology and stratigraphy**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2006.

BOLZON, R. T.; AZEVEDO, I.; ASSINE, M. L. Sítio Jaguariaíva, PR - Invertebrados devonianos de grande importância paleobiogeográfica. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A., *et al* (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1.ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.01, 1999. p.33-37.

BOLZON, R. T.; BOGO, M. **Tafonomia dos Crinoidea da Formação Ponta Grossa, Estado do Paraná - Análise Preliminar**. 1º Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia. Ponta Grossa: 363-369 p. 1996.

BOLZON, R. T.; SCHEFFLER, S. M. **Crinoides devonianos da Formação Ponta Grossa, Estado do Paraná, Brasil**. 15º Congresso Brasileiro de Paleontologia São Pedro: 57 p. 1997.

BORGHI, L. **A Formação Furnas revisitada no bordo leste da Bacia do Paraná**. Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1. Ponta Grossa: 13-28 p. 1996.

BORGHI, L. **Fácies, arquitetura deposicional, tempestitos e o Devoniano da Bacia do Paraná**. 2002. (PhD). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BOSETTI, E. P. **Paleontologia dos Lingulida (Brachiopoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil**. 1989a. 136 p (MSc). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOSETTI, E. P. **Revisão sistemática dos Lingulida (Brachiopoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa (Devoniano) Estado do Paraná, Brasil**. Congresso Brasileiro de Paleontologia. Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia. 1: 72-89 p. 1989b.

BOSETTI, E. P. **Proposição de uma sistemática artificial para lingulídeos fósseis, baseada no estudo de lingulídeos da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil**. 11º Congresso Brasileiro de Paleontologia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 1: 53-71 p. 1989c.

BOSETTI, E. P. **Tafonomia de alta resolução das fácies de offshore da sucessão devoniana da região de Ponta Grossa - Paraná, Brasil**. 2004. 137 p. (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOSETTI, E. P. Paleontologia do Devoniano dos Campos Gerais. In: MELO, M. S. D.; MORO, R. S., *et al* (Ed.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. 1st. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007. cap. 3, p.33-47.

BOSETTI, E. P.; COMNISKEY, J. C.; ZABINI, C. *Orbiculoidea* no Devoniano do Estado do Paraná, Brasil: Estado da Arte. **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 24, n. 62, p. 16, 2008.

BOSETTI, E. P.; GODOY, L. C.; MYSINSKI, L. J., JR.; HORODYSKI, R. S.; ZABINI, C. Interpretação Paleambiental na sequência basal da Formação Ponta Grossa (Devoniano), do município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 3, n. 1, p. 137-156, jan./jul. 2009

BOSETTI, E. P.; GRAHN, Y.; HORODYSKI, R. S.; MENDLOWICZ, P. M., MAULLER; BREUER, P.; ZABINI, C. An earliest Givetian "Lilliput Effect" in the Paraná Basin and collapse of the Malvinokaffric shelly fauna. **Paläontol Z**, 2010.

BOSETTI, E. P.; GRAHN, Y.; HORODYSKI, R. S.; MAULLER, P. M. The first recorded decline of the Malvinokaffric Devonian fauna in the Paraná Basin (southern Brazil) and its cause; taphonomic and fossil evidences. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 37, p. 228-241, 2012.

BOSETTI, E. P.; HOLZ, M.; GODOU; ZABINI, C.; LUGO, S. Ocorrência de Cystoidea Von Buch, 1846 (Echinodermata: Pelmatozoa) em depósitos de sufocamento (obrution) na Sucessão Devoniana da região de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Paleol 2005. Boletim Paleontologia em Destaque, 2005. Ponta Grossa. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.32.

BOSETTI, E. P.; HORODYSKI, R. S.; MYSINSKI, L. J., JR. Diagnóstico de seções estratigráficas de superfície do corredor de rochas devonianas do bairro de Uvaranas em Ponta Grossa, PR: seções Francelina I, II, III e Campus UEPG. **Boletim Paleontologia em Destaque**, v. 53, p. 22-23, 2006.

BOSETTI, E. P.; MORO, R. S. **Análise da estrutura e diversidade morfológica de lingulídeos em algumas paleocomunidades fossilizadas in situ na Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil.** Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11. Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia. 1: 92-104 p. 1989.

BOSETTI, E. P.; QUADROS, R. **Contribuição ao estudo dos Lingulida (Brachipoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Município de Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil.** Simpósio Sul Brasileiro do Siluro Devoniano. Ponta Grossa: PMPG/UEPG/UFPR: 167-191 p. 1996.

BOSETTI, E. P.; PEYERL, D.; HORODYSKI, R. S.; ZABINI, C. Formação Ponta Grossa: História, Fácies e Fósseis. I Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra - III Simpósio Nacional sobre Ensino de Geologia no Brasil, 2007. Campinas. Unicamp. p.353-360.

BOSETTI, E. P.; ZABINI, C.; MATSUMURA, W. N. K.; COMNISKEY, J. C. Disease, organic dependence, predation and dwarfing: abnormal living in the Malvinokaffric Lagerstätten, Parana Basil, Brasil. PALEO PR/SC, 2011. Mafra - SC. p.17.

BOUCOT, A. J. Malvinokaffric devonian marine community distribution and implications for Gondwana. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 43, p. 23-49, 1971.

BOUCOT, A. J. Evolution and extinctions rate controls. In: (Ed.). **Developments in Paleontology and Stratigraphy**. New York: Elsevier Scientific Publication Co., v.1, 1975. p.427.

BOUCOT, A. J.; GILL, E. D. Australocoelia, a new lower devonian brachiopod from south Africa, South America, and Australia. **Journal of Paleontology**, v. 5, p. 1173-1178, 1956.

BRAZIL, F. A. D. F. **Estratigrafia de seqüências e processo diagenético: exemplo dos arenitos marinhos rasos da Formação Ponta Grossa, Noroeste da Bacia do Paraná**. 2004. 135 p. Dissertação (MSc). Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CAMPANHA, V. A. O significado do icnofóssil *Zoophycos* na sedimentação da Formação Ponta Grossa (D), Bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 116, 1985.

CANDIDO, A. A. **Análise do potencial de ocorrência de reservatórios devonianos na porção profunda da Bacia do Paraná, baseada na caracterização estratigráfica do Membro Tibagi, Formação Ponta Grossa**. 2007. 124 Dissertação (MSc). Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CANDIDO, A. G.; ROSTIROLLA, S. P. Análise de fácies e revisão da estratigrafia de seqüências da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná - ênfase nos arenitos do Membro Tibagi. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 45-62, 2007.

CANTARELLI, C. S.; DIAS, E. V. Ocorrência de conulariídeos (Scyphozoa, Conulariida) no afloramento Rio Caniú, Formação Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 24, n. 62, p. 12, 2008.

CARELLI, T. G. **Caracterização de microfácies sedimentares em folhelhos da Formação Ponta Grossa (Devoniano), na Borda Leste da Bacia do Paraná**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010, 18 f.

CARVALHO, P. F. O Devoniano do Paraná. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, v. 109: 10-27. 1941.

CARVALHO, R. G. D.; BERNARDES DE OLIVEIRA, M. E. C.; SUDARAM, D.; SANTOS, P. R. D. Estudo palinológico dos sedimentos devonianos, Bacia do Paraná: Perfil Ponta Grossa - Campo Largo. **Boletim IG, Instituto de Geociências, USP**, v. 12, p. 71-76, 1981.

CASTER, K. E. A new carpod echnoderm from the Parana Devonian. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 123-147, 1954a.

CASTER, K. E. A Devonian placocystoid echinoderm from Paraná, Brazil. In: LANGE, F. W. (Ed.). **Paleontologia do Paraná**. Curitiba: Comissão do Centenário do Paraná, 1954b. p.137-148.

CASTRO, C. O. D. **Caracterização organofaciológica e do potencial de geração de petróleo e gás no Devoniano Superior da Bacia do Paraná**. 2008. 78 p. Monografia (BSc). Faculdade de Geologia, Departamento de Estratigrafia e Paleontologia - DEPA, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CHAVES, F. F.; QUINTAS, M. C. L.; RODRIGUES, R. Devoniano da Bacia do Chaco-Paraná: dados preliminares de Geoquímica Orgânica e sua aplicação em Estratigrafia

de Seqüências. 1º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2001. Natal. UFRN – SBQ Regional RN, nov. 2001. p.46.

CIGUEL, J. H. G. **Bioestratigrafia dos Tentaculitoidea no flanco oriental da Bacia do Paraná e sua ocorrência na América do Sul (Ordoviciano-Devoniano)**. 1989. 233 p. (MSc). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CIGUEL, J. H. G.; RÖSLER, O.; HOFMEISTER, R. M. Preservação parcial da concha de *Tentaculites crotalinus*, da Formação Ponta Grossa (Devoniano). **Boletim IG, Instituto de Geociências, USP**, v. 18, p. 17-26, 1987.

CLARKE, J. M. **Fósseis devonianos do Paraná**. Rio de Janeiro: Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro: 353 p. 1913a.

CLARKE, J. M. Illustrations of the Devonian fossils on souther Brazil and the falkland Islands. **Bulletin of the New York State Museum**, v. 164, p. 140-210, 1913b.

COMNISKEY, J. C. **Paleontologia dos Discinidae (Brachiopoda: Linguliformea) da sucessão devoniana da Bacia do Paraná, Estado do Paraná, Brasil: Revisão sistemática, distribuição geográfica e estratigráfica**. 2011. 176 (MSc). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

COMNISKEY, J. C.; BOSETTI, E. P. Novo discinídeo do Devoniano da Bacia do Paraná, Estado do Paraná, Brasil. **PALEO PR/SC**, 2011. Mafra - SC. p.13.

COMNISKEY, J. C.; HORODYSKI, R. S.; SEDORKO, D.; BOSETTI, E. P. Aspectos tafonômicos de Discinidae (Brachiopoda) das Formações Ponta Grossa e São Domingos, Bacia do Paraná, Estado do Paraná, Brasil. **PALEO PR/SC**, 2011. Mafra - SC. p.16.

CONIGLIO, M.; CAMERON, J. S. Early diagenesis in a potential oil shale: evidence from calcite concretions in the Upper Devonian Kettle Point Formation, southwestern Ontario. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v. 38, n. 1, p. 64-77, 1990.

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

CRUZ, N. M. C.; SOARES, O. **Associações palinológicas do Devoniano do Estado do Paraná**. Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1. Ponta Grossa: 45-54 p. 1996.

DAEMON, R. F. **Controle lito bioestratigráfico preliminar do Devoniano - Carbonífero Superior e Permiano da Bacia Sedimentar do Paraná**. 3º Simpósio Regional de Geologia. Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia: 124-132 p. 1981.

DAEMON, R. F.; CASALETTI, P. L.; CIGUEL, J. H. G. Biopaleogeografia da Bacia do Paraná. Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, 1. Ponta Grossa: 55-99 p. 1996.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P.; SILVA, L. C. Devonian palinology and bioestratigraphy of Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 21/22, p. 99-132, 1967.

DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, Y. **Minerais constituintes das rochas: Uma introdução**. Editora Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010, 358 p.

DELLA FÁVERA, J. C. **Fundamentos de Estratigrafia Moderna**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2001. 263 p.

DERBY, O. A Geologia da região diamantífera da província do Paraná. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 89-96, 1878.

DE WEVER, P.; DUMITRICA, P.; CAULET, J. P.; NIGRINI, C.; CARIDROIT, M. **Radiolarians in the sedimentary record**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 2001.

DE WIT, MAARTEN; ROGERS, J.; SMITH, R.; BOOTH, P.; RUBIDGE, B.; COLE, D.; ANDERSON, J.; ARMSTRONG, R. Problems in the Western Gondwana Geology - South America-Africa correlations: du Toit revisited. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 163-171, 2007.

DINIZ, M. N. **Interpretação ambiental da Formação Ponta Grossa na parte central da Bacia do Paraná - um estudo de subsuperfície**. 1985. 148 p. (MSc). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DINO, R. Palynostratigraphy of the Silurian and Devonian Sequence of the Paraná Basin, Brazil. In: RODRIGUES, M. A. C. e PEREIRA, E. (Ed.). **Ordovician-Devonian Palynostratigraphy in Western Gondwana: update, problems and perspectives**. Rio de Janeiro: Faculdade de Geologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1999. p.27-62.

DINO, R.; BERGAMASCHI, S.; PEREIRA, E.; MELO, J. H. G.; LOBOZIAK, S.; STEEMANS, P. **Biochronostratigraphic investigations of the Pragian and Emsian stages on the southeastern border of the Paraná Basin**. 2º Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 19-25 p. 1995.

DU TOIT, A. L. **A geological comparison of South America with South Africa**. Washington: The Carnegie Institution: 157 p. 1927.

ELDREDGE, N.; ORMISTON, A. R. Biogeography of silurian and devonian trilobites of the Malvinokaffric Realm. In: BOUCOT, A. J. e GRAY, J. (Ed.). **Historical biogeography, plate tectonics, and changing environment**. Corvallis: Oregon State University Press, 1979. p.147-167.

ERIKSSON, M. E.; GRAHN, Y.; BOSETTI, E. P.; VEGA, C. S. Poliquetos malvinocáfricos da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná (Brasil meridional), com uma discussão e reavaliação das espécies descritas por Lange. In: E. P. BOSETTI; Y. GRAHN, J. H. G. MELO. (Org.). **Ensaio em homenagem a Frederico Waldemar Lange, pioneiro da micropaleontologia no Brasil**. 1ed. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, p. 119-154, 2011.

FERNANDES, A. C. S. **Os Icnofósseis do Ordoviciano, Siluriano e Devoniano da Bacia do Paraná**. 1996. 183 p (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Paraná, Rio de Janeiro.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I. D. S. Uma provável escavação de dipnóico na Formação Ponta Grossa, Devoniano da Bacia do Paraná. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 207-211, 2002.

FERNANDES, A. C. S.; FONSECA, V. M. M. D.; SCHEFFLER, S. M. Ocorrência de Botryocrinidae (Crinoidea) na Formação Ponta Grossa (Praguiano, Bacia do Paraná), estado do Paraná, Brasil. 22 Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2011. Natal. p.533-535.

FERNANDES, A. C. S.; MELO, J. H. G. Ocorrência do icnogênero Bifungites na Formação Ponta Grossa, Devoniano do Estado do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 57, n. 2, p. 203-207, 1985.

FERNANDES, A. C. S.; NETTO, R. G. O estado atual da paleoicnologia no Paleozoico da Bacia do Paraná. 9º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 1985. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.41.

FERNANDES, F. Paleontologia do Devoniano nos Campos Gerais do Paraná: contribuições de uma prática de campo para o ensino de Geociências na Educação Básica. **Geosaberes**, v. 2, n. 4, p. 100-112, 2011.

FERREIRA, C. S.; FERNANDES, A. C. S. Crinoides do Devoniano do Brasil. 11º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 1989. Curitiba. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.23.

FERREIRA, F. J. F. **Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa**. 1982. Dissertação (MSc). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FERREIRA, F. J. F.; CANDIDO, A. A.; ROSTIROLLA, S. P. **Modelo Gamaespectrométrico Análogo da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná)**. 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Salvador: SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica: 6 p. p. 2009.

FERREIRA, F. J. F.; CANDIDO, A. A.; ROSTIROLLA, S. P. Correlação gamaespectrométrica de afloramentos e poços: estudo de caso na Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 28, n. 3, p. 371-396, 2010.

FILIPIAK, P.; ZATÓN, M.; SZANIAWSKI, H.; WRONA, R.; RACKI, G. Palynology and microfacies of Lower Devonian mixed carbonate-siliciclastic deposits in Podolia, Ukraine. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 57, n. 4, p. 863-877, ago. 2012.

FOLK, R. L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Hemphill, 1980, 182 p.

FREGATTO, M. M. **Levantamento e identificação dos moluscos Tentaculitoidea depositados na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra - UFPR**. 2011. 84 Monografia (Iniciação Científica). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).

FREGATTO, M. M.; VEGA, C. S.; PINTO-COELHO, C. V. Levantamento e identificação dos moluscos Tentaculitoidea depositados na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra - UFPR. PALEO PR/SC, 2011. Mafra - SC. p.14.

FREGATTO, M. M.; VEGA, C. S.; PINTO-COELHO, C. V. Tentaculitoidea da Formação Ponta Grossa: materiais do Laboratório de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra (UFPR). In: 46 **Congresso Brasileiro de Geologia**, 2012, Santos. 46 Congresso Brasileiro de Geologia, 2012.

FULFARO, V. J.; LANDIM, P. M. B. Stratigraphic Sequences of the intracratonic Paraná Basin. **Newsletters on Stratigraphy**, Stuttgart, v. 4, n. 3, p. 150-168, 1976.

FULFARO, V. J.; SAAD, A. R.; SANTOS, M. V.; VIANA, R. B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 12, n. 4, p. 233-256, 1982.

FÜRSICH, F. T.; OSCHMANN, W. Shell beds as tool in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. **Journal of the Geological Society**, London, v. 150, p. 169-185, 1993.

GAMA JR., E. Concepções estratigráficas em análise de bacias: C) A Estratigrafia Genética. **Geociências**, São Paulo, v. 8, p. 21-36, 1989.

GAMA JR., E.; BANDEIRA JR., A. N.; FRANÇA, A. B. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozoicas na parte central da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 578-589, 1982.

GAMA, R. M. A. **Estratigrafia de alta resolução aplicada ao Eodevoniano da Bacia do Paraná na região de Jaguariaíva - PR**. 2009. 60 p. Monografia (BSc). Faculdade de Geologia, Departamento de Estratigrafia e Paleontologia - DEPA, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro.

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

GERRIENE, P.; ET AL. An Early Devonian lora, including Cooksonia, from the Paraná Basin (Brazil). **Review of Paleobotany and Palynology**, v. 116, n. 1-2, p. 19-38, 2001.

GHILARDI, R. P. **Tafonomia comparada e paleoecologia dos macroinvertebrados (ênfase em trilobites), da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Sub-Bacia de Apucarana), Estado do Paraná, Brasil**. 2004. 113 p. Tese de Doutorado (PhD). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GHILARDI, R.; SCHEFFLER, S. M.; HORODYSKI, R. S.; BOSETTI, E. P. Ocorrência de macroinvertebrados pós Evento Kacák: considerações prévias sobre plaeobiogeografia do Eogivetiano da Bacia do Paraná. **PALEO PR/SC**, 2011. Mafra - SC. p.20.

GHILARDI, R.; SIMÕES, M. G. History and development of trilobite research in Brazil. In: MIKULIC, D. G.; LANDING, E., *et al* (Ed.). **Fabulous Fossils - 300 years of worldwide research on trilobites**: New York State Museum Bulletin, v.507, 2007.

GHILARDI, R.; SIMÕES, M. G.; SALES, A.; RODRIGUES, S. C.; LEME, J. D. M.; HOLZ, M. **Roteiro paleontológico da seção geológica na estrada de ferro (Jaguariaíva-Arapoti), PR, Formação Ponta Grossa, Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil: variações faunísticas e tafonômicas no contexto da estratigrafia de seqüências**. 1º Simpósio de Roteiros Geológicos do Paraná. SBG PR: 53-65 p. 2002.

GONÇALVES, A. C.; SILVA, J. L. L. **Registros fotomicrográficos de fósseis poliquetas - afloramento Caniú II - Ponta Grossa - PR.** Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas. Três Lagoas, p.8 p. 2009

GOULART, E. P.; JARDIM, N. S. Avaliação geoquímica das formações Ponta Grossa e Irati - Bacia do Paraná. In: (Ed.). **Geologia da Bacia do Paraná - reavaliação da pontecialidade e prospectividade em hidrocarbonetos.** São Paulo: Paulipetro/CESP/IPT, 1982. p.41-74.

GRAHN, Y. Revision of Silurian and Devonian strata of Brazil. **Palinology**, v. 16, p. 35-61, 1992.

GRAHN, Y. Bioestratigrafia do Devoniano na faixa de afloramentos na borda leste da Bacia do Paraná. 3º Simpósio sobre a Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 1997. Barra do Garças. Universidade Estadual do Rio de Janeiro. p.10.

GRAHN, Y.; BOSETTI, E. P. Storm deposited pebble and cobble-sized particles in the early Emsian of the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin (state of Paraná, Brazil). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 1, p. 236-241, jun. 2010.

GRAHN, Y.; MENDLOWICZ, P. M., MAULLER; BREUER, P.; BOSETTI, E. P.; BERGAMASCHI, S.; PEREIRA, E. The Furnas/Ponta Grossa contact and the age of the lowermost Ponta Grossa Formation in the Apucarana sub-Basin (Paraná Basin, Brazil): integrated palynological age determination. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 13, n. 2, p. 89-102, maio/ago. 2010a.

GRAHN, Y.; MENDLOWICZ MAULLER, P.; PEREIRA, E.; LOBOZIAK, S. Palynostratigraphy of the Chapada Group and its significance in the Devonian stratigraphy of the Paraná Basin, south Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 29, p. 354-370, 2010b.

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 Paleobotany and Palinology**: 18 p. doi: 10.1016/j.revpalbo.2011.10.006, 2011.

GRAHN, Y.; PEREIRA, E.; BERGAMASCHI, S. Silurian and Lower Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. **Palynology**, v. 24, n. 1, p. 147-176, 2000.

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

GREENSMITH, J. T. **The petrology of sedimentary rocks.** 1989, 262 p.

GUERRA-SOMMER, M.; RODRIGUES, R.; MENDONÇA FILHO, J. G.; TOIGO, M. M.; KLEPZIG, M. C.; PILATTI, F. Characterization of *Spongiophyton* habit using morphologic description, organic geochemistry and organic petrography. In: PILATTI, F., Simpósio Sul Amerciano do Siluro-Devoniano, 1996. Ponta Grossa. p.107-116.

GUIMARÃES NETTO, R. Icnologia e Estratigrafia de Sequências. In: Ribeiro, H. J. P. S. **Estratigrafia de Sequências: Fundamentos e aplicações**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001. p. 219-260.

HARRINGTON, H. J. Devonian of South America. In: OSWALD, D. H., International Symposium on the Devonian System, 1967. Calgary. p.651-671.

HORODYSKI, R. S. **Tafonomia dos invertebrados fósseis na sequência eifeliana-frasniana da sucessão devoniana da Sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Tibagi – PR, Brasil**. 2010. 82 Dissertação (MSc). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HOROWITZ, A. S.; POTTER, P.E. **Introductory Petrography of Fossils**. Springer – Verlag, Berlin, 1971, 302 p.

IANNUZZI, R. *Paulophyton* spp.: formas devonians relictuais nas floras do Carbonífero da América do Sul? In: PILATTI, F., Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano, 1996. Ponta Grossa. p.337-352.

ISAACSON, P. E. **Devonian biogeography and paleogeography of western Gondwana: malvinokaffric endemism, faunal migration, and organic microfossil provincialism**. Simpósio Sul-Americano do Siluro-Devoniano. Ponta Grossa: 193-217 p. 1996.

JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D. C. **Palynology, Principles and Applications**. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996, v. 1-3.

KAYSER, F. H. E. Alguns fósseis paleozoicos do Estado do Paraná. **Revista do Museu Paulista**, São Paulo, n. 4, p. 301-311, 1900.

KERR, P.F. **Optical mineralogy**. McGraw Hill Inc., New York, 1977, 492 p.

KOTZIAN, C. B. **Estudo sistemático e morfo-funcional de bivalves (Mollusca) das formações Vila Maria (Siluriano) e Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil: Interpretação do regime hidrodinâmico - sedimentar**. 1995. 378 p (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOTZIAN, C. B. A New Devonian Modiolopsidae (Mollusca: Bivalvia) from the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brazil. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 27-32, 2003.

KOTZIAN, C. B.; MARCHIORO, A. Gastrópodes (Mollusca) Devonianos da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná (Bacia do Paraná): Gênero *Ptomatis* Clarke, 1899, *Pleurotomaria* (?) Defrans, 1826 e *Platyceras* Conrad, 1840. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 19, p. 77-117 (143-185), 1997

KOZLOWSKI, R. Fossiles devoniens de l'État de Paraná. **Annales de Paléontologique**, Paris, v. 8, p. 105-123, 1913.

KRÄUSEL, R. *Spongiophyton* nov. gen. (Tallophyta) und *Haplostigma* Seward (Pteridophyta) im Unter-Devon von Paraná. In: LANGE, F. W. (Ed.). **Paleontologia do Paraná**. Curitiba, 1954. p.208-210.

KRÄUSEL, R. **Spongiophyton nov. gen.** Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1960, 41 p.

LANGE, F. W. Novos fósseis devonianos do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 3, n. 8. p. 215-231, 1943.

LANGE, F. W. Anelídeos poliquetas dos folhelhos devonianos do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, v. 6, p. 161-230, 1947.

LANGE, F. W. Novos microfósseis devonianos do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 7, n. 287-298, 1949.

LANGE, F. W. Um novo escolocodonte dos Folhelhos Ponta Grossa. **Arquivos do Museu Paranaense**, v. 8, p. 189-219, dez. 1950.

LANGE, F. W. **Paleontologia do Estado do Paraná.** Curitiba: Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná, 1954.

LANGE, F. W. Biostratigraphy subdivision and correlation of the devonian in the Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 21/22, p. 63-98, 1967.

LANGE, F. W.; PETRI, S. The Devonian of Paraná Basin. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 21/22, p. 5-55, 1967.

LEME, J. D. M. **Sistemática dos Conulariida Babcock & Feldmann, 1986, da Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), da Bacia do Paraná e suas implicações paleobiogeográficas e filogenéticas.** 2000. 51 p. (BSc). Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LEME, J. M. et al. Sistemática dos conularídeos (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p. 213-222, jul./ago. 2004.

LEME, J. D. M. **Análise cladística de Conulariidae Walcott (Neoproterozóico-Triássico): caracterizando e definindo um grupo de cnidários extintos.** 2006. 107 p. Tese (PhD). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEME, J. D. M.; RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G. Systematic revision of the conulariids (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (Lochkovian-Fransnian), from Paraná Basin: a preliminary report. 8º Simpósio Internacional de Inciação Científica da Universidade de São Paulo, 2000a. p.sem paginação, versão em CD.

LEME, J. D. M.; RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G. Systematic of the Conulatae (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (?Lochkoviano-Frasniano), from Paraná Basin. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 2, p. 129-130, 2000b.

LEME, J. D. M.; RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G. Systematic of the Conulatae (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (?Lochkoviano-Fransniano), from Paraná Basin, Brazil. PALEO 2000. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2000c. p.9.

LEME, J. D. M.; RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G. First occurrence of *Paraconularia africana* (Sharpe), in sediments of the Ponta Grossa Formation (?Lochkovian-Frasnian), Jaguariaíva region, Paraná Basin, Brazil. **PALEO 2000**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001.

LEME, J. D. M.; RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G.; ITEN, H., VAN. Sistemática dos conularídeos (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p. 213-222, jul./ago. 2004.

LEONARDI, G. Descoberta da pegada de um anfíbio devoniano no Paraná. **Ciências da Terra**, Salvador, v. 5, p. 36-37, 1982.

LEONARDI, G. *Notopus petri* nov. gen., nov. sp. - une empreinte d'amphibien du Dévonien au Paraná (Brasil). **Geobios**, Lyon, v. 16, n. 2, p. 233-239, 1983.

LIMA ET AL. Foraminíferos arenáceos e outros fósseis do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Bacia do Paraná, Brasil. In. Congresso Brasileiro de Geologia, 29. **Anais...**, p. 49-64, 1973.

LOBATO, G.; BORGHI, L. Análise estratigráfica da Formação Furnas (Devoniano Inferior) em afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2005. Salvador. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP, out. 2005. p.6 p.

LOBOZIAK, S.; MELO, J. H. G.; STEEMANS, P.; BARRILARI, I. M. R. Miospores evidence for pre emsian and latest Famennian sedimentation in the Devonian of the Paraná Basin, South Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 67, n. 3, p. 391-392, 1995.

LOBOZIAK, S.; STEEMANS, P.; BORGHI, L. New miospore evidence of Pragian age for the lower Ponta Grossa Formation (Devonian, Paraná Basin) in the Chapada dos Guimarães area, Mato Grosso State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 2, p. 382, 1988.

LOCZY, L. Evolução paleogeográfica e geotectônica da Bacia Gonduânica do Paraná e do seu embasamento. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, n. 234, p. 71 p., 1966.

LOUCKS, R. G.; RUPPEL, S. C. Mississippian Barnett Shale: Lithofacies and depositional setting of a deep-water shale gas succession in the Fort Worth Basin, Texas. **AAPG Bulletin**, v. 91, n. 4, 579-601, 2007.

MAACK, R. Geologia e geografia da região de Vila Velha, Estado do Paraná, e considerações sobre a glaciação carbonífera no Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, v. 5, p. 1-305, 1946a.

MAACK, R. **Notas preliminares sobre uma nova estratigrafia do Devoniano do Estado do Paraná**. 2º Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia. Rio de Janeiro. 47 p. 1946b.

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, n. 63-154, 1947.

MAACK, R. Vestígios pré-devonianos de glaciação e a sequência de camadas devonianas no Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia (IBPT)**, v. 5-6, p. 197-230, 1950-51.

MAACK, R. Contribuição à paleogeografia do continente de Gondwana. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 4/5, p. 126-152, 1961.

MAACK, R. Characteristic features of the paleogeography and stratigraphy of the Devonian of Brazil and South Africa. In: NAIRN, E. A. M., Problems in Paleoclimatology, 1963. p.258-293.

MACHADO, D. M. D. C. **Nuculites Conrad, 1841 (Mollusca, Bivalvia): sistemática e implicações paleobiogeográficas**. 1999. 298 p (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MANOEL, R. O.; LORENZ-SILVA, J. L. Escolocodontes devonianos do Afloramento Caniú, Formação Ponta Grossa, PR.. In: II Encontro de Ciências da Vida, 2008, Ilha Solteira, SP. Anais do II ENCIVI. Ilha Solteira: UNESP, 2008.

MAJEWSKE, O. P. **Recognition of Invertebrated Fossil Fragments in Rocks and Thin Sections**. Brill Archive, 1974, 315 p.

MARCHIORO, A.; KOTZIAN, C. B.; ILHA SIMÕES, R. Belerofontinas (Mollusca: Gastropoda?) devonianos do Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná): gênero *Bucanella* Meek, 1871. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 20, p. 143-185, 1998.

MARCONDES, A. T. P.; MATSUMURA, W. N. K.; BOSETTI, E. P.; IANNUZZI, R. Coleção de fósseis vegetais provenientes da Formação São Domingos (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil. PALEO PR/SC, 2011. Mafra - SC. p.10.

MATSUMURA, W. N. K.; IANNUZZI, R.; BOSETTI, E. P. Registro paleobotânico do Devoniano do Paraná: aplicações bioestratigráficas e implicações paleofitogeográficas. PALEO PR/SC, 2011. Mafra - SC. p.19.

MAULLER, P. M.; PEREIRA, E.; GRAHN, Y. Análise bioestratigráfica do intervalo da Bacia do Paraná no Paraguai Oriental. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p. 199-212, julho/agosto 2004.

MATTHEWS, R., K. **Dynamic stratigraphy: an introduction to sedimentation and stratigraphy**. 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1974.

MELO, J. H. G. D. **A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil - Estado atual de conhecimentos**. 1985. 3 vol. Tese de Doutorado (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MELO, J. H. G. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. In: NCMILLEAN, N. J.; EMBRY, S. F., *et al* (Ed.). **Devonian of the World**: Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, v.14, 1988. p.669-703.

MENDES, J. C. **Paleontologia Geral**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977. 342 p.

MENDONÇA FILHO, J. G. **Aplicação de estudos de palinofácies e fácies orgânicas em rochas do Paleozoico da Bacia do Paraná, sul do Brasil**. 1999. 159 p. (PhD). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MIALL, A. D. **Principles of sedimentary basin analysis**. New York: Springer-Verlag, 2000.

MILAGRES, I. M.; PEREIRA, E.; BERGAMASCHI, S.; RODRIGUES, M. A. C.; GERRIENE, P. O registro da tafoflora devoniana observada no arco de Ponta Grossa, Bacia do Paraná, e suas implicações paleogeográficas. In: CARVALHO, I. D. S. e TARDÍN, R. C. (Ed.). **Paleontologia, Cenários de Vida**: Editora Interciência, v.1, 2007. p.25-48.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozoica do Gondwana Sul-Occidental**. 1997. (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MILANI, E. J. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A., *et al.* (Ed.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p.265-279.

MILANI, E. J.; FACCINI, U. F.; SCHERER, C. M.; ARAÚJO, L. M.; CUPERTINO, J. A. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), southern Brazil. **Boletim IG USP, Série Científica**, v. 29, p. 125-173, 1998.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. A.; MEDEIROS, R. Á. Roteiros geológicos: Rochas geradoras e rochas-reservatório da Bacia do Paraná, faixa oriental de afloramentos, Estado do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 135-162, 2007b.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G. D.; SOUZA, P. A. D.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007a.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas no domínio sul-occidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 4, p. 473-484, dez. 1998.

MORAES REGO, L. F. O sistema devoniano do Brasil. **Anais da Escola Politécnica**, São Paulo, v. 2, n. 7, p. 127-224, 1940.

MORSCH, S. M. **Revisão sistemática de bivalves (Mollusca) provenientes de estratos da Formação Ponta Grossa - Devoniano no Estado do Paraná**. 1984. 106 p. Tese de doutorado (PhD). Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre.

MORSCH, S. M. Bivalves (Mollusca) da Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná - Devoniano): revisão sistemática. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 58, p. 403-431, 1986.

MORSCH, S. M. **Pholadella (?) jaguariaivensis sp. n. e Pholadella (?) epops (Clarke) n. com. (Mollusca-Bivalvia) na Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Devoniano (Brasil).** 4º Congresso Latino Americano de Paleontologia. Santa Cruz de la Sierra. 1: 193-199 p. 1987.

MYSINSKI, L. J., JR. **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. 81 Dissertação (Mestrado). Setor de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

NORTHFLEET, A. A.; MEDEIROS, R. A.; MULLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 291-346, 1969.

NUNES, J. R. D. S. **Análise tafonomia dos braquiópodes inarticulados (Lingulida) do Membro Jaguariaíva, Formação Ponta Grossa (Devoniano) e suas implicações paleoambientais.** 1999. 60 p (BSc). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

OLIVEIRA, E. P. Terreno devoniano no sul do Brasil. **Anais da Escola de Minas de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 14, p. 31-41, 1912.

OLIVEIRA, E. P. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. **Monographias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 6, 172 p., 1927.

OLIVEIRA, L. C. D. **Estudo das Relações entre o arcabouço estratigráfico e as alterações diagenéticas observadas na Seção Devoniana da Bacia do Paraná.** 2009. 100 p. Dissertação (MSc). Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, E. The Late Devonian ooidal ironstones from the Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Mato Grosso, Brazil. 45º Congresso Brasileiro de Geologia, 2010. Belém - PA. SBG. p.982.

OLIVEIRA, S. F. **Acritarcas e prasinófitas de Formação Ponta Grossa (Devoniano) no flanco noroeste da Bacia do Paraná.** 1991. 157 p. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, S. D. F. **Palinologia da sequência devoniana da Bacia do Paraná no Brasil, Paraguai e Uruguai: implicações biocronoestratigráficas, paleoambientais e paleogeográficas.** 1997. (PhD). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, S. F.; BORGHI, L. Acritarcos devonianos da Chapado dos Guimarães (Formação Ponta Grossa, Estado de Mato Grosso) e seu valor cronoestratigráfico. 3º Simpósio Sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 1997. Barra do Garças (MT). UERJ/Prefeitura da Barra do Garças. p.10-11.

OPPENHEIM, V. Fósseis do Devoniano do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 7, n. 4, p. 345-349, 1935.

OPPENHEIM, V. Geology of Devonian areas of Paraná Basin in Brazil, Uruguay and Paraguay. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**, v. 20, p. 1208-1236, 1936.

PEREIRA, E.; BERGAMASCHI, S. **Estudo da evolução tectono-sedimentar das seqüências ordoviciana, siluriana e devoniana nas sub-bacias de Apucarana e de Alto Garças, Bacia do Paraná, Gondwana ocidental.** Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano: estratigrafia e paleontologia. Ponta Grossa: Ponta Grossa: Município de Ponta Grossa - Universidade Estadual de Ponta Grossa - Universidade Federal do Paraná: 219-238 p. 1996.

PETRI, S. **Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense.** Boletim. BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. DIVISÃO DE GEOLOGIA E MINERALOGIA. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral. 129: 125 p. p. 1948.

PETRI, S. Sobre a ocorrência de lamelibrânquios pterioides no Devoniano do Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 16, n. 2, 13-22, 1967.

PETRI, S. Sedimentação pré-carbonífera da Bacia do Paraná - Estado da Arte. 3º Simpósio Sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 1997a. Barra do Garças (MT). UERJ/Prefeitura de Barra do Garças. p.1-2.

PETRI, S. Sequências pré-carboníferas da Bacia do Paraná: Tópicos especiais - Resumo. 3º Simpósio Sobre a Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná, 1997b. Barra do Garças (MT). UERJ/Prefeitura de Barra do Garças. p.3.

PETRI, S. Problems in the utilization of the Brazilian Code of Stratigraphic Nomenclature as related to moderns researches. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 1, p. 203-208, 2006.

PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; PONÇANO, W. L. Guia de Nomenclatura Estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, p. 376-415, 1986.

PETRI, S.; FULFARO, V. J. Contribuição à Geologia das Regiões de Jaguariaíva e Lamedor, Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 15, n. 1, p. 33-48, 1966.

PINTO, B. T. L. **Análise Estratigráfica do Paleozóico Médio (Siluro/Devoniano) da Bacia do Paraná, visando a caracterização da arquitetura deposicional e das propriedades petrográficas de afloramento associados à Formação Furnas.** 2004. 52 p. Monografia (BSc). Faculdade de Geologia, Departamento de Estratigrafia e Paleontologia - DEPA, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PINTO, I. D.; PURPER, I. A devonian ostracode from Ponta Grossa Formation, Paraná Basin, Brazil. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 18, p. 31-38, 1986.

POPP, J. H.; POPP, M. T. B. Análise estratigráfica da seqüência devoniana da Bacia do Paraná (Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, n. 2, p. 187-194, 1986.

POPP, M. T. **Revisão dos trilobitas calmoniideos e das comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano do Estado do Paraná.** 112 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1985.

POPP, M. T. B.; B. A. BALDIS, B. Trilobites y comunidades faunísticas del Devonico de la Formación Ponta Grossa (Paraná, Brasil). **Revista Técnica de YPFB**, v. 10, n. 3-4, p. 219-227, 1989.

POPP, M. T. B.; COIMBRA, A. M.; HAUCH, A. Revisão do gênero *Paracalmonia* Struve, 1958 (*Proboloides* Clarke, 1913). Trilobita - um ensaio de sistemática filogenética. **Gaia**, v. 12, p. 19-32, 1996.

QUADROS, L. P. **Paleontological characterization of Supersequences in the Paraná Basin.** Problems in Western Gondwana Geology, I. Gramado: 121-127 p. 2007.

QUADROS, R. **Paleontologia dos Brachiopoda-Lingulida, Strophomenida, Spheriferida, Terebratulida - devonianos, da Serra de Atimã e arredores, Mato Grosso, Brasil.** 1987. 73 p (PhD). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

QUINTAS, M. C. L.; MANTOVANI, M. S. M.; ZALÁN, P. V. Contribuição ao estudo da evolução mecânica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 2, p. 217-226, 1999.

RAMOS, A. N. Aspectos paleo-estruturais da Bacia do Paraná e sua influência na sedimentação. **Boletim Técnico da Petrobras**, v. 13, n. 3/4, p. 85-93, 1970.

READ, C. B. **Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina.** Monografias da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 12: 102 p. 1941.

READING, H. G. **Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy.** Oxford: Blackwell Science, 1996.

REZENDE, M. F. **Análise estratigráfica de alta resolução do intervalo Praguiano-Neoemiano (Formação Ponta Grossa), na borda leste da Bacia do Paraná, com base em dados geoquímicos e sedimentológicos.** 2007. 85 p (MSc). Faculdade de Geologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROČEK, Z.; RAGE, J. C. The presumed amphibian footprint *Notopus petri* from the Devonian: a probable starfish trace fossil. **Lethaia**, v. 27, n. 3, p. 241-244, 1994.

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

RODRIGUES, R.; QUADROS, L. P. **Mineralogia das argilas e teor de boro das formações paleozoicas da Bacia do Paraná.** 29º Congresso Brasileiro de Geologia. Ouro Preto: Sociedade Brasileira de Geologia. 5 (2): 351-379 p. 1976.

RODRIGUES, S. C.; LEME, J. D. M.; SIMÕES, M. G. Significado paleobiológico de agrupamentos (coloniais/gregários) de *Conularia quichua* Ulrich, 1890 (Cnidaria), Formação Ponta Grossa, Devoniano (Praguiano-Emsiano), Bacia do Paraná, Brasil. **Ameghiniana**, Buenos Aires, v. 43, n. 2, 2006.

RODRIGUES, S. C. **Tafonomia comparada dos conulatae Collins et al. 2000, Formação Ponta Grossa, Devoniano (? Lochkoviano-Frasniano) Bacia do Paraná: Implicações paleoautoecológicas e Paleoambientais.** 2002. 100 p (MSc). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRIGUES, S. C.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. D. M. Tafonomia comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 4, p. 381-390, dez. 2003.

ROSTIROLLA, S. P.; ASSINE, M. L.; FERNANDEZ, L. A.; ARTUR, P. C. Reativação de paleolineamentos durante a evolução da Bacia do Paraná; o exemplo do alto estrutural do Quatiguá. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 639-648, 2000.

SANFORD, R. M.; LANGE, F. W. Basin study approach to oil evaluation of Paraná miogeosyncline of south Brazil. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**, Tulsa, v. 44, n. 8, p. 1316-1370, 1960.

SCHEFFLER, S. M. Colunais e pluricolunais dissociadas de Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná) no Estado do Paraná, Brasil. **Paleontologia em Destaque**, v. 44, p. 41, 2003.

SCHEFFLER, S. M. **Os crinoides e blastoides da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil.** 2004. 218 p (MSc). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHEFFLER, S. M. Novos equinodermas do Devoniano paranaense. **PALEO 2006**, 2006. Curitiba. UFPR. p.16.

SCHEFFLER, S. M. Equinodermas da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná): grupos conhecidos e perspectivas futuras. In: (Ed.). **Paleontologia: Cenários de Vida**: Editora Interciência, 2007. p.157-166.

SCHEFFLER, S. M.; BOLZON, R. T.; AZEVEDO, I. Fauna associada aos crinoides da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Brasil. **PALEO 2001**, 2001. Mafra e Rio Negro. Universidade do Contestado. p.12.

SCHEFFLER, S. M.; BOLZON, R. T.; AZEVEDO, I. Análise morfológica dos crinoides do afloramento Rio Caniú (Formação Ponta Grossa), Estado do Paraná, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, v. 25, n. 54, p. 65-76, 2002.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S. Primeira ocorrência de cálice de Blastoidea na Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná. 18º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2003a. Brasília. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.260-261.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S. Ocorrência de cálice de crinoide, Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná. 18º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2003b. Brasília. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.258-259.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S. Os pelmatozoários da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), no Estado do Paraná, Brasil. 19º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2005. Aracaju. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.CD-ROM.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S.; FONSECA, V. M. M. Crinoidea da Formação Maecuru (Devoniano da Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia** 9: 235-242, 2006.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S. Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 1, p. 83-98, jan./mar.2007a.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S. Blastoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 1, p. 99-112, 2007b.

SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, A. C. S.; FONSECA, V. M. M. D. Descrição de uma possível forma de fixação de crinóide da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná). **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 24, n. 62, p. 16-17, 2008.

SCHEFFLER, S. M.; GHILARDI, R.; HORODYSKI, R. S.; BOSETTI, E. P. Os únicos equinodermas do Devoniano Médio (Eogivetiano) da Sub-bacia de Apucarana, Estado do Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná). **PALEO PR/SC**, 2011. Mafra - SC. p.8.

SCHEIBEL, C. R. **Localização e consequências da ação antrópica sobre os afloramentos da Formação Ponta Grossa: o caso do município de Ponta Grossa.** Simpósio Sul Americano do Siluro-Devoniano. Ponta Grossa: PMPG/UEPG/UFPR: 391-398 p. 1996.

SCHIEBER, J. Early diagenetic sílica depositon in algal cysts and spaces: a source of sand in Black Shales? **Journal of Sedimentary Research**, v. 66, n. 1, 175-183, 1996.

SCHIEBER, J. Discovery of agglutinated benthic foraminifera in Devonian black shales and their relevance for the redox state of ancient seas. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 271, n. 3-4, p. 292-300, 2009.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMASSI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. **Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná.** XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia: 41-65 p. 1974.

SCHÖLLE, P.A.; ÜLMER-SCHÖLLE, D. **A color guide to de petrography of carbonate rocks: grains, textures, porosity, diagenesis.** A.A.P.G., Memoir 77, 2003, 474 p.

SHAW, A. B. **Time in Stratigraphy.** New York: McGraw-Hill Book Co., 1964.

SILVA, C. G. A. **Caracterização Geoquímica Orgânica das rochas geradoras de petróleo das formações Irati e Ponta Grossa da Bacia do Paraná.** 2007. 238 Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

SILVA, D. R. A. **Aplicação de métodos radiométricos (Rb-Sr e Sm-Nd) na análise de bacias sedimentares - o exemplo da Bacia do Paraná.** 2006. 134 Dissertação (MSc). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SIMÕES, M. G.; GHILARDI, R.; SALES, A. M. F.; RODRIGUES, S. C.; LEME, J. D. M.; MELLO, L. H. C. Taphonomy and genesis of the "Conularia Beds" from Ponta Grossa Formation (Devonian) within a Sequence Stratigraphy framework. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 2, p. 152-153, 2000a.

SIMÕES, M. G.; GHILARDI, R.; SALES, A. M. F.; RODRIGUES, S. C.; LEME, J. D. M.; MELLO, L. H. C. Taphonomy and genesis of the "Conularia Beds" from Ponta Grossa Formation (Devonian) within a Sequence Stratigraphy Framework. PALEO 2000. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2000b. Sociedade Brasileira de Paleontologia. p.20.

SIMÕES, M. G.; LEME, J. D. M.; SOARES, S. P. Systematics, taphonomy and paleoecology of homalonotid trilobites (Phacopida) from the Ponta Grossa Formation (Devonian), Paraná Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 1, p. 27-42, jan./abr. 2009.

SOARES, J. S. **Levantamento e identificação de escolecodontes depositados na Coleção de Paleontologia do Setor de Ciências da Terra - UFPR**. 2012. 77 Monografia (Iniciação Científica). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).

SOARES, J. S.; VEGA, C. S.; PINTO-COELHO, C. V. Escolecodontes procedentes da Formação Ponta Grossa (Devoniano) depositados no Setor de Ciências da Terra - UFPR.. In: 46 **Congresso Brasileiro de Geologia**, Santos, 2012.

SOARES, P. C. **Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná: controles**. 1992. 148 p (Tese para provimento da vaga de Professor Titular). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 89, n. 2, p. 181-191, 1978.

SOARES, S. P. **Sistemática, tafonomia e paleoecologia de trilobita, Phacopida (Holmalonotidae, Calmoniidae), Formação Ponta Grossa (Devoniano), Sub-Bacia de Apucarana, Estado do Paraná, Brasil**. 2007. 174 Dissertação (MSc). Instituto de Geociências Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOARES, S. P.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. D. M. **O papel da tafonomia na sistemática dos trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae), Formação Ponta Grossa, (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil**. 2007.

SOARES, S. P.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. D. M. *Metacryphaeus rotundatus*, um Novo Elemento da Fauna de Trilobites Calmoniidae (Phacopida), da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 15-24, abr. 2008a.

SOARES, S. P.; SIMÕES, M. G.; LEME, J. D. M. O papel da fossilização e do intemperismo na sistemática de trilobites Phacopida (Calmoniidae e Homalonotidae) do Devoniano da Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 11, n. 2, p. 117-128, maio/ ago. 2008b.

SOMMER, F. W. Contribuição à paleofitografia do Paraná. In: LANGE, F. W. (Ed.). **Paleontologia do Paraná**. Curitiba: Museu Paranaense, Comissão de Comemoração do Centenário do Paraná, 1954. p.175-194.

SOMMER, F. W. **Microfósseis devonianos de Aragarças, Goiás**. 1963. 30 p (Tese de Livre Docência). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade do Estado de Guanabara, Rio de Janeiro.

SOMMER, F. W.; VAN BOEKEL, N. M. Quitinozoários do Devoniano de Goiás. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 36, p. 423-431, 1964.

SOUZA, A. R.; MACHADO, D. M. D. C.; PINTO, F. N. M.; MACHADO, V. D.; FERREIRA, M. F. D. A. **Afloramento do Rio Caniú, município de Ponta Grossa, Paraná (Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Devoniano) - ameaça ao patrimônio fóssilífero**. Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozóicas-LECP, Departamento de Ciências Naturais, Escola de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIRIO. 2004

STASIUK, L. D.; FOWLER, M. G. Organic facies in Devonian and Mississippian strata of Western Canada Sedimentary Basin: relation to kerogen type, paleoenvironment, and paleogeography. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v. 52, n. 3, 234-255, 2004

TAYLOR, E. L.; TAYLOR, T. N.; KRINGS, M. **Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants**. 2.ed. Amsterdam: Academic Press, 2008.

TOLEDO, C. E. V. D.; BERTINI, R. J. Occurrences of the fossil dipnoiformes in Brazil and its stratigraphic and chronological distributions. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 47-56, 2005.

TYSON, R. V. **Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies**. London: Chapman & Hall, 1995.

VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM, R. M.; CAMPION, K. M.; RAHMANIAN, V. D. **Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops**. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1990. 55 p.

VEGA, C. S.; TAVARES, P. K. Registro de aparelho digestivo piritizado de trilobita (Arthropoda) na Formação Ponta Grossa, Devoniano da Bacia do Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 24, n. 62, p. 14, 2008.

WALKER, R. G. **Facies models**. Geological Association of Canada, 1984, 317 p.

WALKER, R. G.; PLINT, A. G. Wave and storm dominated shallow marine systems. In: WALKER, R. G. e JAMES, N. P. (Ed.). **Facies Models - Response to sea level change**: Geological Association of Canada, 1992. p.219-238.

WEEKS, L. G. Paleogeography of South America. **AAPG Bulletin**, v. 31, n. 7, p. 1194-1241, 1947.

WEI, F.; GONG, Y.; YANG, H. Biogeography, ecology and extinction of Silurian and Devonian tentaculitoids, **Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.07.019>, 2012.

WHITE, I. C. **Relatório sobre as coal measures e rochas associadas ao sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Comissão das Minas de Carvão de Pedra do Brasil: 300 p. 1908.

WOLFART, R. Stratigraphie und Fauna des alteren Paleozoikums (Silur, Devon) in Paraguay. **Geologischen Jahrbuch**, v. 78, p. 29-102, 1961.

ZABINI, C. **Lingúlídeos da sucessão devoniana da Bacia do Paraná, região dos Campos Gerais, Brasil: Revisão de conceitos biológicos-ecológicos e análise tafonômica básica**. 2007. 186 p. Dissertação (MSc). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ZABINI, C. **Integração da Tafonomia e Estratigrafia de Sequências no estudo dos lingúlídeos da sucessão devoniana da Bacia do Paraná**. 2011. 240 Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

ZABINI, C.; BOSETTI, E. P.; HOLZ, M. Presença de perfurações em lingúlídeos (Brachiopoda: Inarticulata) da sucessão devoniana da Sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. 15º Encontro Anual de Iniciação Científica e 6º Encontro de Pesquisa da UEPG, 2006. Ponta Grossa.

ZABINI, C.; BOSETTI, E. P.; HOLZ, M. Taphonomy and taphofacies analysis of lingulid brachiopods from Devonian sequences of the Paraná Basin, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 292, n. 44-56, 2010.

ZABINI, C.; BOSETTI, E. P.; HORODYSKI, R. S.; MATSUMURA, W. N. K. Lingúlídeos: revisão dos conceitos morfo-anatômicos, fisiológicos, reprodutivos, paleo-ecológicos e a importância do grupo no Devoniano da região dos Campos Gerais do Paraná, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 123-141, jan./jul. 2007.

ZABINI, C.; HOLZ, M.; BOSETTI, E. P.; MATSUMURA, W. N. K.; HORODYSKI, R. S. Sequence stratigraphy and taphonomic signatures of marine invertebrates: A Devonian (Pragian/Eifelian) example of the Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 33, p. 8-20, 2012.

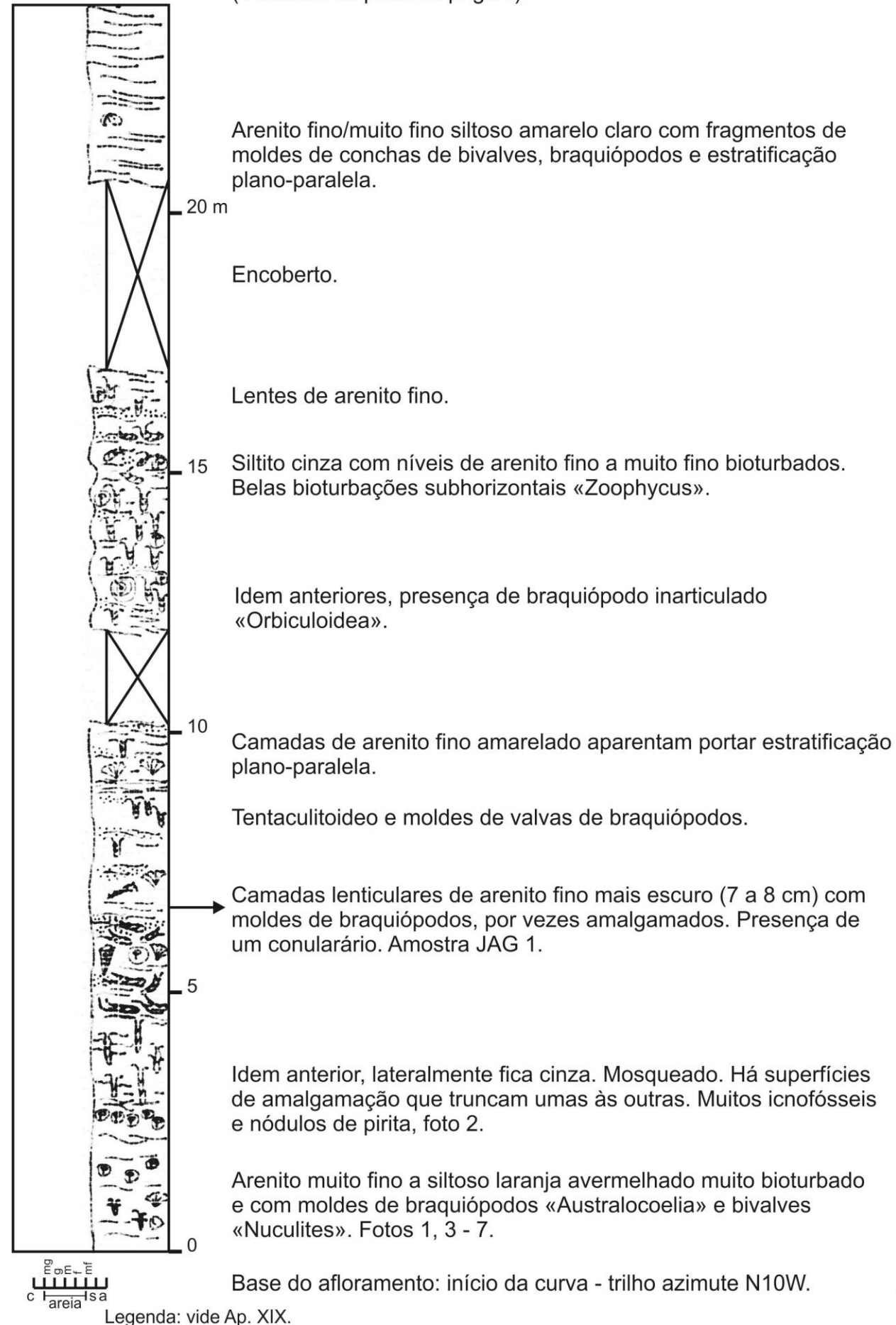
ZÁLAN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. **Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná**. III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia. Curitiba. 1: 441-477 p. 1987.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A. C.; ASTROLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: GABAGLIA, G. P. R. e MILANI, E. J. (Ed.). **Origem e evolução das bacias sedimentares**: Petrobras, 1990. p.135-166.

**APÊNDICES I – XVIII: Seções
colunares**

APÊNDICE I - SEÇÃO COLUNAR
 AFLORAMENTO DA ESTRADA DE FERRO JAGUARIAÍVA-ARAPOTI
 PARTE 1

(Continua na próxima página)



Localização: Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti, periferia do município de Jaguariaíva.
 Coordenadas UTM: Zona 22J, 630,031 km E, 7.318,178 km S, 919 m (início); 628,696 km E,
 7.318,606 km S, 957 m (fim).

Seção-tipo do Membro Jaguariaíva.
 Trabalhos relevantes: Petri (1948), Lange & Petri (1967), Popp & Popp (1986), Ciguel (1989) e Ghilardi *et al.* (2002).
 Posição estratigráfica e geocronológica: Membro Jaguariaíva, Eoemsiano-Neoeifeliano.



Foto 1. Padrão variegado das litologias encontradas em Jaguariaíva: arenitos micáceos amarelos, e pelitos cinza.

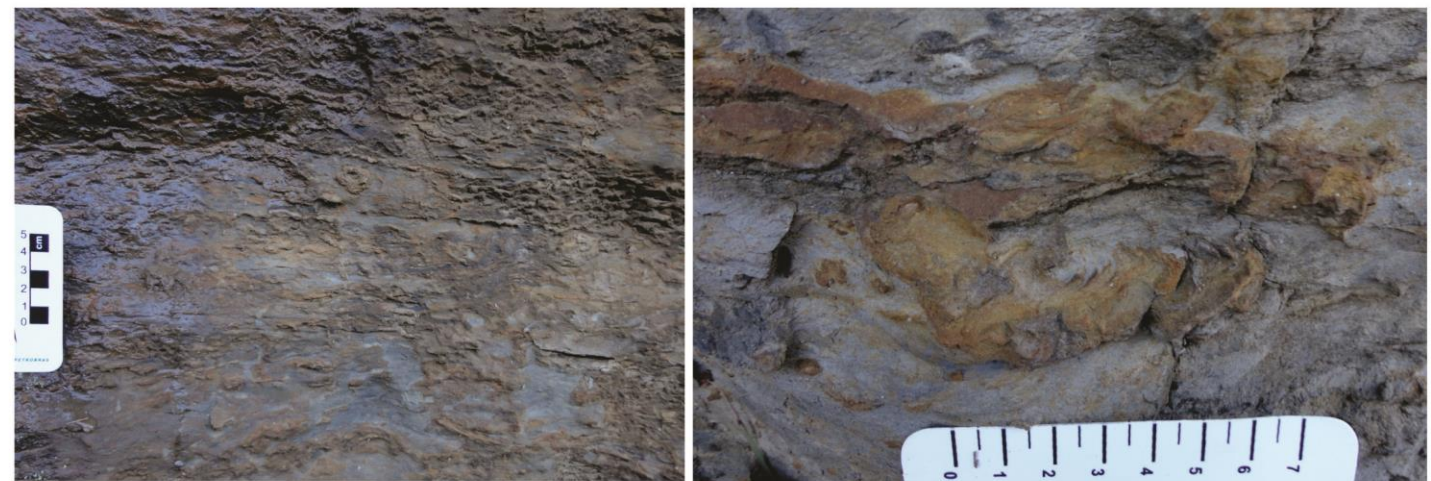


Foto 3. Padrão de icnofácies *Zoophycus* característico para a porção basal da Fm. Ponta Grossa.

Foto 4. Detalhe de icnofóssil de escavação sub-horizonta da icnofácies *Zoophycus*.

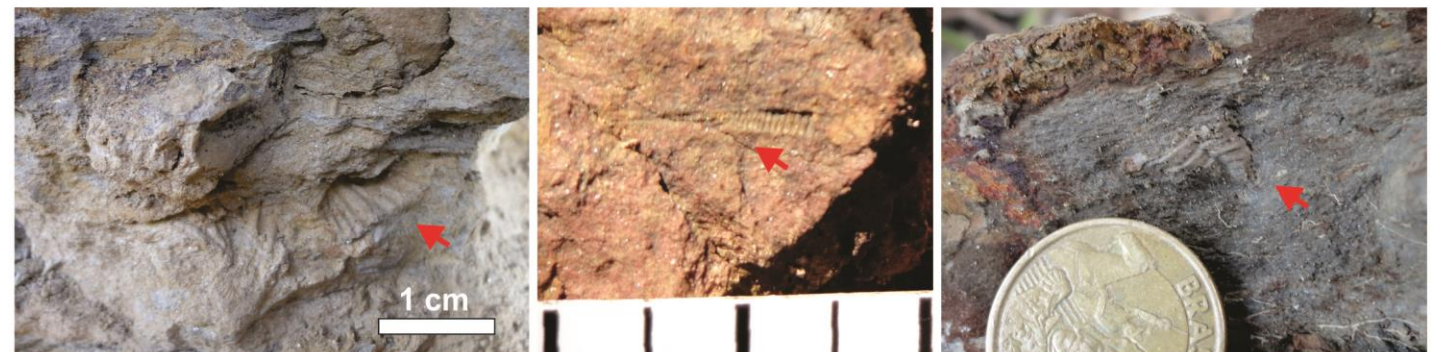


Foto 5. Molde de braquiópodo articulado em arenito micáceo.

Foto 6. Tentaculitoideo.

Foto 7. Conularário.

APÊNDICE II - SEÇÃO COLUNAR
 AFLORAMENTO DA ESTRADA DE FERRO JAGUARIAÍVA-ARAPOTI
 PARTE 2

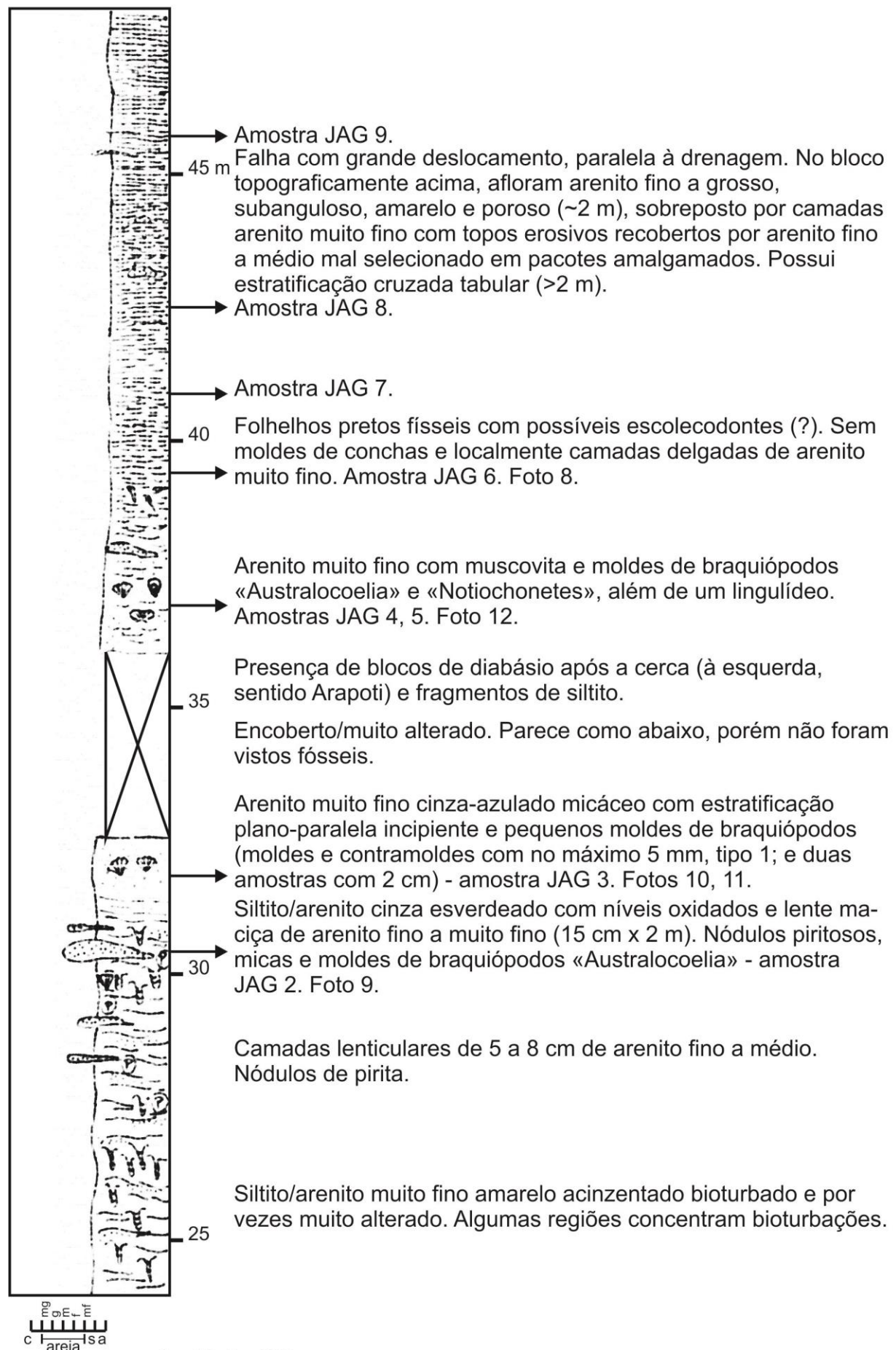


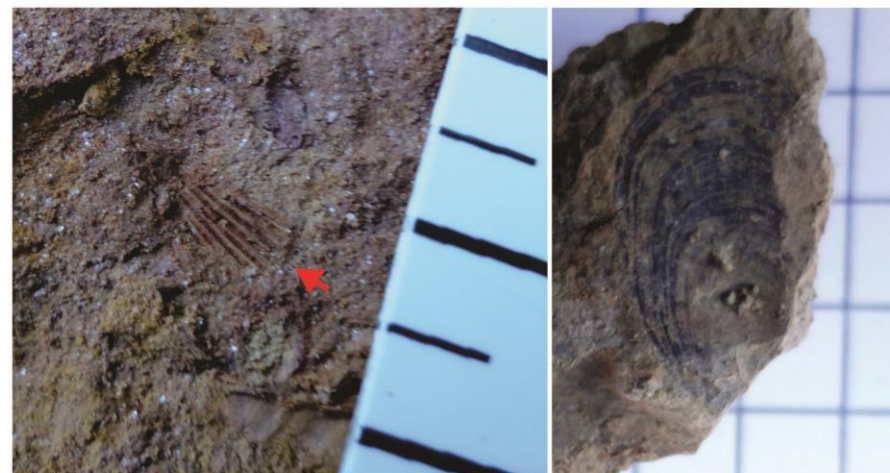
Foto 8. Aspecto do afloramento de folhelho cinza-escuro fissil do topo do afloramento de Jaguariaíva. Notar grande quantidade de pastilhas de folhelho desagregadas.



Foto 9. Corpo lenticular de arenito fino a muito fino, que não excede 2 m de comprimento. Possível tempestito.



Foto 10. Arenito muito fino a médio com sutil estratificação plano-paralela e boa porosidade. Aflora no topo da ferrovia, após falha.



Fotos 11 e 12. À esquerda molde de fragmento braquiópodo articulado em siltito micáceo logo abaixo do folhelho preto, e à direita, lingulídeo encontrado no mesmo ponto.

APÊNDICE III - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO RIO GUARICANGA

Localização: Rodovia PR 090, entre os municípios de Pirai do Sul e Ventania, a 28 km de Pirai do Sul.
Coordenadas UTM: Zona 22J, 591,475 km E, 7.305,474 km S, 929 m (base).

Trabalhos anteriores relevantes: Ciguel (1989).
Associação paleontológica descrita: *Australocoelia*, *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Spongiophyton*, *Trilobita*, *Planolites* e *Homoctenus*.

Posição estratigráfica e geocronológica: Membro São Domingos, Givetiano.

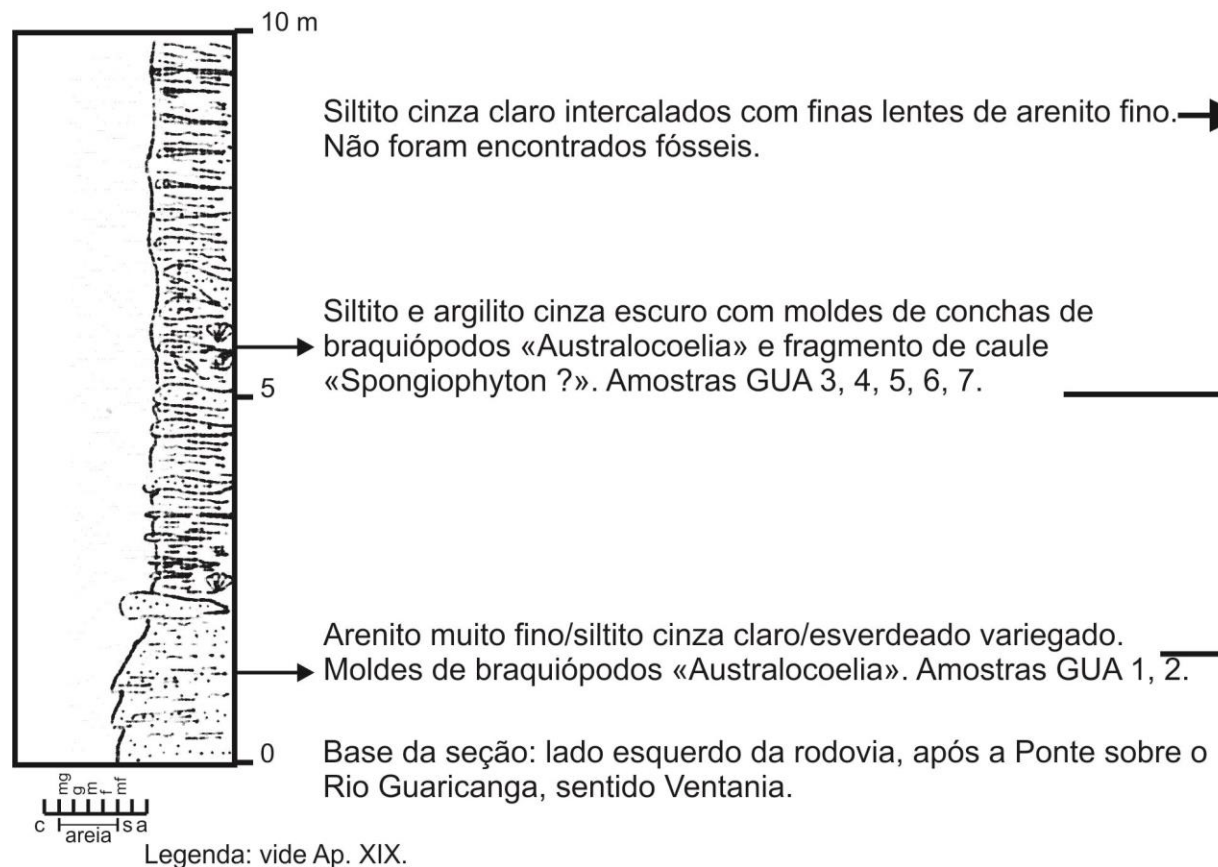


Foto 1. Visão da porção superior do afloramento Rio Guaricanga. As lentes de arenito ressaltam-se na porção central da foto, ao passo que siltitos e folhelhos são facilmente alterados e transformados em solo.



Foto 2. O afloramento Rio Guaricanga encontra-se em avançado estágio de alteração, com poucos metros de exposição de rochas. A porção inferior é observada do lado direito da foto, sentido Pirai do Sul, onde aflora na forma de lajedos na calha da rodovia, e do lado esquerdo, a porção média do afloramento é destacada pelas camadas arenosiltosas, sem acostamento.

OBS: Há mais afloramentos após a colina.



APÊNDICE IV - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO ÁGUA SULFUROSA

Localização: Rodovia PR 090, entre os municípios de Pirai do Sul e Ventania, a 1,5 km de Ventania.
Coordenadas geográficas: 24°16'50" S/50°11'56" W (início); 24°16'31" S/50°12'22" W (fim).

Proximidades do afloramento Lambedor de Petri (1948) - Gr. Itararé.
Trabalhos relevantes: Ciguel (1989).



Foto 1. Arenito grosso predominantemente quartzoso parcialmente alterado, com estratificação cruzada de baixo ângulo.



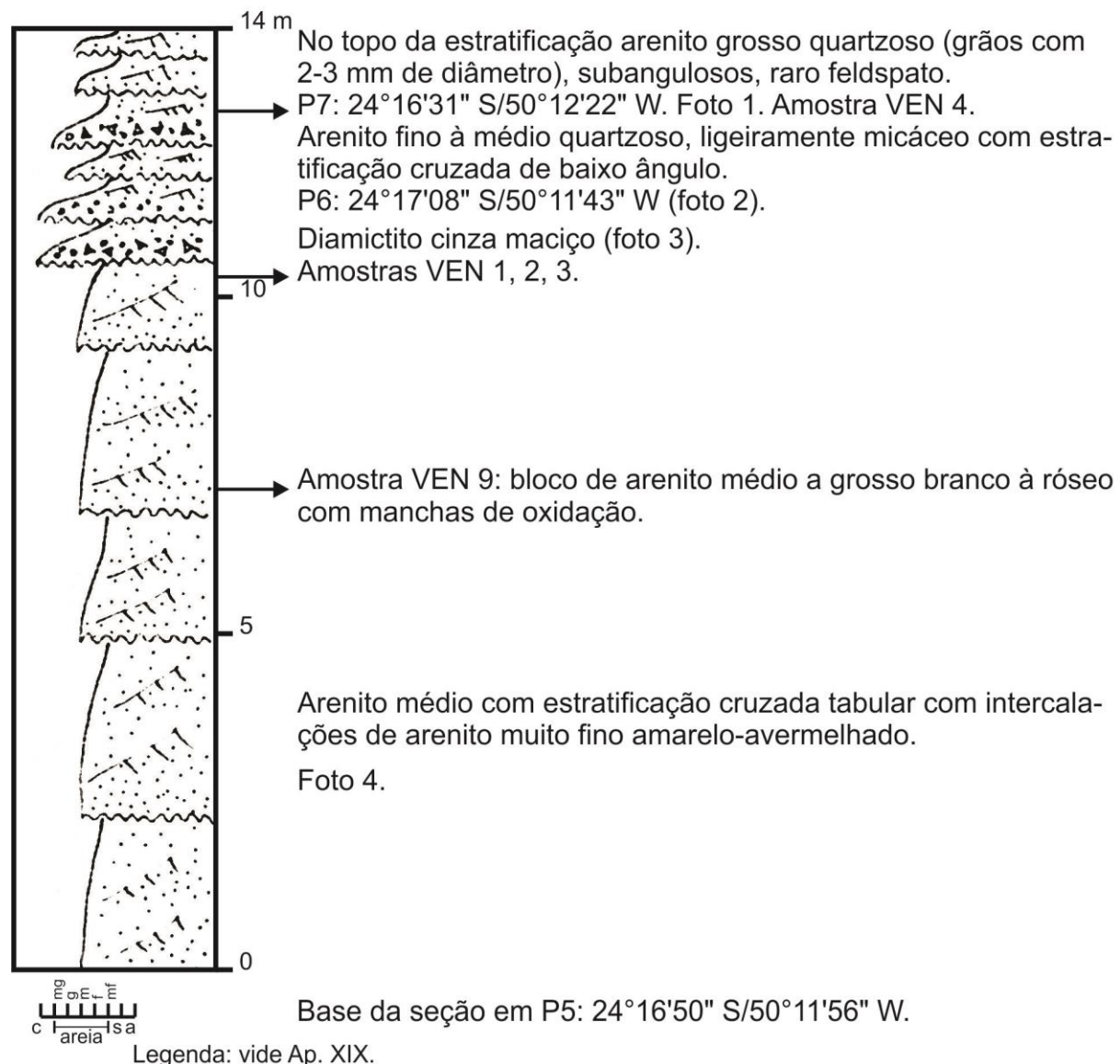
Foto 2. Diamictito amarelo com matriz siltosa e seixo lítico facetado.



Foto 3. Vista geral do nível de ocorrência do primeiro diamictito.



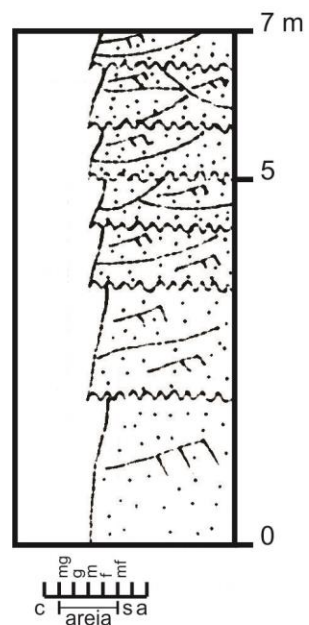
Foto 4. Arenito médio com distinta estratificação cruzada tabular.



APÊNDICE V - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTOS VENTANIA P8 E P9

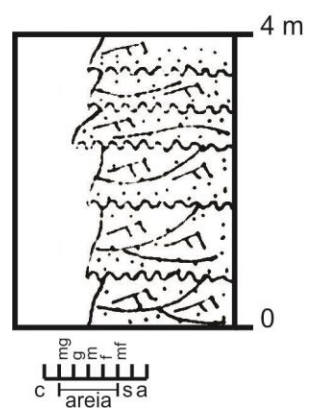
Localização: Rodovia PR 090, entre os municípios de Pirai do Sul e Ventania, a 1,5 km de Ventania.
Coordenadas geográficas P8: 24°16'33" S/50°12'31" W, z=1084 m; P9: 24°14'45" S/50°12'21" W.

Proximidades do afloramento Lambedor de Petri (1948) - Gr. Itararé.
Trabalhos relevantes: Ciguel (1989).



Arenitos finos a médios branco-amarelado com caulinita, tabulares, predominantemente quartzosos, com granocrescência interlaminar e estratificação de baixo ângulo. Foto 1.

Base da seção em P8: 24°16'33" S/50°12'31" W, z=1084 m.



Arenito médio a fino, localmente grosso com estratificação cruzada de baixo ângulo.
Foto 2.
Corpos arenosos amalgamados.

Base da seção em P9: 24°14'45" S/50°12'21" W.

Legenda: vide Ap. XIX.



Foto 1. Vista geral do afloramento P8, junto ao trilho do trem, onde observam-se arenitos tabulares amalgamados com estratificação cruzada de baixo ângulo.



Foto 2. Corpos amalgamados de arenitos finos a grossos, com sigmoides e estratificações cruzadas salientes.

APÊNDICE VI - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO HOTEL FAZENDA I

Localização: Rodovia BR 153, entre os municípios de Ventania e Tibagi, no km 187, após a portaria do Hotel Fazenda Itybagy no km 186. O afloramento foi levantado em três seções colunares distintas separadas por falhas de rejeito indeterminado, acompanhados ou não por injeções de diabásio.
Coordenadas geográficas: 24°24'39" S/50°21'49" W.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.

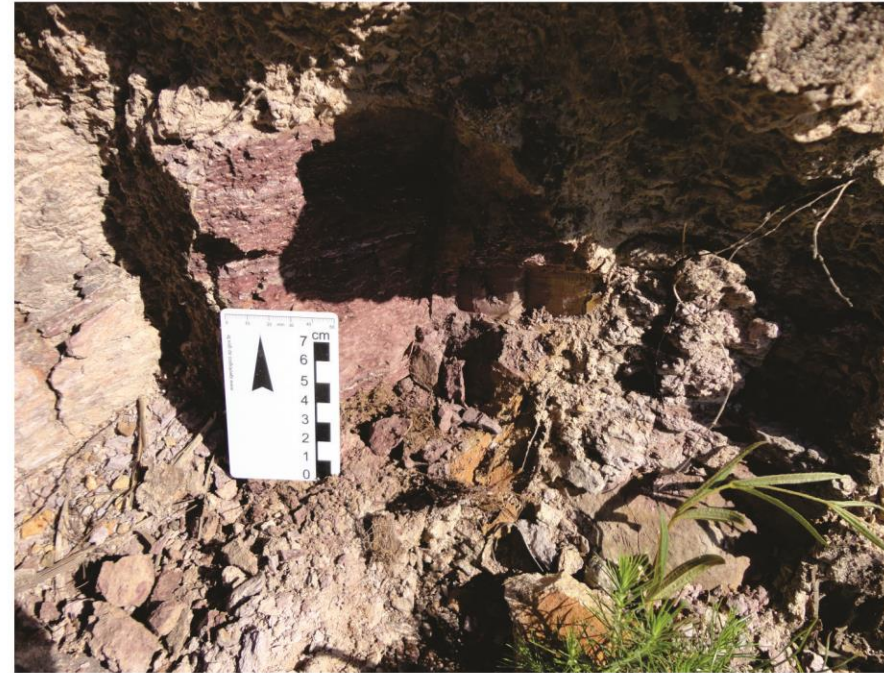
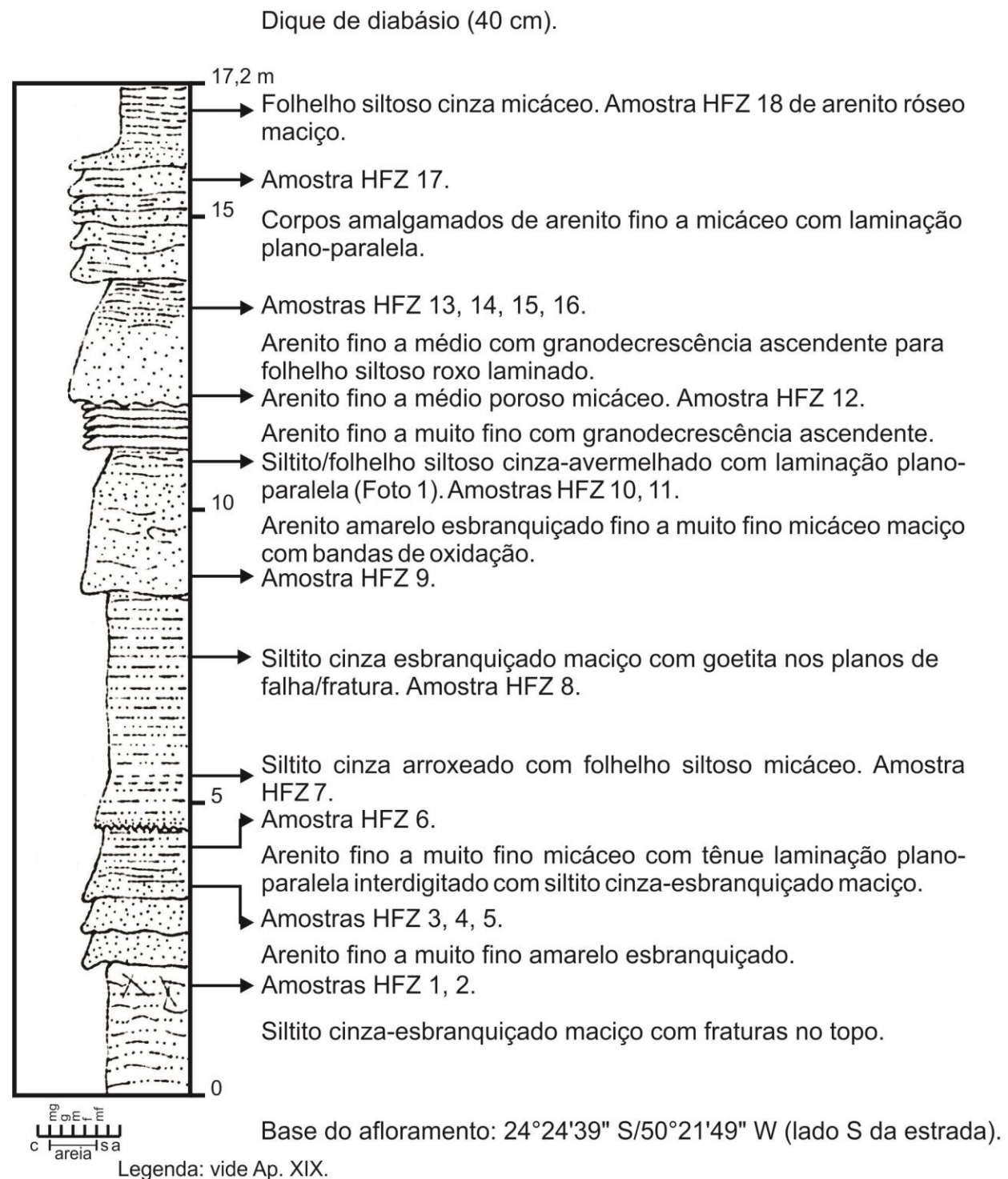
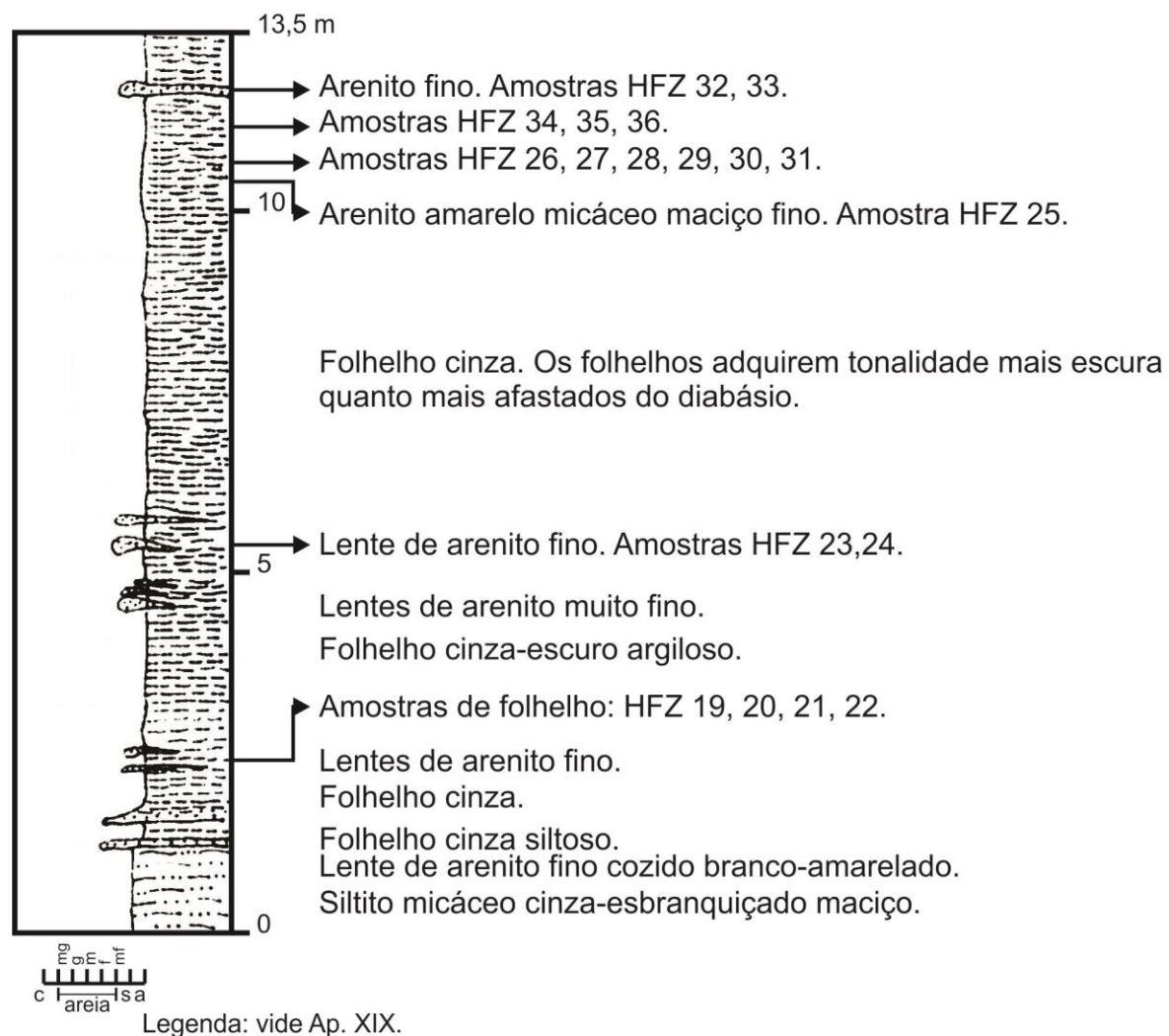
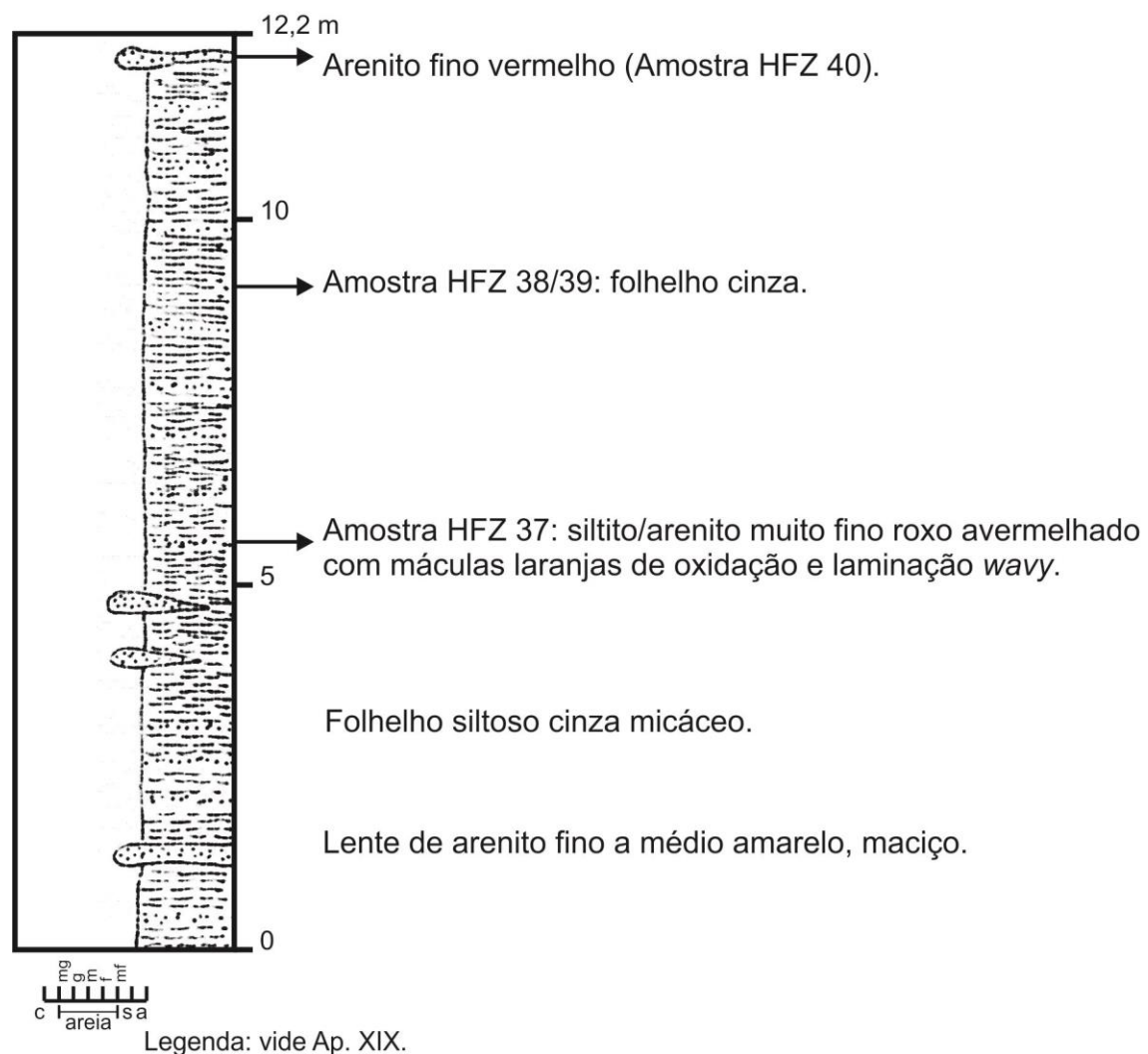


Foto 1. Siltito vermelho com máculas brancas e laminação wavy.

APÊNDICE VII - SEÇÃO COLUNAR
AFLORAMENTO HOTEL FAZENDA II



APÊNDICE VIII - SEÇÃO COLUNAR
AFLORAMENTO HOTEL FAZENDA III



APÊNDICE IX - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO DIQUE BR 153

Localização: Rodovia BR 153, km 185.
Coordenadas geográficas: 24°24'34" S/50°21'13" W, z=984 m.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa/Formação Serra Geral.



Foto 1. Vista geral dos folhelhos argilosos.

Observação: afloramento adjacente a dique de diabásio (coordenadas geográficas 24°24'26" S/50°20'51" W, z= 955m), Amostra VEN 8. Fotos 2, 3 e 4.

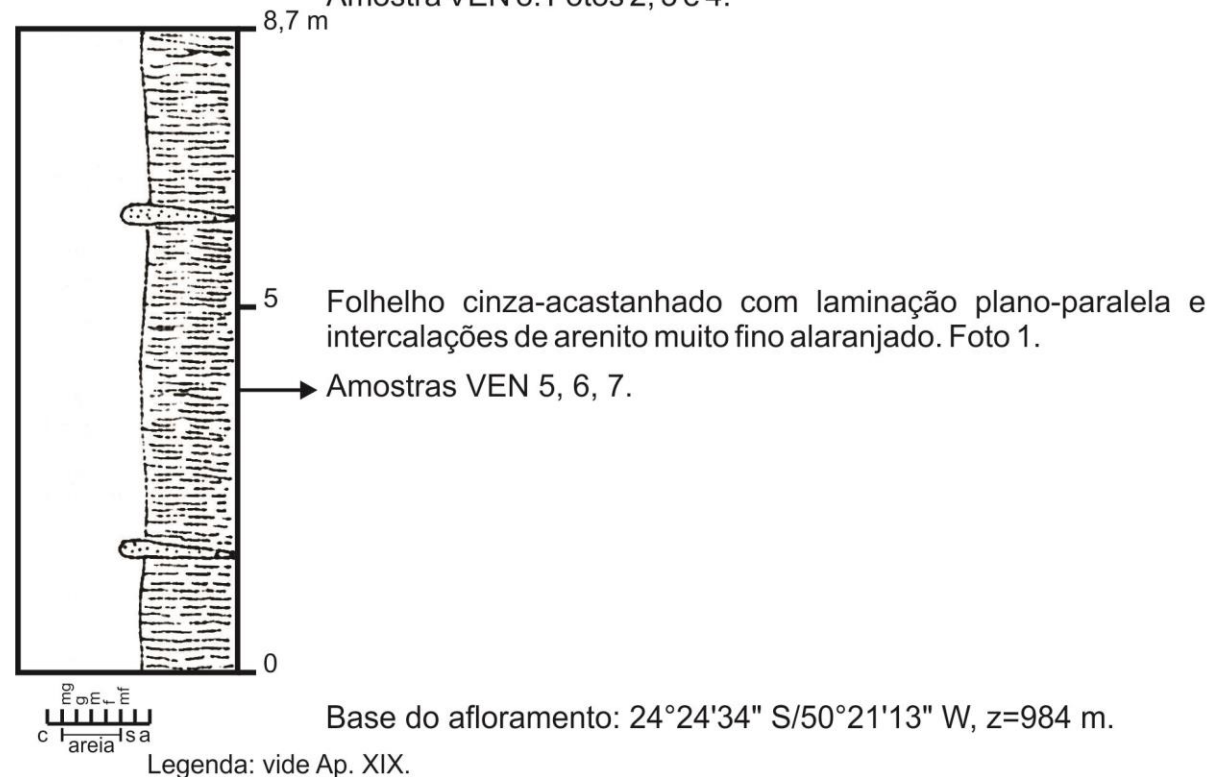


Foto 2. Vista panorâmica do afloramento. Notar discordância angular à direita da foto caracterizada por solo vermelho laterítico de alteração de diabásio.



Foto 3. Destaque da discordância angular da inclusão do dique de diabásio.



Foto 4. Matacão de diabásio com esfoliação esferoidal.

APÊNDICE X - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO ARROIO SÃO DOMINGOS

Localização: Rodovia PR 340, após a ponte sobre o Arroio São Domingos.
Coordenadas geográficas: 24°30'43" S/50°25'19" W, z=719 m.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.



Foto 1. Vista panorâmica do afloramento. Na porção esquerda da foto observa-se solo de alteração de diabásio, de coloração alaranjada.



Foto 2. Folhelho cinza-escuro tenaz com bioturbações.

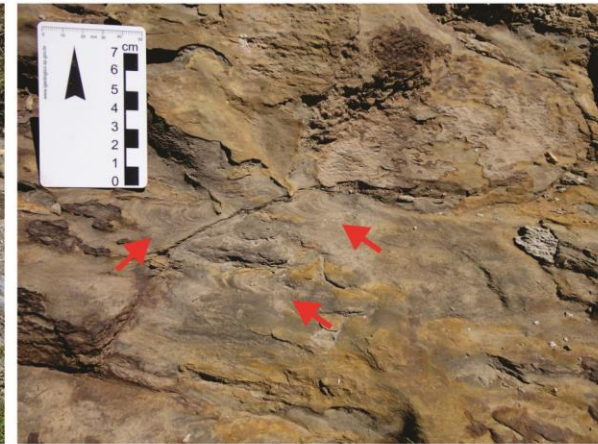
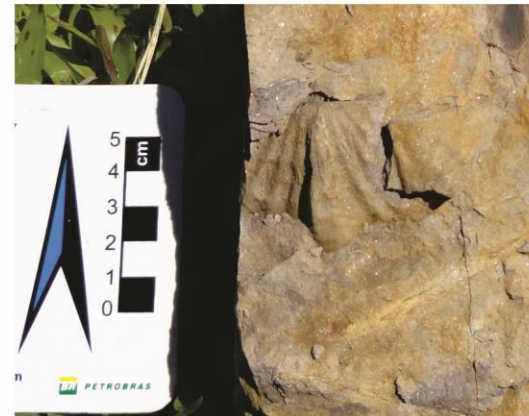


Foto 3. Destaque das bioturbações, mostrando morfologias de *Zoophycus* isp..



Foto 4. Detalhe do solo de alteração de diabásio.



Fotos 5 e 6. Parte e contraparte de braquiópodo esperiferídeo.

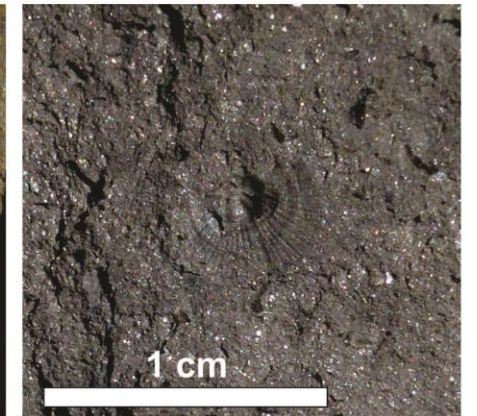


Foto 7. Molde de esperiferídeo indeterminado, possivelmente um rinconídeo.



Foto 8. Molde externo de braquiópodo indeterminado.

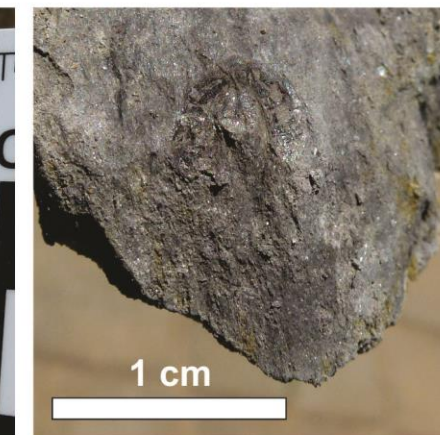


Foto 9. Céfalos de trilobita.

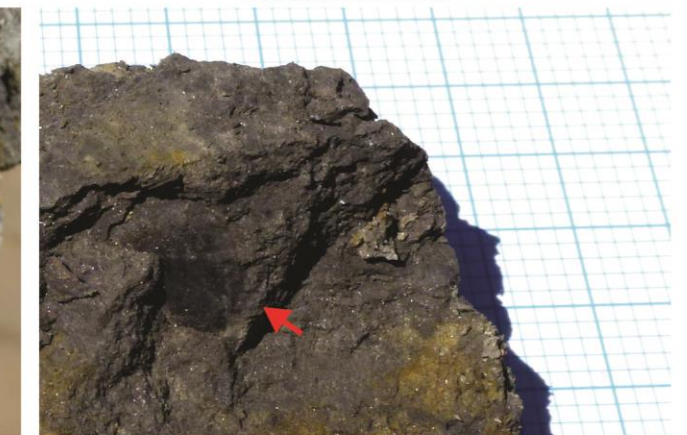
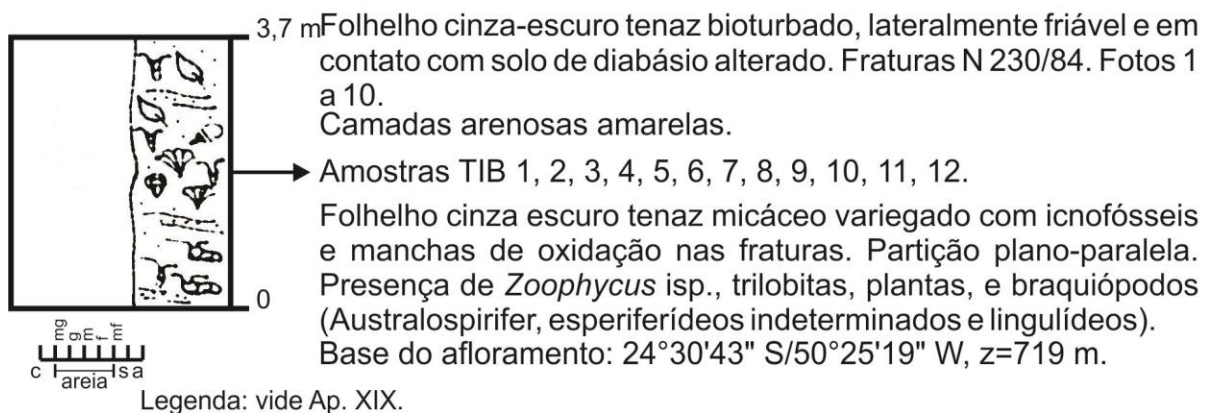


Foto 10. Lingulídeo indeterminado encontrado em posição de vida dentro do folhelho preto.



APÊNDICE XI - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO TIBAGI TORRE

PARTE 1

Localização: Rodovia PR 340, a 3 km do centro de Tibagi, base do morro com torres de telefonia.
Coordenadas geográficas 24°30'46" S/50°25'28" W, z=742 m (base); 24°30'50" S/50°25'34" W, z=775 m (topo).

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.

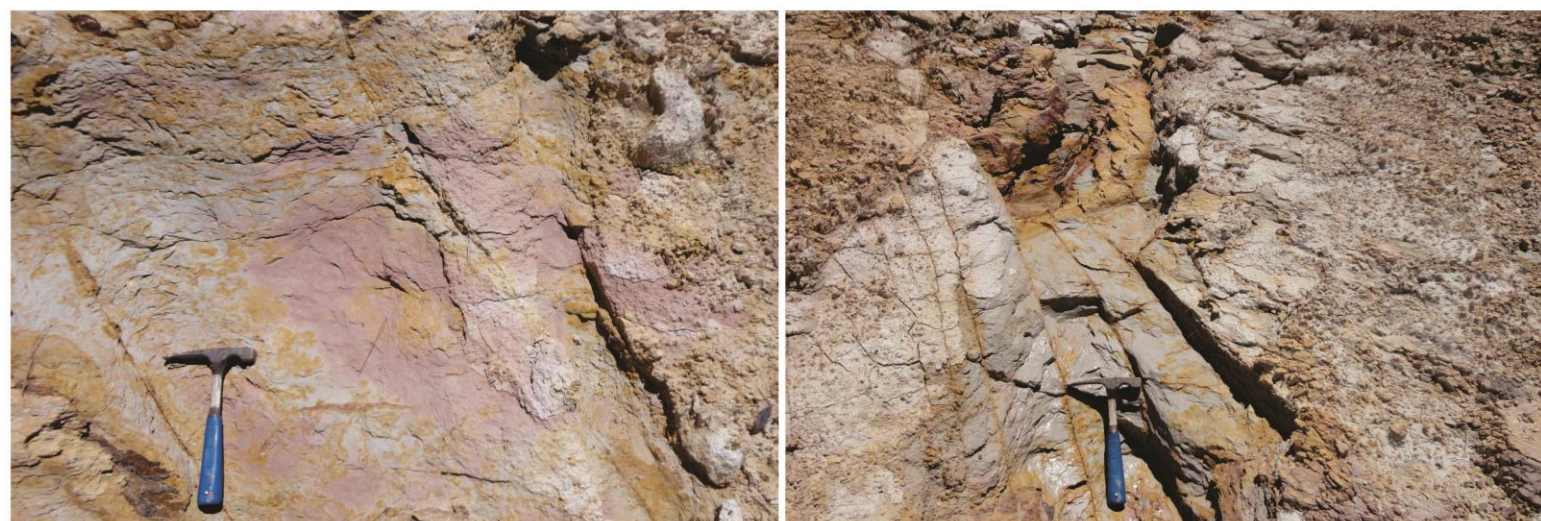


Foto 1. Vista panorâmica do afloramento. Estágio de alteração avançado, com litologias oxidadas.

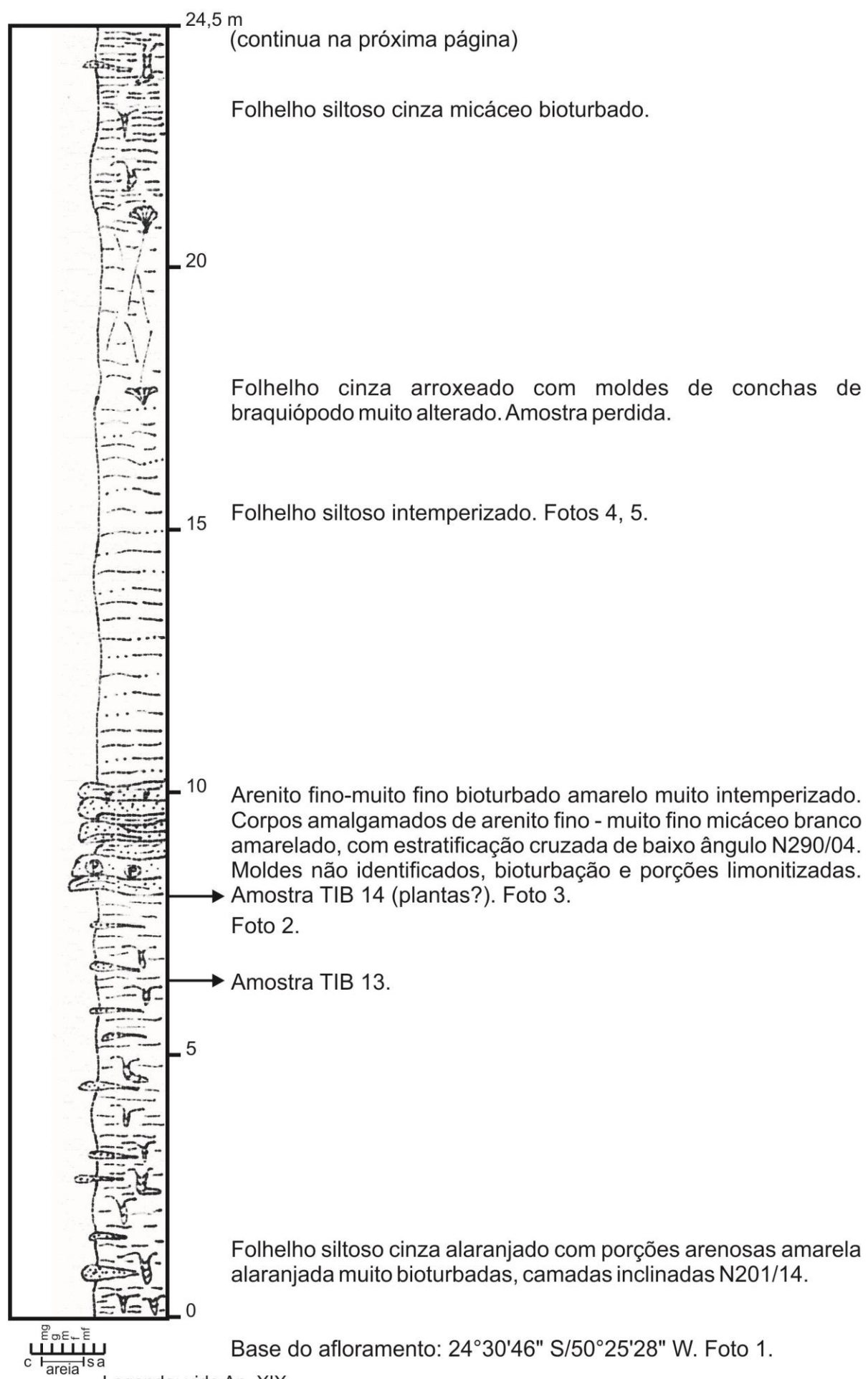


Foto 2. Lentes de arenito em alto relevo na parede predominantemente pelítica do afloramento.

Foto 3. Moldes indeterminados, possivelmente de talos de plantas. Oxidados.



Fotos 4 e 5. Folhelho siltoso intemperizado. Notar bandas laranjadas, oxidadas, nas fraturas.



APÊNDICE XII - SEÇÃO COLUNAR
 AFLORAMENTO TIBAGI TORRE
 PARTE 2

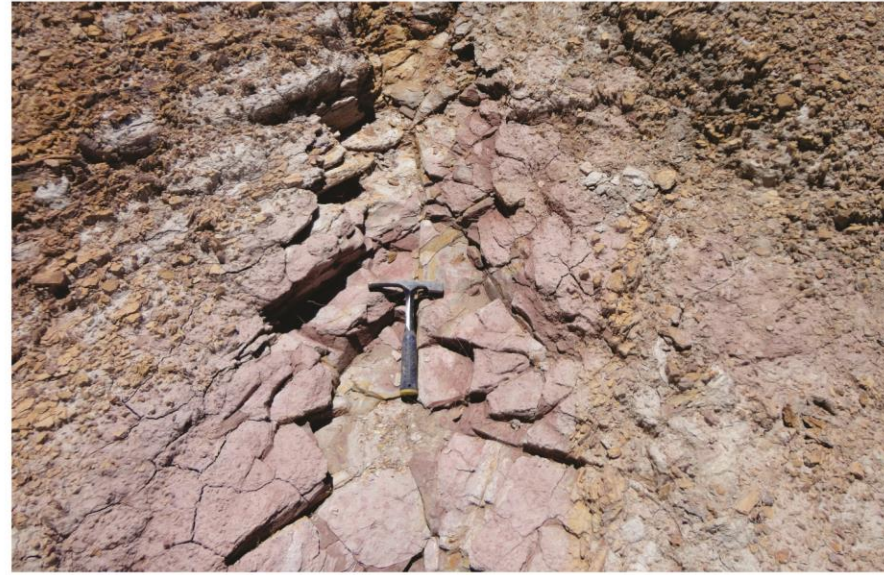
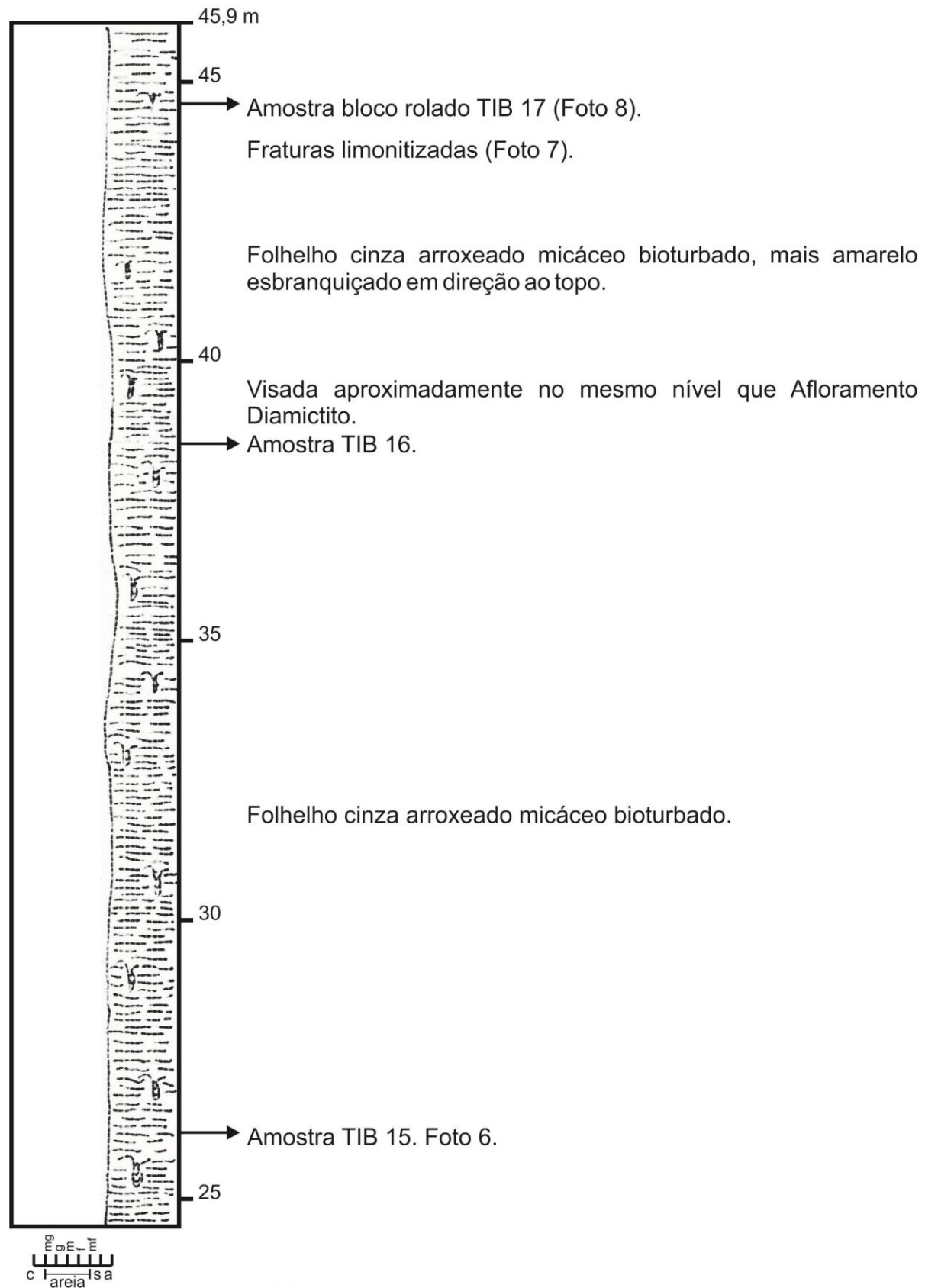


Foto 6. Folhelho siltoso cinza arroxeado bioturbado com raros moldes de braquiópodos.



Foto 7. Amostra TIB 17 onde verifica-se limonitização facilitada pelas fraturas.



Foto 8. Vista do último platô do afloramento. Siltito róseo acinzentado pastilhado.

APÊNDICE XIII - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO DIAMICTITO TIBAGI

Localização: Rodovia PR 340, 3,5 km do centro da cidade de Tibagi.
Coordenadas geográficas: 24°30'20" S/50°26'20" W.

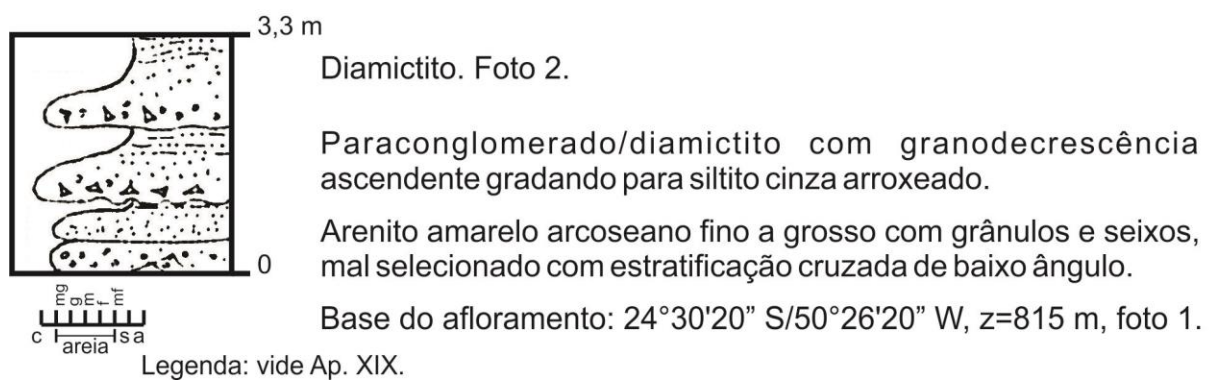
Litoestratigrafia: Grupo Itararé (?).



Foto 1. Vista geral do afloramento de paraconglomerados na PR 340, a 3,5 km do centro de Tibagi.

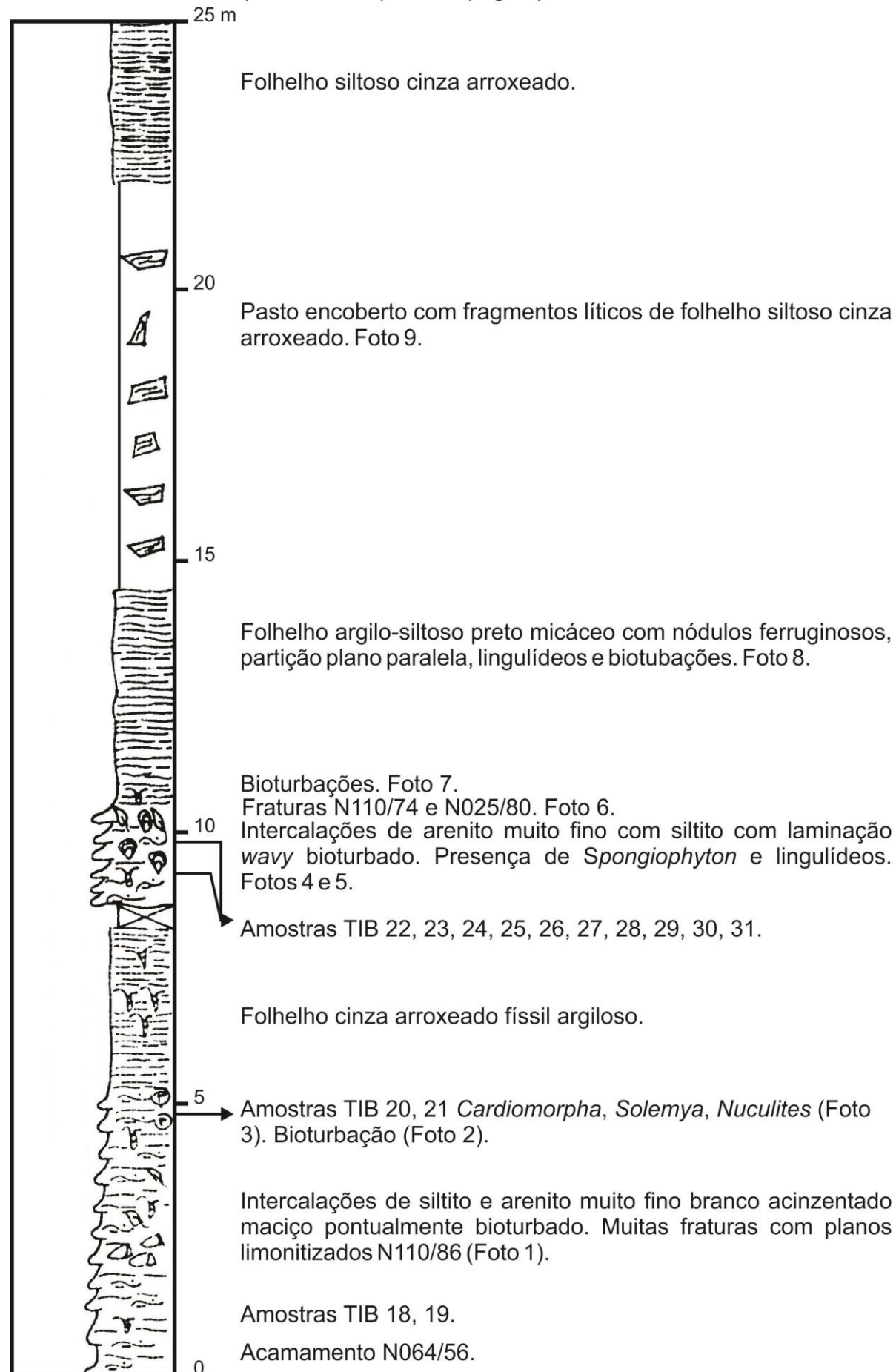


Foto 2. Destaque para seixo facetado lítico do diamictito superior do afloramento.



APÊNDICE XIV - SEÇÃO COLUNAR
AFLORAMENTO FAZENDA TIBAGI
PARTE 1

(Continua na próxima página)



mg
g E- E
c areia sa

Legenda: vide Ap. XIX.

Localização: Rodovia PR 340, a 200 m da rotatória com a BR 153. A seção inicia-se em frente à Fz. Povo L. C. Gens na PR 340 e segue perpendicularmente ao aclave, passando pela BR 153 até o alto do cume. Coordenadas geográficas 24°30'13" S/50°26'26" W (início); 24°30'11" S/50°26'35" W.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.

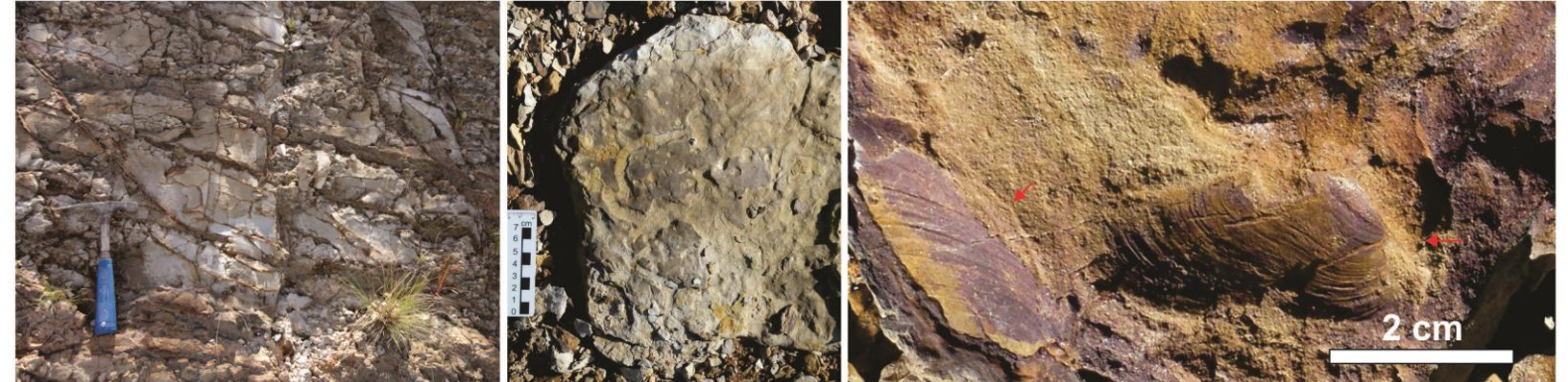


Foto 1. Conjunto de fraturas N110/86 desenvolvido na porção inferior do afloramento.

Foto 2. Amostra com abundantes icnofósseis de escavação.

Foto 3. Moldes internos de moluscos bivalves em amostra parcialmente limonitizada.

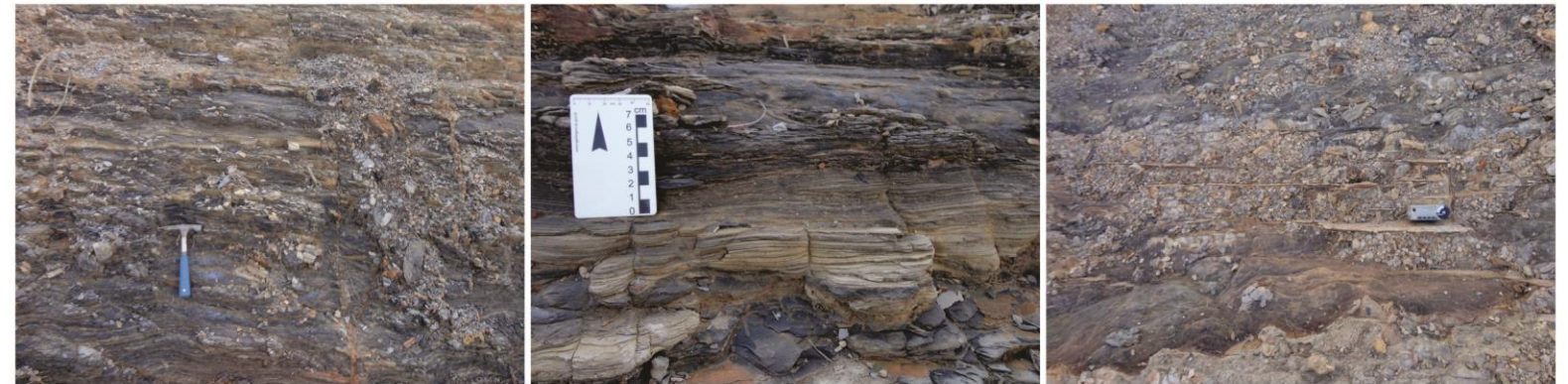


Foto 4. Intercalação heterolítica com laminação wavy.

Foto 5. Detalhe da laminação wavy com destaque a pequenas estratificações hummocky.

Foto 6. Famílias de fraturas ortogonais vistas em planta na porção média do afloramento.



Foto 7. Destaque a abundantes icnofósseis Zoophycus na porção heterolítica.

Foto 8. Nível do folhelho preto onde foram encontrados abundantes lingulídeos e fragmentos de plantas.

Foto 9. Blocos de folhelho siltoso encontrados na porção encoberta do afloramento.

Base do afloramento: 24°30'13" S/50°26'26" W.

APÊNDICE XV - SEÇÃO COLUNAR
 AFLORAMENTO FAZENDA TIBAGI
 PARTE 2

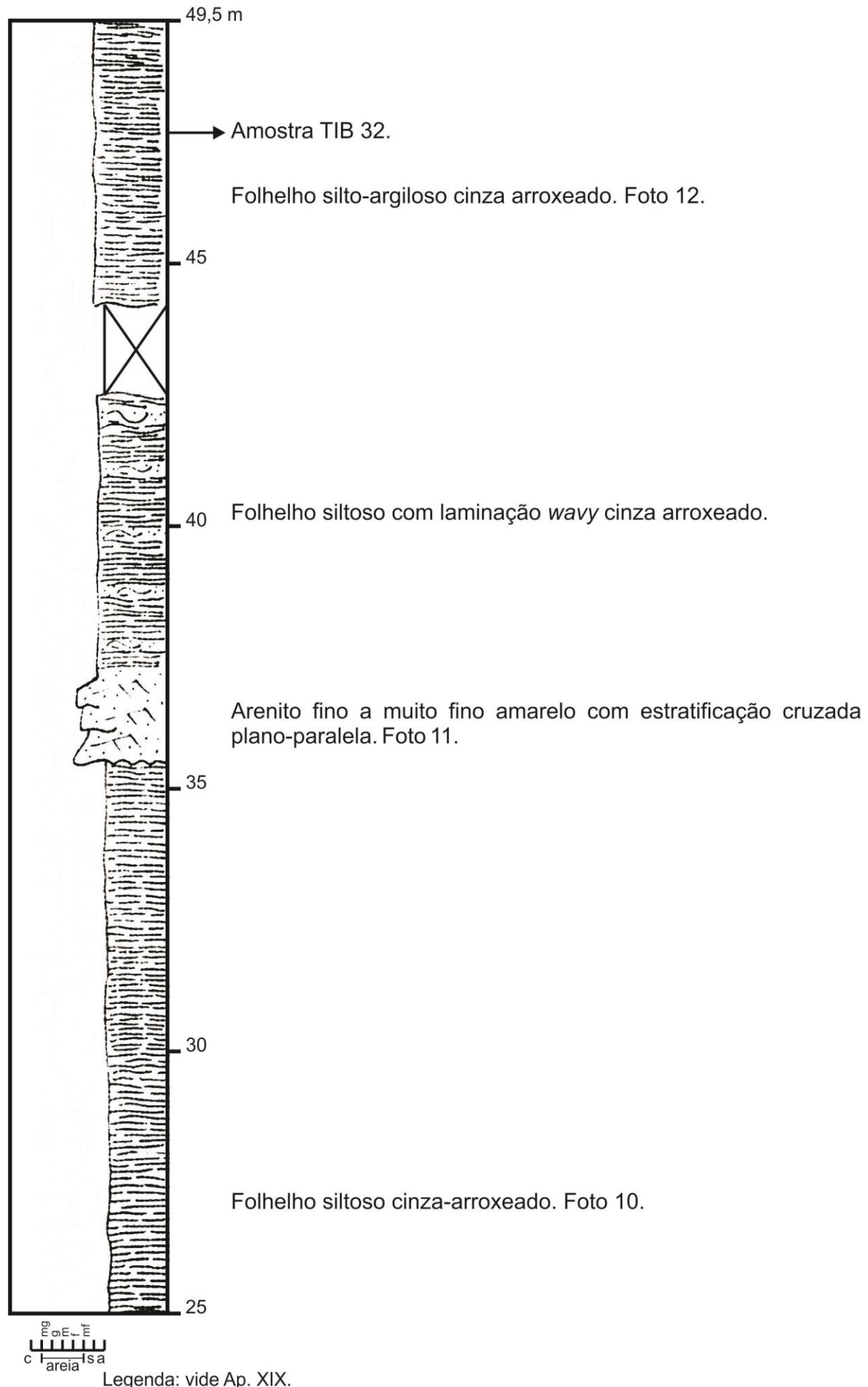


Foto 10. Detalhe do folhelho siltooso cinza-arroxeadado (variegado), contudo sem estruturas sedimentares discerníveis.



Foto 11. Aspecto em campo do arenito fino/muito fino amarelo sustentando pequena trincheira em afloramento no pasto.



Foto 12. Última ocorrência de folhelho silto-argiloso no topo do afloramento, em contato erosivo com solo transportado.

APÊNDICE XVI - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO TRILHO DO TREM

Localização: Trilho do trem próximo ao trevo para Castro, zona urbana do município de Ponta Grossa, acesso pela R. Jesuíno Manoel de Almeida.
Coordenadas geográficas: 25°04'36" S/50°11'31" W, z=946 m (início); 25°04'438" S/50°11'19" W., z=916m (fim).

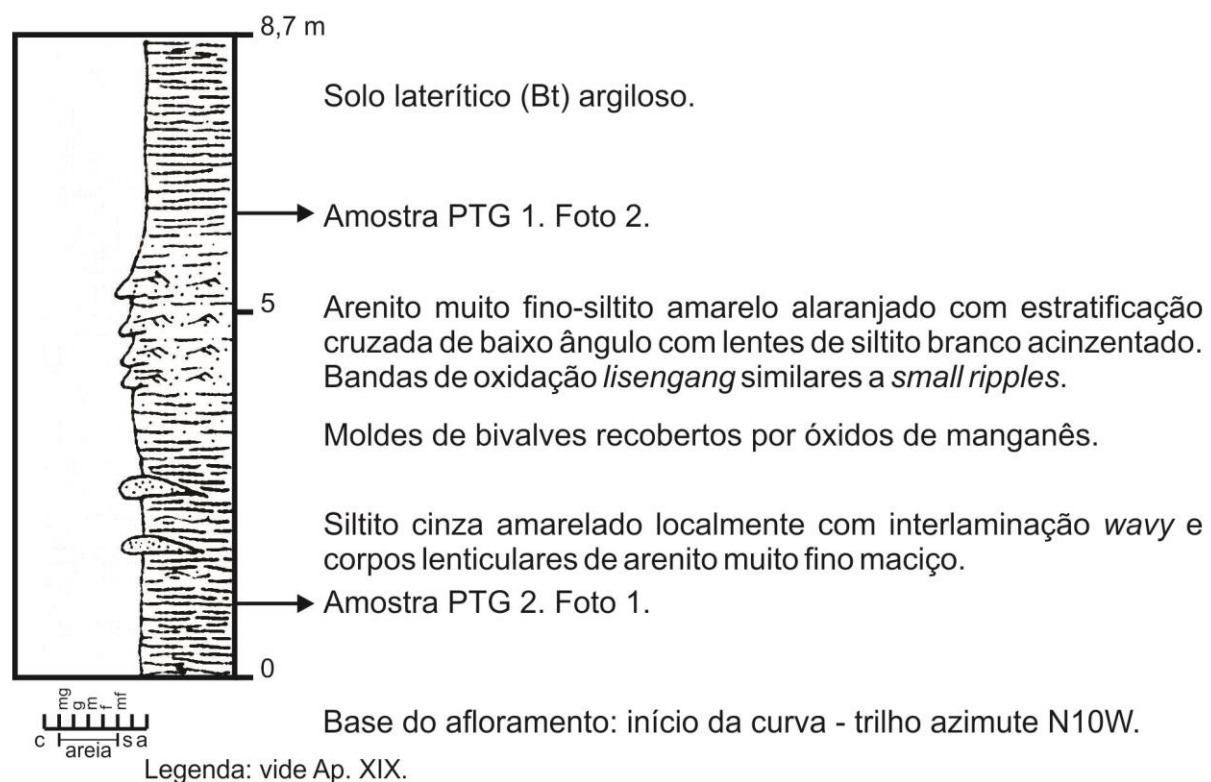
Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.



Foto 1. Siltito cinza recoberto por musgo em superfície úmida. Notar saliências na rocha coincidentes com superfícies de amalgamação.



Foto 2. Siltito cinza tenaz da porção superior do afloramento. Sua alteração é marcada por pastilhamento.



APÊNDICE XVII - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO DISTRITO INDUSTRIAL PONTA GROSSA

Localização: Rodovia Senador Flávio Carvalho Guimarães (Ponta Grossa - Castro), na zona urbana de Ponta Grossa, Boa Vista, altura do número 1000.
Coordenadas geográficas: 25°04'14" S/50°11'06" W, z=973 m.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa - Grupo Itararé (?)



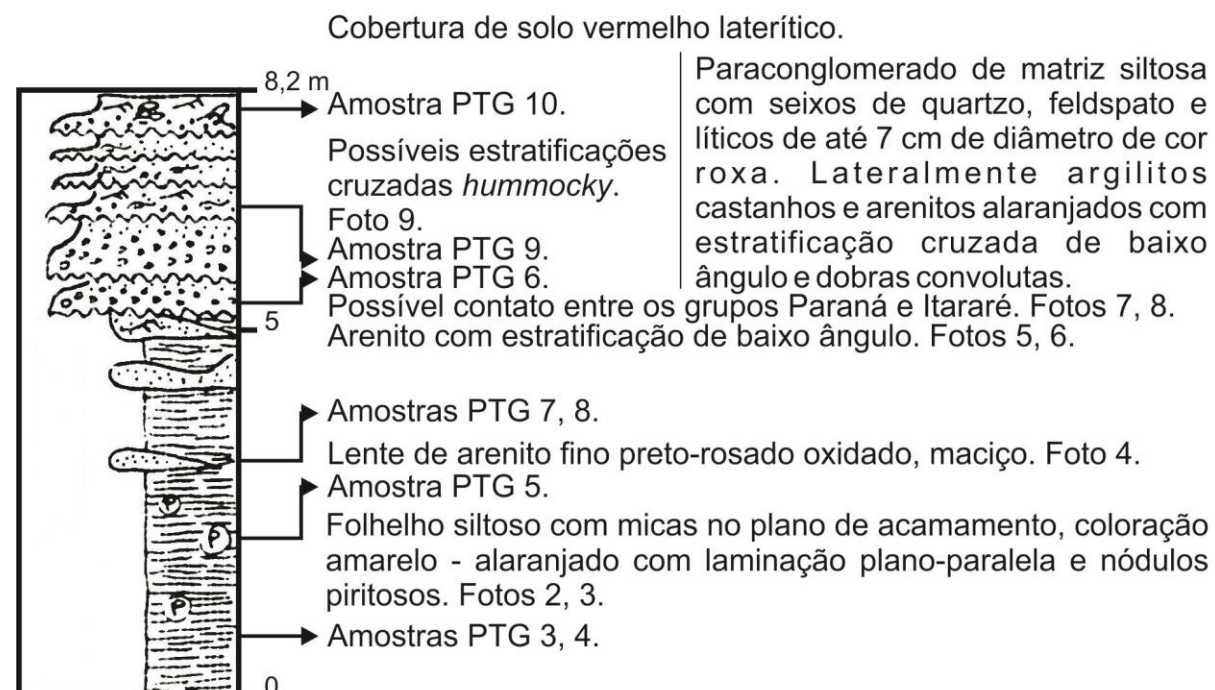
Foto 1. Vista panorâmica do afloramento Distrito Industrial. A exposição recente de rochas alteradas é composta por folhelhos argilosos amarelados, capeada por arenitos arroxeados e sobreposta por solo vermelho laterítico.



Foto 2. Lentes de arenito fino a médio destacam-se em meio aos folhelhos argilosos, normalmente com bandas de oxidação.



Foto 3. Destaque da lente de arenito exibindo estratificação cruzada de baixo ângulo.



Paraconglomerado de matriz siltosa com seixos de quartzo, feldspato e líticos de até 7 cm de diâmetro de cor roxa. Lateralmente argilitos castanhos e arenitos alaranjados com estratificação cruzada de baixo ângulo e dobras convolutas.



Foto 4. Destaque de nódulo piritoso.



Foto 5. Porção média do afloramento, folhelho argiloso.



Foto 6. Indicação do contato erosivo entre rochas pelíticas e psamíticas. Notar diferença de cores.



Foto 7. Arenito paraconglomerático roxo no contato com as rochas pelíticas da Formação Ponta Grossa.

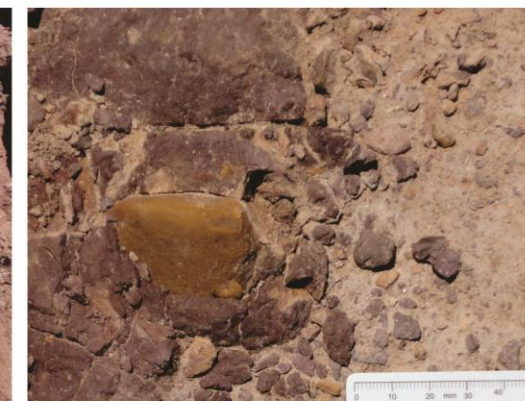


Foto 8. Detalhe mostrando seixo facetado lítico dentro do arenito paraconglomerático.



Foto 9. Estratificação cruzada *hummocky*.



Base do afloramento: 25°04'14" S/50°11'06" W, foto 1.

Legenda: vide Ap. XIX.

APÊNDICE XVIII - SEÇÃO COLUNAR AFLORAMENTO RIO CANIÚ

Localização: Rodovia PR 151 entre os municípios de Ponta Grossa - Palmeira, 12 km do encontro com a Rodovia do Café, Ponte sobre o Rio Caniú.
Coordenadas geográficas 25°18'51" S/50°05'33" W.

Litoestratigrafia: Formação Ponta Grossa.

Trabalhos relevantes: Ciguel (1989), Ericksson *et al.* (2011).



Foto 1. Vista geral do afloramento às margens da rodovia PR 151, na altura do Rio Caniú. O afloramento consiste em lajeado contínuo de aproximadamente 4 m de espessura.



Foto 2. Foto da amostra CAN 1 com visíveis fragmentos carbonificados de plantas superiores, pertencentes ao gênero *Spongiophyton*.



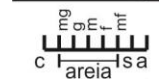
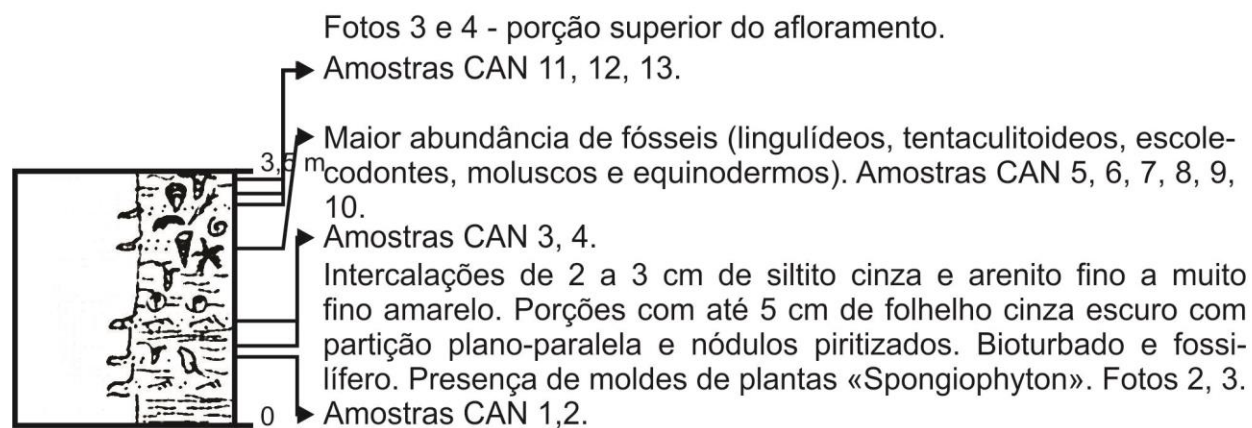
Foto 3. Vista em planta do folhelho siltoso cinza alaranjado típico do afloramento. Notar icnofósseis de locomoção na superfície.



Foto 4. Aspecto da fácies bioturbada na porção superior do afloramento.



Foto 5. Destaque da fácies bioturbada da porção superior do afloramento onde observam-se estruturas originais perturbadas por bioturbações *Zoophycus* isp. e salientes nódulos oxidados (alaranjados).



Base do afloramento: 25°18'51" S/50°05'33" W, foto 1.

Legenda: vide Ap. XIX.

APÊNDICES XIX – XX: Seções de correlação

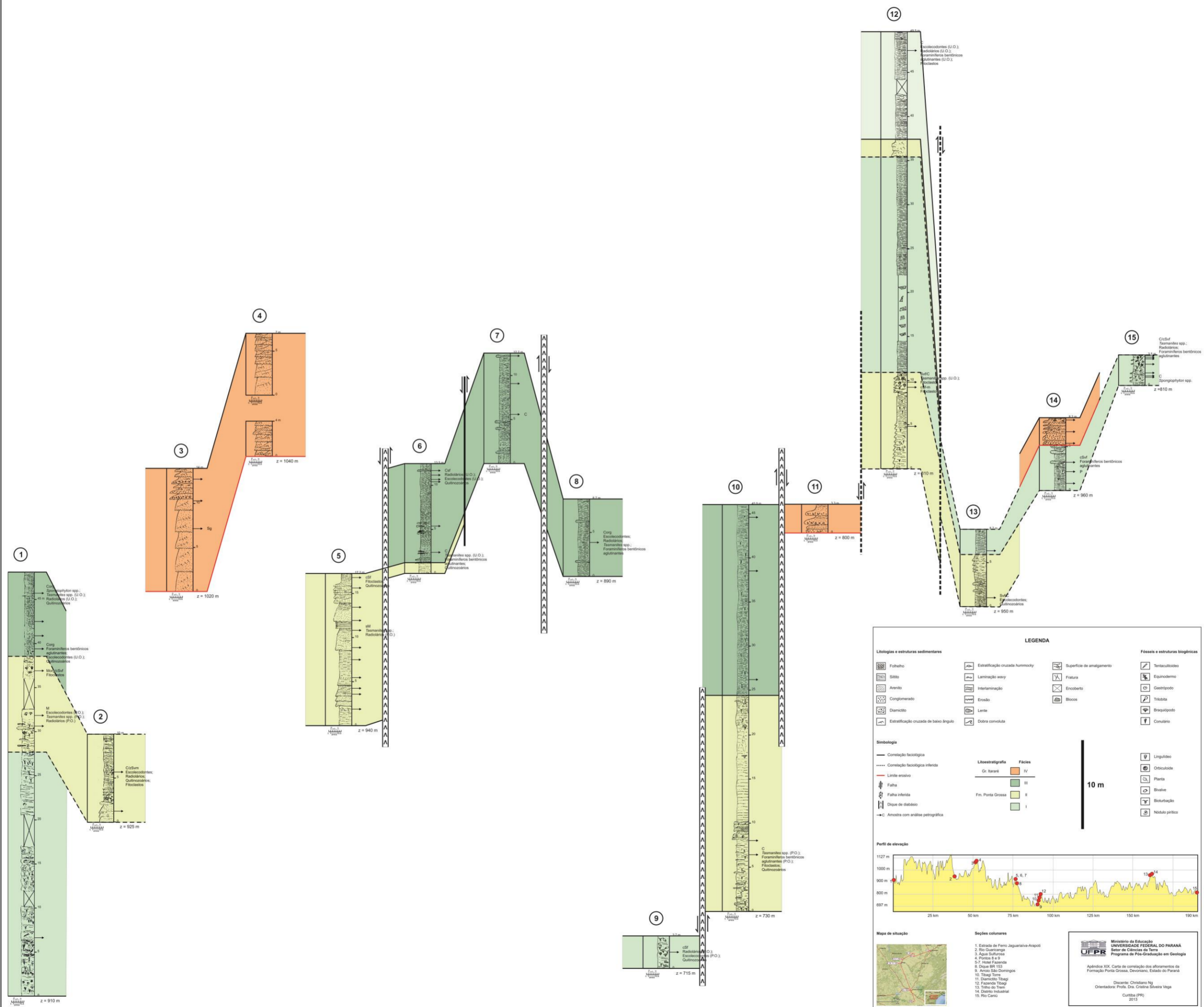
NE
Jaguariáiva (PR)

Ventania (PR)

W
Tibagi (PR)

Ponta Grossa (PR)

SE
Palmeira (PR)



LEGENDA

Litologias e estruturas sedimentares

- Folhelho
- Siltito
- Arenito
- Conglomerado
- Diacnito
- Estratificação cruzada de baixo ângulo
- Estratificação cruzada hummocky
- Laminação wavy
- Interlaminagem
- Erosão
- Lente
- Dobra convexa

Fósseis e estruturas biológicas

- Tentaculados
- Equidemo
- Gastropodo
- Trilobita
- Brachiópodo
- Conário

Simbologia

- Correlação faciológica
- Correlação faciológica inferida
- Linha erosiva
- Falha
- Falha inversa
- Dique de diabásio
- Amostra com análise petrográfica

Litostratigrafia

- Gr. Itararé
- Fm. Ponta Grossa

Fácies

- IV
- III
- II
- I

Mapa de elevação

Mapa de situação

Ministério de Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências da Terra
Programa de Pós-Graduação em Geologia

Apêndice XIX. Carta de correlação dos afloramentos da Formação Ponta Grossa, Devoniano, Estado do Paraná

Discutor: Cristiano HG
Orientadora: Prof. Dra. Cristine Elvira Vega

Curitiba (PR)
2013

APÊNDICE XXI: Tabela de distribuição da bibliografia

Apêndice XXI (Parte 1). Estado da arte das principais pesquisas estratigráficas e paleontológicas da Formação Ponta Grossa (Devoniano), na Sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, em ordem cronológica.

Estratigrafia	Paleontologia Geral	Paleogeografia	Biogeografia
<p>Oliveira (1912) Oliveira (1927) Oppenheim (1936) Moraes Rego (1940) Carvalho (1941) Maack (1946a,b) Bodziak & Maack (1946) Maack (1947) Maack (1950-51) Maack (1963) Sandford & Lange (1960) Maack (1961) Petri & Fúlfaro (1966) Lange & Petri (1967) Northfleet <i>et al.</i> (1969) Ramos (1970) Schneider <i>et al.</i> (1974) Fulfaro <i>et al.</i> (1976) Rodrigues & Quadros (1976) Andrade & Camarço (1980) Fulfaro <i>et al.</i> (1982) Gama Jr. <i>et al.</i> (1982) Goulard & Jardim (1982) Andrade & Camarço (1982) Ferreira (1982) Diniz (1985) BRASIL (1986) Petri (1986) Popp & Popp (1986) Zalán (1987) Popp & Baldis (1989) Gama Jr. (1989) Zalán (1990) Grahm (1992) Soares (1992) Assine <i>et al.</i> (1994) Milani <i>et al.</i> (1994) Assine (1996) Della Fávera (1997)</p>	<p>Milani (1997) Petri (1997a,b) Assine <i>et al.</i> (1998) Milani (1998) Milani & Ramos (1998) Assine (1999) Bergamaschi (1999) Mendonça Filho (1999) Quintas <i>et al.</i> (1999) Pereira (2000) Rostirolla (2000) Assine (2001) Chaves <i>et al.</i> (2001) Bergamaschi & Pereira (2001) Borghi (2002) Milani (2004) Brazil (2004) Pinto (2004) Assine & Petri (1996) Bergamaschi & Pereira (1996) Petri (2006) Silva (2006) Silva (2007) Candido (2007) Candido & Rostirolla (2007) De Wit <i>et al.</i> (2007) Milani <i>et al.</i> (2007a,b) Rezende (2007) Castro (2008) Gama (2009) Ferreira <i>et al.</i> (2009) Oliveira (2009) Ferreira <i>et al.</i> (2010) Grahm & Bosetti (2010) Grahm <i>et al.</i> (2010a,b) Oliveira & Pereira (2010) Grahm <i>et al.</i> (2011) Zabini <i>et al.</i> (2012)</p>	<p>Derby (1878) Kayser (1900) White (1908) Clarke (1913a,b) Kozlowski (1913) Oliveira (1927) Oppenheim (1935) Carvalho (1941) Lange (1943) Petri (1948) Lange (1954) Lange & Petri (1967) Lange (1967) Melo (1985) Melo (1988) Popp & Baldis (1989) Daemon <i>et al.</i> (1996) Scheibel (1996) Bolzon <i>et al.</i> (1999) Azevedo <i>et al.</i> (2002) Ghilardi <i>et al.</i> (2002) Bosetti (2004) Ghilardi (2004) Souza <i>et al.</i> (2004) Bosetti (2007) Bosetti <i>et al.</i> (2006) Bosetti <i>et al.</i> (2007) Quadros (2007) Bosetti <i>et al.</i> (2008) Bosetti <i>et al.</i> (2009) Bosetti <i>et al.</i> (2010) Horodyski (2010) Bosetti <i>et al.</i> (2011) Fernandes (2011) Ghilardi <i>et al.</i> (2011) Bosetti <i>et al.</i> (2012) Mysznski Jr. (2012)</p>	<p>Du Toit (1927) Weeks (1947) Beurlen (1954) Bigarella (1954) Sandford & Lange (1960) Maack (1961) Maack (1963) Loczy (1966) Almeida (1967) Bigarella & Salamuni (1967) Lange & Petri (1967) Harrington (1967) Northfleet <i>et al.</i> (1969) Cooper (1977) Daemon (1981) Melo (1988) Daemon <i>et al.</i> (1996) Isaacson (1996)</p> <p>Maack (1961) Maack (1963) Lange & Petri (1967) Boucot (1971) Boucot (1975, p. 205-239) Popp (1985) Popp & Popp (1986) Popp & Baldis (1989) Melo (1988)</p>

Apêndice XXI (Parte 2). Estado da arte por grupos fósseis das principais pesquisas paleontológicas da Formação Ponta Grossa (Devoniano), na Sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, em ordem cronológica.

Braquiópodos	Moluscos	Conulários	Equinodermos	Plantas	Palinologia
Kayser (1900) Lange (1943) Boucot & Gill (1956) Quadros (1984) Quadros (1987) Bosetti (1989a,b,c) Bosetti & Moro (1989) Bosetti & Quadros (1996) Nunes (1999) Bosetti <i>et al.</i> (2006) Zabini <i>et al.</i> (2006) Zabini (2007) Zabini <i>et al.</i> (2007) Bosetti <i>et al.</i> (2008) Bosetti <i>et al.</i> (2010) Zabini <i>et al.</i> (2010) Cominsky & Bosetti (2011) Cominsky (2011) Cominsky <i>et al.</i> (2011) Zabini (2011)	Kayser (1900) Lange (1943) Morsch (1984) Morsch (1986) Morsch (1987) Kotzian & Marchioro (1997) Marchioro <i>et al.</i> (1998) Machado (1999) Kotzian (1995) Kotzian (2003)	Leme (2000) Simões <i>et al.</i> (2000a,b) Leme <i>et al.</i> (2000a,b,c) Leme <i>et al.</i> (2001) Rodrigues (2002) Rodrigues <i>et al.</i> (2003) Leme <i>et al.</i> (2004) Leme (2006) Rodrigues <i>et al.</i> (2006) Cantarelli & Dias (2008)	Lange (1943) Caster (1954a,b) Ferreira & Fernandes (1989) Bolzon & Bogo (1996) Bolzon & Scheffler (1997) Scheffler <i>et al.</i> (2001) Scheffler <i>et al.</i> (2002) Scheffler & Fernandes (2003) Scheffler (2004) Bosetti <i>et al.</i> (2005) Scheffler & Fernandes (2005) Scheffler (2006, 2007) Scheffler & Fernandes (2007a,b) Scheffler <i>et al.</i> (2008) Fernandes <i>et al.</i> (2011) Scheffler <i>et al.</i> (2011)	Oppenheim (1935) Reed (1941) Kräusel (1954) Sommer (1954) Kräusel (1960) Cruz & Soares (1996) Iannuzzi (1996) Guerra-Sommer <i>et al.</i> (1996) Gerriene <i>et al.</i> (2001) Milagres <i>et al.</i> (2007) Marcondes <i>et al.</i> (2011) Matsumura <i>et al.</i> (2011)	Lange (1949) Sommer (1963) Sommer (1964) Daemon & Quadros (1967) Carvalho & Oliveira (1981) Loboziak <i>et al.</i> (1988) Grahm (1991) Oliveira (1991) Dino <i>et al.</i> (1995a,b) Grahm (1997) Oliveira (1997) Oliveira & Borghi (1997) Dino (1999) Grahm <i>et al.</i> (2000) Grahm <i>et al.</i> (2002) Muller <i>et al.</i> (2004) Gaugris & Grahm (2006) Grahm <i>et al.</i> (2010c) Grahm <i>et al.</i> (2012)
Trilobitas	Ostracodes	Escolecodontes	Tentaculitoideos	Icnofósseis	
Popp (1985) Popp & Baldis (1989) Popp <i>et al.</i> (1996) Ghilardi (2004) Soares (2007) Soares <i>et al.</i> (2007) Ghilardi & Simões (2007) Soares <i>et al.</i> (2008a,b) Vega & Tavares (2008) Simões <i>et al.</i> (2009) Batista <i>et al.</i> (2010)	Lange (1943) Pinto & Purper (1986) Azevedo (1996)	Carvalho (1941) Lange (1943) Lange (1947) Lange (1950) Cruz & Soares (1996) Manoel & Lorenz Silva (2004) Gonçalves & Lorenz Silva (2009) Ericksoon <i>et al.</i> (2011) Soares (2012) Soares <i>et al.</i> (2012)	Ciguel <i>et al.</i> (1987) Ciguel (1989) Azevedo Soares (1999) Rodrigues <i>et al.</i> (2001) Fregatto <i>et al.</i> (2011) Fregatto (2011) Fregatto <i>et al.</i> (2012)	Leonardi (1982) Leonardi (1993) Campanha (1985) Fernandes & Melo (1985) Fernandes (1996) Fernandes & Carvalho (2002) Abelha <i>et al.</i> (2007)	

APÊNDICE XXII: Lista geral de amostras

Apêndice XXII. Listagem de amostras coletadas em afloramentos no Estado do Paraná, utilizadas neste estudo (L = amostra com lâmina; M = amostra processada com H₂O₂).

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
Afloramento Estrada de Ferro Jaguariaíva-Arapoti							
JAG 1	Ptn1	Folhelho siltoso cinza-escuro com planos de oxidação e moldes de braquiópodos - concha de <i>Australocoelia</i>	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	M	Processada
JAG 2	Ptn1	Tentaculitoideo	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	LabPaleo
JAG 3a	Ptn2	Bivalves e braquiópodos Siltito – arenito muito fino branco	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	L	-	Processada
JAG 3b	Ptn2	Bivalves e braquiópodos	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	LabPaleo
JAG 3c	Ptn2	Bivalves e braquiópodos	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	LabPaleo
JAG 4a	Ptn3	Nível de <i>Lingula</i> e moldes de conchas Siltito – arenito muito fino cinza claro com manchas de oxidação	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	L	-	Processada
JAG 4b	Ptn3	Nível de <i>Lingula</i> e moldes de conchas Siltito – arenito muito fino cinza claro com manchas de oxidação	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	L	-	Processada
JAG 4c	Ptn3	Nível de <i>Lingula</i> e moldes de conchas	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	LabPaleo
JAG 5	Ptn3	Pavimento de conchas	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	LabPaleo
JAG 6	Ptn4.01	Molde – braquiópodo calciado Concreção cinza com manchas de oxidação	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	L	-	Processada
JAG 7	Ptn4.02	Contramolde de nódulo (carbonático?) encontrado em siltito cinza-claro	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	M	Processada
JAG 8	Ptn4.03	Concreção	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	-	-	Processada
JAG 9	Ptn4	4ª visada após Ptn4 Siltito cinza claro com manchas de oxidação e carbonato em fratura?	Jaguariaíva (PR)	14/07/2012	L	-	Perdida

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
Afloramento Rio Guaricanga							
GUA 1a	VENT base	Folhelho siltoso cinza-escuro com planos de oxidação associado com moldes de braquiópodos e trilobitas, e impressões de plantas - <i>Australocoelia</i>	Ventania (PR)	15/07/2012	-	M	Processada
GUA 1b	VENT	<i>Australocoelia</i>	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 2a	VENT	Moldes de braquiópodos calciados	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 2b	VENT	Moldes de braquiópodos calciados	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 2c	VENT	Moldes de braquiópodos calciados	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 3	VENT	Siltito cinza escuro com braquiópodos e manchas de oxidação	Ventania (PR)	15/07/2012	L	-	Processada
GUA 4a	VENT	Siltito – arenito muito fino cinza escuro amalgamado com <i>Australospirifer</i> e trilobita (parte)	Ventania (PR)	15/07/2012	L	-	LabPaleo
GUA 4b	VENT	<i>Australospirifer</i> (fragmento da contraparte)	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 4c	VENT	<i>Australospirifer</i> (fragmento da contraparte)	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 4d	VENT	<i>Australospirifer</i> (fragmento da contraparte)	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 5a	VENT	<i>Australocoelia</i>	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 5b	VENT	<i>Australocoelia</i>	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 6	VENT	Moldes de <i>braquiópodos</i> calciados	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
GUA 7	VENT	Tentaculitoideo/moldes de vegetais	Ventania (PR)	15/07/2012	-	-	LabPaleo
Afloramento Fazenda Mutuca							
MUT 1a	Fz. Mut. a	Arenito fino rosa alaranjado	Ventania (PR)	15/11/2012	L	-	Processada
MUT 1b	Fz. Mut. b	Siltito	Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 1c	Fz. Mut. c	Siltito	Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 2	Fz. Mut. L1		Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 3	Fz. Mut. L2		Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
MUT 4	Fz. Mut. L3		Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 5	Fz. Mut. L4		Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 6	Fz. Mut. L5		Ventania (PR)	15/11/2012	-	-	LabPaleo
MUT 7	Fz. Mut. L5I	Siltito cinza claro	Ventania (PR)	15/11/2012	L	-	LabPaleo
Afloramento Ventania (Lambedor)							
VEN 1	P5.1		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 2	P5.2		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 3	P5.3		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 4	P7	Lambedor	Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 5	P12.1a		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 6	P12.1b	Argilito cinza claro – folhelho	Ventania (PR)	16/11/2012	L	-	Processada
VEN 7	P12.1c		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 8	P13.1a		Ventania (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
VEN 9		Bloco de arenito médio a grosso branco a róseo com manchas de oxidação próximo ao trilho do trem (Gr. Itararé?)	Ventania (PR)	16/11/2012	L	-	LabPaleo
Afloramento Hotel Fazenda							
HFZ 1	S.1.1a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 2	S.1.1b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 3	S.1.2a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 4	S.1.2b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 5	S.1.2c		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 6	S.1.2d		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 7	S.1.3a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 8	S.1.4a	Siltito cinza claro maciço com molde de braquiópodo	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	-	Processada
HFZ 9	S.1.5a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 10	S.1.5b	Siltito –arenito fino róseo com nódulos (carbonáticos?)	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	-	Processada

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
HFZ 11	S.1.5c	Siltito variegado rosa/branco com nódulos (carbonáticos?)	Tibagi (PR)	16/11/2012	-	M	Processada
HFZ 12	S.1.6a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 13	S.1.6b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 14	S.1.6c		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 15	S.1.6d		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 16	S.1.6e		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 17	S.1.7a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 18	S.1.8a	Arenito róseo maciço	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	-	Processada
HFZ 19	S.2.1a	Folhelho argiloso cinza claro	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	-	Processada
HFZ 20	S.2.1b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 21	S.2.1c		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 22	S.2.1d		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 23	S.2.2a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 24	S.2.2b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 25	S.2.3a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 26	S.2.4a		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 27	S.2.4b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 28	S.2.4c		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 29	S.2.4d		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 30	S.2.4e		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 31	S.2.4f		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 32	S.2.5a	Siltito vermelho-arroxeadado com manchas de oxidação e escolecodontes	Tibagi (PR)	16/11/2012	-	M	Processada
HFZ 33	S.2.5b		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	M	Processada
HFZ 34	S.2.6a	Folhelho argilosos cinza-escuro com finas intercalações de siltito/arenito muito fino branco (laminação wavy)	Tibagi (PR)	16/11/2012	-	M	Processada
HFZ 35	S.2.6b	Folhelho preto com manchas de oxidação	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	-	Processada

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
HFZ 36	S.2.6c	Folhelho preto	Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	Processada
HFZ 37	S.3.1a	Siltito/arenito muito fino roxo-avermelhado com máculas laranjas de oxidação e laminação wavy	Tibagi (PR)	16/11/2012	L	M	Processada
HFZ 38	S.3.1b	Folhelho argilo-siltoso cinza-claro	Tibagi (PR)	16/11/2012	-	M	LabPaleo
HFZ 39	S.3.1c		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
HFZ 40	S.3.1d		Tibagi (PR)	16/11/2012	-	-	LabPaleo
Afloramento - Arroio São Domingos – Trevo Telêmaco-Borba							
TIB 1	P.14.1a	Folhelho siltoso cinza-claro amarelado micáceo associado com braquiópodos calciados, trilobitas e lingúldeos. Amostra bioturbada.	Tibagi (PR)	17/11/2012	-	M	Processada
TIB 2	P.14.2a		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 3	P.14.2b		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 4	P.14.2c	Folhelho siltoso cinza claro com interlaminações de arenito muito fino com manchas de oxidação	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	-	Processada
TIB 5	P.14.2d		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 6	P.14.2e		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 7	P.14.2f		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 8	P.14.2g		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 9	P.14.2h		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 10	P.14.2i		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 11	P.14.2j		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 12	P.14.2k		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 13	P.15.1a	Folhelho silto-argiloso cinza claro	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	-	LabPaleo
TIB 14	P.15.1b		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 15	P.15.3a		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 16	P.15.4a		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
TIB 17	P.15.5a	Arenito muito fino amarelo-alaranjado "piritizado" (?)	Tibagi (PR)	17/11/2012	-	M	LabPaleo
TIB 18	P.16.1a		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 19	P.16.1b		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 20	P.16.2a		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 21	P.16.2b	Iconofósseis didático	Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 22	P.17.1a	Siltito branco rosado maciço	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	-	LabPaleo
TIB 23	P.17.1b		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 24	P.17.1c		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 25	P.17.1d		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 26	P.17.1e		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 27	P.17.1f	Folhelho – arenito muito fino com laminação wavy e lingulídeos	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	-	LabPaleo
TIB 28	P.17.1g		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 29	P.17.1h	Siltito/arenito muito fino cinza com laminação wavy e moldes de plantas e lingulídeos	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	M	LabPaleo
TIB 30	P.17.1i		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 31	P.17.1j		Tibagi (PR)	17/11/2012	-	-	LabPaleo
TIB 32	P.17.2a	Siltito – arenito muito fino com oxidações maciço	Tibagi (PR)	17/11/2012	L	-	LabPaleo
Afloramentos Zona Urbana – Ponta Grossa							
PTG 1	P.18.2a		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
PTG 2	P.18.3a	Siltito – arenito muito fino micáceo cinza claro com tentaculitoideos	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	L	-	LabPaleo
PTG 3	P.19.1a		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
PTG 4	P.19.1b		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
PTG 5	P.19.2a	Nódulo/concreção ferruginosa	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	L	-	Processada
PTG 6	P.19.4a	Seixo	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo

Nova sigla	Sigla original	Observação	Localidade	Data de coleta	Laminação	Preparação	Situação
PTG 7	P.19.3a	Lente de arenito branco acinzentado com estratificações plano-paralelas	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	L	-	Processada
PTG 8	P.19.3b		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
PTG 9	P.19.5a	Arenito fino a médio micáceo roxo maciço	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	M	Processada
PTG 10	P.19.6	Três fragmentos	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
Afloramento Rio Caniú							
CAN 1	P20.1a	Siltito/arenito muito fino cinza escuro com nódulos de piritas e abundantes fragmentos de psilófitas no topo da amostra (moldes e impressões)	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	L	M	Processada
CAN 2	P20.1b		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 3	P20.1c		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 4	P20.1d		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 5	P20.2a		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 6	P20.2b		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 7	P20.2c		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 8	P20.2d		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 9	P20.2e		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 10	P20.2f		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 11	P20.2g	Folhelho siltoso cinza-claro com impressões de equinodermos associados a moldes de bivalves, lingulídeos, e tentaculitoídeos – arenito muito fino branco cinza claro/escuro com laminação wavy e bioturbações	Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	L	M	Processada
CAN 12	P20.2h		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo
CAN 13	P20.3a		Ponta Grossa (PR)	18/11/2012	-	-	LabPaleo

APÊNDICE XXIII: Descrição de lâminas delgadas

Apêndice XXIII. Descrição sumária das lâminas delgadas.

Lâmina	Composição	Microfósseis	Granulometria dos grãos de quartzo (Wentworth 1922)	Observações	Classificação (Folk 1980)	Sigla (Folk 1980)
JAG 3	Quartzo 40% Bioelementos 20% Micas (sericita, muscovita, biotita, glauconita) 15% Feldspato 10% Pesados (zircão, epidoto, turmalina, apatita) 10% Opacos (pirita) 5% Bioclasto fosfático (colofano) tr	Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes CO Prasinófitas indet. CO Tasmanites spp. CO Radiolários RA	Silte médio (25 µm)	Presença de cimento silicoso microcristalino, deformação por compactação de micas e bioturbações.	Nome granulométrico: Lutito - Lamito	M
JAG 4A	Bioelementos 35% Quartzo 30% Micas (clorita, sericita, biotita) 20% Feldspato 10% Pesados (turmalina, zircão, apatita) 5% Opacos (pirita) 5%	Tasmanites spp. MA Escolecodontes FR Matéria orgânica indet. CO Fitoclastos indet. CO	Silte grosso (40 µm)	Quartzo monocristalino, subanguloso com inclusões. Presença de pirita framboidal.	Nome granulométrico: Lutito - Lamito com matéria orgânica	Morg
JAG 4B	Bioelementos 35% Quartzo 30% Micas (clorita, sericita, biotita) 20% Feldspato 10% Pesados (turmalina, zircão, apatita) 5% Opacos (pirita) 5%	Tasmanites spp. MA Radiolários CO Escolecodontes RA Moldes indet. RA	Areia muito fina (70 µm)	Presença de bioturbações.	Nome granulométrico: Arenito muito fino argiloso Nome textural: Subarcóseo	cSvf
JAG 6	Bioelementos 85% Micas (clorita, sericita, muscovita) 10% Opacos (pirita) 5% Quartzo tr	Matéria orgânica indet. FR Escolecodontes CO Radiolários FR Tentaculitoídeo ? CO Tasmanites spp. RA Quitinozoários RA Prasinófitas indet. RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA	Silte médio (25 µm)	Presença de grãos de quartzo recristalizados, fraturas com acúmulo de matéria orgânica amorfa e bioturbações.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito com matéria orgânica (Folhelho)	Corg
JAG 9	Micas (sericita, muscovita, clorita) 60% Bioelementos 25% Quartzo 10% Opacos 5% Pesados (zircão, apatita, turmalina) tr Feldspato tr	Matéria orgânica indet. FR Prasinófitas indet. CO Talos de psilófitas RA Tasmanites spp. RA Radiolários RA Quitinozoário RA	Silte médio (20 µm)	Quartzo monocristalino, subanguloso a anguloso, com muscovita e recristalização de sílica.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito com matéria orgânica (Folhelho)	Corg
JAG 9B	Micas (sericita, muscovita, clorita) 60% Bioelementos 30% Quartzo 10% Opacos tr Pesados (zircão, apatita, turmalina) tr Feldspato tr	Radiolários MA Talos de psilófitas RA Prasinófitas indet. RA Tasmanites spp. RA Matéria orgânica indet. RA Spongiophyton spp. RA	Silte médio (20 µm)	Bioturbações presentes. Fitoclastos com estrutura celular de <i>Spongiophyton</i> spp..	Nome granulométrico: Lutito - Argilito (Folhelho)	C
GUA 3	Micas (sericita, muscovita, clorita, biotita) 45% Bioelementos 30% Quartzo 20% Feldspato 5% Pesados (zircão) tr Opacos tr	Matéria orgânica indet. AB <i>Botryococcus</i> spp. AB Fitoclastos indet. FR Prasinófitas indet. CO Radiolários RA Escolecodontes RA Quitinozoários RA	Silte médio (30 µm)	Bioturbações presentes. Matriz orgânica e argilosa.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito	C
GUA 4	Quartzo 45% Micas (sericita, muscovita, biotita) 30% Bioelementos 25% Feldspato 5% Opacos tr Pesados (hornblenda, glauconita) tr Quartzo 75%	Matéria orgânica indet. MA Quitinozoários RA Escolecodontes RA Fitoclastos indet. RA Radiolários RA Moldes (moluscos ?) RA	Areia muito fina (100 µm)	Presença de bioturbações pelíticas e arenosas; pirita framboidal e grãos de quartzo angulosos, monocristalinos ou policristalinos, suturados.	Nome granulométrico: Arenito muito fino siltoso Nome textural: Subarcóseo	zSvf
MUT 1A	Micas (glauconita, sericita) 10% Feldspato 5% Bioelementos 5% Pesados (epidoto hornblenda, zircão, titanita) 5% Opacos tr	Fitoclastos indet. RA (<i>Spongiophyton</i> ? spp.)	Areia fina (150 µm) com grãos de areia grossa (600 µm)	Má seleção.	Nome granulométrico: Arenito fino argiloso Nome textural: Subarcóseo	cSf
MUT 7	Quartzo 70% Feldspato (potássico, plagioclásio) 10% Micas (sericita, muscovita, glauconita) 10% Opacos 5% Bioelementos 5%	Matéria orgânica indet. CO	Areia muito fina (110 µm) com grãos até areia média (350 µm)	Quartzo subanguloso, monocristalino com inclusões em matriz pelítica. Provável origem granítica. Plagioclásio com geminação e feldspato potássico sericitizado.	Nome granulométrico: Arenito muito fino a médio argiloso Nome textural: Subarcóseo	cSvf-m
VEN 6	Micas 80% Bioelementos 10% Quartzo 10%	Radiolários FR Escolecodontes CO Matéria orgânica indet. CO Moldes (ostracodes ou bivalves) RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA	Silte grosso (50 µm)	Bioturbações presentes.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito bioturbado (Folhelho)	C
VEN 9	Quartzo 85% Feldspato 5% Fragmentos líticos 5% Micas (sericita, muscovita) 5% Opacos (pirita) tr Pesados (zircão) tr Bioelementos tr	Matéria orgânica indet. RA	Areia grossa (600 µm)	Quartzo arredondado, contatos suturados, maioria não compactada. Cimentado parcialmente por opacos, sílica microcristalina ou com matriz micácea e argilominerais em franja. Eventuais fragmentos de granitos. Porosidade boa. Parcialmente cimentado com sílica microcristalina.	Nome granulométrico: Arenito grosso Nome textural: Subarcóseo/quartzarenito	Sc
HFZ 8	Quartzo 60% Micas (muscovita, glauconita) 10% Bioelementos 10% Pesados (zircão, epidoto, titanita) 5% Opacos 5%	Matéria orgânica indet. MA Fitoclastos indet. MA Escolecodontes FR Quitinozoários RA Fragmento de molusco RA	Areia muito fina (110 µm) com grãos até areia fina (220 µm)	Quartzo monocristalino, subanguloso com contatos suturados e inclusões. Cimento de sílica radial e microcristalina.	Nome granulométrico: Arenito muito fino a fino argiloso Nome textural: Quartzarenito	cSvf-f
HFZ 10	Micas (sericita, glauconita, muscovita) 50% Quartzo 40% Feldspato 5% Bioelementos 5% Opacos tr Pesados tr	Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes ? MA Radiolários FR Moldes (moluscos ?) CO Equinodermos ? CO Tasmanites spp. RA Moldes (ostracodes ?) RA	Areia muito fina (70 µm)	Quartzo subanguloso a anguloso, por vezes prismático, com extinção ondulante ou microcristalino (maioria dos cristais). Matriz micácea (sericita principalmente) com muitos óxidos e matéria orgânica amorfa. Parte da matriz é formada por sílica microcristalina. Presença de glauconita detrítica e moldes indeterminados com bordas pirritizadas ou preenchidos por argilominerais. Presença de bioturbações arenosas. Próximo ao dique de diabásio.	Nome granulométrico: Lutito - Lamito arenoso bioturbado	sM
HFZ 18	Quartzo 55% Bioelementos 15% Opacos 10% Micas (muscovita, glauconita) 10% Feldspato 5% Pesados (zircão, titanita, estauroлита, allanita) 5%	Matéria orgânica indet. MA Fitoclastos indet. MA Quitinozoários FR Escolecodontes RA	Areia fina (180 µm)	Quartzo subanguloso a anguloso, mono-policristalino, com bordas irregulares, sobrecrecimento de quartzo, contatos suturados, por vezes fraturados, com inclusões de turmalina. Muscovita lamelar e quantidade de matéria orgânica preta >> castanha. Próximo ao dique de diabásio.	Nome granulométrico: Arenito fino argiloso com matéria orgânica Nome textural: Subarcóseo	cSf
HFZ 19	Micas (sericita, muscovita, glauconita) 90% Quartzo 5% Bioelementos 5% Pesados tr	Radiolários MA Moldes indet. CO Matéria orgânica indet. CO Quitinozoários RA Escolecodontes RA Molde de tentaculitoídeo ? RA Tasmanites spp. RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA	Silte médio (30 µm)	Bioturbações arenosas presentes.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito (Folhelho)	C

Lâmina	Composição	Microfósseis	Granulometria dos grãos de quartzo (Wentworth 1922)	Observações	Classificação (Folk 1980)	Sigla (Folk 1980)
HFZ 35	Micas (sericita, muscovita, glauconita) 70% Quartzo 20% Bioelementos 10% Feldspato (potássico, plagioclásio) 5% Pesados (zircão) 5% Opacos (pirita) tr	Radiolários MA Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes CO Quitinozóários RA Moldes (braquiópodos ?) RA	Silte grosso (60 µm)	Níveis de arenito muito fino planares, com contato basal abrupto – bioturbações com glauconita pequena, diagenética; quartzo subanguloso, monocristalino com pesos e moldes de invertebrados. A quantidade de quartzo dentro do siltito é inferior a 15%. Proporção de matéria orgânica escura e clara 7:3.	Nome granulométrico: Lutito – Lamito (Folhelho)	C
HFZ 37	Micas (sericita, muscovita) 30% Quartzo 20% Feldspato (potássico) 10% Pesados (zircão) tr	-	Silte médio (25 µm)	Quartzo subanguloso, feldspatos potássico e plagioclásio geminados, muscovita lamelar, arcabouço constituído por opacos, maioria eudral (pirita). Oxidações ovais podem ser bioturbações.	Nome granulométrico: Lutito – Lamito com cimento piritoso	C
TIB 4	Micas (sericita, muscovita, glauconita) 35% Quartzo 35% Feldspato 10% Bioelementos 10% Pesados (turmalina, zircão) 5% Opacos (pirita) 5%	Matéria orgânica indet. AB Quitinozóários CO Radiolários RA Escolecodontes RA Molde de tentaculitoideo ? RA	Areia fina (175 µm)	Bioturbações com argilominerais, alguns grãos de quartzo sustentados pela matriz, ao passo que a rocha como um todo apresenta concentrações equilibradas de quartzo e micas. Feldspatos sericitizados.	Nome granulométrico: Arenito fino argiloso bioturbado Nome textural: Subarcóseo	cSf
TIB 13	Micas 40% Quartzo 30% Bioelementos 20% Feldspato 5% Opacos 5% Pesados (zircão, turmalina) tr	Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes FR Moldes indet. CO Tasmanites spp. RA Fitoclastos indet. RA Algas coloniais RA Quitinozóários RA Radiolários RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA	Silte grosso (60 µm)	Presença de laminação wavy e bioturbações, predominantemente quartzosas, com opacos (pirita eudral) e minerais pesados (zircão e turmalina). Quartzo monocristalino em contato suturado e sobre crescimento dentro das bioturbações. Feldspato potássico sericitizado.	Nome granulométrico: Lutito – Lamito	C
TIB 22	Quartzo 75% Micas (sericita, muscovita, glauconita) 10% Bioelementos 10% Feldspato 5% Opacos (pirita) tr Pesados (zircão, turmalina) tr	Matéria orgânica indet. MA Fitoclastos indet. FR Algas coloniais RA Moldes indet. (ostracodes) RA	Areia fina (125 µm) com grãos até areia média (280 µm)	Maciço com porosidade fechada. Quartzo médio subanguloso - subarredondado com sobre crescimento silicoso e inclusões de turmalina. Relação de matéria orgânica escura igual à clara.	Nome granulométrico: Arenito fino a médio argiloso Nome textural: Subarcóseo	cSf-m
TIB 27	Arenito 65%: Quartzo 65% Feldspato 10% Micas (sericita, muscovita, clorita, glauconita) 10% Bioelementos 10% Opacos, pesados (zircão, turmalina) 5% Folhelho 35%: Micas 70% Bioelementos 20% Quartzo 10% Feldspato, pesados, opacos tr	Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes CO Fitoclasto indet. CO Radiolários RA Algas coloniais RA Tasmanites spp. RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA Moldes (ostracodes ?) RA	Silte grosso (50 µm)	Bioturbações presentes, representando hiatos de arenito muito fino. Quantidade de matéria orgânica escura > clara. Cimento silicoso.	Nome granulométrico: Arenito muito fino/argilito (Folhelho) bioturbado Nome textural: Subarcóseo	Sf/C
TIB 29	Micas (sericita, muscovita, clorita, glauconita) 50% Quartzo 20% Bioelementos 20% Feldspato K e plagioclásio, opacos, pesados tr	Matéria orgânica indet. MA Fitoclastos indet. FR Escolecodontes FR Moldes (prasinófitas) CO Moldes (gastropodos) CO Moldes (braquiópodos) CO Tasmanites spp. RA Algas coloniais RA	Silte médio (20 µm)	Lutito rico em argilominerais, e bioturbações arenosas. Quartzo detrítico monocristalino, subanguloso com inclusões.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito (Folhelho)	C
TIB 32	Micas (sericita, clorita, muscovita) 80% Quartzo 10% Bioelementos 10% Feldspato tr Pesados (turmalina e zircão) tr Opacos tr	Matéria orgânica indet. MA Escolecodontes FR Algas coloniais RA Moldes (prasinófitas) RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA Radiolários RA	Silte grosso (55 µm)	Moldes grandes (trilobita ?). Quartzo microcristalino, subanguloso em matriz argilosa. Dominância de material orgânico escuro (10:1).	Nome granulométrico: Lutito - Argilito (Folhelho)	C
PTG 2	Quartzo 35% Bioelementos 35% Micas (sericita, muscovita, biotita, clorita, glauconita) 15% Feldspato 10% Opacos 5% Pesados (zircão, epidoto, turmalina) tr	Matéria orgânica indet. MA Fitoclastos indet. MA Escolecodontes RA Quitinozóários RA	Areia muito fina (90 µm)	Arenito muito fino com lâminas de argila e matéria orgânica amorfa, maioria escura. Alguns bioclastos grandes, além de bioturbações argilosas e arenosas. Porosidade fechada. Quartzo monocristalino subanguloso, com inclusões e contato suturado. Glauconita granular, detrítica.	Nome granulométrico: Arenito muito fino argiloso Nome textural: Subarcóseo	Sf/C
PTG 5	Opacos (pirita) 80% Micas (sericita, glauconita?) 10% Bioelementos 5% Quartzo 5%	Moldes (prasinófitas) MA Trilobita ? RA	Areia muito fina (80 µm)	Concreção em arenito muito fino com arcabouço de opacos (pirita framboidal). Quartzo monocristalino, subanguloso com inclusões, e molde indeterminado no centro da concreção que parece glabella de trilobita.	Concreção piritosa	P
PTG 7	Opacos (pirita) 50% Quartzo 40% Micas (muscovita, clorita) 10% Zircão tr Bioelementos tr	Matéria orgânica indet. MA Moldes indet. RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA Equinodermos ? RA	Areia muito fina (75 µm)	Quartzo monocristalino, subanguloso, com suturas e inclusões de turmalina. Arcabouço cimentado por óxidos e acessoriamente, micas.	Nome granulométrico: Arenito muito fino argiloso piritizado Nome textural: Quartzarenito	cSf
CAN 1	Micas 85% Quartzo 10% Bioelementos 5% Feldspato tr Opacos tr	Psilófitas indet. MA (Spongiophyton ? spp.) Matéria orgânica indet. FR Prasinófitas indet. CO Moldes indet. RA	Silte grosso (60 µm)	Micas deformadas por compactação.	Nome granulométrico: Lutito - Argilito com moldes de plantas	C
CAN 11	Siltito 70%: Quartzo 30% Micas (sericita, muscovita e glauconita) 30% Bioelementos 30% Feldspato 10% Opacos tr Zircão tr Arenito 30%: Quartzo 70% Micas (sericita, muscovita e glauconita) 20% Opacos 5% Bioelementos 5% Feldspato tr Zircão e turmalina tr	Siltito: Matéria orgânica indet. AB Tasmanites spp. RA Radiolários FR Radiolário piritizado RA Foraminíferos bentônicos aglutinantes indet. RA Arenito: Matéria orgânica indet. FR Tasmanites spp. RA	Silte grosso (50 µm) até areia muito fina (80 µm)	Presença de bioturbações, glauconita detrítica dentro do arenito e feldspato potássico sericitizado.	Nome granulométrico: Lutito – Lamito/arenito muito fino argiloso Nome textural: Quartzarenito	C/cSf

