UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TAFONOMIA COMPARADA DOS CONULATAE
COLLINS ET AL. 2000, FORMAÇÃO PONTA GROSSA,
DEVONIANO (?LOCHKOVIANO-FRASNIANO),
BACIA DO PARANÁ: IMPLICAÇÕES
PALEOAUTOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS**

Sabrina Coelho Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

SÃO PAULO
2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TAFONOMIA COMPARADA DOS CONULATAE COLLINS ET AL.
2000, FORMAÇÃO PONTA GROSSA, DEVONIANO
(?LOCHKOVIANO-FRASNIANO), BACIA DO PARANÁ:
IMPLICAÇÕES PALEOAUTOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS**

SABRINA COELHO RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

Examinadores: Prof. Dr. Michael Holz

Prof. Dr. Setembrino Petri

SÃO PAULO
2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TAFONOMIA COMPARADA DOS CONULATAE COLLINS ET AL.
2000, FORMAÇÃO PONTA GROSSA, DEVONIANO
(?LOCHKOVIANO-FRASNIANO), BACIA DO PARANÁ:
IMPLICAÇÕES PALEOAUTOECOLÓGICAS E
PALEOAMBIENTAIS**

Sabrina Coelho Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentação

DEDALUS - Acervo - IGC

30900011579

SÃO PAULO, SP
2002

SUMÁRIO

I. LISTA DE FIGURAS	i
II. LISTA DE QUADROS	iii
III. LISTA DE ABREVIATURAS	iv
IV. AGRADECIMENTOS	v
V. RESUMO	viii
VI. ABSTRACT	xiii
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. PROBLEMÁTICA ENVOLVIDA	3
1.2. JUSTIFICATIVA	6
2. OBJETIVOS	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. GEOLOGIA DA ÁREA	10
3.2. COLETA DE BLOCOS ORIENTADOS DE ROCHAS	14
3.3. PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES E BLOCOS DE ROCHAS	16
4. RESULTADOS	20
4.1. MODOS DE PRESERVAÇÃO DOS CONULÁRIOS	20
4.2. AGRUPAMENTOS ("CLUSTERS") DE CONULÁRIOS	31
4.3. DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DOS PADRÕES DE PRESERVAÇÃO	31
4.4. MODOS DE PRESERVAÇÃO <i>VERSUS</i> FEIÇÕES MORFOMÉTRICAS	32
5. DISCUSSÃO	41
5.1. ANÁLISE TAFONÔMICA BÁSICA	41
5.2. PALEOAUTOECOLOGIA	51
5.2.1. Modo de Vida	51
5.2.2. Fixação ao Substrato	51
5.2.3. Significado da Parede Basal ("Schott")	54
5.2.4. Conulários como formas solitárias ou coloniais/gregárias	58
5.2.5. Distribuição paleoambiental (Fácies e Estratigrafia de Sequências)	59
5.3. TAFONOMIA E SISTEMÁTICA	66
6. CONCLUSÕES	72
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
 ANEXO	 93

I. LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização dos afloramentos da Formação Ponta Grossa	9
Figura 2- Diagrama espaço-tempo para o intervalo "Furnas-Ponta Grossa", na sub-bacia Apucarana, Bacia do Paraná	11
Figura 3- Seção colunar do afloramento situado na estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti, Jaguariaíva, PR, Formação Ponta Grossa, Seqüência B	13
Figura 4- Coleta de blocos orientados de rochas	15
Figura 5- Preservação parcial da teca de conulários, na região basal	21
Figura 6- Conulários verticalmente orientados e inclinados, em relação ao plano de acamamento	23
Figura 7- Agrupamentos de <i>Conularia quichua</i>	24
Figura 8- Espécimes de conulários preservados em associação com Orbiculoidea	25
Figura 9- Conulário com parede basal preservada	27
Figura 10- Conulários horizontalmente preservados, em relação ao plano de acamamento, incluindo as subclasses I, II e III	28
Figura 11- Conulários horizontalmente preservados, em relação ao plano de acamamento, incluindo as subclasses IV e V	30
Figura 12- Esfoliação da teca de conulários	35
Figura 13- Morfologia geral dos conulários	36
Figura 14- Ornamentação da teca de <i>Conularia quichua</i> , incluindo o espaçamento entre os cordões	37

Figura 15- Trajetórias tafonômicas hipotéticas, para explicar o registro preservado e a resolução paleoecológica de conulários da Formação Ponta Grossa.....	43
Figura 16- Esquema hipotético da distribuição batimétrica dos registros preservados, segundo o gradiente de águas rasas/profundas	44
Figura 17- Desenho hipotético representando a relação entre correntes tracionais e a preservação de conulários horizontais e inflados	47
Figura 18- Esquema hipotético da formação da parede basal, por indução de correntes tracionais	57
Figura 19- Esquema hipotético da distribuição batimétrica de feições tafonômicas e paleoecológicas para conulários, segundo o gradiente de águas rasas/profundas	60

II. LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Medidas de espaçamento entre os cordões, nas regiões da abertura, meio e base da teca de conulários.....	33
Quadro 2- Valores para ângulos basais, em todas as faces, com medidas realizadas no 1/3 inferior da teca de conulários.....	34
Quadro 3- Classes tafonômicas para os conulários do Devoniano da Bacia do Paraná.....	42

III. LISTA DE ABREVIATURAS

IBB/UNESP- Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu;

IGc/USP- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Câmpus de São Paulo;

UNG- Universidade de Guarulhos;

UEPG- Universidade Estadual de Ponta Grossa;

DZP- Departamento de Zoologia, Paleontologia. Sigla da Coleção Científica de Paleontologia do Departamento de Zoologia, IBB/UNESP;

GP/E- Sigla da Coleção de Entrada do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, IGc/USP;

CuPg- Sigla de controle interno da Coleção Científica de Paleontologia do Laboratório de Geociências, UNG;

D-058- Sigla da Coleção Científica de Paleontologia do Departamento de Geociências, UEPG;

IV. AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar os meus mais sinceros agradecimentos às diversas pessoas e instituições que contribuíram, com grande esforço, para a realização dessa pesquisa, dentre essas:

Ao Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões, pela orientação, pelo treinamento e oportunidades profissionais oferecidas, pela contribuição ao meu crescimento acadêmico e pessoal, bem como pelo constante estímulo e confiança, durante a execução da dissertação;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelos financiamentos concedidos na forma de Bolsa de Iniciação Científica (Proc. 99/10823-5) e Bolsa de Mestrado (Proc. 00/14903-2);

Ao Instituto de Geociências e ao Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, pela infra-estrutura disponibilizada;

Ao Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências (UNESP, Botucatu, SP), especialmente ao Laboratório de Paleozoologia Evolutiva, por permitir o uso de suas instalações, equipamentos e coleções;

Ao Prof. Dr. Heyo Van Iten (Hanover College, Indiana), pelo envio de separatas de difícil acesso, pelos comentários e longas discussões de diversos tópicos referentes às questões paleoecológicas dos conulários;

À Profa. Dra. Lúcia Negreiros Fransozo (IBB-UNESP, Botucatu, SP), por facultar o uso dos equipamentos, obtidos através do projeto FAPESP (Proc. 98/03134-6), para obtenção das imagens digitais;

Ao Prof. Dr. Michel Holz (UFRGS, Porto Alegre, RS), pelas sugestões e discussões, principalmente no que diz respeito à estratigrafia da sequência estudada;

Ao Prof. Antônio Carlos Marques (IB-USP, São Paulo, SP), pelas discussões pertinentes aos Conulatae;

Aos Profs. Élvio Bosseti (UEPG, Ponta Grossa, PR), Luiz Eduardo Anelli (USP, São Paulo, SP), Maria Judite Garcia (UnG, Guarulhos, SP) e Rita de Cássia Tardin Cassab (CPRM, Rio de Janeiro, RJ), pela gentileza ao emprestar material das coleções científicas para comparação e estudo;

Ao Prof. Dr. Nelson Bernardi, pelo auxílio nas leituras dos artigos em alemão, pelos comentários a respeito da terminologia morfológica empregada, dentre outros;

Ao Prof. Dr. Fábio Lang da Silveira (IB-USP, São Paulo, SP) e ao MSc André C. Morandini, por disponibilizarem espécimes vivos de coronados para observações, referências bibliográficas, bem como pelos comentários gerais a respeito do grupo estudado;

Ao Prof. Dr. Fernando Portela Marques, pelo revisão do *abstract*;

Aos Profs. Dr. Antônio Carlos Sequeira Fernandes (UFRJ, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ), Dr. Michal Kowalewski (Department of Geosciences, Virginia Tech. and State University) e a MSc. Ana Vitoria B Araújo (Department of Chemistry, The University of Arizona), pelo auxílio na obtenção de várias referências bibliográficas;

Aos estudantes de pós-graduação Biol. Juliana de Moraes Leme (IGc-USP), MSc. Alexandre Magno Feitosa Sales (IGc-USP), MSc. Fernanda de Freitas Torello (IGc-USP), MSc. Luiz Henrique Cruz de Mello (IGc-USP), MSc. Renato Pirani Ghilardi (IGc-USP) e aos estudantes de graduação (IBB-UNESP) Fawaz Ali Jamal Filho, Hélio Kushima, Marcos César Bissaro Jr., pelo auxílio nos trabalhos de campo;

Ao técnico do Departamento de Zoologia (IBB-UNESP, Botucatu, SP), Sr. Hamilton Antônio Rodrigues, pelo grande esforço nas atividades de coleta e nos trabalhos de campo;

À Sra. Lígia Barrozo Simões, pelo auxílio nos serviços de fotografia;

À Sra. Maria Antonieta Caricati Silva, pela confecção dos desenhos;

À Juliana de Moraes Leme, pelas experiências de vida, pelo apoio e paciência nas horas difíceis, por estar ao meu lado, participando de minhas maiores conquistas, e, principalmente, por nossa sólida amizade;

Ao Renato Pirani Ghilardi, pelos diversos auxílios prestados, pelo companheirismo profissional e pela amizade;

Ao Alexandre Magno Feitosa Sales pelo auxílio em São Paulo, bem como pela amizade estabelecida;

À família Miyamoto pela amizade e pela maneira carinhosa que me receberam em sua casa, durante minha estada em São Paulo;

Às minhas tias Neide e Nice pela hospitalidade durante minha permanência em São Paulo, além da forte admiração e incentivo;

Aos meus familiares, pelo exemplo de vida e, especialmente, pelo amor e estímulo que sempre pude contar;

Ao Agnel, pelo carinho, compreensão, paciência e incansável incentivo.

V. RESUMO

No presente estudo, uma análise tafonômica de alta resolução é apresentada para os Conulatae da Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), da Sub-bacia Apucarana, Bacia do Paraná. O estudo está fundamentado, principalmente, nas ocorrências de conulários encontrados em sedimentitos da Sequência B, litoestratigraficamente correspondente ao Membro Jaguariaíva, aflorantes no município homônimo. Dados tafonômicos de ocorrências coevas, encontradas no município de Ponta Grossa são também analisados.

Os dados tafonômicos indicam que os conulários [*Conularia quichua* Ulrich 1890 e *Paraconularia africana* (Sharpe 1856)] estão preservados, segundo três classes tafonômicas, identificadas a partir de: a- sua atitude em relação ao plano de acamamento; b- se representado por indivíduos isolados ou agrupados; c- o grau de bioturbação dos estratos; d- o grau e tipo de deformação apresentado pelas tecas e, e- a sua posição estratigráfica na sucessão estudada.

A primeira classe inclui conulários verticalmente orientados, com a abertura para cima e dispostos com o eixo maior orientado cerca de 90° a 70°, em relação ao plano de acamamento. Ocorrem, na maioria das vezes, inflados, completos, incluindo formas isoladas e agrupamentos com dois ou três indivíduos. Estão presentes em siltitos maciços ou incipientemente laminados, às vezes, com icnofósseis isolados, discretos. Nesses sedimentitos, fósseis de organismos bentônicos vágeis não foram verificados.

A segunda classe engloba conulários inflados, inclinados, com seu eixo maior disposto cerca de 60° a 20°, em relação plano de acamamento, ocorrendo isolados ou em agrupamentos de dois ou três espécimes. Inclui também espécimes completos, preservados com a abertura orientada para cima, em sua grande maioria. Orbiculoidea e moldes de *Schuchertella* sp. e *Australocoelia touterlotii* ocorrem em associação, sendo que elementos bentônicos vágeis não foram observados. Todos os espécimes

estão preservados em siltitos com icnofósseis isolados (e.g., *Zoophycus*) ou zonas com generalizada bioturbação.

A terceira classe é representada por conulários isolados, horizontalmente orientados e inclui 5 subclasses, sendo elas: I- representada por indivíduos inflados ou comprimidos lateralmente, com as três regiões da teca (abertura, região mediana e basal) preservadas, estando presentes em siltitos com alto grau de bioturbação (índice de bioturbação 3 ou 4). *Orbiculoidea* e moldes de *Australospirifer inheringi* são os fósseis que comumente ocorrem em associação. Fósseis de trilobitas não foram verificados; II- engloba indivíduos fortemente comprimidos em sua região basal, com duas faces adjacentes da teca expostas no mesmo plano de acamamento e região da abertura incompleta. Ocorrem em siltitos altamente bioturbados; III- constituída por indivíduos inflados, preservados em sedimentos finos (siltitos ou arenitos muito finos), associados a estruturas sedimentares, geradas por fluxo oscilatório, tais como as estratificações cruzadas do tipo micro *hummockies*. Outros exemplares dessa subclasse estão, porém, intimamente associados a pavimentos de conchas articuladas de *Australospirifer inheringi*; IV- inclui espécimes fortemente achatados lateralmente, porém mantendo a tridimensionalidade da teca. Ocorrem em sedimentos finos (siltitos ou arenitos muito finos), associados a estruturas sedimentares, geradas por fluxo oscilatório (micro *hummockies*) e V- abrangendo indivíduos incompletos, faltando a região da abertura e parte da porção mediana, extremamente achatados lateralmente, isso é, com duas faces adjacentes expostas no mesmo plano de acamamento. Ocorrem em siltito cinza, aparentemente maciço. Pequenas conchas desarticuladas de *Australocoelia tourtelotii* estão em associação.

Os conulários verticalmente preservados são interpretados como soterrados vivos, por rápida deposição de sedimentos finos, em decorrência do aumento brusco nas taxas de sedimentação, associado a eventos de tempestades. Já os conulários

inclinados ou horizontalmente orientados, preservados em sedimentos com alto índice de bioturbação são também registros autóctones a parautóctones, pois há uma íntima relação entre esse tipo de orientação e a sua presença em sedimentitos fortemente bioturbados. Possivelmente, representam invertebrados soterrados *in situ*, mas cuja posição dentro do substrato foi alterada pela atividade biológica intraestratal. Os conulários com tecas parcial ou totalmente infladas, orientados horizontalmente em pavimento de conchas de *Australospirifer inheringi* ou em sedimentitos associados a estruturas sedimentares geradas por fluxo oscilatório, como estratificações cruzadas do tipo micro *hummockies*, são interpretados como registros parautóctones a alóctones, nos quais, possivelmente, os indivíduos foram previamente soterrados *in situ*, remobilizados e depositados durante tempestades. Tecas lateralmente comprimidas indicam que o sedimento que preencheu a cavidade gastrovascular apresentava-se em estado plástico, durante a compactação dos sedimentos. Por sua vez, os conulários horizontalmente orientados, fortemente achatados e incompletos, mas preservados em sedimentitos aparentemente maciços, revelam história complexa de exposição na interface água/sedimento e perda de partes esqueléticas. Tal ocorrência sugere soterramento final por decantação de finos, em associação com tempestades, em situação mais distal.

Do ponto de vista paleoautoecológico, os conulários são interpretados como animais bentônicos de epifauna, podendo ocorrer em agrupamentos monoespecíficos, com dois ou três espécimes inflados, orientados verticalmente ou inclinados, em relação ao plano de acamamento, indicando que os conulários poderiam apresentar um modo de vida tanto solitário, como agrupado. Porém, a origem desse agrupamento, isso é, se reflete um comportamento clonal ou gregário, não pode ser esclarecida, uma vez que, assim como ocorre em outros exemplos na literatura, a

região basal dos exemplares não está preservada. Na Formação Ponta Grossa, tais agrupamentos são formados por indivíduos da espécie *Conularia quichua*.

Ao longo da Sequência B, na seção de Jaguariaíva, a distribuição vertical dos conulários não é aleatória, pois os mesmos ocorrem em dois intervalos estratigráficos bem definidos, 29 a 32 metros e 44 a 48 metros do contato com a Formação Furnas. Tais intervalos incluem depósitos de sufocamento (*obruption deposits*), os quais representam tempestitos ditais, situados logo abaixo de superfícies de inundação marinha, caracterizada por folhelho cinza escuro. Apenas um espécime estudado (DZP-3634) ocorre a 39 metros do contato com a Formação Furnas, onde foram predominantes as condições de águas rasas, dominadas pela ação de ondas.

Aspectos morfológicos das tecas dos conulários estão, também, intimamente relacionados à sua história tafonômica. Assumindo-se, por exemplo, que a formação da parede basal (*e.g.*, *schott*) na teca dos conulários está associada à indução por fatores extrínsecos (*e.g.*, atuação de correntes tracionais), sua preservação em espécimes verticalmente orientados, interpretados como registros autóctones, sugere que as correntes tracionais foram capazes de causar injúria, porém insuficientes para a retirada completa dos indivíduos de sua posição de vida. Dessa forma, num dado instante, o indivíduo cuja teca sofreu injúria permaneceu vivo, possivelmente, em substrato situado acima ou junto ao nível de base de onda de tempestade, porém o evento de soterramento final deu-se, ao que tudo indica, abaixo do nível de base de onda de tempestade, por estarem preservados *in situ*.

Feições morfométricas e morfológicas empregadas na descrição dos conulários (*e.g.*, ângulo basal, espaçamento dos cordões e ornamentação da teca), variam, segundo o grau e o sentido de compressão da teca (lateral ou longitudinal), o grau de esfoliação da teca, decorrente de processos intempéricos e das regiões da teca que estão preservadas. Portanto, os dados tafonômicos mostram que o emprego de

caracteres biométricos para a diagnose de gêneros e espécies deve ser feito com cautela. Desse modo, descrições de novos táxons devem estar fundamentadas em grandes coleções, idealmente, englobando o maior espectro de modos de preservação possível. Além disso, novos gêneros e espécies devem ser propostos com base em espécimes completos, na medida do possível, e comparações morfométricas devem ser realizadas entre espécimes "isotafonômicos", isso é, espécimes que apresentam o mesmo modo de preservação.

VI. ABSTRACT

In this study, a high resolution taphonomic analysis for the Conulatae from the Ponta Grossa Formation, Devonian (?Lochkovian-Frasnian), Apucarana Sub-basin, Paraná Basin, is presented. This study is mainly based on the occurrences found in the rocks of Sequence B, lithostratigraphically coeval to Jaguariaíva Member, which crop out in the homonymous region. Taphonomic data from other occurrences found in the rocks from the Ponta Grossa region are also analyzed.

The taphonomic data gathered indicate that the conulariids [*Conularia quichua* Ulrich 1890 and *Paraconularia africana* (Sharpe 1856)] are preserved according three distinct taphonomic classes. These classes are established according to: a- three-dimensional distribution of fossils in the matrix; b- occurrence of isolated or clustered specimens; c- degree of bioturbation; d- degree and type of deformation showed by thecae; and e- stratigraphic distribution in the studied succession.

The first taphonomic class includes vertically oriented conulariids (90° to 70°), with aperture-up. Commonly, they are inflated, complete, including specimens that are isolated and occurring in clusters. They are preserved in massive or laminated siltstones, sometimes with discrete and isolated ichnofossils. In these rocks, fossil remains of benthic and vagile invertebrates have not yet been found.

The second taphonomic class encompasses inclined (60° to 20°) conulariids, mainly with the aperture-up, which are isolated or forming clusters of two or three specimens. Orbiculoids and molds of *Schuchertella* sp. and *Australocoelia touterlotii* are associated with this taphonomic class, but skeletal remains of vagile invertebrates have not been observed. Specimens belonging to this class are all preserved in intensely bioturbated siltstones or with isolated trace fossils (e.g., *Zoophycus*).

The third class is represented by isolated conulariids that were horizontally oriented, including five subclasses: Subclass I is represented by inflated or laterally

compressed specimens, with theca regions (aperture, middle region, and apex) preserved. They are found in intensely bioturbated siltstones (bioturbation index 3 and 4). Orbiculoids and molds of *Australospirifer inheringi* are commonly associated with this subclass. Trilobite fossils are not found in the same layers. Subclass II includes strongly compressed specimens, specially in their apical region, with two adjacent faces preserved in the same bedding. The apertural region is always incomplete, and they are preserved in intensely bioturbated siltstones. Subclass III is represented by inflated specimens, that are preserved in fine-grained rocks (siltstones and very fine sandstones) with sedimentary structures that are indicative of oscillatory flows (*hummockies*). Other examples within this subclass are provided by conulariids that are close associated to brachiopod-dominated pavements (*i.e.*, *Australospirifer inheringi*). Subclass IV includes slightly compressed specimens, however maintaining their three-dimensionality. They are found in fine-grained rocks (siltstones and very fine sandstones) in association with sedimentary structures indicative of oscillatory flows (*micro-hummockies*). Finally, Subclass V includes incomplete specimens, in which the aperture is always missing and middles region incomplete. The specimens are found strongly compressed, with two adjacent faces preserved side-by-side in the same bedding. They are found in massive gray siltstones associated with small and disarticulated shells of *Australocoelia tourtelotii*.

Vertically oriented conulariids are interpreted as *in situ* occurrences, in which living organisms are abruptly buried by mud clouds during storm events. Inclined and horizontally oriented conulariids preserved in deeply bioturbated rocks indicate autochthonous to parautochthonous occurrences. This assertion is based on the close relationships between this mode of preservation and high rates of sediment bioturbation. Probably, this scenario represents records of *in situ* burial, in which the original position in the sediment was modified by the intense intra-stratal biological

activity. Horizontally oriented conulariids with inflated or partially inflated thecae, found in close association with brachiopod-dominated pavements (*i.e.*, *Australospirifer inheringi*) or with sedimentary structures that are indicative of oscillatory flows (*hummockies*), are interpreted as parautochthonous to allochthonous records. In this case, conulariids previously preserved *in situ* were removed and deposited during storm events. Laterally compressed thecae indicate that either the sediments did not fill the gastrovascular cavity entirely or the sediments in the gastrovascular cavity were plastic during the matrix compaction. Conversely, horizontally oriented conulariids, that are found incomplete and strongly compressed in massive fine-grained sediments, are interpreted as a record of complex history, which could have included exposure at the sediment/water interface and loss of skeletal hard parts. Probably, their final burial was associated with storm events in distally conditions.

Herein, conulariids are interpreted as benthic and epifaunal invertebrates. In addition, their occurrence in monospecific clusters (as in *Conularia quichua*), with two or three inflated, vertically, or inclined specimens, suggests that they were solitary or clustered invertebrates. However, the origin of these clusters, if clonal or gregarious, is still a contentious issue; mainly because, in clustered specimens, is yet to be found a preserved apex.

Conulariids exhibit nonrandom stratigraphic distribution in rocks of the Sequence B. In the geological section of Jaguaraiá, conulariids are preferentially preserved at two well defined intervals, of about four-meter-thick, located at 29 to 32 and at 44 to 48 meters from the basal contact with Furnas Formation. These intervals are characterized by layers with *in situ* occurrences of conulariids, representing *obrution deposits* or distal tempestites. These are located a few centimeters below the marine flooding surfaces that are characterized by dark, massive, or laminated shales. Rare conulariids are found out of the four-meter-thick intervals above. The specimen (DZP-

3634) was found 39 meters above the contact with Furnas Formation, in a interval where shallow water conditions prevailed.

The anatomy of conulariid thecae is also close related to their taphonomic history. Assuming that the schott is induced by extrinsic factors (e.g., bottom currents), its preservation in vertically oriented specimens, interpreted as *in situ* records, suggests that the currents or flows were able to cause the injure. However, they were not energetic enough to cause the complete substrate disruption of these specimens. In this context, the specimens with injured thecae probably remained alive in a substrate just at the storm wave base or below it. However, since they are preserved *in situ*, their final burial occurred in waters below the storm wave.

Biometric characters that are used in the systematic of conulariid (e.g., apical angle and relative spacing of ribs) vary according to the degree and direction of thecae compression (lateral or longitudinal), degree of thecae exfoliation – as a response to weathering processes, and the preserved thecae region. Therefore, the taphonomic data show that the use of biometric characters to diagnose genera and species must be done with caution. Within this framework, descriptions of new taxa must be based on the examination of large fossil collections, and ideally, these samples should encompass all the spectrum of preservational modes. Finally, new taxonomic entities must be erected only when complete specimens are available, and biomteric comparisons should be done with "isotaphonomic" specimens.

1. INTRODUÇÃO

A sucessão de rochas sedimentares do Devoniano, da Bacia do Paraná (Formação Ponta Grossa, ?Lochkoviano-Frasniano) encerra, sem dúvida, o mais rico e diversificado conteúdo fossilífero da Bacia do Paraná, no que tange aos macrofósseis de invertebrados marinhos. Esses foram, em sua grande maioria, descritos e ilustrados, inicialmente, por Clarke (1913). Após a publicação dessa clássica monografia, diversos grupos de invertebrados fósseis, em decorrência de seu excelente estado de preservação, importância geocronológica e paleoambiental, foram revisados e/ou descritos por pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Dentre os principais grupos de invertebrados preservados nos sedimentitos da Formação Ponta Grossa destacam-se os braquiópodes, os moluscos bivalves, os gastrópodes, os tentaculites, os trilobitas, os conulários e os equinodermas, dentre outros (Petri & Fúlfaro, 1983). Uma excelente revisão histórica das pesquisas no Devoniano da Bacia do Paraná foi apresentada por Melo (1985), sendo que o caráter paleobiogeográfico e geocronológico da fauna foi discutido por Lange & Petri (1967), Boucot (1971), Cooper (1977), Eldredge & Ormiston (1979) e Melo (1985, 1986, 1988), especialmente no que tange ao enquadramento da fauna no Domínio Malvinocáfrico.

Em relação aos moluscos, os bivalves são abundantes e diversificados, tendo sido estudados, dentre outros, por Petri (1967) e Morsch (1984a, b, 1986, 1987), conforme síntese em Simões & Fittipaldi (1988). Na década de 1990, houve um renovado interesse pelo estudo desse grupo, o que culminou com duas revisões taxonômicas maiores, de consulta obrigatória (Kotzian, 1995; Machado, 1999a). Paralelamente, outros trabalhos de escopo mais reduzido foram também publicados (e.g., Kotzian & Simões, 1997; Machado, 1999b). Esses trabalhos possuem forte cunho taxonômico e, desse modo, outros aspectos desse grupo de invertebrados (e.g., tafonomia) permanecem ainda pouco ou inadequadamente estudados. Ainda, no que

concerne aos moluscos, os tentaculites foram também objeto de um importante estudo de Ciguel *et al.* (1984), Ciguel (1989) e, mais recentemente, de Azevedo-Soares (1999) que demonstraram sua importância para a bioestratigrafia da Formação Ponta Grossa e de outras unidades coevas da América do Sul.

Os braquiópodes, assim como os bivalves, são diversificados e podem ser localmente muito abundantes. Estão representados tanto por elementos dos Inarticulata, como dos Articulata, com destaque para os gêneros *Lingula* e *Australocoelia*, respectivamente. Na década de 1980, vários estudos importantes a respeito dos braquiópodes da Formação Ponta Grossa foram realizados, com destaque para os de Quadros (1987) e Bosetti (1989a, b, c). Da mesma forma, os trilobitas são também muito numerosos e taxonomicamente diversificados, especialmente nos sedimentitos do Membro Jaguariaíva e São Domingos. Dentre os principais estudos desse grupo destacam-se os de Popp (1985), Carvalho & Quadros (1987) e Carvalho & Edgecombe (1991). Mais recentemente, Lima (1997) e Lima & Simões (1998) apresentaram um estudo tafonômico preliminar dos trilobitas do Membro Jaguariaíva, na região homônima. Tal estudo está sendo agora ampliado por R.P. Ghilardi, em sua tese de doutoramento. Esses estudos demonstraram a utilidade dos dados tafonômicos na interpretação paleoambiental e das condições de deposição vigentes na Formação Ponta Grossa, especialmente para o intervalo representado pela Sequência B (Bergamaschi, 1999).

A despeito dos avanços acima, diversos grupos importantes de invertebrados da Formação Ponta Grossa permanecem pouco ou inadequadamente estudados, carecendo de urgente revisão, com destaque para os cefalópodes, os briozoários, os equinodermas e os conulários. Esse último constitui o objeto principal da presente dissertação, cuja proposta de estudo tafonômico visa contribuir para um melhor

entendimento da paleobiologia dos conulários e das condições paleoambientais vigentes nos habitats de vida e de fossilização.

1.1. PROBLEMÁTICA ENVOLVIDA

A importância da fauna de conulários da Formação Ponta Grossa.

Conulários são invertebrados extintos (vide Fig. 13, mais adiante), encontrados em todos os tipos de rochas sedimentares paleozóicas, depositadas em ambientes marinhos de diversas partes do mundo, exceto no continente Antártico (Babcock & Feldmann, 1984). De acordo com as informações disponíveis, a distribuição estratigráfica desse grupo abrange o intervalo compreendido do Neocambriano (Hughes *et al.*, 2000) ao Triássico (McMenamin, 1987). Tais invertebrados são elementos comuns e conspícuos no registro fóssil da Formação Ponta Grossa (Devoniano, ?Lochkoviano-Frasniano), da Bacia do Paraná, sendo particularmente comuns em dois intervalos estratigráficos da Seqüência B (Bergamaschi, 1999) ou Membro Jaguariaíva (Melo, 1985; Ciguel, 1989), na seção aflorante junto à estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti (veja, por exemplo, Lange & Petri, 1967). Em geral, são representados pelas espécies *Conularia quichua* e *Paraconularia africana* (Leme, 2002). Um aspecto notável dessas ocorrências é o de que os conulários preservados na seção de Jaguariaíva ocorrerem *in situ*, isso é, em posição de vida (Petri & Fúlfaro, 1983; Simões *et al.*, 2000a) e, dessa forma, permitindo determinar não só o modo de vida desses invertebrados, mas também os processos tafonômico/sedimentares responsáveis por sua preservação. De fato, a maior parte da discussão relacionada às afinidades dos conulários, na literatura especializada, está centrada no conflito de interpretação referente ao seu modo de vida.

Tafonomia dos conulários como ferramenta na análise paleobiológica.

Conforme destacam Babcock & Feldmann (1984) "...the conulariids raise fascinating questions. The discovery of a specimen is an exciting opportunity to speculate on the history and habits of a group that has long been extinct", sem dúvida, o estudo tafonômico de alta resolução dos conulários da Formação Ponta Grossa reafirmou essa assertiva. A questão principal aqui é: como poderia o estudo tafonômico contribuir para o entendimento da paleobiologia dos conulários e das condições paleoambientais dos locais onde esses invertebrados viveram ou foram preservados? Recentemente, estudos de cunho tafonômico com conulários da Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Brasil, confirmaram um modo de vida bentônico, sésil para esses invertebrados, fundamentados nas ocorrências de espécimes preservados com a região da abertura voltada para cima e verticais, em relação ao plano de acamamento. Tais espécimes estão preservados em depósitos de sufocamento e foram interpretados como ocorrências *in situ* (Simões *et al.* 2000a, b, c). Conforme será mostrado mais adiante, o exame de novos exemplares, a partir do material coletado na seção aflorante da Formação Ponta Grossa do Paraná, bem como dos exemplares depositados em coleções científicas, o modelo proposto por Simões *et al.* (2000a) pode agora ser detalhado e ampliado. Nesse contexto, um estudo de tafonomia comparada, nos moldes do aqui proposto, traz, conforme já mencionado, evidências importantes para a compreensão do modo de vida dos conulários, bem como das características abióticas e bióticas do ambiente no qual eles viveram e foram fossilizados. Além disso, os dados advindos dos estudos tafonômicos dos conulários da Formação Ponta Grossa pode contribuir significativamente para o entendimento das relações de parentesco desse grupo (vide, por exemplo, Simões *et al.* 1999, 2000a, c; Collins *et al.* 2000, Marques & Collins, 2000).

Tafonomia dos conulários como ferramenta na análise estratigráfica.

Conforme destacam Simões & Holz (2000) e Holz & Simões (2002), nos últimos 20 anos, a Tafonomia transcendeu o campo do estudo de mortandade e acúmulo como evento isolado e atemporal, inserindo-se em um contexto mais amplo. A tendência atual observada é a de integrar os dados, em especial sobre a gênese de *fossil-lagerstätten*, aos arcabouços estratigráficos, principalmente à Estratigrafia de Seqüências (Della Fávera, 2001; Ribeiro, 2001). Nesse contexto, diversos problemas necessitam ainda de estudos mais acurados (*e.g.*, tipo de concentrações fossilíferas *versus* parasseqüências) (Holz & Simões, 2002). De fato, uma seqüência é gerada ao longo de um ciclo de variação relativa do nível do mar (*e.g.*, origem tectônica, eustática ou ambos), compreendida entre duas sucessivas quedas. As fases de mar baixo, de transgressão e de mar alto geram associações de fácies diferentes e características, chamadas de tratos de sistemas. Esses tratos, por sua vez, são constituídos de parasseqüências, que são pacotes sedimentares gerados por oscilações de maior ordem no nível. O padrão de empilhamento (progradacional, aggradacional ou retrogradacional) dos conjuntos de parasseqüências, junto com a devida interpretação das fácies, permite, na prática, reconhecer e delimitar os tratos de seqüências (Della Fávera, 2001; Ribeiro, 2001; Holz & Simões, 2002). Portanto, cada seqüência comporta um número determinado de parasseqüências e pode ser dividida em três tratos de sistemas: o de mar baixo, o transgressivo e o de mar alto (Holz & Simões, 2002, no prelo). Cada seqüência, por sua vez, pode conter seqüências menores, isso é, de maior ordem e, em tese, essa subdivisão pode ser continuada até o nível de lâmina como entidade deposicional autônoma e delimitada por hiatos (Della Fávera, 2001). Mais recentemente, alguns autores (*e.g.*, Brett, 1995, 1998; Brett *et al.*, 1997, dentre outros) notaram que existe íntima associação entre a distribuição vertical das concentrações fossilíferas e a sua posição dentro das parasseqüências, pois os

atributos tafonômicos ou assinaturas tafonômicas (e.g., Fürsich & Oschmann, 1993) das concentrações fossilíferas estão intimamente associadas com as taxas de sedimentação, soterramento e a energia do meio. O exame das concentrações fossilíferas da Formação Ponta Grossa, no contexto acima, é extremamente interessante, uma vez que um modelo de estratigrafia de seqüências já está disponível, isso é, o de Bergamaschi (1999) e Bergamaschi & Pereira (2001). Os resultados obtidos, conforme apresentados e discutidos, a seguir, neste documento, indicam que os dados tafonômicos são uma importante ferramenta na análise estratigráfica (vide também Simões *et al.*, 2000b, 2001).

1.2. JUSTIFICATIVA

Os seguintes pontos justificam o estudo realizado:

a- Estudos tafonômicos de detalhe, para conulários, são raros, mesmo considerando-se a literatura internacional, e

b- Estudos de tafonomia comparada podem auxiliar na elucidação dos problemas que ainda persistem quanto ao modo de vida dos conulários, com importantes implicações na sistemática e nas afinidades desses, além de demonstrar seu potencial como ferramenta complementar à análise estratigráfica.

2. OBJETIVOS

Embora diversos avanços recentes na paleobiologia dos conulários tenham ocorrido (e.g., Collins *et al.*, 2000; Simões *et al.*, 1999, 2000a, b, c; Leme *et al.*, 2000a, b, 2001; Marques & Collins, 2000; Rodrigues *et al.*, 2000a, b, 2001), vários aspectos permanecem inadequadamente estudados. Dessa forma, o presente projeto de pesquisa está fundamentado na hipótese de que o estudo tafonômico de alta resolução dos conulários da Formação Ponta Grossa, provenientes das regiões de Jaguariaíva e Ponta Grossa (Fig. 1), poderá fornecer evidências adicionais sobre o modo de vida e os processos e condições ambientais responsáveis pela preservação desses invertebrados. O documento apresenta, portanto, como objetivos principais:

a- análise tafonômica básica (Simões & Holz, 2000; Holz & Simões, 2002), com especial atenção para a bioestratinomia de alta resolução (Simões, 1998; Simões & Kowalewski, 1998a, b; Simões & Ghilardi, 2000), procurando comprovar a hipótese de que 03 modos principais de preservação são observados no registro fóssil do grupo a ser estudado;

b- examinar as implicações dos dados tafonômicos no estudo sistemático dos conulários, especialmente os atributos morfológicos propostos por Babcock & Feldmann (1986a);

c- investigar a possibilidade dos conulários terem sido invertebrados bentônicos sésseis, solitários ou gregários/coloniais e,

d- correlacionar os dados tafonômicos obtidos com outros aspectos sedimentológicos e estratigráficos dos depósitos onde os conulários estão preservados, procurando investigar a hipótese de que os padrões de preservação dos

conulários podem variar previsivelmente nas seqüências sedimentares (Simões *et al.* 2000b, 2001b).

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

3. MATERIAL & MÉTODOS

3.1. GEOLOGIA DA ÁREA

O registro Siluro-Devoniano (formações Furnas e Ponta Grossa) da Bacia do Paraná, na Sub-Bacia de Apucarana, engloba 6 seqüências deposicionais de 3º ordem (mas veja Assine *et al.*, 1994 e Assine, 2001, para opinião distinta) (Fig. 2). De acordo com Bergamaschi (1999) e Bergamaschi & Pereira (2001), a Seqüência A, de idade pridoliana a lochkoviana, teria, por exemplo, como correspondente litoestratigráfico, a Formação Furnas. A Seqüência B (?Neolochkoviano-Emsiano), a grosso modo, poderia ser correlacionada ao Membro Jaguariaíva (Lange & Petri, 1967), enquanto as Seqüências C (?Neoemsiano-?Eoeifeliano) e D (Eifeliano) teriam como correspondente o Membro Tibagi. Finalmente, as Seqüências E (?Neoeifeliano-Neogivetiano) e F (Frasniano) seriam correlacionáveis ao Membro São Domingos. Entretanto, a Seqüência F (Frasniano), que corresponderia ao máximo de inundação desses tratos de sistema, não possui exposição em superfície. Em termos de Seqüências de 2º ordem, os depósitos das formações Furnas e Ponta Grossa estão agrupados em uma mesma seqüência deposicional, sendo que os depósitos da Formação Ponta Grossa constituem um espesso trato de sistemas transgressivos (Bergamaschi, 1999; Bergamaschi & Pereira, 2001).

O material aqui estudado provém de ocorrências da área de afloramentos da Formação Ponta Grossa (?Lochkoviano-Frasniano), nos municípios de Jaguariaíva e Ponta Grossa (Fig. 1). Embora trabalhos de campo tenham sido também realizados na região de Tibagi (Fig. 1), seção da estrada de rodagem que liga esse município ao de Telêmaco-Borba, nenhum exemplar de conulário foi aí encontrado. Portanto, a estratigrafia dessa seção não será descrita. O leitor interessado poderá reportar a Bergamaschi (1999) para informações mais detalhadas.

Figura 2- Diagrama espaço-tempo para o intervalo "Furnas-Ponta Grossa", na sub-bacia Apucarana, associada a uma estimativa de variação relativa do nível do mar, segundo Bergamaschi (1999).

Na área de estudo, na região de Jaguariaíva, PR, estão bem preservados os registros da Seqüência B, referente ao ciclo de sedimentação caracterizado por depósitos marinhos rasos de *shoreface* inferior e *offshore*. Os interessados poderão, entretanto, consultar Lange & Petri (1967), Petri & Fúlfaro (1983), Popp (1985), Ciguel (1989), Assine *et al.* (1994), Assine (2001), Bergamaschi (1999) e Bergamaschi & Pereira (2001), dentre outros, para informações mais detalhadas.

Em Jaguariaíva, os sedimentitos estudados localizam-se no corte da estrada de ferro Jaguariaíva–Arapoti, desde o Km 2,2 (altitude de 860m) até o Km 6,6 (altitude de 960m), conforme informações em Lange & Petri (1967). As coletas foram realizadas ao longo de toda a seção, sendo que os conulários ocorrem, preferencialmente, nos intervalos de 29 a 32 metros, a 39 metros e, de 44 a 48 metros do contato basal com a Formação Furnas (Fig. 3). Os pontos de coleta estão, respectivamente, situados próximos ao Km 3,8 (24°14'05"S/49°42'54"W) e ao Km 4,5 (24°14'68"S/49°43'19"W) da estrada de ferro.

Nos locais acima, predominam os depósitos de sufocamento (*obruition deposits*), que correspondem a tempestitos distais (Simões *et al.*, 2000a, b, c), os quais são progressivamente sucedidos por folhelho cinza escuro, laminado e siltitos e arenitos interlaminados, intensamente bioturbados (Bergamaschi & Pereira, 2001). Os folhelhos escuros correspondem a superfícies de inundação marinha, enquanto os siltitos e arenitos apresentam evidências da ação de ondas. Os folhelhos e siltitos agrupam-se formando ciclos assimétricos maiores (parasseqüências), com até 20 metros de espessura (Bergamaschi, 1999; Bergamaschi & Pereira, 2001) (Fig. 3).

A posição estratigráfica dos espécimes depositados na coleção da Universidade Estadual de Ponta Grossa, provenientes do município homônimo, é incerta. As poucas informações disponíveis indicam que esses provêm dos afloramentos informalmente designados de curva I e curva II (Kotzian, 1995), no município de Ponta Grossa. Os

Figura 3- Seção colunar do afloramento situado na estrada de ferro Jaguariaíva-Arapoti, Jaguariaíva, PR, Formação Ponta Grossa, Seqüência B. Observe a distribuição vertical dos conulários. A: Intervalo de depósitos de sufocamento; B-C: Detalhe dos folhelhos da superfície de inundação marinha; D: Folhelhos da superfície de máxima inundação. Explicação: setas em branco, superfície de inundação marinha; pontilhado em branco, limite entre os depósitos de sufocamento e a superfície de inundação marinha.

sedimentitos aflorantes nessa seção são, contudo, muito similares aos de Jaguariaíva, tanto em seu conteúdo fóssilífero, como nas estruturas sedimentares. De fato, Bergamaschi (1999) já havia indicado a provável presença de sedimentitos coevos aos da Seqüência B de Jaguariaíva na região de Ponta Grossa. Conforme indicado pela recente revisão taxonômica de Leme (2002), a espécie predominante em Ponta Grossa é *Conularia quichua*, a mesma de Jaguariaíva, PR.

3.2. COLETA DE BLOCOS ORIENTADOS DE ROCHAS

Os fósseis estudados foram coletados em afloramentos da Formação Ponta Grossa (Membro Jaguariaíva ou Seqüência B, de Bergamaschi, 1999) nas regiões de Jaguariaíva e Ponta Grossa, PR (Fig. 1). A coleta dos blocos seguiu a metodologia sugerida por Simões & Kowalewski (1998a, b), posteriormente ampliada e modificada por Simões & Ghilardi (2000). Após uma detalhada inspeção visual, os sedimentitos da parede do afloramento, que continham conulários, foram demarcados e sua posição estratigráfica e as coordenadas geográficas das ocorrências, anotadas. O trabalho envolveu a extração dos fósseis contidos em blocos de rochas, com volume aproximado de 0,002m³ (Fig. 4) (veja Simões & Ghilardi, 2000). No caso dos sedimentitos da Formação Ponta Grossa, a extração de cada bloco é extremamente difícil, de um lado por sua natureza friável e, de outro, porque são retirados verticalmente da parede do afloramento.

Durante os trabalhos de campo, a distribuição vertical das ocorrências de conulários, na sucessão examinada, foi anotada e sua posição, no âmbito das Seqüência B de Bergamaschi (1999) checada. Uma vez extraídos do afloramento, os 92 blocos retirados (contendo um total de 110 espécimes) foram numerados e sua posição indicada em uma coluna estratigráfica, referente ao afloramento em estudo (Fig. 3). Depois disso, os blocos foram enrolados em filme de PVC e cuidadosamente

Figura 4- Coleta de blocos orientados de rocha, contendo conulários. A: Visão geral da extração de blocos, no afloramento estudado; B: Detalhe da extração de blocos.

acondicionados em uma caixa plástica do tipo marfinite, para serem transportados ao veículo e, de lá, para o laboratório, em Botucatu, SP.

3.3. PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES E BLOCOS DE ROCHAS

Os espécimes de conulários depositados na coleção científica do Laboratório de Paleozoologia Evolutiva, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, foram coletados segundo a metodologia acima descrita (Fig. 4). Também foram preparados e examinados um total de 23 espécimes provenientes das coleções científicas da Universidade de Guarulhos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa e da Universidade de São Paulo (vide anexo), conforme relatado a seguir.

a- Limpeza e corte dos blocos. Uma vez no laboratório, a preparação dos blocos teve início com uma limpeza geral, apenas utilizando água, com a finalidade de remover eventuais restos vegetais (raízes), solo, etc. Todo cuidado nessa fase visou a integridade dos blocos e dos fósseis presentes e a manutenção das orientações obtidas no campo. Estando devidamente secos ou livres de qualquer umidade, os blocos foram seccionados. Entretanto, muitos blocos, com a utilização da água para limpeza ou as condições de transporte do campo, foram fragmentados (veja mais adiante), mas sua reconstituição pôde ser feita à moda de um quebra-cabeças.

b- Consolidação dos blocos e dos espécimes de conulários. Dada à natureza friável dos sedimentitos da Formação Ponta Grossa que contêm os fósseis de conulários, à fragilidade intrínseca dos espécimes estudados e à necessidade de moldá-los em látex, os mesmos foram consolidados com verniz poliuretânico. Na literatura nacional, são raras as referências descrevendo as técnicas para

consolidação artificial de fósseis ou de sua matriz (e.g., Rocha-Campos, 1969; Simões, inédito). Seguindo as orientações desses autores, os exemplares foram consolidados, de acordo com o seguinte procedimento: a- as amostras foram submetidas às misturas de verniz poliuretânico e acetona na proporção de 2:1. Essa prática de preparação, utilizada anteriormente por Leme (2000) e Rodrigues (2000), mostrou que para esses sedimentitos, a concentração da solução utilizada mantém as feições morfológicas tênues presentes nos fósseis; b- com um pincel macio, aplicou-se cuidadosamente a mistura sobre as amostras; c- esse procedimento foi repetido por volta de 2 vezes, dependendo do grau de decomposição da matriz, e d- após 24 horas, as amostras estavam prontas para serem manuseadas.

c- Moldagem em látex. Foram moldados os fósseis em melhor estado de conservação, isso é, aqueles cuja ornamentação externa da teca (e.g., nodos, cristas, cordões) está preservada. Os seguintes procedimentos foram realizados: a- as amostras foram submetidas a uma pequena quantidade de hidróxido de amônio a 35%; b- com o auxílio de um pincel, aplicaram-se sobre os fósseis camadas finas de látex diluído em água e pigmentado com nanquim preto. Nessa etapa, é importante evitar a formação de bolhas; c- tal procedimento foi repetido por cerca de 5 vezes, aumentando-se a concentração do látex a cada nova aplicação; d- tiras de gaze foram intercaladas com as camadas de látex, com o intuito de obter moldes mais resistentes, e e- após a secagem completa, que leva aproximadamente 24 horas, o molde foi retirado do fóssil e suas bordas aparadas com tesoura.

d- Catálogo dos blocos. Após terem sido preparados (limpos e seccionados) todos os blocos foram depositados na Coleção Científica do Laboratório de Paleozoologia Evolutiva, sob os números DZP-3073 a 3085, 3314 a 3331, 3502 a 3517, 3609 a 3618, 3620 a 3634, 16814 a 16820, 17036 a 17053, 17057 e 17058.

e- Fotografia dos blocos e dos fósseis. Os espécimes em estudo foram fotografados e suas fotografias ampliadas, de acordo com nossas recomendações, para que o melhor contraste fosse obtido. Também, imagens digitais foram obtidas através de *softwares* acoplados a estereomicroscópios Zeiss e Leica, o que permitiram aumentos suficientes para as análises.

f- Descrição dos blocos. Finalmente, após as diversas etapas de laboratório, as várias feições sedimentares e tafonômicas presentes nos blocos foram descritas. Em especial, foram anotadas: a- as orientações dos conulários (veja discussão mais adiante); b- as estruturas sedimentares presentes, tanto junto ao nível de ocorrência dos conulários, como abaixo e acima desses, e c- o índice de bioturbação, em porções distintas do bloco (junto, abaixo e acima do nível de ocorrência dos fósseis). No geral, as feições tafonômicas observadas e os termos descritivos utilizados seguem Brett & Baird (1986), Kidwell *et al.* (1986), Kidwell & Holland (1991), Fürsich & Oschmann (1993). Para a determinação do índice de bioturbação foi utilizado o método proposto por Miller & Smail (1997).

g- Obtenção de dados morfométricos. O estudo detalhado das feições que constituem a ornamentação externa da teca dos conulários, bem como o espaçamento entre os cordões e tamanho das cristas, foi realizado a partir de imagens digitais dos moldes em látex. Tais feições morfométricas foram analisadas e fotografadas em estereomicroscópio Zeiss, modelo SV6, com câmera digital JVC, acoplada a um microcomputador PC e o software AxioVision, através do qual as medidas puderam ser obtidas diretamente da tela do computador (veja Leme, 2000). Dados para ângulo basal foram obtidos diretamente nos espécimes, através de projeções das arestas de cada face, até seu ponto de intersecção. Nos espécimes completos, as medidas foram realizadas nas regiões basal e da abertura, isso é, no 1/3 inferior e o superior da teca, respectivamente.

h- Descrição e preparação do material em coleções científicas. O material depositado nas coleções científicas examinadas constituíram-se de fósseis isolados, isso é, que não foram coletados na forma de blocos orientados, conforme a metodologia empregada nas coletas de conulários realizadas para o presente documento. Tal fato, obviamente, dificultou o trabalho de descrição, pois as orientações dos conulários, o índice de bioturbação, em porções distintas dos sedimentitos nos quais esses ocorrem (junto, abaixo e acima do nível de ocorrência dos fósseis), bem como as estruturas sedimentares, talvez presentes, não puderam ser observados. Alguns dos exemplares (e.g., DZP-3686a, b, c) tiveram suas extremidades basal e abertural polidas com frações granulométricas decrescentes de carborundo. Os espécimes foram limpos, preparados, moldados em látex e fotografados, segundo os passos descritos acima.

4. RESULTADOS

4.1. MODOS DE PRESERVAÇÃO DOS CONULÁRIOS

A maior parte dos espécimes examinados retém sinais indicativos da presença do material esquelético, que nos Conulatae é composto por fosfato de cálcio (Feldmann & Babcock, 1986), sendo invariavelmente representado por uma película escura, onde as feições morfológicas externas e internas estão preservadas. Essa película pode estar, entretanto, total ou parcialmente ausente, isso é, esfoliada (veja item 4.4). Em geral, isso ocorre quando as amostras são retiradas diretamente da face exposta e mais intemperizada do afloramento. Os espécimes estudados, em sua grande maioria, apresentam-se incompletos, com a região basal ausente. Curiosamente, porém, mesmo nos exemplares completos, extraídos dos blocos e, portanto, com menor grau de influência de agentes intempéricos, a porção basal está apenas parcialmente preservada (Fig. 5). Esses apresentam um espaço entre o material da teca que está preservado e seu molde interno, junto às quatro faces (Fig. 5). Na região basal, esse espaço é mais acentuado (até 2 mm) diminuindo gradativamente até deixar de existir na região da abertura (Fig. 5). Fragmentos de conchas ou demais materiais duros, preservados junto à base da teca dos espécimes, conforme as ocorrências reportadas por Finks (1955), Feldmann & Babcock (1986) e Van Iten *et al.* (1996), não foram observados. Adicionalmente, marcas de predação ou cicatrizes decorrentes do ataque de predadores, como as ilustradas por Mapes *et al.* (1989), não foram também verificadas nos espécimes estudados.

Diversos modos de preservação foram notados para os conulários estudados, em parte, compreendendo aqueles já descritos por Simões *et al.* (2000a), variando segundo: a- sua atitude em relação ao plano de acamamento; b- se representado por indivíduos isolados ou agrupados; c- o grau de bioturbação dos estratos; d- o grau e tipo de deformação apresentado pelas tecas e, finalmente, e- a sua posição em

Figura 5-Teca parcialmente preservada, na região basal. Note que, no geral, o espaço vazio entre o molde interno e o que está preservado da teca diminui em direção à abertura. A: Espécime DZP-3618; B, F: Exemplar DZP-3329; C, G: Espécime DZP-3082; D: Amostra DZP-3629; E: Exemplar DZP-17041; H: Amostra DZP-3620. Explicação: setas em branco, bases mal preservadas; setas em preto, espaço entre o molde interno e o material preservado da teca. Escala gráfica 1 cm.

relação a sucessão estratigráfica estudada. De acordo com essas informações, os seguintes modos de ocorrência (=classes tafonômicas) são descritos:

1- Conulários verticalmente orientados, abrangendo indivíduos isolados (n=23), bem como espécimes agrupados (n=7), em qualquer um dos casos, com a abertura orientada para cima. A posição dos espécimes pode variar de 90° a 70° de inclinação, em relação ao plano de acamamento. Os espécimes estão inflados, podendo apresentar algum achatamento ântero-posterior (efeito sanfona) (Fig. 6), sendo raros os exemplares (e.g., DZP-3508) que também estão comprimidos lateralmente, especialmente na região mediana da teca. As três regiões da teca (região da abertura, mediana e basal) estão preservadas. Os espécimes dessa classe tafonômica ocorrem tipicamente em siltitos maciços ou incipientemente laminados, às vezes, com icnofósseis isolados, discretos (índice de bioturbação 2, *sensu* Miller & Smail, 1997), estando presentes acima ou abaixo dos estratos onde os espécimes horizontalmente preservados ocorrem. O material que preenche a cavidade do corpo é muito fino, contendo, às vezes, bioclastos representados por conchas isoladas de bivalves (Fig. 7).

Poucos centímetros (6 cm) acima dos níveis de ocorrências de exemplares verticalmente preservados, pode haver também a presença de moldes de bivalves *Anomalodesmata* (?) preservados *in situ*, com as valvas articuladas fechadas. Por outro lado, até o momento, sem exceção, nenhum fóssil de organismo bentônico vágil (e.g., trilobitas) foi verificado exatamente no mesmo nível de ocorrência dos conulários verticalmente orientados. Os fósseis em associação são representados por braquiópodes inarticulados, como *Orbiculoidea* (Fig. 8), os quais retêm também o material de fosfato de cálcio da concha ou braquiópodes articulados, como *Australospirifer inheringi*, cujas conchas ocorrem desarticuladas e na forma de moldes.

Figura 6- Orientação dos conulários na matriz sedimentar. A: Espécime (DZP-3074) vertical, em relação ao plano de acamamento, com a abertura orientada para cima; B, D: Desenho esquemático, indicando as regiões da teca e sua orientação (voltada para cima ou para baixo); C: Exemplar (DZP-17050) inclinado, em relação ao plano de acamamento, com a abertura voltada para baixo; E: Detalhe do espécime DZP-17050. Explicação: pontilhado, regiões preservadas da teca. Escala gráfica 1 cm.

Figura 7- Agrupamentos (*clusters*) de conulários. A-C: Espécimes inflados (DZP-3686), verticalmente orientados; A-B: Espécimes vistos em corte (vista superior); C: Mesmos espécimes, molde externo (vista lateral); D-E: Exemplares inflados (DZP-3505) e inclinados, em relação ao plano de acamamento. Observe, em A, que o material de preenchimento da teca é fino, contendo bioclastos (seta, em vermelho). Note, em D, que os dois espécimes apresentam ângulos de inclinação distintos, em relação ao plano de acamamento. Explicação: seta em branco, posicionada na região da aresta dos componentes do agrupamento; seta em preto, sentido do topo da amostra; pontilhado, delimitação dos indivíduos dos agrupamentos. Escala gráfica 1 cm.

Figura 8- Associação entre espécimes de conulários e orbiculóides. A, F-G: Desenho esquemático de orbiculóide; B: Espécime verticalmente orientado (DZP-3618), associado a orbiculóide; C, D, I: Desenho esquemático de conulário; E: Exemplar inclinado (DZP-3633), preservado próximo ao orbiculóide; H: Indivíduo horizontalmente orientado (DZP-3317), junto ao orbiculóide. Note que todos os espécimes de orbiculóides e conulários preservam uma película escura. Escala gráfica 1 cm.

Apenas um exemplar (DZP-3611a) exhibe a presença da parede basal (e.g., *schott*) (Fig. 9), isso é, estrutura constituída por camadas apatíticas, transversais e convexas na região basal (veja item 5.2.3), sendo longitudinalmente contínuas com a camada interna da teca (Van Iken, 1991a).

2- **Conulários inclinados**, incluindo espécimes isolados (n=27) ou agrupamentos de dois ou mais elementos (n=4), todos inflados e, às vezes, com achatamento ântero-posterior ou lateralmente comprimidos. A abertura está orientada para cima, na maioria dos casos, porém, dentre os 133 espécimes examinados, um apresenta a abertura voltada para baixo (Fig. 6). Todas as ocorrências dessa categoria mostram o eixo maior da teca inclinado cerca de 60° a 20°, em relação ao plano de acamamento. No caso dos exemplares que ocorrem em agrupamento, o grau de inclinação dos diferentes elementos pode variar (Fig. 7), conforme descrito adiante. Os conulários estão presentes em siltitos com icnofósseis isolados (e.g., *Zoophycus*) ou zonas com generalizada bioturbação (índice de bioturbação 2 ou 3, *sensu* Miller & Smail, 1997). Da mesma forma que na categoria anterior, braquiópodes e bivalves são os elementos que ocorrem em associação (Fig. 8) e fósseis de trilobitas não foram observados.

3- **Conulários horizontalmente orientados**, englobando 5 subclasses informais, a seguir descritas: **Subclasse I (n=44)**, representada por indivíduos isolados, inflados ou achatados lateralmente e com as três regiões da teca (abertural, mediana e basal) preservadas. Estão presentes em siltitos intensamente bioturbados (Fig. 10) (índice de bioturbação 3 ou 4, *sensu* Miller & Smail, 1997). Orbiculoidea e moldes de *Australospirifer inheringi* são os fósseis que comumente ocorrem em associação (Fig. 8). Fósseis de trilobitas não foram verificados;

Figura 9- Parede basal. A: Espécime (DZP-3611a) em seu bloco de origem, com parede basal preservada; B: Vista superficial, lateral, do espécime isolado (DZP-3611a) e, C: Vista superficial inferior do espécime isolado (DZP-3611a). Explicação: setas em branco, parede basal; pontilhado em branco, região da teca não preenchida. Escala gráfica 1cm.

Figura 10- Conulários horizontalmente orientados. A-B: Subclasse I; A: Espécime GP/1E4914; B: Vista superficial do bloco contendo o exemplar GP/1E4914; C-D: Subclasse II; C: Exemplar DZP-3634, exibindo as duas faces adjacentes, num mesmo plano de acamamento; D: Detalhe da região basal incompleta do espécime DZP-3634; E-F: Subclasse III; E: Vista geral do pavimento de *Australospirifer*, contendo conulário (DZP-3314); F: Detalhe do conulário (DZP-3314), preservado junto ao pavimento de *Australospirifer*. Explicação: setas em preto, linhas medianas de faces adjacentes; setas em branco, conulários no pavimento. Escala gráfica 1 cm.

Subclasse II (n=1), representada por indivíduos isolados, fortemente comprimidos, com a região da abertura faltando, estando duas faces adjacentes da região basal da teca expostas no mesmo plano de acamamento (DZP-3634) (Fig. 10). Ocorrem em siltitos intensamente bioturbados, com índice de bioturbação 3 ou 4, *sensu* Miller & Smail (1997); **Subclasse III (n=5)**, representada por indivíduos isolados, inflados ou com baixo grau de compressão lateral, preservados em siltitos ou arenitos muito finos, mostrando estruturas sedimentares, geradas por fluxo oscilatório, tais como as estratificações cruzadas do tipo micro *hummocky*. Pode haver também associação com pavimentos de conchas articuladas de *Australospirifer inheringi* (Fig. 10); **Subclasse IV (n=3)**, representada por indivíduos isolados, com tecas achatadas lateralmente, preservados em siltitos ou arenitos muito finos, com micro *hummockies* (Fig. 11) e, **Subclasse V (n=1)**, representada por indivíduos isolados, incompletos, faltando a região da abertura e parte da porção mediana, extremamente achatados lateralmente, isso é, com duas faces adjacentes expostas no mesmo plano de acamamento (Fig.11). O fóssil ocorre em siltito cinza, aparentemente maciço. Pequenas conchas desarticuladas de *Australocoelia* sp. estão em associação.

Figura 11- Conulários horizontalmente orientados. A-C: Subclasse IV; A: Vista geral da amostra DZP-3624; B: Detalhe mostrando estrutura sedimentar (micro *hummocky*) parcialmente preservada, face à destruição da trama pela bioturbação; C: Detalhe do espécime DZP-3624; D-E: Subclasse V; D: Espécime DZP-3687, em vista superficial superior; E: Detalhe do espécime DZP-3687, mostrando duas faces adjacentes preservadas no mesmo plano de acamamento.

4.2. AGRUPAMENTOS (*CLUSTERS*) DE CONULÁRIOS

Os agrupamentos (*clusters*) de conulários observados nas categorias tafonômicas (1 e 2, item 4.1), conforme mencionado anteriormente, foram recentemente descritos por Rodrigues *et al.* (2001), para a Formação Ponta Grossa. Tais agrupamentos são constituídos por dois ou três espécimes que se apresentam inflados na matriz e achatados ântero-posteriormente (Fig. 7). Em todos os agrupamentos, os exemplares convergem para um centro comum, em direção à sua região basal, porém a base não está preservada. A maioria dos agrupamentos mostra seus exemplares (e.g., DZP-3081, DZP-3686) tocando-se pelas faces, principalmente na região da abertura (Fig. 7). No agrupamento em que isso não ocorre, os espécimes apresentam diferentes graus de inclinação (DZP-3505), em relação ao plano de acamamento, isso é, um espécime com seu maior eixo inclinado 50° e outro, 20°, em relação ao plano de acamamento (Fig. 7). Esses espécimes formam agrupamentos (*clusters*) monoespecíficos de *Conularia quichua*.

4.3. DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DOS PADRÕES DE PRESERVAÇÃO

Na figura 3, é mostrada a distribuição vertical das ocorrências dos conulários estudados, onde fica claro que esses não ocorrem aleatoriamente na seção. Os conulários examinados ocorrem em dois horizontes de 3 e 4 metros espessura situados, respectivamente, nos intervalos de 29 a 32 metros e de 44 a 48 metros do contato basal com a Formação Furnas. Dentre todas as ocorrências, apenas uma é notada fora desses intervalos, isso é, no horizonte localizado precisamente a 39 metros do contato basal com a Formação Furnas. Esse tópico será retomado no item 5.2.5.

4.4. MODOS DE PRESERVAÇÃO VERSUS FEIÇÕES MORFOMÉTRICAS

No quadro 1, são apresentadas as medidas de espaçamento entre cordões, nas diferentes regiões da teca, segundo as categorias tafonômicas identificadas para *Conularia quichua* da Formação Ponta Grossa. Já o quadro 2 apresenta os valores para ângulo basal de cada face dos espécimes estudados. A espécie *Paraconularia africana* não foi investigada porque apenas dois exemplares estão disponíveis para estudo. Espécimes tanto incompletos como intemperizados, mostrando diferentes graus de esfoliação da teca, foram também identificados (Fig. 12) e serão discutidos mais adiante. Na figura 13, está representada a morfologia geral dos conulários, com as principais feições e termos morfológicos utilizados em sua descrição.

a- **Espaçamento entre cordões.** Esse caráter, utilizado para descrever gêneros e espécies (Babcock & Feldmann, 1986a), é altamente suscetível a modificações, principalmente através da compactação da teca, que ocorre paralela ao seu eixo maior (compactação longitudinal). Nos espécimes de *Conularia quichua*, preservados *in situ* (verticais em relação ao plano de acamamento, com a abertura voltada para cima), o espaçamento entre cordões pode ser modificado pela compactação, especialmente nos conulários que ocorrem em sedimentitos finos (Fig. 14). Por outro lado, os espécimes preservados horizontalmente, em relação ao plano de acamamento, não apresentam esse tipo de modificação tafonômica, uma vez que a compactação atua lateralmente ao maior eixo da teca.

Em *C. quichua*, o espaçamento entre cordões de espécimes inflados e não comprimidos longitudinalmente é de, aproximadamente, 25 a 40 cordões por centímetro. Esses mesmos valores são obtidos para os exemplares inflados e comprimidos lateralmente (Quadro 1).

Quadro 1- Medidas de espaçamento dos cordões, nas regiões da abertura, meio e base.

Classe Tafonômica	Espécime (DZP)	Espaçamento cordões /cm, na teca		
		Abertura	Meio	Base
Verticalmente orientado, inflado, não comprimido	DZP- 3075	45	--	--
	DZP- 3077	--	35	--
	DZP- 3081a	--	40	40
	DZP- 3081b	--	40	40
	DZP- 3082	40	45	40
	DZP- 3083	40	40	--
	DZP- 3324	40	30	--
	DZP- 3511	40	40	40
	DZP- 3611a	--	30	40
	DZP- 3611b	--	35	30
	DZP- 3614	--	40	--
	DZP- 3623	--	40	--
	DZP- 3632	--	40	--
	DZP- 3686a	--	30	--
	DZP- 3686b	--	40	--
	DZP- 16815	30	--	--
Verticalmente orientado, inflado, comprimido longitudinalmente	DZP- 3074	50	--	--
	DZP- 3327	52,5	47	--
	DZP- 3510	--	59	--
	DZP- 3628	--	77	--
Verticalmente orientado, parcialmente inflado	DZP- 3330	40	--	--
Inclinado, inflado, sem compressão	DZP- 3080	--	--	30
	DZP- 3084a	--	40	40
	DZP- 3085	--	40	40
	DZP- 3322	30	35	30
	DZP- 3323	--	--	40
	DZP- 3504	--	30	--
	DZP- 3505	30	30	--
	DZP- 3512	--	30	25
	DZP- 3514	--	--	40
	DZP- 3517	35	30	40
	DZP- 3612	40	35	35
	DZP- 3615	--	30	--
	DZP- 3620	--	40	40
	DZP- 3624a	--	30	--
	DZP- 3624b	--	40	--
	DZP- 3631	--	--	40
	DZP- 3633a	--	40	--
	DZP- 3633b	--	30	40
	DZP- 16814	--	40	40
Inclinado, inflado, comprimido (longitudinal)	DZP- 3516	54	--	--
	DZP- 3613	50	52,5	--
	DZP- 3629	--	49	--
	DZP- 3073a	--	30	40
Horizontalmente orientado, inflado, comprimido lateralmente	DZP- 3073b	--	30	--
	DZP- 3078	--	40	--
	DZP- 3079	--	30	--
	DZP- 3084b	--	25	--
	DZP- 3316a	--	30	--
	DZP- 3316b	--	30	--
	DZP- 3317	30	30	35
	DZP- 3318	30	--	--
	DZP- 3321	30	40	--
	DZP- 3329	40	45	40
	DZP- 3331	--	30	--
	DZP- 3502	--	30	--
	DZP- 3503	--	30	--
	DZP- 3509	30	30	--
	DZP- 3513	--	30	30
	DZP- 3515	40	40	30
	DZP- 3609	--	30	--
	DZP- 3610	35	--	--
	DZP- 3617	--	40	40
	DZP- 3621	30	--	--
	DZP- 3626	--	35	35
	DZP- 3630	--	40	--
	DZP- 16819	40	40	--
	DZP- 16820	--	40	--
Horizontalmente orientado, muito comprimido lateralmente	DZP- 3634	--	30	30
	DZP- 3687	--	--	30

Quadro 2- Valores para ângulos basais, em todas as faces dos conulários estudados.
Medidas realizadas no 1/3 inferior da teca

Classe Tafonômica	Espécime (DZP)	Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Diferença entre o maior e o menor ângulo basal
Verticalmente orientado, inflado, sem compressão	3075	18	21	22	26	8
	3077	25	--	--	--	--
	3081a	34	--	--	--	--
	3082	17	19	19	19	2
	3083	19	29	35	35	16
	3324	21	32	--	--	--
	3511	17	22	23	23	6
	3611a	10	13	16	--	--
	3611b	14	19	25	26	12
	3614	18	18	23	24	6
	3618	24	27	--	--	--
	3623	14	17	18	19	5
Verticalmente orientado, inflado, comprimido longitudinalmente	3074	23	23	25	30	7
	3508	35	40	--	--	--
	3628	22	22	30	31	9
Verticalmente orientado, parcialmente inflado, dobrado	3330	12	24	25	27	15
Inclinado, inflado, sem compressão	3080	20	20	23	25	5
	3084a	13	13	14	14	1
	3085	14	19	20	20	6
	3322	17	--	--	--	--
	3323	16	19	20	24	8
	3505	19	22	24	27	8
	3512	20	21	22	25	5
	3514	13	22	--	--	--
	3517	22	--	--	--	--
	3612	16	17	23	24	8
	3620	18	19	21	25	7
	3631	22	--	--	--	--
	3633a	31	--	--	--	--
	3633b	23	24	--	--	--
	16814	21	21	22	23	2
	17041	29	29	23	20	9
Inclinado, inflado, comprimido (longitudinal)	3516	19	20	21	25	6
	3613	11	21	--	--	--
	3629	30	--	--	--	--
Horizontalmente orientado, inflado, comprimido lateralmente	3073a	12	14	--	--	--
	3073b	23	--	--	--	--
	3079	10	11	33	35	25
	3317	17	27	--	--	--
	3318	28	--	--	--	--
	3321	21	--	--	--	--
	3329	12	18	--	--	--
	3502	16	--	--	--	--
	3503	16	--	--	--	--
	3509	35	--	--	--	--
	3513	22	--	--	--	--
	3515	12	15	18	19	7
	3609	10	18	19	23	13
	3610	17	21	--	--	--
	3617	11	12	22	28	17
	3621	23	40	--	--	--
	3626	18	--	--	--	--
	3627	19	19	21	22	3
	16818	20	--	--	--	--
	16819	8	--	--	--	--
	16820	30	32	--	--	--
	17052	26	--	--	--	--
Horizontalmente orientado, muito comprimido (lateral)	3634	31	34	--	--	--
	3687	6	22	--	--	--

Figura 12-Esfoliação da teca de conulário. A-D: Cristas ausentes nas regiões esfoliadas da teca (DZP-3509); E: Cordões lisos (DZP-3322); F-G: Cristas completas e afiladas (DZP-3509). A: x1,0; B-C, F: x1,2; D, G: x1,6. Explicação: seta em branco, esfoliação da teca; escala gráfica 1 mm.

Figura 13- Morfologia geral dos conulários, com as principais feições e termos morfológicos utilizados nas descrições anatômicas.

Figura 14- Ornamentação ao longo da teca de *Conularia quichua*. A: Esquema de um conulário completo; B: Região da abertura (DZP-3082), com articulação do tipo circular angulado; C: Articulação dos cordões circular angulada na região mediana (GP/1E-4914); D: Espécime GP/1E-4914, com cordões do tipo gótico, na região basal; E: Esquema de um conulário completo, com achatamento ântero-posterior, na região abertural; F-H: Região da abertura nos espécimes GP/1E-4914, DZP-3077 e DZP-3320, respectivamente. Note, em F-H, que o espaçamento entre os cordões é menor nas regiões achatadas. Explicação: setas em branco, regiões achatadas da teca. Escala gráfica 1 mm.

Já os espécimes inflados e levemente achatados, longitudinalmente, apresentam uma variação de 47 a 77 cordões por centímetro (Quadro 1). O exame detalhado desses exemplares mostra que as regiões da abertura e mediana da teca apresentam dobras (Fig. 14). Medidas realizadas nessas dobras revelam que a espessura do cordão é constante, sendo o espaçamento entre eles modificado pela compactação. De fato, os cordões são constituídos por espessamentos da teca, portanto, mais resistentes à compactação. Assim, se todas as medidas obtidas forem utilizadas, indiscriminadamente, para essa feição, o espaçamento entre cordões de *Conularia quichua* é de 25 a 77 cordões por centímetro.

Um possível exemplo desse fato, a ser citado, é o de *Conularia multcostata* Meek and Worthen, descrita por Babcock & Feldmann (1986a). Alguns espécimes, tais como o AMNH 6713, por exemplo (Babcock & Feldmann, 1986a, fig. 9.4, p. 386), estão claramente achatados longitudinalmente. De todos os exemplares dessa espécie, ilustrados por Babcock & Feldmann (1986a), poucos são os que não mostram deformações (FMNHUC54014a, Babcock and Feldmann, 1986a, fig. 12.4, p. 392). O espaçamento entre os cordões de *C. multcostata* é, por exemplo, 26 a 60 cordões por centímetro. Essa ampla variação decorre, possivelmente, do processo de fossilização (veja discussão no item 5.3).

b- Ângulo basal: É o ângulo hipotético formado por uma face da teca, medido através de projeções de duas arestas adjacentes, até seu ponto de intersecção (Babcock and Feldmann, 1984, 1986a) (Fig. 13). Quando os valores obtidos para espécimes comprimidos (lateral ou longitudinalmente) e não comprimidos são comparados, observa-se uma variação considerável. Grandes variações nos valores para ângulo basal são observadas, até mesmo, nas faces de um mesmo exemplar (DZP-3511).

Nos espécimes verticalmente orientados, em relação ao plano de acamamento, a deformação dá-se proporcionalmente nas quatro faces, de modo que, a diferença entre o menor e o maior ângulo é pequena. Isso pode ser notado, por exemplo, no espécime DZP-3084a, cuja variação entre os valores obtidos é de apenas 1 (Quadro 2). Nos casos em que se observa um grande intervalo (=16) para os valores de ângulo basal, nos exemplares verticais, pelo menos três faces apresentam valores similares (DZP-3083, Quadro 2).

Os conulários horizontalmente orientados, por outro lado, mostram um padrão diferente. Duas faces apresentam-se mais comprimidas do que as outras duas e, portanto, nota-se um intervalo grande para os valores de ângulo basal entre todas as faces. Os espécimes DZP-3079 e 3617 ilustram bem esse caso (Quadro 2).

c- Espécimes completos versus incompletos: Grande parte dos estudiosos de conulários tem empregado a ornamentação da teca para diagnosticar espécies. Diferentes tipos de ornamentação são conhecidos (e.g., gótico, gótico curvo, circular angulado, circular curvo) (Fig. 13). Em algumas espécies, o exame de tecas completas ou quase completas revela que a ornamentação pode variar ao longo da teca. Em outros casos, isso não ocorre. Em *Conularia quichua*, por exemplo, a ornamentação da teca é caracterizada por um estilo gótico dos cordões na região basal (Fig. 14),

sendo circular angulado nas demais regiões (Fig. 14). Vale lembrar que espécimes completos são raros entre o material estudado da Formação Ponta Grossa e que a maioria dos espécimes incompletos preservam as regiões mediana e da abertura, sendo a base geralmente ausente. Curiosamente, nenhuma atenção foi dispensada, até o momento, ao entendimento dos fatores responsáveis pela ausência da base na teca de conulários (e.g., microestrutura da teca, espessamentos internos, etc.).

d- Espécimes intemperizados: Cristas e nodos são feições externas típicas da teca de muitas espécies de conulários (Fig. 13) e têm sido utilizadas em diagnoses genéricas. Os espécimes de *C. quichua* estudados mostram que a ausência de nodos, cristas e, até mesmo, de cordões pode ser resultado dos processos intempéricos que levam à esfoliação da camada externa da teca. Alguns espécimes apresentam nodos, porém, cristas estão ausentes (e.g., DZP-3077, 3082) (Fig. 12). Nesses exemplares, as regiões onde as cristas estão ausentes coincidem com aquelas que apresentam a teca esfoliada. Em outros (DZP-3515), diferentes regiões da teca mostram graus de esfoliação distintos, ocasionando padrões morfológicos diferentes. No espécime DZP-3509, por exemplo, a região mediana está bem preservada e as cristas estendem-se por todo o interespaço (Fig. 12). Por outro lado, a região basal está fortemente esfoliada e nessa, as cristas apresentam-se quebradas, sendo, desse modo, menores. Esses exemplos mostram que a morfologia dos conulários pode variar, segundo o grau de esfoliação da teca, decorrente de processos intempéricos. O grau de esfoliação da teca de um determinado espécime varia de maneira considerável, sendo mais pronunciado nas regiões, presumivelmente, mais finas (base). Até mesmo em um único espécime, a teca apresenta diferentes graus de esfoliação. Nesses casos, observam-se regiões lisas da teca (sem cordões), ou mesmo regiões com cordões lisos (sem nodos e cristas) (Fig. 12).

5. DISCUSSÃO

5.1. ANÁLISE TAFONÔMICA BÁSICA

No quadro 3 e na figura 15, há um resumo das informações tafonômicas, com base nas descrições das ocorrências estudadas. Nos diferentes modos de ocorrência dos conulários estudados, o seu significado paleoambiental é indicado.

O esquema básico segue Simões *et al.* (2000a), acrescido, porém, dos modos: a- conulário inclinado, com a abertura voltada para baixo (classe 2, quadro 3); b- conulários horizontais, com tecas parcialmente infladas, preservados em pelito com alto grau de bioturbação (classe 3, subclasse I, quadro 3); c- conulários horizontais, com tecas altamente comprimidas (faces adjacentes dispostas em um mesmo plano), preservados em pelito com alto grau de bioturbação (classe 3, subclasse II, quadro 3); d- conulários horizontais, com tecas comprimidas lateralmente, porém preservando sua tridimensionalidade e associadas a micro *hummockies* (classe 3, subclasse IV, quadro 3) e, e- conulários horizontais, com tecas altamente comprimidas, preservadas em pelito maciço (classe 3, subclasse V, quadro 3). De particular importância são as ocorrências *in situ*, com os conulários preservados em posição de vida e as ocorrências associadas às estruturas sedimentares que indicam atuação de agentes energéticos junto ao fundo. Conforme observado por Bergamaschi (1999) e Bergamaschi & Pereira (2001), as ondas de tempestades foram o principal agente de transporte de sedimentos ao longo da Seqüência B, fato já reconhecido por outros autores, a partir dos dados tafonômicos (Anelli *et al.*, 1997; Simões *et al.*, 1998a, b, 1999, 2000a, b, c, 2001, 2002; Rodrigues *et al.*, 2000a, b, 2001) e amplamente confirmado nessa pesquisa. Possivelmente, o aspecto mais importante a ser considerado diz respeito aos modos de ocorrência e sua relação com o nível de base da bacia, durante o soterramento final (Fig. 16). Ao que tudo indica, os conulários, especialmente da classe 1, foram preservados preferencialmente em depósitos

TAFONOMIA COMPARADA DOS CONULATAE			
CLASSE TAFONÔMICA	DESCRIÇÃO		SIGNIFICADO
1- Verticais	Conulários isolados e agrupados, inflados, completos, porém, alguns com a região basal não preservada. Raros apresentam parede basal preservada. Teca achatada no sentido ântero-posterior, às vezes, comprimida lateralmente. Orientação vertical, em relação ao plano de acamamento, com seu eixo maior disposto cerca de 90° a 70°. Preservados com a abertura voltada para cima, em siltitos maciços ou com icnofósseis isolados, índice de bioturbação 2 (sensu Miller & Smail, 1997).		Ocorrência autóctone (sensu Kidwell <i>et al.</i> , 1986) de indivíduos ou agrupamentos desses, em posição de vida, preservados em depósitos de sufocamento, abaixo do nível de base das ondas de tempestade. Atividade biológica intraestratal insuficiente para alterar a posição original de preservação. No caso das tecas comprimidas, não houve preenchimento completo da cavidade gastrovascular.
2- Inclina	Conulários isolados e agrupados, inflados ou pouco achatados antero-posterior ou lateralmente. Completos, em sua maioria, porém, alguns com a região basal não preservada. Ocorrem inclinados, cerca de 60° a 20°, em relação ao plano de acamamento. Região da abertura voltada para cima, na maioria dos espécimes, sendo único o espécime preservado com a abertura voltada para baixo. Preservados em siltitos com icnofósseis isolados, índice de bioturbação 2 ou 3 (sensu Miller & Smail, 1997).		Ocorrência autóctone a parautóctone (sensu Kidwell <i>et al.</i> , 1986) de indivíduos ou agrupamentos desses, em posição de vida, preservados em depósitos de sufocamento, abaixo do nível de base das ondas de tempestade. Atividade biológica intraestratal significativa, modificando a posição original de preservação. Tecas achatadas lateralmente indicam um preenchimento desigual da cavidade gastrovascular.
3- Horizontais	I- parcial ou totalmente inflados	Espécimes individuais, completos, inflados ou com tecas comprimidas lateralmente. Dispostos com seu eixo maior cerca de 0° a 20°, em relação ao plano de acamamento, em pelitos com alto grau de bioturbação (índice de bioturbação 3 ou 4 sensu Miller & Smail, 1997).	Ocorrência parautóctone (sensu Kidwell <i>et al.</i> , 1986) semelhante em origem aos espécimes inclinados. O fato dos fósseis não exibirem feições que denotam exposição na interface água/sedimento e sua presença em litótipo com alto grau de bioturbação, indicam que a atividade biológica intraestratal foi, provavelmente, responsável pela modificação de sua atitude original. No caso das tecas comprimidas, não houve preenchimento completo da cavidade gastrovascular. Sua atitude em relação ao plano de acamamento e teca parcialmente preenchida favorecem o achatamento lateral, durante a diagênese.
	II- fortemente comprimidos	Espécimes individuais, achatados lateralmente (com duas faces adjacentes expostas num mesmo plano), teca desintegrada, com a abertura incompleta. Dispostos com seu eixo maior cerca de 0° a 20°, em pelitos com índice 4 de bioturbação (sensu Miller & Smail, 1997).	Ocorrência parautóctone a alóctone, com os indivíduos exibindo sinais de exposição na interface água/sedimento. Forte achatamento lateral pode resultar de combinação de compactação do substrato, durante a diagênese e um preenchimento parcial, por sedimentos, da cavidade gastrovascular.
	III- inflados, associados a estrutura sedimentar	Espécimes individuais, inflados, dispostos com seu eixo maior cerca de 0° a 20°, em pelitos associados a micro <i>hummockies</i> ou a pavimentos de conchas articuladas de <i>Australospirifer</i> .	Ocorrência parautóctone a alóctone, com indivíduos bem preservados, mas associados a micro <i>hummockies</i> , indicando tratar-se de espécimes previamente soterrados <i>in situ</i> , remobilizados, redepositados e refossilizados por fluxos de tempestade.
	IV- achatados, associados a estrutura sedimentar	Espécimes individuais, achatados lateralmente, porém com sua tridimensionalidade mantida. Dispostos com seu eixo maior cerca de 0° a 20°, em pelitos associados a micro <i>hummockies</i> .	Ocorrência parautóctone a alóctone associada a micro <i>hummockies</i> , indicando tratar-se de espécimes previamente soterrados <i>in situ</i> , remobilizados, redepositados e refossilizados por fluxos de tempestade. A compressão lateral da teca indica que o material de preenchimento da cavidade gastrovascular apresentava-se em estado plástico.
	V- achatados, em pelito maciço (?)	Espécimes individuais, achatados lateralmente (com duas faces adjacentes expostas num mesmo plano) e incompletos (abertura e região mediana não preservadas). Preservados horizontalmente, cerca de 0° a 20°, em relação ao plano de acamamento, em siltitos aparentemente maciços.	Ocorrência alóctone de indivíduos incompletos, possivelmente, com história complexa, de exposição e perda de partes esqueléticas na interface água/sedimento. Sua presença em pelitos maciços sugere transporte em suspensão e deposição das partes esqueléticas por decantação, em associação com eventos de alta energia (tempestades).

Figura 15- Trajetórias tafonômicas hipotéticas, para explicar o registro preservado e a resolução paleoecológica das ocorrências de conulários da Formação Ponta Grossa. Classes tafonômicas, explicação no texto.

Figura 16- Esquema hipotético da distribuição batimétrica dos registros preservados, segundo o gradiente de águas rasas/profundas. Classes tafonômicas, explicação no texto.

gerados abaixo do nível de base de ondas de tempestade. Por tratar-se de invertebrado sésil da epifauna, sua preservação *in situ* implica, necessariamente, na ausência de correntes ou fluxos junto ao substrato. Aumento brusco nas taxas de sedimentação, por decantação de finos, em áreas mais distais, durante eventos de tempestades é o principal mecanismo gerador dos chamados depósitos de sufocamento (Brett & Seilacher, 1991; Brett, 1995; Brett *et al.*, 1997). Esses depósitos são formados, entretanto, abaixo do nível de ondas de tempestade, possibilitando a preservação da epifauna, em posição de vida. Portanto, as ocorrências onde as tecas de conulários estão preservadas junto a estruturas sedimentares do tipo micro *hummockies* indica que os conulários foram retirados de sua posição de vida ou dos sedimentos onde estavam preservados, sofrendo curto transporte e rápido soterramento ou sendo redepositados, acima do nível de base de ondas de tempestades (veja discussão abaixo). Finalmente, a rara presença de conulários em fácies indicativas de águas mais rasas, demonstra seu baixo potencial de fossilização em condições mais proximais, junto ou acima do nível de base de ondas de tempo bom. Esse assunto será retomado no item 5.2.5, abaixo.

Embora a tafonomia de conulários seja razoavelmente bem conhecida a partir dos estudos de Harland & Pickerill (1987) e Simões *et al.* (2000a, b, c), um aspecto ainda pouco compreendido e, até certo ponto, inexplorado, refere-se à história individual de preenchimento das tecas, por sedimentos, durante o processo de fossilização. Conforme discutido a seguir, esse aspecto é de grande relevância, não apenas porque permite a preservação tridimensional dessas, mas também por possibilitar um entendimento mais amplo da complexa história de preservação desses invertebrados, no registro sedimentar.

Em fácies de folhelhos negros, por exemplo, raramente as tecas dos conulários estão preservadas infladas (Van Iten, 1991a; Van Iten *et al.*, 1996), isso é, guardando

sua tridimensionalidade. Em geral, estão completamente achatadas, mostrando a ausência de sedimentos no interior das tecas, durante a diagênese. Isso é fácil de explicar, dadas as condições de baixas taxas de sedimentação que predominam nessas áreas distais.

Uma ampla variedade de situações é, entretanto, mostrada pelo material estudado, sendo observadas diversas situações onde as tecas estão preenchidas ou não (vide quadro 3). Nos casos onde os espécimes estão preservados verticalmente ou inclinados, interpretados como ocorrências *in situ*, há o predomínio de tecas totalmente infladas, preenchidas por material sedimentar, em geral mais fino do que o da matriz, às vezes, contendo inclusive pequenos fragmentos bioclásticos (Fig. 7). Essa situação é compatível com o esperado para os depósitos de sufocamento, onde a decantação de finos e outros materiais colocados em suspensão, durante a passagem de tempestades, acaba soterrando rapidamente os invertebrados bentônicos. Observações experimentais com cifomedusas encalhadas ou mergulhadas em águas saturadas por sedimentos (Bruton, 1991; Rozhnov, 1998) indicam que o comportamento de bombear intensamente seus canais e cavidades internas resulta no preenchimento dos mesmos por sedimentos, ou seja, seu próprio comportamento de fuga condiciona a sua morte (Hagadorn *et al.*, 2002). Isso explicaria, em parte, como o sedimento poderia ter sido capturado, preenchendo a cavidade gastrovascular dos conulários. É importante lembrar que as tecas de conulários são flexíveis e após a morte do animal e decomposição das partes moles, seguida de perda da turgidez, essa não "funcionaria" como uma estrutura oca, apta a receber sedimentos. Desse modo, é complicado compreender como os sedimentos são retidos no interior das tecas, porque nos animais mortos, passíveis de transporte junto ao fundo, seria difícil manter a teca completamente aberta para englobar sedimentos (Fig. 17).

Figura 17- Esta figura, uma extrapolação da realidade, faz alusão à dificuldade de manter a teca (flexível) de um conulário, após a morte e a perda da turgidez. A escavadeira alude às correntes tracionais. Em outras palavras, para preencher a teca com sedimentos, mantendo sua tridimensionalidade, há a necessidade da manutenção dessa estrutura túrgida, sendo transportada em contato com o substrato.

Por esse motivo, imaginar a história de fossilização das tecas infladas, com compressão desprezível, preservadas horizontalmente junto a estruturas geradas por fluxos oscilatórios não é uma tarefa fácil.

Em decorrência dos aspectos acima, algumas possibilidades são levantadas para explicar as ocorrências verificadas (Fig. 15), isso é:

a- conulários são retirados de sua posição de vida, sofrendo curto transporte (tecas estão completas), não permanecendo por prolongado período de tempo na interface água/sedimento. A provável resposta do animal, em alusão aos cnidários vivos, é a contração dos tentáculos e fechamento da região oral. Dessa forma, sedimentos têm pouca possibilidade de adentrar na cavidade gastrovascular. Mesmo imaginando algum transporte lateral é difícil que a teca mantenha-se túrgida, "viajando" junto ao fundo, numa mesma direção, possibilitando que as partículas entrem na cavidade gastrovascular (Fig. 17). Em adição, cumpre lembrar que durante as tempestades, que poderiam retirar esses animais de sua posição de vida, o regime de fluxo que predomina é o oscilatório. Novamente, portanto, dificultando imaginar o transporte da teca, junto ao substrato, numa mesma direção, todo tempo. Como resultado, o registro deveria mostrar uma teca fortemente achatada, parcialmente completa, com pouco sedimento no interior, em associação a estruturas sedimentares indicativas de tração. Esse exemplo não é ainda conhecido;

b- conulários vivendo nas porções mais distais (em folhelhos negros), onde as taxas de sedimentação são muito baixas, ficam expostos e tombados na interface água/sedimento. Em decorrência das taxas de sedimentação, a teca não é completamente preenchida. Nesse caso, o registro irá mostrar tecas fortemente achatadas, com pouco ou nenhum sedimento preenchendo a cavidade do corpo, com as faces dispostas lado a lado. Possíveis exemplos incluem o espécime DZP-3687 e

as ocorrências de conulários da Formação Maquoketa (Ordoviciano Superior), da América do Norte, descritas por Van Iten *et al.* (1996);

c- conulários são preservados *in situ*, em consequência do aumento brusco nas taxas de sedimentação, associadas à decantação de finos, durante tempestades e o preenchimento das tecas decorre da contração e bombeamento da cavidade gastrovascular. O registro deverá mostrar tecas tridimensionais, completamente infladas, sem ou com desprezível achatamento ântero-posterior. Permanecendo nessa condição, os fósseis apresentarão a região da abertura voltada para cima, estando verticalmente preservados, em relação ao plano de acamamento ou inclinados, em decorrência da atividade biológica intraestratal. Nessa categoria está enquadrada a maior parte dos exemplos estudados;

d- conulários são preservados *in situ* pelos mesmos processos descritos no item acima. Porém, mudanças no nível de base da bacia, durante tempestades remobilizam não apenas a fauna vivente, mas também os elementos previamente soterrados, que serão refossilizados. O registro deverá mostrar tecas infladas, horizontais, em associação a estruturas sedimentares indicativas de atuação de eventos de alta energia. O achatamento lateral observado nas tecas, infladas, indicaria que o evento de remobilização ocorreu durante fase na qual os sedimentos no interior das tecas estavam ainda em estado plástico, durante a diagênese. Possíveis exemplos são as subclasses I e IV da classe 3, descritas no quadro acima e,

e- conulários são preservados sob as mesmas condições do item d, porém suas tecas estão horizontais e completamente infladas, em associação a pavimentos de conchas de braquiópodes (*Australospirifer inheringi*). Embora preservados horizontais, em relação ao acamamento, o achatamento da teca é mínimo. Essa condição e sua associação a concentrações a partir do transporte de bioclastos junto ao fundo, indica, possivelmente, o retrabalhamento de elementos já previamente fossilizados. A

diferença para o item anteriormente descrito é que naquele caso os sedimentos no interior da teca ainda estavam em estado plástico, permitindo o achatamento posterior e, nesse caso, não. A subclasse III, classe 3, descrita no quadro 3, constitui possível exemplo.

A discussão acima fornece uma idéia da complexa história de fossilização dos invertebrados estudados, face ao seu modo de vida, aos habitats ocupados, à constituição e anatomia das tecas e aos processos sedimentares que aí operam, bem como a sua diagênese. Apenas a partir do estudo bioestratinômico das ocorrências examinadas não é possível avançar mais, de momento, nas questões apontadas. A solução está, portanto, na combinação do uso de dados bioestratinômicos, com aqueles provenientes da petrografia sedimentar, que poderiam esclarecer também aspectos da história diagenética dos conulários da Bacia do Paraná. Por exemplo, se, de fato, as ocorrências de tecas tridimensionais preservadas horizontalmente correspondem a exemplares refossilizados, a natureza da matriz que preenche a teca poderá ser distinta daquela na qual o fóssil está englobado. Um estudo dessa natureza, porém, não faz parte do escopo original da presente pesquisa, que teria seus objetivos grandemente ampliados. Adicionalmente, uma análise petrográfica implicaria no seccionamento de um grande número de exemplares, esses, porém, estão sendo concomitantemente estudados do ponto de vista da sistemática da fauna (Leme, 2002). Finalmente, é notável que essas observações surgiram de um estudo de cunho primariamente bioestratinômico, reafirmando ser esse, o ponto de partida para o restante da análise tafonômica.

5.2. PALEOAUTOECOLOGIA

5.2.1. Modo de Vida

Fundamentados em sua morfologia funcional e/ou inferências filogenéticas, os conulários foram interpretados como invertebrados planctônicos, pseudoplanctônicos ou bentônicos (*cf.* Babcock 1991, Van Iten 1991a, b). Tanto os espécimes orientados verticalmente, como os inclinados são interpretados como ocorrências *in situ*, representando, provavelmente, conulários soterrados em posição de vida. De fato, Cooper (1977, p. 180) e Petri & Fúlfaro (1983, p. 86) foram, possivelmente, os primeiros autores a interpretar tais ocorrências como registros de conulários em posição de vida. Embora o ponto de fixação no substrato não tenha sido observado no material examinado, as orientações vertical e inclinada (abertura voltada para cima), em relação ao plano de acamamento, são dificilmente conciliadas com um modo de vida plactônico (veja também Harland & Pickerill 1987). Visto que a grande maioria dos espécimes examinados (verticais ou inclinados) estão orientados com a abertura para cima, com a exceção de apenas um exemplar (inclinado, orientado com a abertura para baixo), torna-se improvável ser esse um fato acidental.

5.2.2. Fixação ao Substrato

Os dados tafonômicos aqui coligidos, bem como os de literatura, indicam que os conulários foram fixados ao substrato pela base (abertura voltada para cima) (veja Bischoff 1978; Harland & Pickerril, 1987; Simões *et al.*, 2000a, b, c). Tais observações tafonômicas estão de acordo com as interpretações de Sinclair (1948), Finks (1955), Petri & Fúlfaro (1983), Babcock *et al.* (1987), Van Iten (1991a, b) e Van Iten & Cox (1992). Vários autores (*e.g.*, Ruedemann, 1898; Slater, 1907; Kozlowski, 1968; Bischoff, 1978; Hemish, 1986) sugeriram evidências de fixação por disco basal, projeções do tipo "raízes", além de outros sistemas de ancoragem (Harland & Pickerill,

1987). Babcock (1991), por sua vez, propôs nova interpretação para a anatomia da região basal da teca dos conulários, acreditando que as evidências apresentadas por Kozlowski (1968) (e.g., projeções tipo "raízes") estão fundamentadas em exemplares que não pertenceriam aos conulários, embora outros autores apresentassem caracteres diagnósticos de Conulatae, para tais exemplares (Van Iten & Cox, 1992). O autor sugere que a terminação basal dos conulários seja afilada, associada a um pedúnculo flexível, talvez quitinoso (Babcock, 1991; Babcock & Feldmann, 1986a, b). No entanto, os exemplares que suportam essa reconstrução da anatomia (Babcock & Feldmann, 1986b: fig. 21.1, 24.2 e 32.5) apresentam sua porção basal quebrada ou pobremente preservada e a hipótese do pedúnculo ser artefato de preparação ou restos vegetais não é descartada (Van Iten & Cox, 1992).

Embora evidências diretas do ponto de fixação dos conulários ao substrato não tenham sido documentadas na literatura, ocorrências de espécimes embebidos em esponjas e briozoários (Finks, 1955), bem como tecas de *Sphenothallus* (Van Iten *et al.*, 1996), conchas de moluscos hiolítídeos, cefalópodes (Van Iten, 1991a) e fragmentos de moluscos bivalves preservados próximos da base da teca de conulários (Babcock *et al.*, 1987) sugerem que os conulários fixavam-se, pela base, a um substrato duro, tais como, conchas, dentre outros restos esqueléticos (Van Iten & Cox, 1992).

Nos conulários estudados fragmentos de conchas ou demais materiais duros, preservados junto à base da teca dos espécimes não foram observados. Possivelmente, a fixação de tais espécimes ao substrato lamoso e inconsolidado do mar devoniano deu-se por disco basal não mineralizado, ou mesmo, através da extremidade basal da teca parcialmente enterrada no substrato, conferindo, assim, estabilidade hidrodinâmica ao animal. O comportamento de fixação por estruturas não mineralizadas (e.g., cíforrizas em *Stephanoscyphos racemosus*) são comuns aos

cifozoários, afins aos conulários (Kiderlen, 1937; Knight, 1937; Moore & Harrington, 1956a, b; Bischoff, 1978; Van Iken, 1991a, b; 1992a, b; Van Iken & Cox, 1992; Van Iken *et al.*, 1996, 2000; Jerre 1993, 1994; McKinney *et al.*, 1995; Hughes *et al.*, 2000). De fato, a região basal nos exemplares estudados, quando presente, mostra preservação diferenciada daquela observada para as demais regiões da teca (Fig. 5). Possivelmente, a teca dos conulários estudados foi mais espessa junto a região basal, porém menos mineralizada. As evidências que suportam essa observação são: a- como uma regra, nos espécimes completos, isso é, com a extremidade basal preservada, existe um espaço de até 2 mm (DZP-17041), junto as quatro faces (Fig. 5), entre o que está preservado da teca e o molde interno. Para a região da abertura gradativamente esse espaço deixa de existir e, b- na grande maioria dos espécimes estudados, a teca junto a região basal está mal preservada (Fig. 5). Mesmo nos espécimes retirados de rochas não intemperizadas (ou menos intemperizadas) há sempre uma diferença na preservação da teca, com as regiões mediana e da abertura preservando a ornamentação, por exemplo. Que processo de fossilização poderia ser responsável por preservar diferencialmente a região basal e da abertura de um dado exoesqueleto, se esse fosse homogêneo do ponto de vista mineralógico e microestrutural?

Interpretando conulários como invertebrados da epifauna é razoável supor, portanto, que a região mais espessa da teca estivesse situada na base e que essa fosse uma região mais orgânica, conferindo flexibilidade ao indivíduo, importante para a vida nas áreas acima do nível de base das ondas de tempestade. É importante lembrar que parece haver consenso na literatura que, de fato, a teca dos conulários foi flexível (Babcock *et al.*, 1987). Além disso, uma fixação por tecas parcialmente enterradas no substrato e/ou através de aglutinação de partículas, na região basal, por secreção de muco seria a mais adequada para a vida em um substrato mole, pobre

em restos bioclásticos, como é o caso da Formação Ponta Grossa. Se as espécies estudadas vivessem fixadas a conchas ou outras partículas, por que essas não estão preservadas diretamente abaixo da região basal dos espécimes *in situ*? Se as espécies estudadas necessitassem de acúmulos de conchas como substrato de vida, por que não estão preservadas em associação aos pavimentos de *Australocoelia tourtelotii*, que ocorrem intercalados aos níveis de ocorrências de conulários da Formação Ponta Grossa? De qualquer modo, até que sejam encontrados espécimes mostrando evidência de pontos de fixação por pedúnculos, por prolongamentos do tipo "raízes" ou outras estruturas quaisquer, o modo de fixação dos conulários permanecerá em aberto.

5.2.3. Significado da Parede Basal (Schott)

Diversos autores (e.g., Moore & Harrington, 1956a; Van Iten, 1991a) têm notado que a extremidade basal dos conulários nem sempre é afilada, podendo terminar numa parede basal, isso é, numa estrutura transversal plana, côncava ou convexa. A natureza da parede basal tem sido bastante questionada na literatura, principalmente pelos autores que advogam a afinidade dos conulários aos cifozoários (Kiderlen, 1937; Sinclair, 1948; Moore & Harrington, 1956a, b; Werner, 1966, 1967; Bischoff, 1978; Babcock & Feldmann, 1986a; Van Iten, 1991a). Tal estrutura já foi interpretada como uma feição ontogenética, relacionada ao crescimento normal dos conulários, produzida durante uma determinada idade (Sinclair, 1948; Babcock & Feldmann, 1986a). Fundamentados em analogias com o ciclo reprodutivo dos cifozoários, os quais apresentam alternância de gerações, outros autores, tais como, Moore & Harrington (1956a) sugeriram que a parede basal corresponde a uma cicatriz produzida na fase adulta, decorrente do destacamento, pela região basal, de medusas que assumiriam um modo de vida livre-natante (Van Iten, 1991a).

Os clássicos experimentos com pólipos de coronados (Scyphozoa, Cnidaria), realizados por Werner (1966, 1967) e Chapman & Werner (1972) mostraram a capacidade de regeneração desses animais, quando submetidos a cortes, tanto da periderme, quanto dos tecidos moles, em sua região basal. O modo de reparo de injúrias desses animais é dado pela produção de uma camada fina e lisa da periderme, a qual se assemelha tanto em relação à sua morfologia grosseira, como em termos de microestrutura, à parede basal dos conulários (Van Iten, 1991a).

Estudando espécies de conulários com parede basal preservada, Van Iten (1991a) procurou relacionar a presença dessa estrutura às fácies sedimentares onde os espécimes são encontrados. O autor notou íntima relação entre a ocorrência dos espécimes com parede basal preservada e a energia do meio, uma vez que o número de espécies que apresentam parede basal é significativamente maior nos sedimentitos depositados em locais onde correntes tracionais são comuns. Desse modo, os dados de literatura sugerem que a parede basal é uma estrutura de reparo da teca, em consequência de injúrias produzidas por correntes de fundo, em alusão ao que ocorre com os coronados.

Dentre todas as ocorrências de conulários da Formação Ponta Grossa, aqui estudadas, apenas um espécime, inflado, completo e vertical, em relação ao plano de acamamento, mostra parede basal preservada (veja item 4.1) (Fig. 9). Conforme longamente discutido nesse documento (veja, também, Simões *et al.*, 2000a), esse modo de ocorrência representa conulários soterrados em posição de vida e preservados em depósitos de sufocamento, abaixo do nível de base das ondas de tempestade. Embora tal ocorrência não elucide a questão da função dessa estrutura, ela pode enriquecer a discussão acima, no sentido de rejeitar algumas das hipóteses propostas por autores prévios.

No caso dos exemplares estudados, chama a atenção a ocorrência de parede basal em exemplar preservado *in situ*. Na figura 18, um esquema hipotético de como a parede basal poderia ter sido gerada em exemplares preservados em posição de vida é mostrado. Considerando a hipótese de que o aparecimento da parede basal é induzido por fatores extrínsecos (correntes) (veja, por exemplo, Van Iken, 1991a), tal estrutura reflete os processos de fundo (*background processes*, Brett & Baird, 1997) e não o soterramento final. Se a parede basal necessita de correntes atuando sobre os espécimes para produzir a injúria e se esses espécimes estão em posição de vida, isso significa que num dado instante, esses ocupavam substratos acima ou junto ao nível de base de ondas de tempestades. Correntes atuando junto a esses fundos seriam capazes de causar a injúria, porém não seriam suficientes para a retirada completa dos indivíduos de sua posição de vida. A porção mediana e superior dos indivíduos, após a injúria, seriam perdidas. Os indivíduos que permaneceram vivos, apresentariam cicatrização e regeneração da teca, tendo como cicatriz a parede basal. Contudo, no registro o que é observado, são exemplares *in situ*, indicando que esses seguiram o curso de sua história de vida até o soterramento final. O fato desses estarem *in situ*, indica, como já discutido, nesse documento que esses foram preservados abaixo do nível de base de ondas de tempestades. Consequentemente, esses indicam uma mudança no nível de base da bacia, durante o intervalo que se seguiu a produção da injúria e a sua preservação final *in situ* (Fig. 18). Em reforço a essas observações está o fato de que, no exemplar que apresenta parede basal, toda a região da teca, acima da cicatriz, está preenchida por sedimento e a região abaixo não (Fig. 9), indicando que o sedimento não teve acesso aquela região, separada do restante pela parede basal (cicatriz).

Figura 18- Esquema hipotético da formação da parede basal, por indução através de correntes tracionais. A: Conulário em posição de vida; B: Disruptura da teca, na região basal, pela ação de correntes tracionais; C-Formação da parede basal, como proteção aos tecidos moles expostos. Morte e decomposição do restante da teca; D- Regeneração da teca, a partir da parede basal e, E- Soterramento *in situ*, por decantação de finos.

5.2.4. Conulários como formas solitárias ou coloniais/gregárias

Conulários são geralmente referidos como formas solitárias. Embora raros (Babcock & Feldmann, 1986c), vários agrupamentos de conulários foram ilustrados na literatura por Hall (1876, 1879), Slater (1907), Ruedemann (1925), Sinclair (1940), Babcock & Feldmann (1986a, b), Van Iten & Cox (1992) e Rodrigues *et al.* (2001). Os agrupamentos apresentados na literatura internacional são monoespecíficos, com os espécimes convergindo para um centro comum, em direção à sua região basal e bases não preservadas (veja discussão acima). As únicas evidências de agrupamentos de espécimes com bases preservadas são descritas para *Paraconularia crustula* (White), Pensilvaniano da América do Norte (Van Iten & Cox, 1992). Esse agrupamento apresenta uma lâmina de material extremamente fino, bem próximo das bases dos exemplares, cuja constituição é apatítica, semelhante ao material da teca dos conulários, representando o tecido de conexão entre os espécimes (Van Iten & Cox, 1992). Conforme advertem os autores, "o material da teca na extremidade basal dos dois conulários parece ser contínuo com a lâmina apatítica, entretanto, a pobre preservação dessas áreas torna difícil testar essa hipótese conclusivamente" (Van Iten & Cox, 1992, p.423).

De modo similar às ocorrências da literatura, os agrupamentos de conulários da Formação Ponta Grossa, conforme visto no item 4.1, são constituídos por espécimes de *Conularia quichua* (Fig. 7). Essa espécie é o elemento predominante da fauna de conulários da Formação Ponta Grossa (Leme *et al.*, 2001; Leme, 2002), até então observado como formas solitárias (Rodrigues *et al.*, 2001). Entretanto, tipicamente, a base dos espécimes preservados nos agrupamentos está faltando, o que dificulta o entendimento da natureza desse agrupamento (Fig. 7). Não é possível saber, por exemplo, se os indivíduos foram conectados pela base, o que refletiria um comportamento colonial (Van Iten & Cox, 1992) ou se são representantes de

assentamentos de duas ou mais larvas de conulários próximas entre si, refletindo um comportamento gregário (Babcock, 1991).

Colônias são formadas por clones provenientes de reprodução assexuada, interligados por tecidos, apresentando mesma fisiologia, morfologia ou anatomia. Já o comportamento gregário resulta do assentamento de larvas, por estímulo químico do substrato ou pela presença de outros indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes e, portanto, envolve reprodução sexuada (Werner, 1979). Assim sendo, o material examinado não pode elucidar a questão da natureza dos agrupamentos de conulários, ou seja, se refletem um comportamento gregário ou colonial.

5.2.5. Distribuição paleoambiental (Fácies e Estratigrafia de Sequências)

Conulários ocorrem em uma ampla variedade de fácies sedimentares, segundo o nível de energia e a sua posição em relação ao nível de base de ondas de tempestade (veja item 5.1). A figura 19, inclui um esquema hipotético fundamentado nos dados de literatura e de campo, mostrando as relações entre os modos de preservação e a estrutura da teca, segundo o nível de energia e a posição batimétrica dos conulários, em um gradiente de águas rasas/profundas.

De uma maneira geral, os conulários podem estar preservados em rochas depositadas, sob as seguintes condições e ambientes: a- substratos em águas rasas, plataformais, situados próximos do nível de base de ondas de tempo bom, sujeitos a intenso retrabalhamento. Inclui depósitos formados por arenitos quartzosos, finos a grossos ou calcários bioesparíticos; b- substratos em águas plataformais, moderadamente profundas, situadas abaixo do nível de base de ondas de tempo bom, sujeitos a atuação de correntes de alta energia, durante tempestades. Abrange depósitos de folhelhos, com arenitos finos e grossos, c- substratos em águas rasas protegidas ou nas porções distais da plataforma, em bacias intracratônicas, abaixo do

Figura 19- Esquema hipotético da distribuição batimétrica de feições tafonômicas e paleoecológicas para conulários, segundo um gradiente de águas rasas/profundas. A largura das barras não é precisa, apenas indica como uma determinada feição pode variar ao longo do gradiente.

nível de base das ondas de tempestades. Engloba depósitos de argilitos ou folhelhos pretos, sob condições de baixa oxigenação.

Os dados disponíveis para os conulários estudados indicam que esses ocorrem preferencialmente em sedimentitos depositados abaixo do nível de base de ondas de tempestades ou entre esse e o nível de base de ondas de tempo bom (Fig. 16). Conforme discutido no item 5.1, as ocorrências *in situ* indicam a preservação de conulários em posição de vida, em substratos finos, não perturbados por correntes tracionais. É notável, entretanto, que ao longo da seção estudada, em Jaguariaíva, PR, apenas uma ocorrência foi notada para rochas depositadas sob condições um pouco mais rasas do que aquelas que caracterizam os horizontes com depósitos de sufocamento, que encerram grande quantidade de indivíduos. No contexto dessa discussão, algumas questões são importantes: a- as espécies de conulários estudados viviam apenas abaixo do nível de base de ondas de tempestades? b- as espécies de conulários distribuíam-se nos fundos desde o nível de base de ondas de tempo bom até abaixo do nível de base de ondas de tempestade, sendo preservadas em maior número nesse último, graças ao maior potencial de fossilização, sob condições menos energéticas?

Evidências estratigráficas, tafonômicas e anatômicas sugerem, fortemente, que a segunda hipótese é a mais plausível. A teca de *Conularia quichua*, por exemplo, é pouco espessa, dentre as mais delgadas conhecidas para o grupo (Van Iten, comunicação pessoal, 2002). Na teca de *Conularia quichua* não são também observadas estruturas internas espessas junto a linha mediana, estrutura presente nas tecas mais robustas (e.g., septo bifurcado em *Eocunularia loculata*, Jerre, 1994). Curiosamente, nos sedimentitos da Formação Ponta Grossa onde estruturas sedimentares indicativas da atuação de correntes junto ao fundo estão presentes, em geral, nos intervalos mais rasos do Trato de Sistemas Transgressivo (veja mais

abaixo), raras são as ocorrências de fósseis de conulários. Quando presentes, as tecas estão achatadas lateralmente e rasgadas, apenas com a região mediana preservada. Essas tecas foram submetidas a transporte e retrabalhamento, possivelmente curto, antes de sua deposição final (veja discussão no item 5.1). Ocorrências de conulários robustos, com tecas e septos fortemente mineralizados, bem como arestas internamente espessadas, em bioesparitos depositados em plataforma carbonática, rasa, foram relatadas por Jerre (1994). Segundo o autor, o fato de tais espécimes apresentarem-se quebrados logo acima da região de inserção dos septos, ou na porção basal, sugere que tais feições de reforço à estrutura da teca constituíram uma adaptação à vida em meio de alta energia.

Considerando ainda os dados disponíveis nesse estudo, outro aspecto interessante a ser notado é que restos de conulários não ocorrem em associação com trilobitas homalonotídeos. Segundo Eldredge & Ormiston (1979), trilobitas homalonotídeos são característicos das comunidades de águas rasas. Na seção da Formação Ponta Grossa, junto à rodovia que liga Jaguariaíva à cidade de Arapoti, PR, trilobitas homalonotídeos são comuns no intervalo situado entre 31,4 a 35,5 metros do contato com a Formação Furnas. Logo acima do nível de ocorrência dos homalonotídeos, depósitos de sufocamento, contendo agrupamentos de *Australospirifer inheringi*, do tipo corpo-suportados (Branchley & Harper, 1998), estão presentes (Simões *et al.*, 1998a, b), indicando variação do nível de base. De qualquer modo, exaustivos trabalhos de campo ao longo desse intervalo, nunca revelaram a ocorrência de conulários, possivelmente, em razão de seu baixo potencial de preservação nos estratos depositados sob condições mais proximais, que provavelmente caracterizam as ocorrências de homalonotídeos. Essas observações carecem ainda de futura investigação estratigráfica e tafonômica. Por outro lado, as únicas ocorrências de tecas de *Paraconularia africana*, as quais são mais robustas dos

que as de *Conularia quichua* são verificadas em estratos contendo estruturas sedimentares indicativas da atuação de agentes energéticos junto ao fundo. De qualquer modo, entretanto, a teca de *Paraconularia africana* não é tão robusta, quanto a de *Eoconularia loculata*. De fato, assim como para a teca de *Conularia quichua*, espessamentos na região da linha mediana, não são conhecidos para essa espécie.

Recapitulando, a- nos horizontes de sufocamento, onde a fauna está preservada *in situ* apenas *Conularia quichua* está presente; b- nos estratos depositados acima do nível de base de ondas de tempestade, fósseis de conulários são mais raros, quando presentes estão achatados e incompletos, e c- fósseis de *Paraconularia africana* são conhecidos apenas a partir das ocorrências em estratos depositados acima do nível de base de ondas de tempestade.

Tendo em mente os dados acima e examinando a distribuição vertical dos conulários ao longo da seção de Jaguariaíva, é notável sua ocorrência em dois intervalos estratigráficos, de aproximadamente 3 a 4 metros, situados, respectivamente, a 29 – 32 metros e a 44 – 48 metros do contato com a Formação Furnas. Em outras palavras, os conulários não ocorrem aleatoriamente na seção (Fig. 3). Conforme já referido, a Sequência B (Bergamaschi, 1999; Bergamaschi & Pereira, 2001), litoestratigraficamente correspondente ao Membro Jaguariaíva (Lange & Petri, 1967), compreende um Trato de Sistemas Transgressivos (TST). Predominam, ao longo da seção, depósitos marinhos-rasos de *shoreface* inferior e *offshore*.

Bergamaschi (1999) reconhece ao longo do TST da seção de Jaguariaíva, quatro parassequências, cuja espessura máxima é da ordem de 20 metros. A base dessas é marcada por uma superfície de inundação marinha (Fig. 3), recoberta por fácies de folhelho cinza escuro, laminado (Fig. 3). Esse é sucedido por fácies de siltito com interlaminação de arenito muito fino, intensamente bioturbado, às vezes, obliterando a trama original. Notavelmente, os horizontes contendo conulários em

posição de vida ocorrem na base de duas, das quatro parassequências identificadas por Bergamaschi (1999). Esses horizontes correspondem a depósitos de sufocamento (obration deposits), os quais representam tempestitos distais (Simões *et al.*, 2000a, b, c, 2001, 2002). De fato, depósitos de sufocamento parecem ocorrer preferencialmente nos trato de sistemas transgressivos, na base de parassequências (Simões *et al.*, 2000b, 2001, 2002), pois nesse intervalo de tempo amplas áreas plataformais, dos mares epicontinentais estão sob condições batimétricas um pouco mais profundas, abaixo do nível de base de tempestades. Conseqüentemente, correntes tracionais de fundo raramente afetam o substrato remobilizando os invertebrados da epifauna. Por outro lado, a maior parte da sedimentação deriva da decantação de finos, associados aos eventos de tempestade, que erodem os substratos nas porções mais proximais. Sob tais condições, na média, a exposição dos bioclastos no fundo será reduzida e, graças ao aumento brusco nas taxas de sedimentação em associação com os eventos de tempestades, organismos bentônicos ficarão preservados em posição de vida (Brett, 1995; Brett *et al.*, 1997).

Outro aspecto curioso que pode ser observado é o de que, até o momento, a ocorrência de restos de conulários nos folhelhos cinza escuro laminados não é conhecida. Esses folhelhos apresentam teores de COT (carbono orgânico total) mais elevados do que o da fácies de siltito bioturbado (Bergamaschi, 1999), caracterizando condições de fundos pouco oxigenados, ricos em matéria orgânica em decomposição. Nesses folhelhos, fósseis de bivalves detritívoros e trilobitas calmonídeos são comuns o que estaria, de acordo com as condições de águas relativamente mais profundas (abaixo do nível de base de ondas de tempestades), que devem ter prevalecido durante a sua deposição.

É notável, também, o fato dos fósseis de conulários serem raros na fácies de siltito bioturbado. Nessa, predominaram as condições de águas mais rasas,

dominadas pela ação de ondas, (Ciguel, 1989, Bergamaschi, 1999; Bergamaschi & Pereira, 2001). Possivelmente, dada a fragilidade da teca dos conulários, seu potencial de fossilização é baixo, nos depósitos de águas rasas, intensamente bioturbados.

As observações acima, são importantes para o entendimento também da diversidade da fauna de conulários da Bacia do Paraná. Conforme dados em Leme (2002), *Conularia quichua* é o elemento predominante da fauna. Portanto, resta saber se esse predomínio é um reflexo da estrutura ecológica das comunidades bentônicas da Bacia do Paraná ou se constitui um padrão artificial, em função de seu potencial de fossilização, decorrente da ocupação de fundos acima ou abaixo do nível de base de ondas de tempestades ou da estrutura da teca (delicada *versus* mais robusta). O fato de apenas *Conularia quichua* estar preservada nos horizontes de sufocamento e/ou em outros estratos situados junto à base de parasseqüências, isso é, em depósitos gerados sob condições de águas mais profundas (abaixo do nível de onde de tempestades) indica que essa espécie estava adaptada à vida sob condições de baixas taxas de oxigenação. De fato, os dois intervalos contendo os espécimes preservados em posição de vida são marcados por altos teores de carbono orgânico total, isso é, valores próximos de 0,7%, segundo Bergamaschi (1999). Isso indica que a deposição ocorreu em ambiente mais redutor, também sugerida pelos alto valores dos elementos químicos relacionados à fase de sulfetos (Cu, Pb, V e Cr) (Bergamaschi, 1999). É notável, contudo, que nos folhelhos negros que marcam superfícies de inundação marinha fósseis de conulários, na Bacia do Paraná, não são conhecidos, indicando que a espécie embora pudesse viver em condições de fundo redutor, não suportava, possivelmente, condições de extrema anoxia. As ocorrências de *Conularia quichua* e *Paraconularia africana* em estratos indicativos de posição acima do nível de base das ondas de tempestade são raras e poderiam refletir, como já referido, o potencial de fossilização em função das características anatômicas da

teca. Entretanto, por não ocorrerem nos depósitos de sufocamento, ao menos até onde é conhecido, é possível que *Paraconularia africana* não tolerasse as condições redutoras que marcam esses depósitos.

5.3. TAFONOMIA E SISTEMÁTICA

Embora, na prática taxonômica, algumas feições biométricas (e.g., ângulo basal, ângulo do cordão, espaçamento entre cordões) (Fig. 13) sejam utilizadas com frequência na descrição de gêneros (e.g., espaçamento dos cordões, ângulo basal, espaçamento de nodos e cristas) e espécies (e.g., ângulo do cordão) de conulários (Babcock & Feldmann, 1986a, b; Babcock *et al.*, 1995), os dados tafonômicos obtidos sugerem que o modo de preservação interfere em muitos dos caracteres morfométricos (Leme *et al.*, 2000a, b; Rodrigues *et al.*, 2000a, b). Em outras palavras, há a possibilidade de muitos dos táxons de conulários existentes na literatura, propostos a partir do uso dos caracteres acima mencionados, representarem espécies artificiais.

"Taphotáxon", termo introduzido na literatura por Lucas (2001), refere-se a táxons propostos com base em feições morfológicas distintas, porém decorrentes de processos tafonômicos. Dessa forma, tais feições morfológicas não refletem aspectos biológicos e, obviamente, esses táxons devem ser rejeitados como inválidos. O autor chama a atenção para o fato dos "taphotáxons" serem mais comuns entre os icnofósseis, do que entre os fósseis corpóreos (Lucas, 2001). Entretanto, os dados tafonômicos (Quadro 3) e morfométricos (Quadros 1 e 2) reunidos nesse estudo, mostram que esse grupo de cnidários fósseis constitui um bom exemplo de como os caracteres biométricos podem ser alterados, parcial ou totalmente, pelos processos de fossilização e intemperismo. Em outras palavras, alguns conulários são particularmente interessantes como possíveis exemplos de "taphotáxons" entre os

fósseis corpóreos. A seguir, são discutidas duas feições morfométricas (espaçamento entre cordões e ângulo basal) e seu comportamento frente aos diferentes modos de preservação dos exemplares de *Conularia quichua*, da Formação Ponta Grossa. Além disso, espécimes incompletos e intemperizados apresentam implicações diretas na prática taxonômica dos conulários, conforme apresentado abaixo.

Foi visto (vide item 4.4) que o espaçamento entre cordões é feição utilizada para diagnose genérica dos conulários (Babcock & Feldmann, 1986a). Esses autores, por exemplo, utilizaram esse caráter para distinguir *Conularia multicostata* de todas as demais espécies de *Conularia*. Entretanto, os valores apresentados por *C. quichua* (Quadro 1) englobam todo o intervalo de valores de *C. multicostata*.

Os espécimes de *C. quichua* da Bolívia, figurados por Babcock *et al.* (1987, fig. 4, p. 218), mostram um intervalo pequeno (21 a 32 cordões por centímetro) para os valores de espaçamento dos cordões. Esses exemplares não estão comprimidos longitudinalmente, o que está de acordo com o observado para os espécimes brasileiros.

Conforme já mencionado, a espessura do cordão é quase constante, ao longo da teca (Fig. 14), sendo menos susceptível a alterações por processos tafonômicos. Assim, na análise taxonômica dos conulários, talvez fosse aconselhável utilizar a espessura dos cordões, ao invés do espaçamento entre eles.

O ângulo basal é outra feição morfométrica, amplamente utilizada na prática taxonômica dos conulários (Fig. 13). Entretanto, o emprego dessa feição, conforme mostram os resultados obtidos para os conulários da Formação Ponta Grossa, é problemático. *Conularia niagarensis* Hall do Siluriano Médio, da bacia apalachiana, por exemplo, é morfologicamente similar a *C. quichua*. Os valores para ângulo basal de ambas as espécies foram utilizados para distingui-las (Babcock *et al.*, 1987), sendo que *C. niagarensis* foi proposta com base em cinco espécimes incompletos (Babcock

et al., 1987), dos quais nenhum apresenta base preservada. Segundo esses autores, "a única diferença aparente entre *C. quichua* e *C. niagarensis* está no ângulo basal". *C. niagarensis* compreende um intervalo de 18° a 22° (Babcock *et al.*, 1987), enquanto que em *C. quichua* os valores variam de 10° a 35° (usando somente os valores obtidos para os espécimes não comprimidos, Quadro 2). Espécimes preservados *in situ* e que não apresentam compressão longitudinal, provavelmente, mostram valores para ângulo basal mais próximos do original. Exemplares de *C. quichua* preservados *in situ* apresentam valores para ângulo basal variando de 10° a 35° (Quadro 2). Por outro lado, os dados apresentados no quadro 2 indicam que o intervalo de valores para ângulo basal de *C. quichua* é ainda maior, ou seja, de 6° a 35°, quando espécimes comprimidos são incluídos na análise. Dessa forma, se essa feição fosse utilizada na sistemática de conulários, sem uma análise tafonômica prévia, muitos dos espécimes estudados que estão comprimidos (Quadro 2) seriam excluídos de *Conularia quichua*, embora exibam outras feições, não biométricas, comuns a essa espécie (e.g., tipo de ornamentação da teca). Portanto, o intervalo de valores obtidos para *C. quichua* compreende todo aquele de *C. niagarensis* e, dessa forma, tal feição não pode ser usada como caráter diagnóstico para ambas as espécies. Considerando que na diagnose de *C. niagarensis*, utilizada por Babcock *et al.* (1987, p. 219), são empregados apenas os caracteres biométricos, a validade dessa espécie deve ser investigada.

As questões discutidas acima são bons exemplos de como alguns caracteres podem variar de acordo com o modo de preservação. Esses problemas podem ser agravados em decorrência da metodologia que é tradicionalmente empregada, ou seja: as medidas são obtidas de diferentes regiões da teca, o que dificulta a comparação entre as espécies. Uma revisão crítica da literatura paleontológica desse grupo indica que, desde a década de 1940 (Sinclair, 1942), alguns caracteres biométricos, tais como, ângulo basal (discutido acima), têm sido amplamente utilizados

como caracteres para diagnose genérica e específica. Embora seja uma feição biométrica bem definida, os especialistas não deixam claro de que região da teca as medidas para ângulo basal são tomadas.

Nos espécimes mais completos e verticais, estudados nesse projeto, a compressão longitudinal é mais pronunciada na região da abertura, onde ocorrem dobras da teca (Fig. 14). Dessa forma, as medidas de ângulo basal realizadas na região da base (1/3 inferior da teca) podem ser diferentes das medidas tomadas na região da abertura (1/3 superior da teca). O espécime DZP-3511 ilustra bem esse caso, no qual foram realizadas medidas para ângulo basal no 1/3 inferior e superior da teca. Para uma mesma face, o ângulo basal variou de 4°, no 1/3 superior da teca a 25°, no 1/3 inferior. Infelizmente, muitos gêneros e espécies de conulários são conhecidos, somente, a partir de espécimes incompletos. Nesses casos, o uso do ângulo basal é pouco informativo. Em outras palavras, um caráter que varia segundo a- o modo de preservação da teca, b- a região da teca que foi preservada e c- a região em que as medidas foram realizadas, deve ser utilizado com cuidado.

É notável na literatura, o uso de um único espécime (*Paraconularia sahara*) ou mesmo de espécimes incompletos e, às vezes, deformados (Babcock *et al.*, 1995), para estabelecer novas espécies de conulários (*C. niagarensis*). Os estudos realizados com conulários da Formação Ponta Grossa (n=117) indicam que alguns caracteres externos, tais como o espaçamento entre cordões e o tipo de articulação, devem ser interpretados com cautela. De fato, o tipo de ornamentação exibida por *C. quichua* é a mesma observada na maior parte da teca de *C. niagarensis*, sendo que a região basal nos espécimes de *C. niagarensis* está ausente. Uma vez que o ângulo basal não pode ser utilizado como diagnóstico para *C. niagarensis* e sua ornamentação não é conhecida para toda a teca, qual caráter é a autapomorfia desse táxon? Novamente, a

validade desse táxon deve ser investigada, utilizando uma coleção maior, com espécimes completos ou quase completos.

Babcock *et al.* (1995) propuseram uma espécie, *Paraconularia sahara*, fundamentados em um único espécime da Formação Talak (Carbonífero), África do Sul. Essa espécie é caracterizada pela falta de nodos e cristas, além de um ângulo basal moderadamente grande (15° a 18°). Curiosamente, os autores chamam a atenção para o fato de "não ser possível determinar no holótipo de *P. sahara* se a ausência de nodos e cristas, observada em todos os cordões, decorre de quebra ou intemperismo" (Babcock *et al.*, 1995, p. 5).

Os espécimes de *C. quichua* estudados mostram que a ausência de nodos, cristas e, até mesmo, de cordões pode ser resultado dos processos intempéricos e esfoliação da camada externa da teca (Fig. 12). Devido à fragilidade da teca dos conulários é difícil imaginar seus restos sobrevivendo a múltiplos episódios de retrabalhamento. Portanto, as observações fundamentadas no material aqui estudado indicam que a perda da ornamentação externa resulta, principalmente, de processos intempéricos. De fato, conforme referido no item 4.1, alguns conulários foram coletados em cortes de estradas de ferro abandonadas, em Jaguariaíva, no Estado do Paraná. Tais rochas devonianas estão pois, submetidas ao intenso intemperismo químico, sob clima subtropical. O intemperismo é particularmente severo nos fósseis que estão expostos nas rochas da superfície dos afloramentos, onde ocorrências de tecas esfoliadas (perda das lamelas da camada externa, veja Van Iken, 1992a, para microestrutura da teca) são comuns. Dessa forma, táxons propostos com base apenas em espécimes intemperizados (Babcock *et al.*, 1995) podem constituir grupos artificiais (não biológicos).

Finalmente, vale lembrar que os argumentos aqui apresentados não estão em oposição ao emprego de caracteres biométricos, nem visam sinonimizar os táxons

(e.g., *Conularia niagarensis*, *Conularia multicostata*, *Paraconularia sahara*) aqui discutidos, mas sim têm por objetivos alertar para o fato de que certas variações na morfologia da teca dos conulários são decorrentes dos processos de fossilização e, portanto, tais feições são inúteis à distinção de táxons.

6. CONCLUSÕES

a- Conulários presentes nos sedimentitos da Formação Ponta Grossa, na área de Jaguariaíva e Ponta Grossa, PR, estão preservados segundo três classes tafonômicas, considerando: a- sua atitude em relação ao plano de acamamento; b- se representado por indivíduos isolados ou agrupados; c- o grau de bioturbação dos estratos; d- o grau e tipo de deformação apresentados pelas tecas e, e- a sua posição em relação a sucessão estratigráfica estudada;

b- A primeira classe é representada por conulários verticalmente orientados, com a abertura para cima e dispostos com o eixo maior cerca de 90° a 70° , em relação ao plano de acamamento. Ocorrem inflados, na maioria das vezes, completos, incluindo formas isoladas e agrupamentos com dois ou três indivíduos. Estão presentes em siltitos maciços ou incipientemente laminados, às vezes, com icnofósseis isolados, discretos (índice de bioturbação 2). Nesses sedimentitos, fósseis de organismos bentônicos vágeis não foram verificados;

c- A segunda classe é representada por conulários inflados, inclinados, com seu eixo maior disposto cerca de 60° a 20° , em relação plano de acamamento, ocorrendo isolados ou em agrupamentos de dois ou três espécimes. Inclui espécimes completos, preservados com a abertura orientada para cima, em sua grande maioria. Apenas um exemplar está preservado com região da abertura voltada para baixo, estando região basal está incompleta. Orbiculoidea e moldes de *Schuchertella* sp. e *Australocoelia touterlotii* ocorrem em associação, sendo que elementos bentônicos vágeis não foram

observados. Todos os espécimes estão preservados em siltitos com icnofósseis isolados (e.g., *Zoophycus*) ou zonas com generalizada bioturbação (Índice de bioturbação 2 ou 3);

- d- A terceira classe é representada por conulários isolados, horizontalmente orientados e inclui 5 subclasses, sendo elas: I- representada por indivíduos inflados ou achatados lateralmente, com as três regiões da teca (abertura, região mediana e basal) preservadas, sendo presentes em siltitos com alto grau de bioturbação (Índice de bioturbação 3 ou 4). Orbiculoidea e moldes de *Australospirifer inheringi* são os fósseis que comumente ocorrem em associação. Fósseis de trilobitas não foram verificados; II- engloba indivíduos fortemente comprimidos em sua região basal, com duas faces adjacentes da teca expostas no mesmo plano de acamamento e região da abertura incompleta. Ocorrem em siltitos altamente bioturbados, com índice de bioturbação 3 ou 4; III- constituída por indivíduos inflados, preservados em sedimentos finos (siltitos ou arenitos muito finos), associados a estruturas sedimentares, geradas por fluxo oscilatório, tais como, as estratificações cruzadas do tipo micro *hummockies*. Outros exemplares dessa subcategoria estão, porém, intimamente associados a pavimentos de conchas articuladas de *Australospirifer inheringi*; IV- inclui espécimes fortemente achatados lateralmente, porém mantendo a tridimensionalidade da teca. Ocorrem em sedimentos finos (siltitos ou arenitos muito finos), associados a estruturas sedimentares, tais como, as estratificações cruzadas do tipo micro *hummockies* e V- abrangendo indivíduos incompletos, faltando a região da abertura e parte da porção mediana, extremamente achatados lateralmente, isso é, com duas faces adjacentes expostas no mesmo plano de

acamamento. O fóssil ocorre em siltito cinza, aparentemente maciço. Pequenas conchas desarticuladas de *Australocoelia tourtelotii* estão em associação;

- e- Os conulários verticalmente preservados são interpretados como soterrados vivos, por rápida deposição de finos, em decorrência do aumento brusca nas taxas de sedimentação, associado a eventos de tempestades;
- f- Os conulários inclinados ou horizontalmente orientados, preservados em sedimentos com alto índice de bioturbação são também registros autóctones a parautóctones, pois há uma íntima relação entre esse tipo de orientação e a sua presença em sedimentitos com alto grau de bioturbação. Possivelmente, esses representam invertebrados rapidamente soterrados, mas cuja posição dentro dos sedimentitos foi alterada pela atividade biológica intraestratal;
- g- Os conulários com tecas parcial ou totalmente infladas, orientados horizontalmente em um pavimento de conchas de *Australospirifer inheringi* ou em sedimentitos associados a micro *hummockies*, são interpretados como registros parautóctones a alóctones, nos quais, possivelmente, os indivíduos foram previamente soterrados *in situ*, remobilizados e redepositados (refossilizados?) durante eventos de tempestade. Tecas comprimidas lateralmente indicam que o material de preenchimento da cavidade gastrovascular apresentava-se em estado plástico, quando da compactação dos sedimentos;
- h- Os conulários horizontalmente orientados, fortemente achatados e incompletos, mas preservados em sedimentitos aparentemente maciços,

revelam história complexa de exposição na interface água/sedimento, curto transporte e perda de partes esqueléticas;

- i- Os conulários preservados verticalmente ou inclinados, com a abertura para cima, são interpretados como animais bentônicos de epifauna;
- j- Ocorrências de agrupamentos monoespecíficos de *Conularia quichua*, Ulrich, com dois ou três espécimes inflados, orientados verticalmente ou inclinados, em relação ao plano de acamamento, indicam que essa espécie de conulário apresenta um modo de vida tanto solitário, como agrupado. Entretanto, a natureza desse agrupamento, se reflete um comportamento clonal ou gregário, não pode ser esclarecida, uma vez que, assim como ocorre nos exemplos da literatura internacional, a região basal desses não está preservada;
- k- Na seção de Jaguariaíva, a distribuição vertical dos conulários parece não ser aleatória, já que os mesmos ocorrem em dois intervalos estratigráficos bem definidos, 29 a 32 metros e 44 a 48 metros do contato com a Formação Furnas. Tais intervalos incluem depósitos de sufocamento (*obruption deposits*), os quais representam tempestitos ditais (Simões *et al.*, 2000a, b, c). Apenas um espécime estudado (DZP-3634) ocorre a 39 metros do contato com a Formação Furnas, onde foram predominantes as condições de águas rasas, dominadas pela ação de ondas, (Ciguel, 1989, Bergamaschi, 1999; Bergasmchi & Pereira, 2001). Nos depósitos de águas mais rasas, intensamente bioturbados, possivelmente, o potencial de fossilização dos conulários é baixo, dada à fragilidade da teca;

- l- Assumindo-se que a indução para a formação da parede basal (*schott*) na teca de conulários decorre de fatores extrínsecos, tais como a atuação de correntes tracionais, a preservação dessa em espécimes verticalmente orientados, interpretados como registros autóctones, indica que embora capaz de causar a injúria, essa foi insuficiente para retirada completa dos indivíduos de sua posição de vida. Dessa forma, num dado instante, os indivíduos continuaram vivos no substrato acima ou no nível de base de onda de tempestade, porém o evento de soterramento final deu-se abaixo do nível de base de onda de tempestade;
- m- Feições morfométricas e morfológicas empregadas na descrição dos conulários, tais como ângulo basal, espaçamento dos cordões e ornamentação da teca variam segundo: a- o grau e o sentido de compressão da teca (lateral ou longitudinal), b- o grau de esfoliação da teca, decorrente de processos intempéricos e c- as regiões da teca que estão preservadas;
- n- Os dados tafonômicos mostram que o emprego de caracteres biométricos para a diagnose de gêneros e espécies deve ser feito com cautela. Os espécimes de *Conularia quichua* horizontais, em relação ao plano de acamamento, e achatados lateralmente mostram valores para ângulo basal menores do que os espécimes inflados verticais e inclinados. Ainda, o espaçamento entre os cordões varia segundo o modo de preservação, sendo que os menores valores para tal feição foram obtidos nos espécimes inflados, achatados longitudinalmente e verticais, em relação ao acamamento. Além disso, a ornamentação da teca mostra padrões distintos nos espécimes esfoliados. Portanto, a análise tafonômica rigorosa é imprescindível aos

estudos sistemáticos dos conulários, no sentido de evitar a proposição de "espécies tafonômicas" (taphotaxa, *sensu* Lucas, 2001);

- o- Descrições de novos táxons devem estar fundamentadas em grandes coleções, idealmente, englobando o maior espectro de modos de preservação possível. Além disso, novos gêneros e espécies devem ser propostos com base em espécimes completos, na medida do possível e comparações morfométricas devem ser realizadas entre espécimes "isotafonômicos", isso é, espécimes que apresentam o mesmo modo de preservação. Métodos matemáticos e de computação podem auxiliar na reconstrução dos espécimes deformados, constituindo ferramenta adicional ao estudo dos Conulatae.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANELLI, L.E.; SIMÕES, M.G. & LUCIO, M.P. 1997. Brazilian bivalves from the Emsian *Australocoelia* community preserved in situ. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, 69:280-281.
- ASSINE, M.L. 2001. O ciclo Devoniano na Bacia do Paraná e correlação com outras Bacias Gondwânicas. In: *Correlações de Seqüências Paleozóicas Sul-Americanas*. J.H.G. Melo & G.J.S. Terra (eds.). Ciência Técnica Petróleo. Seção Exploração de Petróleo. 20:55.
- ASSINE, M.L.; SOARES, P.C. & MILANI, E.J. 1994. Seqüências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(2):77-89.
- AZEVEDO-SOARES, H.L.C. 1999. *Classe Tentaculita na Formação Ponta Grossa: uma proposta de sistematização*. UERJ, Rio de Janeiro, RJ (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Geologia). 132pp.
- BABCOCK, L.E. 1991. The enigma of conulariid affinities. In: *The early evolution of Metazoa and the significance of problematic fossil taxa*. A.M. Simonetta & S.C. Morris (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 113-143p.
- BABCOCK, L.E. & FELDMANN, R.M. 1984. Mysterious fossils. *Earth Science*, 37(3):16-17.
- BABCOCK, L.E. & FELDMANN, R.M. 1986a. Devonian and Mississippian conulariids of North America. Part A. General discription and *Conularia*. *Annals of Carnegie Museum*, 55:349-410.
- BABCOCK, L.E. & FELDMANN, R.M. 1986b. Devonian and Mississippian conulariids of North America. Part B. *Paraconularia*, *Reticulaconularia*, new genus and organisms rejected from Conulariida. *Annals of Carnegie Museum*, 55:411-479.

- BABCOCK, L.E. & FELDMANN, R.M. 1986c. The phylum Conulariida. In: *Problematic fossil taxa*. A. Hoffmann & M.H. Nitecki (eds.). Oxford University Press, Oxford, 135-147p.
- BABCOCK, L.E.; LANG, J. & YAHAYA, M. 1995. First Carboniferous conulariids from Niger (west Africa). *Journal of African Earth Sciences*, 20(1):1-6.
- BABCOCK, L.E.; FELDMANN, R.M.; WILSON, M.T. & SUÁREZ-RIGLOS, M. 1987. Devonian conulariids of Bolivia. *National Geographic Research*, 3:210-231.
- BERGAMASCHI, S. 1999. *Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (Formação Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil*. USP, São Paulo, SP (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências), 167pp.
- BERGAMASCHI, S & PEREIRA, E. 2001. Caracterização de Sequências Depositionais de 3ª ordem para o Siluro-Devoniano na Sub-Bacia de Apucarana, Bacia do Paraná, Brasil. In: *Correlações de Sequências Paleozóicas Sul-Americanas*. J.H.G. Melo & G.J.S. Terra (eds.). Ciência Técnica Petróleo. Seção Exploração de Petróleo. 20:63.
- BISCHOFF, G.C.O. 1978. Internal structures of conulariid tests and circonulariina n. suborder (Cnidaria, Scyphozoa). *Senckenbergiana Lethaea*, 59:275-327.
- BOSETTI, E.P. 1989a. Proposição de uma sistemática artificial para lingúlídeos fósseis, baseada no estudo de lingúlídeos da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Curitiba, *Anais ...*, p.53.
- BOSETTI, E.P. 1989b. Revisão sistemática dos Lingulida (Brachiopoda: Inarticulata) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), Estado do Paraná, Brasil. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Curitiba, *Anais ...*, p.73.
- BOSETTI, E.P. 1989c. Análise da estrutura e diversidade morfológica de lingúlídeos em algumas paleocomunidades fossilizadas *in situ* na Formação Ponta Grossa

- (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, Curitiba, *Anais...*, p.91.
- BOUCOT, A.J. 1971. Malvinokaffric Devonian marine community distribution and implications for Gondwana. *Anais da Academia Brasileira de Ciência, Supl.*, 43:23-49.
- BRENCHLEY, P.J. & HARPER, D.A.T. 1998. *Palaeoecology: ecosystems, environment and evolution*. Chapman & Hall, Londres, 402p.
- BRETT, C.E. 1995. Sequence, stratigraphy, biostratigraphy, and taphonomy in shallow marine environments. *Palaaios*, 10:597-616.
- BRETT, C.E. 1998. Sequence, stratigraphy, paleoecology, and evolution: biotic clues and responses to sea-level fluctuations. *Palaaios*, 13:241-262.
- BRETT, C.E. & BAIRD, G.C. 1986. Comparative taphonomy: A key for paleoenvironmental reconstruction. *Palaaios*, 1: 207-227.
- BRETT, C.E. & SEILACHER, A. 1991. Fossil Lagerstätten: a taphonomic consequence of event sedimentation. *In: G. Einsele, W. Ricken & A. Seilacher (Eds.). Cycles and events in stratigraphy*. New York, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, p.283-297.
- BRETT, C.E. & BAIRD, G.C. 1997. *Paleontological Events: stratigraphic, ecological, and evolutionary implications*. New York, Columbia University Press, 604p.
- BRETT, C.E.; BAIRD, G.C. & SPEYER, S.E. 1997. Fossil Lagerstätten: stratigraphic record of paleontological and taphonomic events. *In: C.E. BRETT & G.C. BAIRD (Eds.). Paleontological Events: stratigraphic, ecological, and evolutionary implications*. New York: Columbia University Press, 3-40p.
- BRUTON, D.L. 1991. Beach and laboratory experiments with the jellyfish *Aurelia* and remarks on some fossil "medusoid" traces. *In: The early evolution of Metazoa and*

- the significance of problematic fossil taxa*. A.M. Simonetta & S.C. Morris (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 125-129p.
- CARVALHO, M.G.P. de & EDGECOMBE, G.D. 1991. Lower- early middle Devonian calmoniid trilobites from Mato Grosso, Brazil, and related species from Paraná. *American Museum Novitates*, 3022:1-13.
- CARVALHO, M. da G.P. & QUADROS, L.P. 1987. Trilobites devonianos do flanco noroeste da Bacia do Paraná. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Rio de Janeiro, *Anais...*, 2:545-565.
- CHAPMAN, D.M. & WERNER, B. 1972. Structure of a solitary and a colonial species of *Stephanocyphus* (Scyphozoa, Coronatae) with observations on periderm repair. *Helgolander wiss Meeresunters*, 23:393-421.
- CIGUEL, J.H.G. 1989. *Bioestratigrafia dos Tentaculoidea no flanco oriental da Bacia do Paraná e sua ocorrência na América do Sul (Ordoviciano-Devoniano)*. USP, São Paulo, SP (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências), 237pp.
- CIGUEL, J.H.G; ROSLER, O & CAMINERO, D. 1984. Tentaculitoidea da Formação Ponta Grossa no Estado do Paraná. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Rio de Janeiro. *Anais...*, 2:655-669.
- CLARKE, J.M. 1913. Fósseis devonianos do Paraná. *Monografias do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 1:1-353.
- COLLINS, A.G.; MARQUES A.C. & SIMÕES, M.G. 2000. The phylogenetic placement of Conulatae within Cnidaria. *Geological Society of America, Abstracts with Programs* 32(7):A-443.
- COOPER, P. 1977. Paleolatitudes in the Devonian of Brazil and the Frasnian-Famennian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21(3):165-207.

- DELLA FÁVERA, J.C. 2001. *Fundamentos de estratigrafia moderna*. Editora da UERJ, 264p.
- ELDREDGE, N. & ORMISTON, L. 1979. Biogeography of Silurian and Devonian trilobites of the Malvinokaffric Realm. In: *Historical Biogeography, plate tectonics and the changing enviroment*. A.J. Boucot & J. Gray (eds.) .Oregon State Univ. Press, Corvalis, 147-167p.
- FELDMANN, R.M. & BABCOCK, L.E. 1986. Exceptionally preserved conulariids from Ohio- reinterpretation of their anatomy. *National Geographic Research*, 2:464-472.
- FINKS, R.M. 1955. *Conularia* in a sponge from the west Texas Permian. *Journal of Paleontology*, 29(5):831-836.
- FÜRSICH, F.T. & OSCHMANN, W. 1993. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. *Journal of the Geological Society*, 150:169-185.
- HAGADORN, J.W. 2002. Stranded on a Late Cambrian shoreline: Medusae from central Wisconsin. *Geology*, 30(2):147-150.
- HALL, J. 1876. *Illustrations of Devonian Fossils: Gasteropoda, Pteropoda, Cephalopoda, Crustacea and Corals of the Upper Helderberg, Hamilton and Chemung Groups*. Albany, 7pp.
- HALL, J. 1879. *Geological survey of New York. Paleontology. Containing descriptions of the gasteropoda, pteropoda and cephalopoda of the Upper Helderberg, Hamilton, Portage and Chemung Groups*. C. V. Benthuyesen & Sons. Albany, 492p.
- HARLAND, T.L. & PICKERILL, R.K. 1987. Epizoic *Schizocrania* sp. from the Ordovician Trenton Group of Quebec, with comments on mode of life of conulariids. *Journal of Paleontology*, 61(4):844-849.
- HEMISH, L.A. 1986. Pennsylvanian conulariids from Okfuskee County, Oklahoma. *Oklahoma Geology Notes*, 46(6):202.

- HOLZ, M. & SIMÕES, M.G. 2002. *Elementos fundamentais de Tafonomia*. Editora da UFRGS, 240p.
- HOLZ, M. & SIMÕES, M.G. no prelo. O controle estratigráfico sobre o registro fóssil: a estratigrafia de seqüências como nova ferramenta aos estudos paleontológicos. In: CARVALHO, I.S. (Ed.). *Paleontologia*. Rio de Janeiro, Editora Interciência, Segunda Edição.
- HUGHES, N.C.; GUNDERSON, G.O & WEEDON, M.J. 2000. Late Cambrian conulariids from Wisconsin and Minnesota. *Journal of Paleontology*, 74(5):828-838.
- JERRE, F. 1993. Conulariid microfossils from the Silurian Lower Visby Beds of Gotland, Sweden. *Palaeontology*, 36:403-424.
- JERRE, F. 1994. Anatomy and phylogenetic significance of *Eoconularia loculata*, a conulariid from the Silurian of Gotland. *Lethaia*, 27:97-109.
- KIDERLEN, H. 1937. Die Conularien. Über Bau and Leben der ersten Scyphozoa. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilage- Band*, 77:113-169.
- KIDWELL, S.M. & HOLLAND, S.M. 1991. Field discription of coarse bioclastic fabrics. *Palaaios*, 6:426-434.
- KIDWELL, S.M.; FÜRSICH, F.T. & AIGNER, T. 1986. Conceptual framework for the analysis of fossil concentrations. *Palaaios*, 1:228-238.
- KNIGHT, J.B. 1937. *Conchopeltis* Walcott, an Ordovician genus of the Conulariida. *Journal of Paleontology*, 11(3):186-188.
- KOTZIAN, C.B. 1995. *Estudo sistemático e morfo-funcional de bivalves (Mollusca) das Formações Vila Maria (Siluriano) e Ponta Grossa (Devoniano), Bacia do Paraná, Brasil: interpretação do regime hidrodinâmico-sedimentar*. UFRGS, Porto Alegre, RS (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências), 378pp.

- KOTZIAN, C.B. & SIMÕES, M.G. 1997. *Edmondia* (?) *brasiliensis* (Clarke, 1913) Nov. comb. (Bivalvia: Edmondiidae): a new classification and its evolutionary and paleoenvironmental significance. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA. São Pedro, Resumos..., p.64.
- KOZLOWSKI, R. 1968. Nouvelles observations sur les conulaires. *Acta Palaeontologica Polonica*, 13:497-535.
- LANGE, F.W. & PETRI, S. 1967. *The Devonian of the Paraná Basin*. In: *Problems in Brazilian Devonian Geology*. Boletim Paranaense de Geociências. J.J., Bigarella (ed.). 21-22:5-55.
- LEME, J.M. 2000. *Sistemática dos Conulariida Babcock & Feldmann, 1986, da Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), da Bacia do Paraná e suas implicações paleobiogeográficas e filogenéticas*. UNESP, Botucatu, SP, (Monografia apresentada ao Departamento de Zoologia, IB), 51p.
- LEME, J.M. 2002. Revisão sistemática dos Conulatae Collins et al. 2000, Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), Bacia do Paraná, Brasil: implicações paleobiogeográficas e comentários sobre as relações filogenéticas entre os Conulatae. USP, São Paulo, SP (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências), 100p
- LEME, J.M.; RODRIGUES, S.C. & SIMÕES, M.G. 2000a. Systematic revision of the conulariids (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (Lochkovian-Frasnian), from Paraná Basin, Brazil: a preliminary report. In: VIII Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, *Boletim de Resumos*, sem paginação, versão em CD.
- LEME, J.M.; RODRIGUES, S.C. & SIMÕES, M.G. 2000b. Systematic of the Conulatae (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (?Lochkoviano-Frasniano), from Paraná

- Basin, Brazil. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Paleozoologia 2000/SP, Boletim de Resumos*, p. 9.
- LEME, J.M.; RODRIGUES, S.C. & SIMÕES, M.G. 2001. First occurrence of *Paraconularia africana* (Sharpe) 1856 in sediments of the Ponta Grossa Formation (?Lochkovia-Frasnian), Jaguariaíva region, Paraná Basin, Brazil. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, PALEO- 2001/SP, Boletim de Resumos*, p. 13.
- LIMA, A.P. 1997. Tafonomia comparada dos trilobitas Calmoniídeos e Homalonotídeos, da Formação Ponta Grossa (Devoniano), da região de Jaguariaíva, PR: implicações paleobiológicas e paleoecológicas. UNESP, Botucatu, SP. (Monografia apresentada ao Departamento de Zoologia, IB). 46p.
- LIMA, A.P. & SIMÕES, M.G. 1998. Comparative taphonomy of Calmoniid and Homalonotiid trilobites from Ponta Grossa Formation (Devonian), Jaguariaíva Member, Paraná Basin, Brazil: paleobiological and paleoecological implications. *In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Belo Horizonte, Anais...*, 445.
- LUCAS, S. 2001. Taphotaxon. *Lethaia* 34:30.
- MACHADO, D.M.C. 1999a. *Nuculites Conrad, 1841 (Mollusca, Bivalvia): sistemática e implicações paleobiogeográficas*. UFRGS, Porto Alegre, RS (Tese de Doutorado, Instituto Geociências), 298pp.
- MACHADO, D.M.C. 1999b. Distribuição geocronológica e paleogeográfica das espécies dos gêneros *Nuculites* Conrad, 1841 e *Cucullella* McCoy, 1851 no Brasil. *In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Crato, Resumos...*, p.60.
- MAPES, R.H.; FAHRER, T.R. & BABCOCK, L.E. 1989. Sublethal and lethal injuries of Pennsylvanian conulariids from Oklahoma. *Journal of Paleontology*, 63(1):34-37.

- MARQUES, A.C. & COLLINS, A.G. 2000. The enigma of Conulatae and their phylogenetic placement within Cnidaria. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, PALEO- 2000/SP, Boletim de Resumos*, p.11.
- McKINNEY, F.K.; DEVOLVÉ, J.J. & SOBIERAJ, J. 1995. *Conularia* sp. from the Pyrénées: further support for scyphozoan affinities of the Conularida. *Lethaia*, 28:229-236.
- McMENAMIN, M.A.S. 1987. The fate of Ediacaran Fauna, the nature of conulariids, and the basal paleozoic predator revolution. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 19:29
- McMENAMIN, M.A.S. 1987. The fate of Ediacaran Fauna, the nature of conulariids, and the basal paleozoic predator revolution. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 19:29
- MELO, J.H.G. 1985. *A Província Malvinocáfrica no Devoniano do Brasil: estado atual dos conhecimentos*. UFRJ, Rio de Janeiro, RJ (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências), 1800pp.
- MELO, J.H.G. 1986. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil: present state of knowledge. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 58(1):170.
- MELO, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. *In: Devonian of the world: proceedings of the second international symposium on the Devonian system, proceedings...* Calgary, Alberta: Canadian Society of Geologists, 669-673p.
- MILLER, M.F. & SMAIL, S.E. 1997. A semiquantitative field method for evaluating bioturbation on bedding planes. *Palaos*, 12:391-396.
- MOORE, R.C. & HARRINGTON, H.J. 1956a. Scyphozoa. *In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata*. R.C. Moore (ed.). Geological Society of

America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado e Lawrence, Kans, F27-38.

MOORE, R.C. & HARRINGTON, H.J. 1956b. Conulata. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata*. R.C. Moore (ed.). Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado e Lawrence, Kans, F54-F66.

MORSCH, S.M. 1984a. Nova ocorrência de moluscos (Bivalvia) no Devoniano da Bacia do Paraná, Brasil. In: III CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, México, *Mem...*, 96-102p.

MORSCH, S.M. 1984b. *Revisão sistemática de bivalves (Mollusca) provenientes de estratos da Formação Ponta Grossa - Devoniano no estado do Paraná*. UFRGS, Porto Alegre, RS (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências), 106pp.

MORSCH, S.M. 1986. Bivalves (Mollusca) na Formação Ponta Grossa (Bacia do Paraná-Devoniano). Revisão Sistemática. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, 58(3):403-431.

MORSCH, S.M. 1987. *Pholadella (?) jaguariaivensis* sp. n. e *Pholadella (?) epops* (Clark). n. com. (Mollusca-Bivalvia) na Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Devoniano (Brasil). In: IV CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, Santa Cruz de la Sierra, 1987. *Anales...*, 1:193-199.

PETRI, S. 1967. Sobre a ocorrência de lamelibrânquios pteriídeos no Devoniano do Paraná. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16(2):13-22.

PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. 1983. *Geologia do Brasil: Fanerozóico*. EDUSP, São Paulo, SP, 631p.

POPP, M.T.B. 1985. *Revisão dos trilobitas calmonídeos e comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano do Estado do Paraná*. UFRGS, Porto Alegre, RS (Tese de Doutorado, Instituto Geociências), 112pp.

- QUADROS, R. 1987. *Paleontologia dos brachiopoda – Lingulida, Strophomenida, Spiriferina, Terebratulida – devonianos, da Serra de Atimã e arredores, Mato Grosso, Brasil*. UFRGS, Porto Alegre, RS (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências), 87pp.
- RIBEIRO, H.J.P.S. 2001. *Estratigrafia de seqüências: fundamentos e aplicações*. Editora Unisinos, 428p.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. 1969. *Moluscos e braquiópodes eogondvânicos do Brasil e Argentina*. USP, São Paulo, SP (Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras), 158pp.
- RODRIGUES, S.C. 2000. *Tafonomia Comparada dos Conulariida Babcock & Feldmann, 1986, da Formação Ponta Grossa, Devoniano (?Lochkoviano-Frasniano), da Bacia do Paraná: implicações paleoecológicas e paleoambientais*. UNESP, Botucatu, SP, (Monografia apresentada ao Departamento de Zoologia, IB), 36p.
- RODRIGUES, S.C.; LEME, J.M. & SIMÕES, M.G. 2000a. Paleogeology of the conulariids (Cnidaria) of the Ponta Grossa Formation (Lochkovian-Frasnian), from Paraná Basin, Brazil. In: VIII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, *Boletim de Resumos*, sem paginação, versão em CD.
- RODRIGUES, S.C.; LEME, J.M. & SIMÕES, M.G. 2000b. The role of taphonomy in the taxonomic study of the Devonian Conulatae: some examples from Ponta Grossa Formation (?Lochkoviano-Frasnian), Paraná Basin, Brazil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Paleo- 2000/SP, *Boletim de Resumos*, p. 15.
- RODRIGUES, S.C.; LEME, J.M. & SIMÕES, M.G. 2001. *Conularia cf. quichua* Ulrich: a solitary or clustered marine invertebrate? In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, PALEO- 2001/SP, *Boletim de Resumos*, p. 12.

ROZHN OV, S.V. 1998. Results of burial experiments on the Scyphomedusa *Cyanea capilatta* L., 1758. *Palaeontological Journal*, 32:226-228.

RUEDEMANN, R. 1898. The discovery of sessile *Conularia*. *New York State Geology*, 15:701-720.

RUEDEMANN, R. 1925. Some Silurian (Ontarian) Faunas of New York. *New York State Museum Bulletin*, 265:5-84.

SLATER, I.L. 1907. A monograph of British Conulariae. *Palaeontographical Society of London*, 41p.

SIMÕES, M.G. (inédito). Relatório FAPESP, 93/2747-0, 1994. 72pp.

SIMÕES, M.G. 1998. *Tafonomia, time-averaging e resolução espacial de concentrações fossilíferas internamente complexas: um estudo de casos do Permiano, Bacia do Paraná - Brasil e suas implicações paleoecológicas*. UNESP, Botucatu, SP (Tese de Livre - Docência- Instituto de Biociências), 160p.

SIMÕES, M.G. & FITTIPALDI, F.C. 1988 A contribuição dos bivalves permianos da Bacia do Paraná ao estudo da evolução paleogeográfica. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Curitiba, *Resumos...*, p.50.

SIMÕES, M.G. & KOWALEWSKI, M. 1998a. Shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permian on the Paraná Basin, Brazil. *Facies*, 38:175-196.

SIMÕES, M.G. & KOWALEWSKI, M. 1998b. Genetic complexity and geobiological implications of "simple" shell beds: an example from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil. *Journal of African Earth Sciences*, 27 (1A):179-180.

SIMÕES, M.G. & GHILARDI, R.P. 2000. Protocolo tafonômico/paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas: exemplos de aplicação em

concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Brasil. *Pesquisas, UFRGS*.

SIMÕES, M.G. & HOLZ, M. 2000. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização.

In: Paleontologia. I.S. CARVALHO (Ed.). Rio de Janeiro: Interciência. 19-45p.

SIMÕES, M.G.; KOWALEWSKI, M.; TORELLO, F.F. & ANELLI, L.E. 1998a. Long-term time-averaging despite abrupt burial: Paleozoic obrution deposits from epeiric settings of Parana Basin, Brazil. *Geological Society of America, Abstracts with Program*, p. A-384.

SIMÕES, M.G.; TORELLO, F.F.; KOWALESWSKI, M.; KLEIN, C.; MELLO, L.H.C. & GHILARDI, R.P. 1998b. Are the Obrution Deposits the most precise and best resolved beds in event stratigraphy? Some Paleozoic examples from the Paraná Basin, Brazil. *In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, Belo Horizonte, 1998. *Anais...*, p. 444.

SIMÕES, M.G.; MELLO, L.H.C.; LEME, J.M.; RODRIGUES, S.C. & MARQUES, A.C. 1999. Devonian conulariid taphonomy and their paleoecological implications. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*: A-468.

SIMÕES, M.G.; MELLO, L.H.C.; RODRIGUES, S.C.; LEME, J.M. & MARQUES, A.C. 2000a. Conulariid taphonomy as a tool in paleoenvirontal analysis. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(4): 757-762.

SIMÕES, M.G.; GHILARDI, R.P.; SALES, A.M.P.; RODRIGUES, S.C.; LEME, J.M. & MELLO, L.H.C. 2000b. Taphonomy and genesis of the "Conularia beds" from Ponta Grossa Formation (Devonian) within a sequence stratigraphy framework. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PAELONTOLOGIA, PALEO- 2000/SP, Boletim de Resumos*, p. 20.

- SIMÕES, M.G.; MARQUES, A.C. & COLLINS, A.G. 2000c. *In situ* preservation of conulariids from the Ponta Grossa Formation (Devonian of Brazil), with comments on the phylogenetic placement of Conulatae within Cnidaria. *Paleobios*, 20(1):9.
- SIMÕES, M.G.; GHILARDI, R.P.; SALES, A.M.F.; RODRIGUES, S.C. & LEME, J.M. 2001. Taphonomy and sequency stratigraphic as integrated tools in paleoenvironmental analysis: some examples from the Paraná (Devonian) and Araripe (Cretaceous) Basins, Brazil. *In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Boletim de resumos*, p. 31.
- SIMÕES, M.G.; SALES, A.M.F.; GHILARDI, R.P.; HOLZ, M.; RODRIGUES, S.C. & LEME, J.M. 2002. Assinaturas tafonômicas como marcadoras de limites de paraseqüências em *offshore settings*: um exemplo do Devoniano, Bacia do Paraná, Brasil. *In: XXXX CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, João Pessoa, 2002, *Anais...*, p. 680-681.
- SINCLAIR, G.W. 1940. A discussion of the genus *Metaconularia* with descriptions of new species. *Transactions of the Royal Society of Canada*, 34:101-121.
- SINCLAIR, G.W. 1942. The Chazy Conularida and their congeners. *Annals of the Carnegie Museum*, 29:219-240.
- SINCLAIR, G.W. 1948. *The biology of the Conularia*. Ph.D. thesis, McGill University, Montreal, Quebec.
- VAN ITEN, H. 1991a. Anatomy, patterns of occurrence, and nature of the conulariid schott. *Palaeontology*, 34:939-954.
- VAN ITEN, H. 1991b. Repositories of and additional comments on Permian sponge specimens containing molds of *Paraconularia*. *Journal of Paleontology*, 65(2):335-337.
- VAN ITEN, H. 1992a. Microstructure and growth of the conulariid test: implications for conulariid affinities. *Paleontology*, 35:359-372.

- VAN ITEN, H. 1992b. Morphology and phylogenetic significance of the corners and midlines of the conulariid test. *Paleontology*, 35:335-358.
- VAN ITEN, H. & COX, R.S. 1992. Evidence of clonal budding in a radial cluster of *Paraconularia crustula* (White) (Pennsylvanian: ?Cnidaria). *Lethaia*, 25:421-426.
- VAN ITEN, H.; FITZKE, J.A. & COX, R.S. 1996. Problematical fossil cnidarians from the Upper Ordovician of the North-Central USA. *Palaeontology*, 39:1037-1064.
- VAN ITEN, H.; ZHU, Z.K & ZHU, M.Y. 2000. Anatomy and systematic of the Devonian conulariids *Changshaconus* Zhu, 1985 and *Reticulaconularia* Babcock et Feldmann, 1986. *Acta Palaeontologica Sinica*, 39(4):466-475.
- WERNER, B. 1966. *Stephanoscyphus* (Scyphozoa Coronatae) und seine direkte Abstammung von den fossilen Conulata. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 13:17-21.
- WERNER, B. 1967. *Stephanoscyphus* Allman (Scyphozoa Coronatae), ein rezenter Vertreter der Conulata? *Paläontologische Zeitschrift*, 41:137-153.
- WERNER, B. 1979. Coloniality in the Scyphozoa: Cnidaria. In: *Biology and Systematics of colonial organisms*. G. Larwood & B.R. Rosen (eds.). Academic Press, London and New York, 81-103p.

ANEXO

I. Quadro da relação dos modos de ocorrência dos espécimes de conulários examinados, depositados nas coleções científicas da UNESP; USP; UNG e UEPG.

Exemplar	Unid. Litoestrat.	Procedência	Espécie	Col. Científica	Modo de Ocorrência (vide item 5.1)
DZP/3073a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3c
DZP/3073b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3074	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3075	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3076	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3077	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3078	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3079	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3080	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3081a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3081b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3082	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3083	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3084a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2

DZP/3084b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3085	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3314	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3c
DZP/3315	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3c
DZP/3316a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3316b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3317	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3318	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3319	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3a
DZP/3320	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 2
DZP/3321	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3322	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3323	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3324	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3325	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 2
DZP/3327	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3328	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3329	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a

DZP/3330	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3331	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3502	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3503	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3504	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3505a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3505b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3506a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3a
DZP/3506b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3a
DZP/3507	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3508	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3509	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3510	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3511	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3512	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3513	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3514	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3515	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a

DZP/3516	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3517	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3609	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3610	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3611a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3611b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3611c	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3612	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3613	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3614	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3615	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3616	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3617	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3618	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3620	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3621a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3621b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3622	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 2

DZP/3623	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3624a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3d
DZP/3624b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3d
DZP/3625	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 3a
DZP/3626	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3627	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3628	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3629	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3630	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/3631	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3632a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3632b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3633a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3633b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/3634	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3b
DZP/3684	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva I	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3685	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva I	Indeterminada	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/3686a	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva II	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1

DZP/3686b	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva II	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3686c	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva II	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/3687	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	–	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3e
DZP/16814	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/16815	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/16816	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 2
DZP/16817	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	Indeterminada	UNESP	Categoria 1
DZP/16818	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/16819	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/16820	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17036	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/17037	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17038	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17039	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17040	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/17041	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/17042	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/17043	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1

DZP/17044	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17045	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 1
DZP/17046	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/17047	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17048	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17049	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17050	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 2
DZP/17051	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria indeterminada
DZP/17052	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17053	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3a
DZP/17057	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3c
DZP/17058	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNESP	Categoria 3c
GP/1E3177	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	USP	Categoria 3a
GP/1E3178	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	USP	Categoria 3a
GP/1E3191	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	USP	Categoria indeterminada
GP/1E4914	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	USP	Categoria 3a
GP/3E3569	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	USP	Categoria 2
GP/3E4194	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva –Arapoti.	<i>Paraconularia africana</i>	USP	Categoria indeterminada

CuPg-01	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Paraconularia africana</i>	UNG	Categoria 3d
CuPg-02	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-04	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-05	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-06	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	Indeterminada	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-09	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria 1
CuPg-10	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-11	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	Indeterminada	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-12	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria indeterminada
CuPg-14	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Afl. corte estrada ferro/Jaguariaíva -Arapoti.	<i>Conularia quichua</i>	UNG	Categoria 3a
D-058	Fm. Ponta Grossa, Sequência B	Curva I	<i>Conularia quichua</i>	UEPG	Categoria indeterminada

T3728