

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE MICROPALÉONTOLÓGICA DAS FORMAÇÕES TAMENGO  
E GUAICURUS, GRUPO CORUMBÁ (MS), E FORMAÇÃO ARARAS  
(MT), TRANSIÇÃO DO NEOPROTEROZÓICO - FANEROZÓICO**

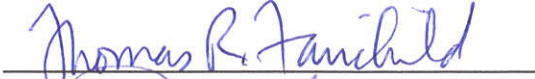

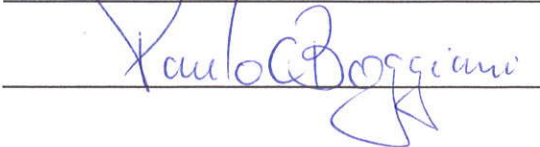
*RENATA LOURENÇO LOPES HIDALGO*

Orientador: Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



COMISSÃO JULGADORA

	Nome	Assinatura
Presidente:	Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild	
Examinadores:	Dr. Luiz Padilha de Quadros	
	Prof. Dr. Paulo César Boggiani	

SÃO PAULO  
2002

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Análise micropaleontológica das Formações  
Tamengo e Guaicurus, Grupo Corumbá (MS)  
e Formação Araras (MT),  
Transição do Neoproterozóico – Fanerozóico.**

Renata Lourenço Lopes Hidalgo

Orientador: Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011004

SÃO PAULO  
2002



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Análise micropaleontológica das Formações  
Tamengo e Guaicurus, Grupo Corumbá (MS)  
e Formação Araras (MT),  
Transição do Neoproterozóico – Fanerozóico.**

Renata Lourenço Lopes Hidalgo

Orientador: Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar e Ambiental

SÃO PAULO  
2002

*Dedico esta dissertação  
ao meu pai, à minha mãe, à Cris e  
ao Júlio*



## Agradecimentos

Ao orientador Professor Dr. Thomas Rich Fairchild pelo seu estímulo, dedicação, mas principalmente pela amizade e carinho cultivado ao longo desses anos.

Ao coordenador do curso de pós-graduação em Geologia Sedimentar Professor Dr. Cláudio Riccomini pelo apoio, incentivo e amizade.

Ao Professor e amigo Afonso Nogueira cujo incentivo, oportunidade, contribuição e amizade durante esses anos foram fundamentais.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro para os trabalhos de campo e concessão de bolsa.

Ao Professor Paulo César Boggiani da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pelo acompanhamento nas atividades de campo e pela amizade.

À Professora Norma Cruz, CRPM-RJ, pela atenção e orientação no tratamento palinológico das amostras.

Aos professores e amigos Prof. Dr. Luiz Eduardo Anelli, Prof. Dr. Paulo César Giannini e Prof. Dr. Setembrino Petri pelo incentivo e amizade.

Aos amigos e colaboradores Ana Paula Cabanal, André Ferrari, Alexandre Tomio, Isaque, Ivo, Ivone Casseb, Juliana, Leandro, Liliane, Magali Poli F. Rizzo, Marília, Renato Paes, Renato Ghilardi, William, pelo incentivo e momentos de descontração.

Ao Engenheiro Marco Antonio de Souza e Mauro Rodrigues da Companhia de Cimento Portland Itaú e ao gerente Paulo Roberto Carneiro da Mineração Urucum pela atenção e pronto atendimento nas solicitações às visitas das pedreiras.

A todos os funcionários do Instituto de Geociências, em especial ao departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental.

E, finalmente, de forma especial ao meu marido Júlio César Hidalgo, companheiro, amigo e confidente pelo apoio e incentivo a uma jornada que só está começando.

## SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Lista de figuras	ii
Lista de tabelas	v
Lista de estampas	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
<u>Capítulo 1</u> – Introdução	1
<u>Capítulo 2</u> – Aspectos Geológicos da Faixa Paraguai	4
2.1 Contexto regional	
2.2 Evolução dos conhecimentos estratigráficos da Faixa Paraguai	8
2.2.1 Evolução estratigráfica do Grupo Corumbá	8
2.2.2 Evolução estratigráfica do Grupo Alto Paraguai e Formação Araras	11
2.3 Grupo Corumbá	
2.3.1 Características gerais	13
2.3.2 Litoestratigrafia	14
2.4 Formação Araras	
2.4.1 Características gerais	16
2.4.2 Litoestratigrafia	16
<u>Capítulo 3</u> – Aspectos Paleontológicos e idade da Faixa Paraguai	
3.1 Contexto Paleontológico	18
3.1.1 Grupo Corumbá	18
3.1.2 Formação Raizama e Formação Araras	20
3.2 Idade	
3.2.1 Idade do limite pré-Cambriano/ Cambriano	23
3.2.2 Idade do Grupo Corumbá	26
3.2.3 Idade da Formação Araras	29
<u>Capítulo 4</u> – Materiais e Métodos	
4.1 Material utilizado	31
4.2 Trabalhos de laboratório	
4.2.1 Preparação palinológica	48
4.2.2 Microscopia óptica	50

<u>Capítulo 5</u> – Paleobiologia do pré-Cambriano e a transição para o Fanerozóico	51
5.1 Procariotos	53
5.2 Eucariotos	54
5.3 Acritarcas	57
5.3.1 Acritarcas esferoidais	58
5.3.2 Acritarcas não esferoidais	58
5.4 Metazoários e biota de Ediacara	58
5.5 A glaciação e os microfósseis	62
<u>Capítulo 6</u> – Resultados paleontológicos	
6.1 Considerações gerais	65
6.2 Paleontologia Sistemática	67
6.2.1 Microfósseis cocoidais coloniais	70
6.2.2 Microfósseis filamentosos	73
6.2.3 <i>Incertal sedis</i>	
6.2.3.1 Microfósseis	75
6.2.3.2 Macrofósseis	87
6.2.4 Macrofóssil <i>Corumbella weneri</i>	91
<u>Capítulo 7</u> – Considerações Finais	
7.1 Considerações bioestratigráficas	93
7.2 Considerações paleoambientais	102
7.3 Conclusões	103
Referências bibliográficas	105
Anexos	118
Estampas	130

## Lista de Figuras

Figura 1.1	Subdivisão do tempo geológico do pré-Cambriano ao Cambriano inferior (Harland <i>et al.</i> 1990; Knoll 2000).	3
Figura 2.1	Contexto geotectônico da Faixa Paraguai e as coberturas cratônicas correlatas (Alvarenga <i>et al.</i> 2000).	6
Figura 2.2	Mapa destacando as exposições neoproterozóicas-cambrianas (Almeida & Hasui 1984; Alvarenga <i>et al.</i> 2000).	7
Figura 2.3	Coluna estratigráfica da região baseada em Almeida (1984).	10
Figura 2.4	Coluna estratigráfica para o Grupo Corumbá (modificado de Boggiani 1997).	13
Figura 2.5	Coluna estratigráfica para a Formação Araras (Nogueira <i>et al.</i> 2001).	17
Figura 3.1	Representação esquemática dos microfósseis encontrados na Formação Tamengo, Grupo Corumbá. A) <i>Cloudina lucianoi</i> , b) <i>Corumbella wernerii</i> e, c) <i>Tyrasotaenia</i> sp.	19
Figura 3.2	Quadro Geral da paleobiologia do Grupo Corumbá e formações Araras e Raizama, excluindo os dados da presente dissertação.	22
Figura 3.3	Escala de tempo pré-Cambriano (Knoll 2000; Harland <i>et al.</i> 1990).	23
Figura 3.4	Cronoestratigrafia do pré-Cambriano/Cambriano (Myrow & Kaufman 1999; Knoll 2000).	24
Figura 3.5	Isótopos de Carbono da Formação Bocaina obtidos da seção estratigráfica da Fazenda Nhuverá, Planalto da Bodoquena (Boggiani 1997).	28
Figura 3.6	Isótopos de Carbono da Formação Tamengo obtidos da pedreira de Laginha (Boggiani 1997).	28
Figura 3.7	Isótopos de Carbono da Formação Araras em Nobres e em Jangada (Boggiani 1997).	30
Figura 4.1	Pedreira Terconi (Formação Araras), Mirassol do Oeste, MT. Amostras A1M.	33
Figura 4.2	Afloramento na rodovia BR-70. Pontos de amostragem (código A1C5) indicados em branco.	34

Figura 4.3	Contato das formações Puga (inferior) e Araras (superior), pedreira Terconi, Mirassol do Oeste, MT.	35
Figura 4.4	Perfis Estratigráficos da sucessão carbonática neoproterozóica (Formação Araras) do SW do Cráton Amazônico (modificado de Nogueira <i>et al.</i> 2001).	36
Figura 4.5	Seção colunar da Formação Tamengo na pedreira Itaú, Ladário, MS (modificada de Zaine 1991).	39
Figura 4.6	Seção colunar das formações Tamengo (modificada de Zaine 1991) e Guaicurus na pedreira Laginha, MS.	40
Figura 4.7	Planta esquemática da pedreira Laginha, MS.	41
Figura 4.8	Localidade 2A. Pedreira de Laginha, MS. Amostras L.	42
Figura 4.9	Localidade 2A. Pedreira de Laginha, MS. Amostras L. Exposição a direita da Fig. 4.8.	43
Figura 4.10	Localidade 2B. Parede SW da pedreira d Laginha, MS. Amostras T.	44
Figura 4.11	Localidade 2C. Amostras TD. Pedreira Laginha (MS).	45
Figura 4.12	Localidade 3. Mina Saladeiro (Poro Sobramil), Ladário, MS.	46
Figura 4.13	Sucessão com <i>Corumbella</i> , próximo ao topo da seção, Mina Saladeiro (Porto Sobramil), Ladário, MS.	47
Figura 4.14	<i>Corumbella</i> em forma de curva, Mina Saladeiro (Porto Sobramil), Ladário, MS.	47
Figura 5.1	Desenho esquemático de uma célula procariótica atual.	54
Figura 5.2	Diagrama sugerindo que plastídeos se originaram a partir de células livres. Hipótese denominada Teoria Endossimbiótica. ES=evento simbiótico (Margulis 1981).	55
Figura 5.3	Desenho esquemático de uma célula eucariótica animal atual.	57
Figura 5.4	Cladograma mostrando a origem dos três maiores grupos de metazoários a partir dos protistas (Margulis 1981).	61
Figura 5.5	Localidades com registro de fósseis ediacarianos ou correlatos.	61
Figura 5.6	Variações na temperatura terrestre durante o tempo geológico (Scotese & Golonka 1992).	63

Figura 6.1	Varição dos diâmetros de <i>Bailinella faveovolata</i> na Formação Tamengo (Grupo Corumbá) e Formação Araras.	71
Figura 6.2	Varição dos diâmetros de <i>Leiosphaeridia crassa</i> na Formação Tamengo, Grupo Corumbá.	78
Figura 6.3	Varição dos diâmetros de <i>Leiosphaeridia</i> sp. 1 na Formação Araras.	80
Figura 6.4	Varição dos diâmetros de <i>Leiosphaeridia</i> sp. 2 na Formação Araras.	81
Figura 6.5	Varição dos diâmetros das três espécies de leiosferídias na Formação Tamengo ( <i>Leiosphaeridia crassa</i> ) e na Formação Araras ( <i>L. sp. 1</i> e <i>L. sp. 2</i> ).	82
Figura 6.6	Varição do comprimento das escamas (?) na Formação Araras.	87
Figura 7.1	Resumo dos fósseis observados e sua distribuição estratigráfica nas formações Tamengo, Guaicurus e Araras.	95
Figura 7.2	Distribuição bioestratigráfica dos fósseis nas formações Tamengo, Guaicurus e Araras (Zhu & Chen 1984; Jankausas 1989; Knoll & Walter 1992; Butterfield <i>et al.</i> 1994; Gaucher <i>et al.</i> 1996; Simonetti & Fairchild 2000).	97
Figura 7.3	Correlação entre os perfis estratigráficos das pedreiras Laginha (A) e Itaú (B) da Formação Tamengo.	98
Figura 7.4	Correlação entre o Grupo Corumbá e as unidades basais da Formação Araras ao longo do Cráton Amazônico.	101

## Lista de Tabelas

Tabela 5.1	Tabela mostrando a evolução da assembléia microfossilífera e seu nicho ecológico do Arqueano ao Neoproterozóico (Knoll 1996; Vidal & Moczydlowska 1992; Knoll & Carrol 1999; entre outros).	57
Tabela 6.1	Resumo das amostras fossilíferas da Formação Tamengo (L = Pedreira Laginha; I = Pedreira Itaú em Ladário). A posição estratigráfica das amostras pode ser vista na Figura 4.5.	67
Tabela 6.2	Resumo das amostras fossilíferas da Formação Guaicurus (Pedreira Laginha). A posição estratigráfica específica das amostras pode ser vista na Figura 4.6.	68
Tabela 6.3	Resumo das amostra fossilíferas da Formação Araras (AIM = Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste; A1C5 = Rodovia BR-70, SE de Cáceres). A posição estratigráfica específica das amostras pode ser vista na figura 4.4.	69

Lista de Estampas

Estampa 1	Fotografia em lupa de <i>Corumbella weneri</i> .	130
Estampa 2	Fotomicrografia em microscópio óptico de <i>Leiosphaeridia crassa</i> , acritarca sp. 1, matéria orgânica agregada ou amorfa, <i>Bavlinella faveolata</i> , <i>Eoentophysalis croxfordii</i> .	131
Estampa 3	Fotomicrografia em microscópio óptico de <i>Helicothricoides waltheri</i> , <i>Siphonophycus</i> sp. 1 e <i>Siphonophycus</i> sp. 2	132
Estampa 4	Fotografia em lupa de Metazoa sp. 1	133
Estampa 5	Fotografia em lupa de <i>Enteromorphites siniansis</i> e <i>Eoholynia mosquensis</i> .	134
Estampa 6	Fotografia em lupa e fotomicrografia em M.E.V. de Metazoa sp. 2.	135
Estampa 7	Fotomicrografia em microscópio óptico de <i>Soldadophycus bossii</i> e <i>Leiosphaeridia</i> sp. 1	136
Estampa 8	Fotomicrografia em microscópio óptico de matéria orgânica agregada, <i>Leiosphaeridia</i> sp. 1 e filamento cianobacteriano sp. 1 e sp. 2	137
Estampa 9	Fotomicrografia em microscópio óptico de <i>Bavlinella faveolata</i> , <i>Leiosphaeridia</i> sp. 2, <i>Symplassophaeridium</i> sp., <i>Leiosphaeridia</i> sp. 2.	138
Estampa 10	Fotomicrografia em microscópio óptico de possíveis escamas de vermes.	139



## RESUMO

O presente estudo documenta o registro palinológico da Faixa Paraguai das formações Tamengo, Guaicurus e Araras, nas regiões de Corumbá (MS), e Cáceres (MT) no contexto temporal e paleoambiental.

Na Formação Tamengo foi confirmada a importância do microfóssil *Bavlinella faveolata*, considerado típico do Vendiano. Outros microfósseis descritos pela primeira vez desta sucessão são *Eoentophysalis croxfordii*, duas espécies de *Siphonophycus*, *Helicothricoides waltheri*, *Leiosphaeridia crassa*, além de um possível acritarca.

Na Formação Guaicurus, não foram observados microfósseis, porém, foi identificada a primeira ocorrência de organismos multicelulares preservados nesta formação: *Eoholynia mosquensis*, *Enteromorphites siniansis*, metazoa sp. 1 e metazoa sp. 2.

Na Formação Araras foram identificados microfósseis inéditos como: *Bavlinella faveolata*, uma espécie de *Siphonophycus* sp. ambos também presentes na Formação Tamengo, *Symplassophaeridium* sp., duas espécies de *Leiosphaeridia* sp., *Soldadophycus bossii*, possíveis filamentos cianobacterianos, além de possíveis escamas ou espinhos de metazoários vermiformes.

A presença destes fósseis aliado a interpretação de dados estratigráficos e sedimentológicos permitiu correlacionar as pedreiras de Laginha e Ladário da Formação Tamengo. A partir desses dados foi possível também estabelecer a correlação entre as formações Tamengo e Araras tomando como base a presença de capas carbonáticas cronocorrelatas nas unidades basais do Grupo Corumbá e Formação Araras.

Em resumo, a sedimentação de grande parte do Grupo Corumbá e da Formação Araras ocorreram penecontemporaneamente no final do Neoproterozóico, especificamente o Vendiano.

## ABSTRACT

The present study documents the palynological record of the Tamengo, Guaicurus and Araras formations of the Paraguai Belt in the region of Corumbá (MS) and Cáceres (MT), west central Brazil, and interprets its temporal and paleoenvironmental context.

In the Tamengo Formation the importance of the microfossil *Bavlinella faveolata*, considered typical of the Vendian, was confirmed. Other microfossils registered for the first time in this formation are *Eonthophysalis croxfordii*, two species of *Siphonophycus*, *Helicothricoides waltheri*, *Leiosphaeridia crassa*, as well as additional possible acritich.

In the Guaicurus Formation, no microfossils were observed but four multicellular organisms were registered: the algal *Eoholynia mosquensis* and *Enteromorphites siniansis* and two possible metazoans of unknown affinities, metazoan sp. 1 and metazoan sp. 2.

In the Araras Formation, the following microfossils were found for the first time: *Bavlinella favellata*, a species *Siphonophycus* (both of which also occurs in the Tamengo Formation), *Symplassosphaeridium* sp., two species of *Leiosphaeridia*, *Soldadophycus bossii*, and possible scallesor spikes of a worm like metazoan, plus possible organobacterial filaments.

These fossils together with stratigraphic and sedimentological data, allowed the Tamengo Formation to be correlated in the Laginha and Ladário quarries. They also allow tentative, more specific correlation between the Tamengo and A formations, based on the presence of presumably chronocorrelative cap carbonates in the basal part of the Corumbá Group and immediately beneath the Araras Formation.

It is concluded that sedimentation in the greater part of the C. G. and Araras Formation was penecontemporaneous at the end of the Neoproterozoic, specifically during the Vendian.

## **Capítulo 1**

### **Introdução**

*“The simplest and most primitive type (of organic life), under a law to which that of like-production is subordinate, gave birth to the type next above it, that this again produced the next higher, and so on to the very highest”.*

Hipótese de Robert Chambers, 1844,  
propondo argumentos a favor da  
“progressão da vida orgânica”.

A transição Neoproterozóico-Cambriano (Fig. 1.1) é um dos intervalos de tempo que mais desperta interesse no meio científico devido às diversas mudanças da história da vida ocorridas naquele período. Em termos evolutivos destaca-se entre os maiores eventos pré-cambrianos o surgimento de organismos eucarióticos multicelulares e macroscópicos. O Neoproterozóico iniciou-se com a primeira expansão de organismos eucarióticos, em nível microscópico, que resultaria na irradiação adaptativa dos metazoários no fim da era (Hofmann 1994; Vermeij 1996; Runnegar 1982, 1992; Schopf 1992; Schopf *et al.* 1973; Conway-Morris 1990; McMenamin 1998), culminando no aparecimento de abundantes formas de invertebrados conchíferos conhecido como a explosão cambriana.

Os mais antigos fósseis de metazoários são encontrados nas rochas do Vendiano (Neoproterozóico terminal). Estas formas são coletivamente referidas como a biota de Ediacara e, estão, geralmente, preservados em arenitos e siltitos. Os primeiros metazoários pré-cambrianos foram coletados por P. Range e H. Schneiderhöhn, na Namíbia, entre 1908 e 1914, e posteriormente descritos por G. Gürich na década de 1930 (Glaessner 1984), mas na época não se percebia sua importância como marco na paleontologia. Foi somente em 1946, quando o geólogo Reginald C. Sprigg encontrou exemplares na região de Ediacara Hills (Austrália), que a visão do significado evolutivo destes fósseis mudaria. Até então, não se acreditava que os animais teriam se desenvolvido ainda no pré-Cambriano, ou que pelo menos

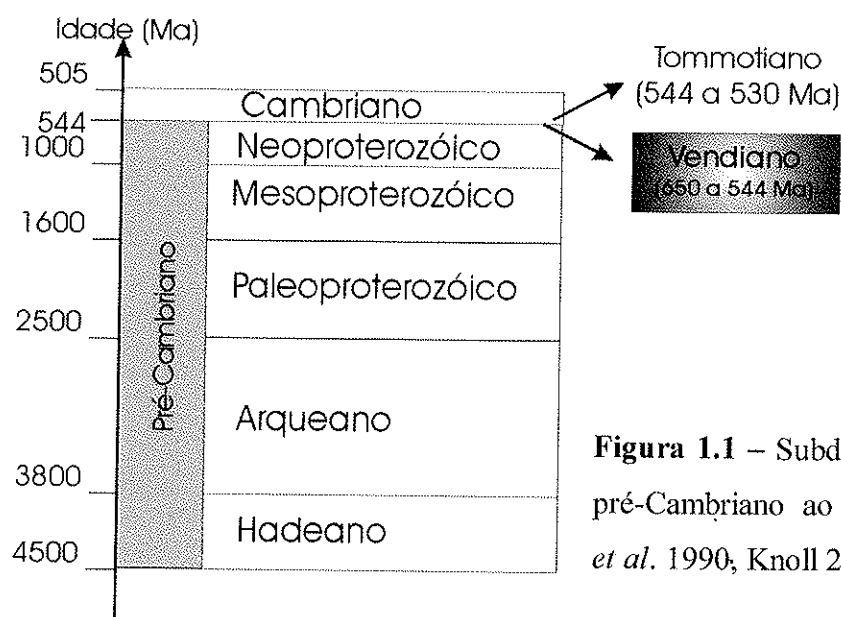
não eram presentes devido à inexistência de partes duras. Desde então, a biota de Ediacara foi identificada em várias localidades no mundo, com exceção da Antártida. Embora discussões questionem a sua natureza biológica, ela é retratada como impressões de organismos desprovidos de esqueletos, carapaças ou qualquer outra forma de biomineralização e interpretados como cnidários, anelídeos ou artrópodes (Glaessner 1984). Retallack (1994) compara morfológica e tafonomicamente os fósseis ediacarianos aos líquens. Devido a inexatidão da taxonomia dos exemplares, McMenamin (1998) trata os organismos ediacarianos como biota e não fauna.

Por outro lado, recentemente, descobriu-se na China (Xiao *et al.* 1998; Xiao & Knoll 2000), Formação Doushantuo em leitos fosfáticos, microfósseis que se assemelham à embriões de metazoários. Consistem, basicamente, de conjuntos de células que parecem estar em clivagem, representando, possivelmente embriões de esponjas, cnidários e animais bilaterais. Essa descoberta parece provar que já haviam animais no Vendiano e, por isso, muitas das formas ediacarianas podem ser vestígios de animais.

No Brasil, ainda são escassas as evidências paleobiológicas da transição Neoproterozóico-Cambriano, principalmente por não se conhecer elementos típicos da biota de Ediacara. No entanto, microfósseis presentes no Grupo Corumbá, Faixa Paraguai, são interpretados como penecontemporâneos à biota de Ediacara são representados por *Cloudina lucianoi*, tubos calcários de paredes muito finas (os mais antigos restos calcários de invertebrados), que ocorrem também na Namíbia, onde eram contemporâneos, embora não diretamente associados, aos elementos ediacarianos descritos por Gürich (1933); fitas orgânicas finas, no Grupo Corumbá são atribuídas ao gênero *Vendotaenia*, amplamente conhecido em sucessões vendianas da Europa; e *Corumbella weneri*, um suposto metazoário colonial que se assemelha em sua organização a diversos membros da biota de Ediacara, embora seja conhecida apenas em Corumbá e, possivelmente do Neoproterozóico terminal do SW da América do Norte (Zaine 1991).

Enquanto todos estão à procura da biota de Ediacara, “os dinossauros do pré-Cambriano”, em termos de notoriedade, uma outra linha de pesquisa, a *palinologia*, vem se mostrando de grande importância para a investigação científica da transição. Os microfósseis oferecem uma ampla análise bioestratigráfica, ambiental e cronoestratigráfica, possibilitando um cenário geológico bem caracterizado para a transição. Assim, a presente dissertação aborda o registro palinológico da sucessão Vendiano-Cambriano na Faixa Paraguai. A pesquisa iniciou-se com a caracterização dos microfósseis das formações Tamengo e Guaicurus do Grupo Corumbá, na região homônima, mas expandiu-se depois para parte da Formação Araras, na porção setentrional da Faixa Paraguai. Esta oportunidade de verificar e estabelecer uma possível correlação a partir dos microfósseis de ambas localidades surgiu com o objetivo de integrar o presente projeto às pesquisas de doutoramento de Afonso C. R. Nogueira orientado pelo Prof. Dr. Cláudio Riccomini, IGc-USP.

Desta forma, esta dissertação tem por objetivo documentar o registro palinológico do Vendiano-Cambriano da Faixa Paraguai nas regiões de Corumbá (MS), e Cáceres (MT), e investigar seu significado paleobiológico-evolutivo (os microfósseis como restos de organismos de ecossistemas extintos) e seu valor bioestratigráfico-cronológico (os microfósseis como elementos de correlação local, regional e global, e como indicadores de idade relativa e absoluta), para melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas e história evolutiva do Neoproterozóico brasileiro.



**Figura 1.1** – Subdivisão do tempo geológico do pré-Cambriano ao Cambriano inferior (Harland *et al.* 1990, Knoll 2000).

## **Capítulo 2**

# **Aspectos Geológicos da Faixa Paraguai**

*“...O erro nada tem de estranho. É o primeiro estado de todo conhecimento”.*

*Alain*

### **2.1 Contexto regional**

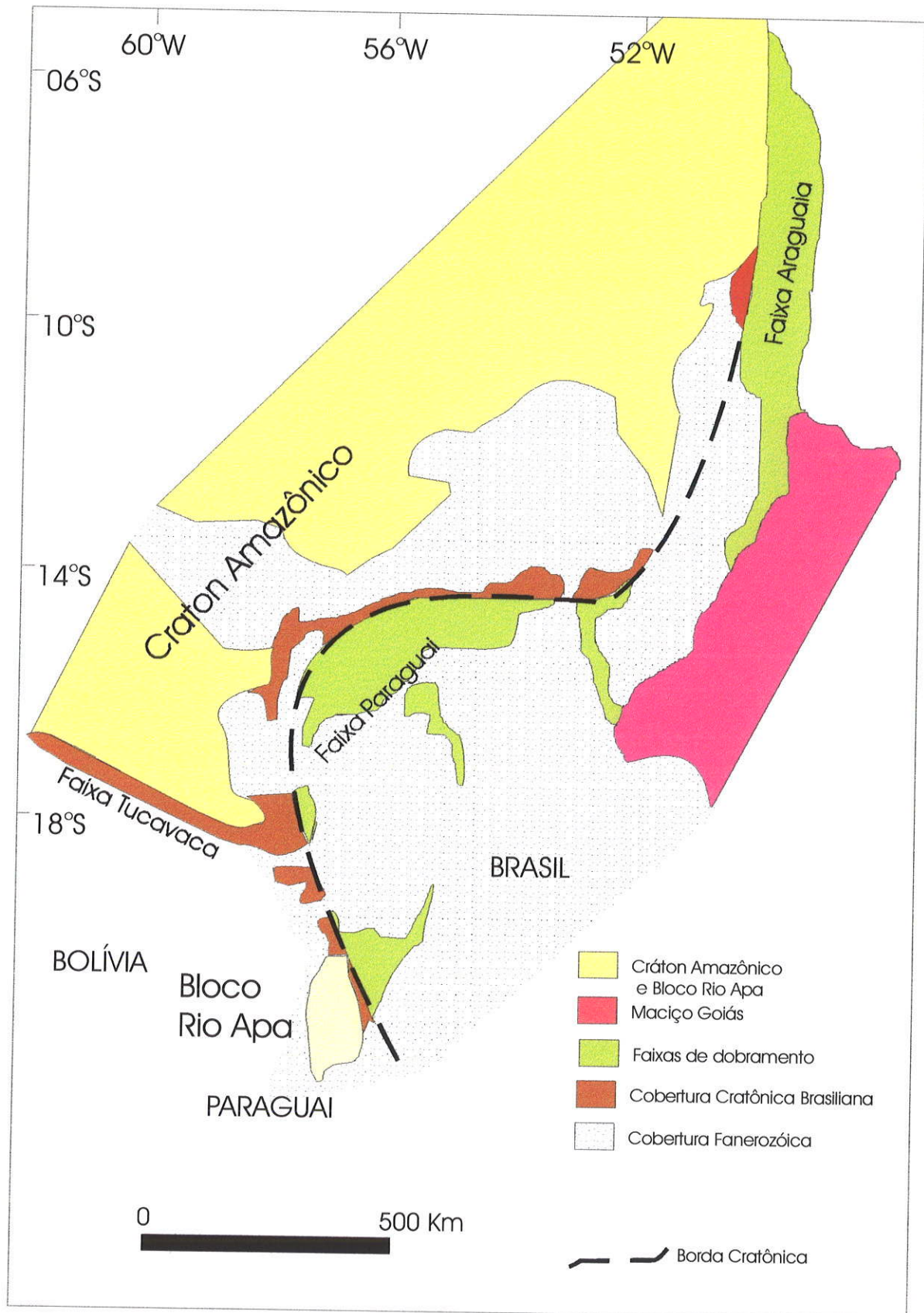
A Faixa Paraguai estende-se em um arco que se abre para o SE por cerca de 2500 Km desde o Rio Apa, no Sul, ao longo da divisa do Brasil com o Paraguai, Bolívia, até o Pará, no Norte. Ela compreende metassedimentos e sedimentos de idade Neoproterozóica a Cambriana. Foi originalmente chamada de Faixa Paraguai-Araguaia por Almeida (1967) que sugeriu (Almeida 1974, 1984) a sua divisão em duas unidades: a Faixa Araguaia que bordejia a margem oriental do Cráton Amazônico; e a Faixa Paraguai ao longo da borda sul e sudeste do Cráton (Fig. 2.1). Na região central a faixa é recoberta por sedimentos modernos (Almeida *et al.* 1976). Na faixa localizada a oeste é pouco tectonizada, enquanto a leste o tectonismo foi mais intenso (Boggiani 1990, 1997; Almeida 1984). Ela estende-se para o leste na Bolívia e, ao sul para o Paraguai.

No Brasil a faixa é melhor exposta nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Em Mato Grosso do Sul as exposições da Faixa Paraguai podem ser observadas em várias serras e morros na região de Corumbá, Albuquerque, Porto Esperança, mas são observadas principalmente na serra da Bodoquena. Em Mato Grosso ela se distribui de leste (Cuiabá) para oeste (Cáceres), com ênfase na Província Serrana, constituída por uma série de serras paralelas (Fig. 2.2). Na região a W e N de Cáceres há bons afloramentos das coberturas cratônicas correlatas às rochas sedimentares dobradas da faixa (Boggiani 1997; Alvarenga *et al.* 2000).

A bacia representada pela Faixa Paraguai foi preenchida por três sucessões durante a transição do Neoproterozóico superior ao Cambriano: a sucessão inferior, que inclui as formações Puga, Bauxi e os grupos Boqui, Jacadigo e Cuiabá; a sucessão carbonatada, relacionada ao momento da expansão da bacia provavelmente associada ao final da última glaciação proterozóica (Varanger), compreende, na Bolívia, o Grupo Murcielago, e no Brasil, o Grupo Corumbá e a Formação Araras; e por último, a sucessão superior, composta pelo Grupo Alto Paraguai, Formação Raizama e Formação Diamantino (Alvarenga & Trompette 1994).

A influência glacial na Faixa Paraguai foi primeiramente sugerida por Dorr II (1945) para explicar a ocorrência de clastos isolados nas formações ferríferas bandadas do Grupo Jacadigo. Essa ocorrência foi confirmada posteriormente por Maciel (1959) com a descrição de diamictitos com clastos estriados e facetados no Morro do Puga, a SE de Corumbá.

Apesar da importância da área paleontológica devido a descoberta de metazoários vendianos (Beurlen & Sommer 1957; Hahn *et al.* 1982), os conhecimentos da geologia da região ainda continuam muito incompletos. Desde os primeiros trabalhos meramente de reconhecimento geológico no século 19 e início do século 20 até os projetos de mapeamento geológico na década de 1970 e alguns estudos geocronológicos da região, têm-se, ainda, um número pequeno de trabalhos para elucidar a história deposicional desta região.



**Figura 2.1** Contexto geotectônico da Faixa Paraguai e as coberturas cratônicas correlatas (modificado de Alvarenga *et al.* 2000).



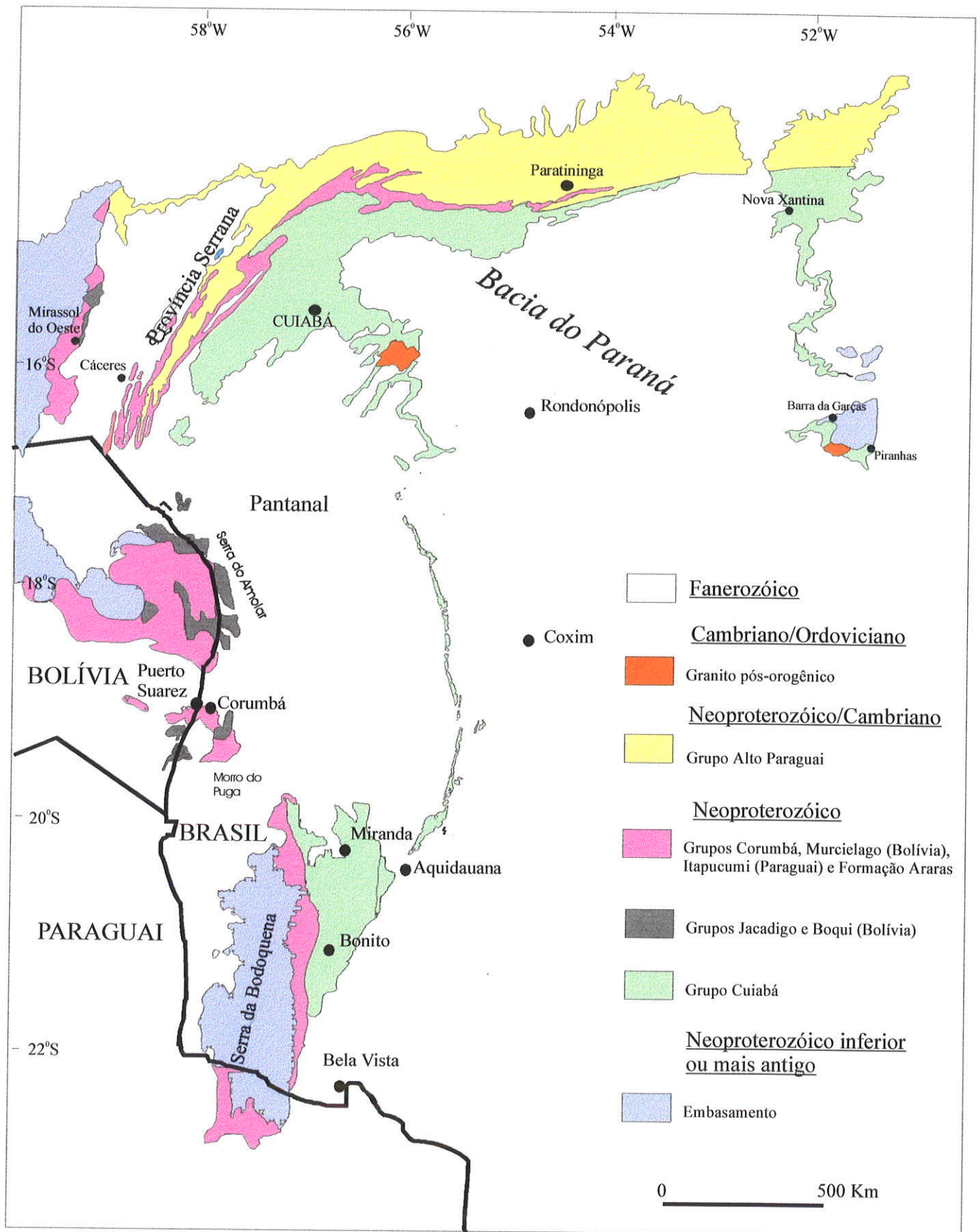


Figura 2.2. Mapa destacando as exposições neoproterozóicas-cambrianas (Almeida & Hasui, 1984; Alvarenga et al. 2000).

## **2.2 Evolução dos conhecimentos estratigráficos da Faixa Paraguai**

Os trabalhos pioneiros da geologia da região foram realizados pelo Conde Francis de Castelnau (1852 *apud* Oliveira & Moura 1944) que descreveu brevemente os calcários de Corumbá e os arenitos Raizama na Serra do Tombador (Província Serrana) entre 1843 e 1847. Estes estudos complementaram as pesquisas de Alcides d'Orbigny que entre 1826 e 1833, percorreu a região, ao oeste, na Bolívia (*apud* Evans 1894). Em 1894, Evans correlacionou os calcários da Província Serrana, que apelidou de *Araras limestone*, com os ao Sul, em Corumbá, que chamou de *Corumbá limestone*.

Estas primeiras pesquisas foram restritas às margens do rio Paraguai e afluentes, único meio de acesso à região. No início do século 20, a construção da estrada de ferro Noroeste do Brasil proporcionou a oportunidade de pesquisar a serra da Bodoquena. Uma comissão expedida em 1907 por Emílio Schnoor e Miguel A. R. Lisboa percorreu o traçado da estrada de ferro Noroeste do Brasil, permitindo as primeiras correlações entre as unidades da Serra da Bodoquena e as exposições ao longo do rio Paraguai. Assim, Lisboa, em 1909, considerou os calcários e dolomitos da Serra da Bodoquena como correspondentes aos de Corumbá e os definiu como “série” Bodoquena.

### **2.2.1 Evolução estratigráfica do Grupo Corumbá**

Na década de 1940, o descobrimento das jazidas de ferro e manganês do Grupo Jacadigo no Maciço de Urucum, região de Corumbá, deu novo impulso aos estudos geológicos dessa região (Oliveira & Leonardos 1943; Oliveira & Moura 1944; Dorr II 1945; Barbosa 1949). Nesta mesma década iniciaram-se os trabalhos do F. F. M. de Almeida, de suma importância no entendimento do arcabouço estratigráfico e evolução geológica da área. Almeida (1945) subdividiu a “série” Bodoquena nos grupos Bocaina (basal), predominantemente dolomítico, e Tamengo (superior), de calcários cinza escuro, folhelhos, siltitos e arenitos.

Em 1965, Almeida definiu a Formação Cadiueus, como uma seqüência litológica semelhante à Formação Urucum, porém mais antiga, e por isso não correlacionou a esta última. Ele reuniu ainda os grupos Bocaina e Corumbá num único grupo, o Corumbá, subdividindo-o nas seguintes formações, da base para o topo:

- Cerradinho: sedimentos arenosos e argilosos, calcários, dolomitos e camadas de silexito;
- Bocaina: dolomitos;
- Tamengo: ardósias, filitos, quartzitos e calcários;
- Guaicurus: ardósias e filitos.

Como resultado do projeto de mapeamento da Serra da Bodoquena, *Correa et al.* (1976) introduziram grandes mudanças na estratigrafia do grupo Corumbá. Acrescentaram à sua base a Formação Puga, glaciogênia, e suprimiram as formações Tamengo e Guaicurus, considerando-as como pertencentes ao Grupo Cuiabá, mais antigo. Estabeleceu-se então, a Formação Puga na base do Grupo Corumbá, e este, constituído pelas formações Cerradinho e Bocaina. No entanto, *Del'Arco* (1982) e *Almeida* (1984) reafirmaram a passagem gradativa dos dolomitos da Formação Bocaina para os calcários pretos alternados com folhelhos da Formação Tamengo (Fig. 2.3), e rejeitaram a proposta de *Correa et al.* (1976).

Com base em observações na Província Serrana, *Olivatti* (1976) estendeu o Grupo Corumbá para o norte, incluindo nele unidades pertencentes ao Grupo Alto Paraguai. Neste conceito, o grupo ficou constituído, da base para o topo, pelas formações: Cerradinho, Bocaina, Araras, Raizama e Diamantino, e na sua base a Formação Puga. *Oliva et al.* (1979) redefiniram as unidades acima excluindo as últimas duas, pertencentes atualmente ao Grupo Alto Paraguai.

Idade	Grupo	Formação	
Cambriano		Granito São Vicente, Vulcânicas Mimoso	
	Alto Paraguai	Diamantino	
		Raizama	
Neoproterozóico	Corumbá	Tamengo	Araras
		Bocaina	
		Cerradinho	
		Puga	
		Bauxi	
	Boqui/ Jacadigo	Santa Cruz	
		Urucum	
	Cuiabá		

**Figura 2.3** Coluna estratigráfica da região baseada em Almeida (1984).

Por meio de estudos faciológicos do Grupo Corumbá desde o Paraguai até o Mato Grosso, Boggiani (1997) resgatou a sugestão de Almeida (1965), restituindo o grupo como composto pelas formações Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Guaicurus, ao topo, e re-incorporando a Formação Cadiueus, à base.

## **2.2.2 Evolução estratigráfica do Grupo Alto Paraguai e Formação Araras**

A história evolutiva da estratigrafia da Província Serrana em Mato Grosso correu em paralelo à da região de Corumbá e Serra da Bodoquena em Mato Grosso do Sul. Atenção especial tem se dado a essa região apenas nas últimas duas décadas com os trabalhos de Del'Arco *et al.* (1982), Almeida (1984) e Alvarenga (1984). Porém, a definição das formações do Grupo Alto Paraguai ainda tem causado grande mixórdia, principalmente no que concerne a posição estratigráfica da Formação Araras.

O Grupo Alto Paraguai foi definido por Almeida (1964) na Serra do Tombador (MT) para as unidades, da base para o topo:

- Raizama: arenitos ortoquartzíticos e siltitos e folhelhos subordinados;
- Sepotuba: folhelhos argilosos, siltitos, arenitos e calcários, e;
- Diamantino: arcóseos, siltitos e folhelhos com calcários subordinados, sobreposta aos carbonatos Araras.

Após a definição de Almeida várias outras propostas correlacionando as unidades ao Norte e ao Sul surgiram, destacando-se os trabalhos de Hennies (1966), Figueiredo e Olivatti (1974) e Luz (1978).

Hennies (1966) incluiu, no topo deste grupo, a Formação Batovi, formada por brechas intraformacionais com fragmentos de folhelhos e siltitos subordinados. O Grupo Alto Paraguai foi composto então, da base para o topo, nas formações Raizama, Sepotuba, Diamantino e Batovi.

Figueiredo e Olivatti (1974) notaram a continuidade física das unidades do Grupo Alto Paraguai, organizando-o nas formações: Puga, Araras, Raizama e Diamantino. Consideraram o contato da Formação Araras com a Formação Puga como concordante e ao topo com a Formação Raizama como transicional, incluindo-as no

Grupo Alto Paraguai. Tanto o contato inferior como o superior também foram observados da mesma forma por Ribeiro Filho *et al.* (1975).

Luz (1978) dividiu a Formação Araras em dois membros: o inferior, constituído por calcários; e o superior, por dolomitos.

Barros *et al.* (1982) consideraram gradativa a passagem da Formação Araras para os arenitos da Formação Raizama e organizaram o Grupo Alto Paraguai, da base para o topo, nas formações: Bauxi, Moenda, Araras, Raizama, Sepotuba e Diamantino.

Em 1984, Schobbenhaus *et al.* consideraram todas as exposições carbonáticas como originadas numa mesma bacia sedimentar e, assim, denominaram-as, todas, como Formação Araras.

Atualmente, está sendo revisado por Afonso C. R. Nogueira, a estratigrafia da porção Norte da Faixa Paraguai, em Mato Grosso, do ponto de vista da análise faciológica de detalhe e com aplicação de conceitos de estratigrafia de seqüências.

## 2.3 Grupo Corumbá

### 2.3.1 Características Gerais

A exposição das rochas do Grupo Corumbá dispõe-se como uma faixa contínua, de largura variável, cobrindo a região da Serra da Bodoquena e estendendo-se desde o vale do rio Apa, no extremo sul do Estado de Mato Grosso do Sul, até a região do Forte Coimbra e Albuquerque, a sul de Corumbá, reaparecendo na região de Corumbá e serra do Amolar. Na Província Serrana, Mato Grosso, tem como unidade correlacionável a Formação Araras. Em território boliviano é representado pelo Grupo Murcielago (Litherland & Bloomfield 1981), e ao sul, no Paraguai, a unidade correlata é o Grupo Itapucumi (Almeida 1945; Almeida & Hasui 1984). Esses sedimentos depositaram-se após a última glaciação proterozóica (Varanger) interpretada como de idade vendiana inferior, evidenciada pela Formação Puga (Almeida 1984, Boggiani 1997).

Adota-se aqui a coluna estratigráfica de Boggiani (1997), já que esta é a mais recente para o grupo. Nela o Grupo Corumbá é dividido em cinco formações: Cadiueus, Cerradinho, Bocaina, Tamengo e Guaicurus, da base para o topo (Fig. 2.4).



**Figura 2.4** Coluna estratigráfica para o Grupo Corumbá (modificada de Boggiani, 1997).

### **2.3.2 Litoestratigrafia**

A descrição sedimentológica e estratigráfica do Grupo Corumbá baseou-se em Boggiani (1997) como referência regional mais atual. Os aspectos gerais de cada formação do Grupo Corumbá são descritos abaixo, da base para o topo, respectivamente com inclusão da Formação Puga como unidade de contato basal.

**Formação Puga** – Aflora no nordeste da serra da Bodoquena (MS) e na Província Serrana (MT). Na Província Serrana, região de Cáceres, esta unidade é composta por diamictitos e siltitos com seixos disseminados. Almeida (1984) correlacionou a Formação Puga (Maciel 1959) ao Grupo Macaúbas em Minas Gerais de idade Proterozóico superior e considerado como glacial (Rocha-Campos & Hasui 1981).

**Formação Cadiueus** – Foi descrita por Almeida (1965) como conjunto de sedimentos conglomeráticos e arcoseanos com cerca de 300 metros de espessura, sobreposto ao embasamento gnáissico-granítico, com exposições restritas à borda oeste do Planalto da Bodoquena. Demonstrou que havia dois grandes ciclos de sedimentação conglomerática. O primeiro iniciou-se com conglomerados de variada litologia, com seixos angulosos de granito, gnaiss, biotita-xisto, quartzito, anfibolito e outras rochas derivadas do embasamento das redondezas. Para o topo há transição dos conglomerados para camadas espessas de arenitos e esses para folhelhos roxos. Segundo Boggiani (1997), de acordo com a variação lateral e vertical das fácies é possível que a formação represente leques aluviais, posteriormente afogados com a formação de fan-deltas representados nas fácies da Formação Cerradinho.

**Formação Cerradinho** – Foi definida formalmente por Almeida (1965) na serra da Bodoquena como a unidade basal do Grupo Corumbá. Caracterizou-a como uma alternância de arenitos, siltitos, folhelhos, margas, calcários, dolomitos, arcóseos e conglomerados. Só foi identificada até agora ao longo da borda oeste do Planalto da Bodoquena. Segundo Boggiani (1997), a análise conjunta das facies das formações



Cadiueus e Cerradinho sugere depósitos de fan-delta, ou seja, leques aluviais depositados diretamente em um corpo aquoso.

**Formação Bocaina** – Esta denominação foi dada por Almeida (1945) aos dolomitos da região de Corumbá. É constituída por calcários dolomíticos e dolomitos silicificados, com intercalações locais de calcarenitos dolomíticos e estromatólitos. Segundo Boggiani (1997), os dolomitos estão em contato erosivo, diretamente sobre os diamictitos da Formação Puga. Boggiani (op. cit.) sugere depósitos de planície de maré com transição para plataforma marinha, sujeita a ação de correntes marinhas ascendentes.

**Formação Tamengo** – Almeida (1945) inicialmente denominou de Grupo Tamengo os calcários negros intercalados com folhelhos, siltitos e arenitos aflorantes em Corumbá. Segundo Boggiani (1997), a formação possui de 80 a 100 metros de espessura e é caracterizada por calcários calcíticos carbonosos de cor preta com freqüentes intercalações de folhelhos carbonosos. Como possível ambiente de sedimentação Boggiani (op. cit.) sugere um contexto de declive com passagem brusca de ambientes de águas rasas, situados a oeste, para águas profundas, a leste.

**Formação Guaicurus** – Originalmente foi descrita por Almeida (1965) como espesso pacote de folhelhos posicionados no topo do grupo. Segundo Boggiani (1997), estes folhelhos teriam sido depositados em plataforma afogada, durante fase de mar alto.

## 2.4 Formação Araras

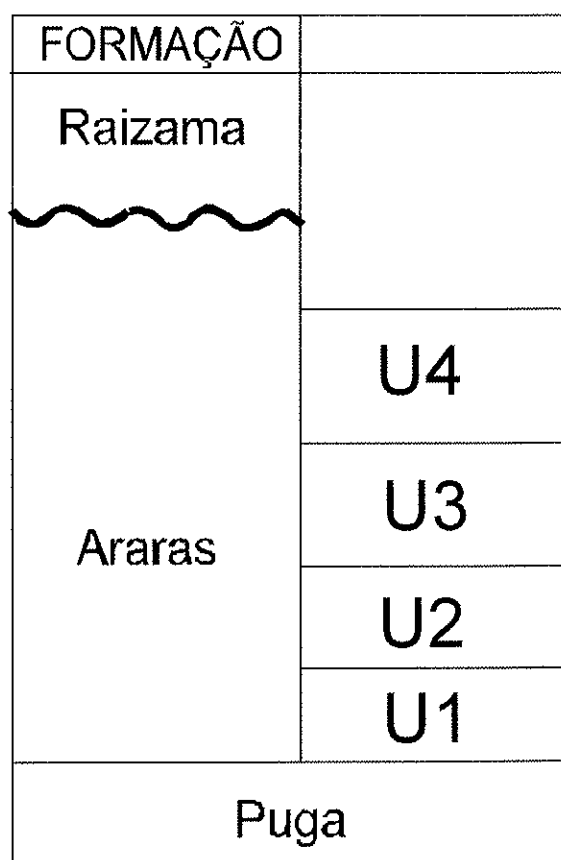
### 2.4.1 Características gerais

As rochas carbonáticas da Formação Araras afloram na Província Serrana em Mato Grosso e se estende a oeste sobre o Cráton Amazônico (Fig. 2.2). Apresenta boas exposições na região de Cáceres e Mirassol do Oeste ao longo das rodovias BR-70 e MT-102. Segundo Almeida (1984) a sua espessura alcança de 1300 metros na Província Serrana, adelgando-se para o sul até desaparecer. A coluna estratigráfica adotada é de Nogueira *et al.* (2001), baseada na análise de fácies e sistemas deposicionais no arcabouço de paraseqüências levando em consideração a geologia estrutural da área (Fig. 2.5). Assim, ela foi considerada como unidade à parte do Grupo Alto Paraguai devido a sua semelhança com a seqüência carbonática do Grupo Corumbá. Nogueira (op. cit.), dividiu a Formação Araras em quatro unidades (U1, U2, U3 e U4) e a associação de fácies sugere sua deposição em planície de maré e laguna .

### 2.4.2 Litoestratigrafia

Figueiredo e Olivatti (1974) subdividiram a Formação Araras em três pacotes litológicos: parte basal, com margas conglomeráticas e calcários, intermediário, calcários dolomíticos maciços com intercalações de calcários calcíticos maciços; superior, com dolomitos, nódulos de sílex e lentes de arenitos com siltitos. Segundo Luz (1978), ela pode ser dividida em dois membros: membro inferior, alternância de margas, folhelhos vermelhos, conglomerados com cimento margoso ou carbonático e delgadas intercalações de calcário avermelhado; superior, espesso banco de dolomitos cinza-claro, localmente branco, maciços, de granulação fina, aparecendo ainda estratificação plano-paralela, brechas autoclásticas e estromatólitos.

Segundo Nogueira *et al.* (op. cit.), o contato inferior da Formação Araras com a Formação Puga é litologicamente brusco e geometricamente irregular devido à deformação de sobrecarga e injeções de diamictito. Em Mato Grosso a Formação Puga é caracterizada por diamictitos cinza a preto com matriz pelítica-arenosa (areia fina a média), freqüentemente carbonosa e micácea. Disseminados na matriz há seixos, blocos e matações de até um metro de diâmetro. Clastos de composição variada apresentam-se, muitas vezes estriados e facetados; siltitos intercalados com arenitos finos exibem grânulos e seixos disseminados de composição semelhante aquelas encontradas nos diamictitos.



**Figura 2.5.** Coluna estratigráfica para a Formação Araras (modificada de Nogueira *et al.* 2001).

## **Capítulo 3**

# **Aspectos Paleontológicos e idade da Faixa Paraguai**

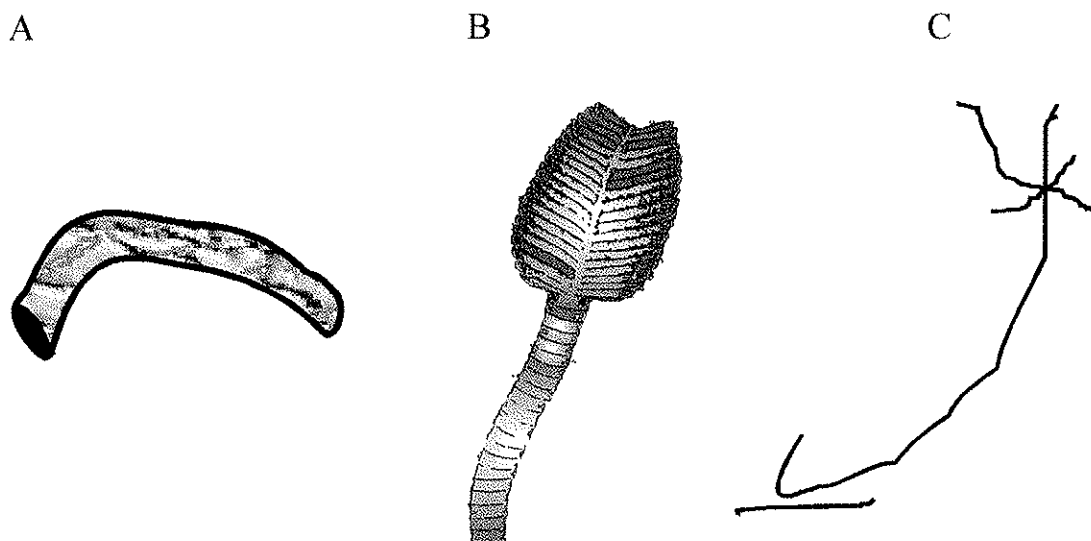
“... é como procurar identificar um documento em um arquivo que tenha sofrido sucessivamente um incêndio, uma inundação e um terremoto !”.  
H.G.Wells

### **3.1 Contexto Paleontológico**

No Brasil, o registro fóssil do pré-Cambriano ainda é escasso, porém tem aumentado significativamente nas últimas décadas após o trabalho de Fairchild e Dardenne (1978a) sobre microfósseis do Grupo Bambuí (Fairchild & Sundaram 1981, Subacius 1985; Simonetti & Fairchild 1989; Fairchild *et al.* 1996; Simonetti & Fairchild 2000; entre outros). No Brasil, em geral os microfósseis descritos até agora são esferoidais e simples, entre 30 e 40  $\mu\text{m}$ , possivelmente, de afinidade procariótica, ou podem possuir até 150  $\mu\text{m}$ , já se tratando de eucarionte. Os microfósseis podem ainda ser filamentosos, nestes casos, possivelmente de natureza procariótica.

#### **3.1.1 Grupo Corumbá**

Na Formação Bocaina estromatólitos foram descritos por Almeida (1958), mas é na Formação Tamengo que foram localizados os registros mais significativos, como o microfóssil *Bavlinella faveolata* (Fairchild & Sundaram 1981), os metazoários *Cloudina lucianoi* (Fig. 3.1a, Beurlen & Sommer 1957) e *Corumbella weneri* (Fig. 3.1b, Hahn *et al.* 1982), e ainda metáfitas denominadas vendotaenídeos (Fig. 3.1c, Zaine 1991). Não foram encontrados até o momento, fósseis nas formações Cadiueus e Cerradinho.



**Figura 3.1.** Representação esquemática dos macrofósseis encontrados na Formação Tamengo, Grupo Corumbá. a) *Cloudina lucianoi* ; b) *Corumbella weneri* (Hahn *et al.* 1982) e, c) *Tyrasotaenia* sp. (vendotaenídeo).

Em 1957, Beurlen & Sommer sugeriram a idade Cambriana para o Grupo Corumbá baseados apenas na presença da suposta alga *Aulophycus* encontrados na pedreira de Ladário (Fig. 4.1). No entanto, outros fósseis característicos do período não estavam presentes. Fairchild (1978) e Zaine & Fairchild (1985) estudaram os fósseis de Sommer (*Aulophycus lucianoi*) e o redefiniram como sendo o exoesqueleto calcário de invertebrados denominados *Cloudina* (Germs 1972; Hahn e Pflug 1985; Zaine e Fairchild 1987).

Sommer (1971) identificou supostos restos de microalgas *incertae sedis* como *Bambuites* sp. Zaine (1991) interpretou estes vestígios como restos aglutinados de matéria orgânica amorfa. Assim, não devem representar fósseis.

Zaine (1991) identificou o microfóssil *Sphaerocongregus variabilis* (= *Bavlinella faveolata*), presente na pedreira de Ladário (Formação Tamengo). O táxon foi descrito primeiramente por Moorman (1974) e pode representar várias fases do ciclo de vida de uma única entidade biológica, provavelmente, cianobactérias (Cloud *et al.* 1975, Allison 1985). Hofmann (1987) relata que o táxon é típico do Vendiano, mas não restrito a ele, podendo estar distribuído por todo o Neoproterozóico.

As metáfitas foram identificadas por Zaine (1991) como pertencentes ao gênero *Tyrasotaenia* sp. em folhelho calcífero da pedreira Itaú em Ladário (Formação Tamengo). São caracterizadas como compressões carbonosas megascópicas cinza-esbranquiçadas na forma de fita, lineares, recurvadas e entrecruzando-se, cobertas por uma película de gipsita. Exibem margens lisas e alcançam 58 mm de comprimento e 0,3 a 1mm de largura.

### 3.1.2 Formação Raizama e Formação Araras

Zaine (1991) descreveu icnofósseis presentes na Formação Raizama aparentemente dos icnogêneros: *Planolites* (tubos simples, hipicniais ou epicniais, sinuosos, horizontais a oblíquos em relação a camada), *Palaeophycus* (traço liso, cilíndrico, suavemente curvo, subparalelo ao plano de estratificação) e *Cochlichnus* (trilhas hipicniais ou epicniais) ambos do Vendiano. Uma forma aparentemente parecida com *Lockeia* (traço fóssil hipicnial, ovóide, biconvexo e bilateralmente simétrico com forma amendoada) também foi registrada por Zaine. Dubiofósseis (impressões fósseis de animais de corpo mole como medusa e organismos vermiforme) também foram registrados. Albuquerque (2001) reavaliou este material recentemente e chegou a conclusão que nenhuma destas estruturas apresenta evidências claras de origem biológica. Desta forma, a Formação Raizama torna-se, novamente, novamente, afossilífera ou, na melhor das hipóteses, questionavelmente fossilífera.

Na Formação Araras, Zaine (1991) descreveu estromatólitos colunares cilíndricos não ramificados, mistos (estratiforme e dômicos), colunares turbinados, e colunares cilíndricos ramificados e alguns exemplares, muito mal preservados, de *Leiosphaeridia* sp..

Assim, no Grupo Corumbá foram registrados fósseis apenas nas formações Bocaina e Tamengo até o presente momento. A presença de fósseis na Formação Guaicurus (Grupo Corumbá) apresentadas neste trabalho têm caráter inédito (Fig. 3.2).

Grupo Corumbá	Formação	Fósseis
	Guaiurus	
	Tamengo	
	Bocaina	
	Cerradinho	
	Cadiueus	

Formação	Fósseis
Raizama	
Araras	

Legenda:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| <i>Bavlinella faveolata</i> | <i>Cloudina luciani</i>   |
| Microfósseis silicificados  | <i>Corumbella wernerl</i> |
| Microfósseis esferoidais    | <i>Vendotaenia</i> sp.    |
| Estromatólitos              | Icnofósseis               |
| Leiosphaeridia              |                           |

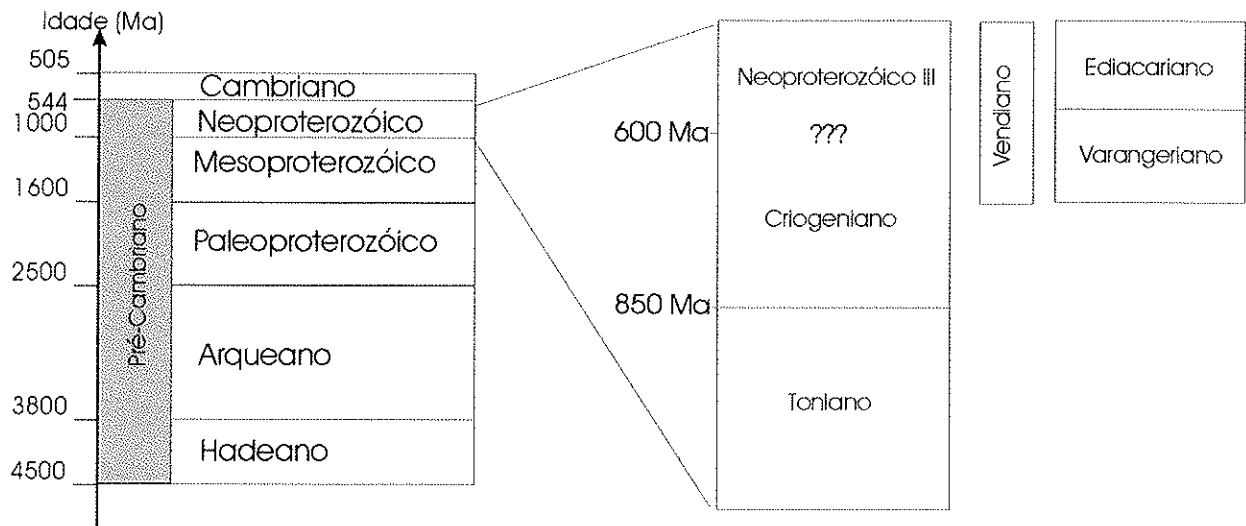
**Figura 3.2** Quadro geral da paleobiologia do Grupo Corumbá e formações Araras e Raizama, excluindo os dados da presente dissertação.



### 3.2 Idade

#### 3.2.1 Idade do limite pré-Cambriano/Cambriano

O Neoproterozóico, era terminal do pré-Cambriano, por convenção, é dividido em três períodos distintos (Fig. 3.3): o Toniano, o Criogeniano e o Neoproterozóico III (Plumb 1991). Este último intervalo tem recebido nomes diversos como Vendiano ou Ediacariano, em diferentes partes do mundo. O termo Vendiano parece ser o mais apropriado já engloba as evidências da última glaciação (Varanger) mais o Neoproterozóico III, caracterizado pela biota de Ediacara (Harland *et al.* 1990).



**Figura 3.3** Escala de tempo pré-Cambriano (Knoll 2000; Harland *et al.* 1990).

A idade para a transição Neoproterozóico-Fanerozóico é principalmente estabelecida por três eventos: a glaciação Varangeriana ou Marinoana (620-580 Ma), a diversificação da biota de Ediacara e o início do período Cambriano, corroborados com dados quimioestratigráficos, radiométricos, e bioestratigráficos. Atualmente, a idade radiométrica do limite pré-Cambriano e Cambriano mais aceita é de 544 Ma (Bowring *et al.* 1993; Grotzinger *et al.* 1995; Knoll 2000).

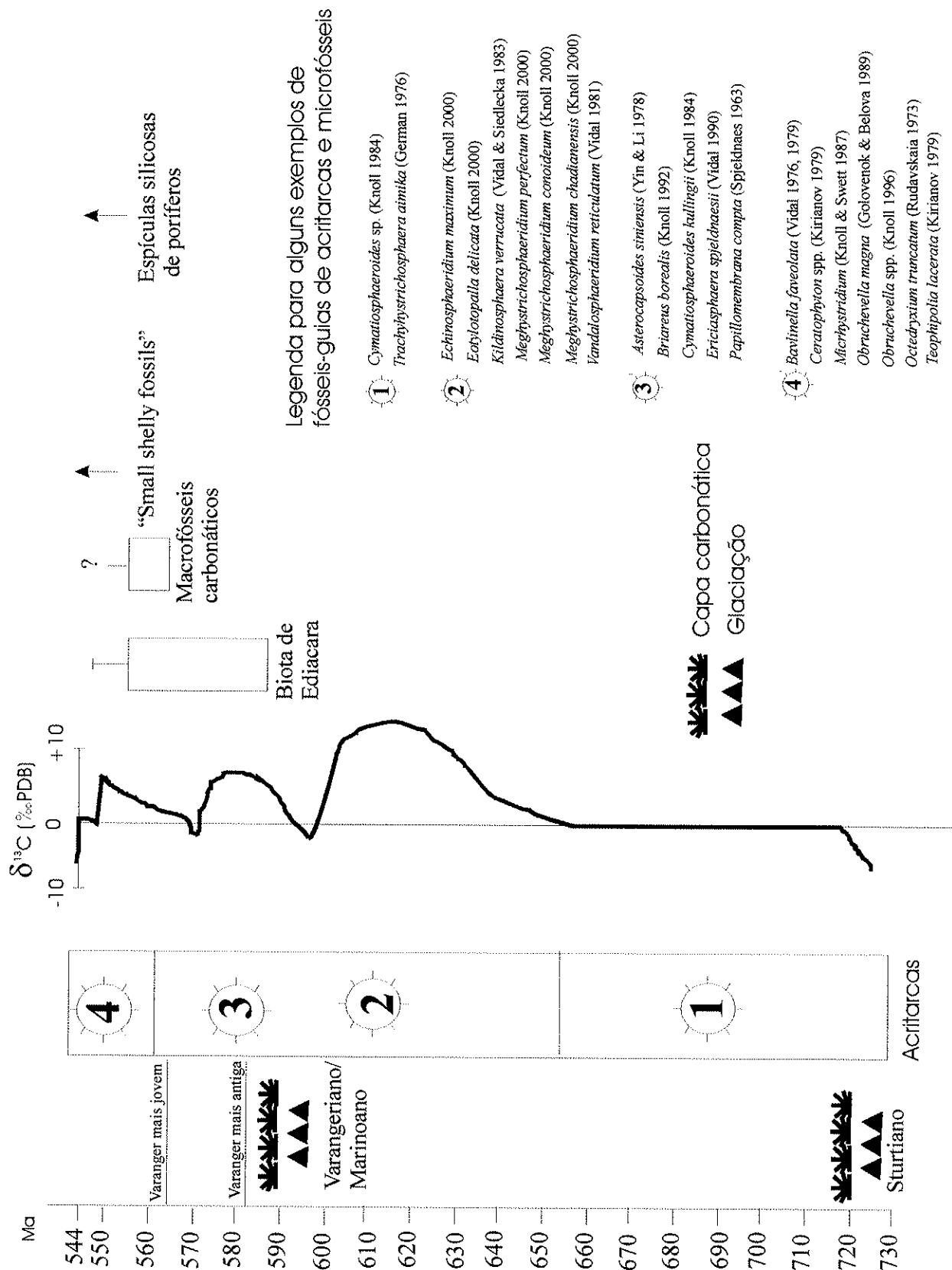


Figura 3.4. Cronostratigrafia do pré-Cambriano/Cambriano (Myrow & Kaufman 1999; Knoll 2000).

A definição do fim do pré-Cambriano é estabelecida por eventos precoces na evolução dos metazoários macroscópicos. A vida predominantemente microscópica no Proterozóico transita neste intervalo para o domínio de formas mais complexas e megascópicas no Fanerozóico. Esta definição é também exibida pela primeira diversificação de organismos com partes duras representada pela Fauna Tommotiana, já no início do Cambriano. Esta fauna antecede aquelas dominadas pelos trilobites e consiste em conchas carbonáticas ou fosfáticas sub-milimétricas a milimétricas de moluscos braquiópodes e organismos problemáticos juntamente com restos até decimétricos de arqueociatídeos (Cowen 2000).

Os icnofósseis, os registros mais importantes do Neoproterozóico, surgem praticamente na mesma época da biota de Ediacara e distribuem-se até os dias atuais. No Vendiano eles têm uma rápida diversificação (Seilacher 1956) sendo bons indicadores bioestratigráficos. As formas vendianas, em geral, são representadas por formas horizontais simples. Segundo Knoll (1996) o limite entre o Neoproterozóico e o Cambriano é determinado como sendo a base da zona de icnofósseis *Treptichnus pedum* (Jensen & Grant 1993, 1998).

O registro Neoproterozóico distingue-se dos períodos anteriores pela qualidade, abundância e diversidade dos fósseis. Os microfósseis, entretanto, recebem atenção especial na bioestratigrafia de qualquer área. Muitos deles, em especial os acritarcas, são importantes indicadores bioestratigráficos, com distribuição geográfica ampla e distribuição temporal restrita. As assembléias de acritarcas neoproterozóicas são constituídas basicamente por formas maiores e mais complexas do que àquelas do Mesoproterozóico. Poucos acantomorfos persistem até o final do Neoproterozóico, e no início do Cambriano uma nova radiação ocorre (Knoll 1996).

Os dados quimioestratigráficos oferecem subsídios para a definição da transição Neoproterozóico-Fanerozóico. Valores negativos baseados na composição isotópica de carbono em carbonatos e na matéria orgânica (Fig. 3.4) permitem correlacionar a idade

das glaciações (Grotzinger *et al.* 1995; Knoll 2000). Segundo Kaufman & Knoll (1995), excursões negativas de  $^{13}\text{C}$  encontram-se associadas a eventos glaciais. Porém essa interpretação deve ser associada às condições em que o carbonato se depositou. As concentrações podem variar de acordo com a profundidade devido ao processo de fotossíntese que é restrito à zona fótica do oceano. No entanto, segundo Narbonne *et al.* (1994) não observaram essa diferença no Supergrupo Windermere, Mackenzie mountains, Canadá.

### 3.2.2 Idade do Grupo Corumbá

A Faixa Paraguai representa uma unidade tectônica brasileira jovem formada por sedimentos durante o Vendiano ao Cambriano inferior (Trompette, 1994), e é cortada imediatamente pelo magmatismo granítico pós-orogênico de aproximadamente 500 Ma (Almeida & Mantovani 1975).

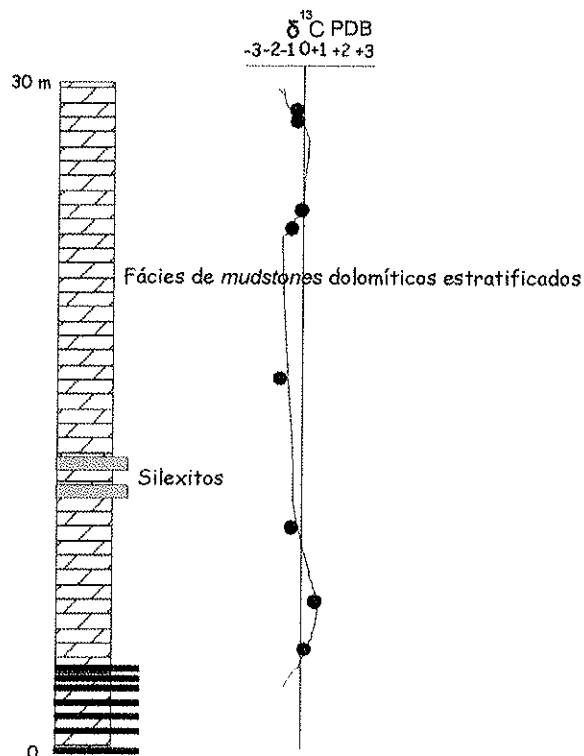
Uma das primeiras referências à idade do Grupo Corumbá foi dada por Derby, em 1895 que destacou a semelhança entre os calcários do Grupo São Roque e Açungui de São Paulo e Paraná. Com base nesta comparação Derby sugeriu a idade Cambriana a Siluriana para o Grupo Corumbá. Muito mais tarde, estabeleceu-se idade pré-cambriana para os grupos São Roque e Açungui.

Hasui & Almeida (1971) dataram os granitos de Corumbá no Córrego Piraputanga através do método de K-Ar. Apesar do material não ser muito favorável ao acúmulo de Ar, eles estimaram uma idade mínima de 889 Ma. Corrêa *et al.* (1979) dataram o Grupo Cuiabá (Fig. 2.3) pelo mesmo método e estimaram valor mínimo de 639 Ma.

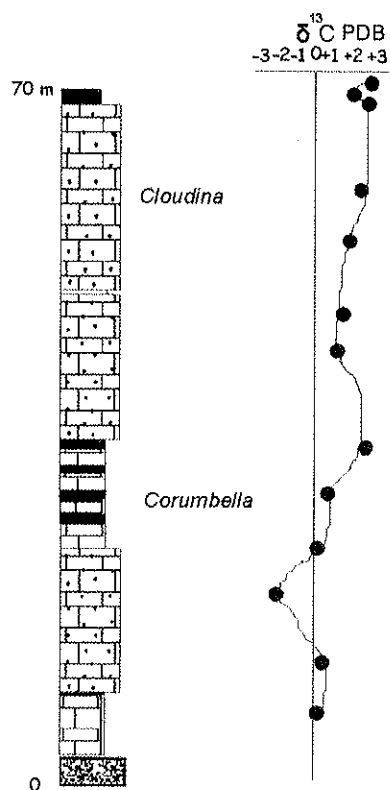
Em 1978, Fairchild, com base na semelhança entre *Aulophycus* encontrado em Corumbá e *Cloudina* na Namíbia (Germs 1972), sugeriu idade mais antiga que Cambriano para Corumbá.

A Formação Puga, segundo Alvarenga & Trompette (1992) constitui evidência da última glaciação do Proterozóico, ou seja, a glaciação Varangeriana. Em 1991, estudos quimioestratigráficos de Zaine e, posteriormente, de Boggiani (1997), também corroboraram uma idade próxima ao limite pré-Cambriano/Cambriano para o Grupo. Boggiani (op. cit.) obteve dados isotópicos ligeiramente negativos dos carbonatos de uma seção da Formação Bocaina (Fazenda Nhuverá – Planalto da Bodoquena) e de três seções da Formação Tamengo no Maciço Urucum, em Corumbá (Figs. 3.5 e 3.6). Já os dados obtidos a partir das amostras da Formação Tamengo constataam mudanças nos valores de negativo para positivo. Tal incursão positiva é interpretada como incursão ediacariana (Kaufman & Knoll 1995, Boggiani *et al.* 1996, Knoll 2000).

Segundo Zaine (1991) a presença em conjunto dos fósseis *Cloudina lucianoi*, *Bavlinella faveolata* e *Tyrasotaenia* na formação Tamengo é coerente com uma idade próxima ao Neoproterozóico terminal.



**Figura 3.5.** Isótopos de Carbono da Formação Bocaina obtidos da seção estratigráfica da Fazenda Nhuverá, Planalto da Bodoquena (Boggiani 1997).



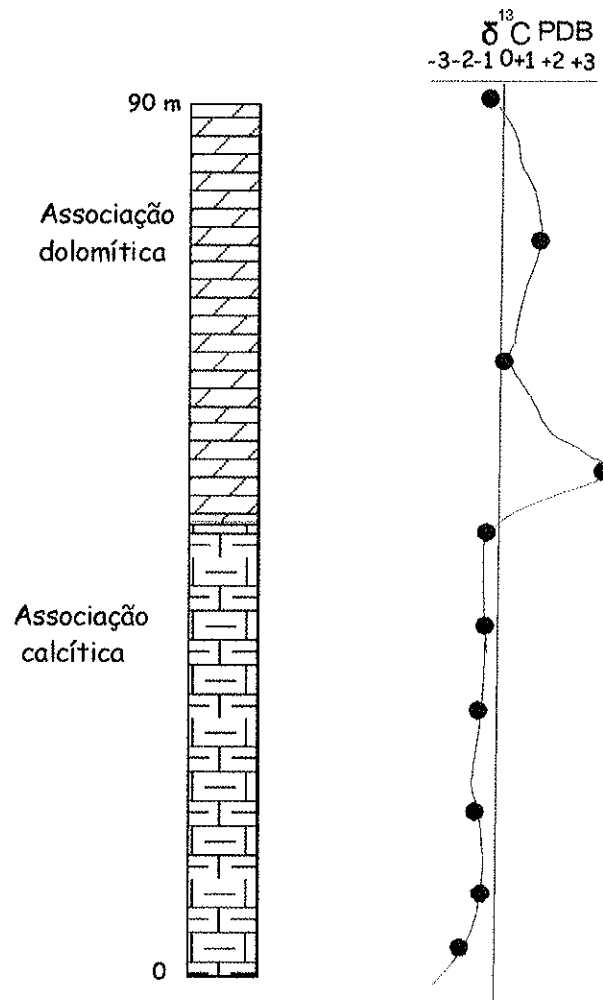
**Figura 3.6.** Isótopos de Carbono da Formação Tamengo obtidos da pedreira de Laginha (Boggiani 1997).

### **3.2.3 Idade da Formação Araras**

Poucos são os dados de idade para a Formação Araras. As indicações para idade são geralmente correlacionadas com as da região de Corumbá e restrita aos fósseis encontrados na Formação Tamengo. Portanto, supõe-se idade neoproterozóica terminal para a Formação Araras com base na correlação litoestratigráfica das unidades carbonáticas e a suposta continuidade paleogeográfica, sem qualquer outro estudo estratigráfico ou faciológico de detalhe.

Boggiani (1997) analisou amostras da Formação Araras na seção inferior (calcítica), na pedreira 6 Km ao sul de Nobres (MT), e na superior (dolomítica) na pedreira da Mineração Império em Jangada (MT). A porção inferior apresentou valores homogêneos, geralmente negativos nos primeiros 45 m, pulando para um valor positivo. Enquanto a porção dolomítica apresentou valores relativamente maiores (Fig. 3.7).

Recentemente, Nogueira *et al.* (2001) obtiveram dados preciosos da Formação Araras na região de Mirassol do Oeste. Os dados revelaram a presença de uma capa carbonática, formada pela elevação do nível do mar após a glaciação global, com valores em torno de  $-4$  a  $-5$  sucedendo intervalos fortemente negativos em torno de 8. Acima da capa os valores permanecem negativos (Fig. 4.4).



**Figura 3.7.** Isótopos de Carbono da Formação Araras em Nobres e em Jangada (Boggiani 1997).



## **Capítulo 4**

# **Materiais e Métodos**

*“Na aurora da vida, no começo da era denominada eozóica, tanto as plantas como os animais eram minúsculos seres vivos unicelulares, semelhante às bactérias, às algas azuis e às amebas”*

A. Oparin em A Origem da Vida

### **4.1 Material utilizado**

O presente trabalho representa a continuação de estudos paleontológicos e estratigráficos iniciados em 1979 por T. R. Fairchild e levados adiante na dissertação de P. C. Boggiani (1990) e na tese de M. F. Zaine (1991). A primeira etapa do presente trabalho constou do levantamento do material coletado e das lâminas palinológicas e petrográficas confeccionadas nas pesquisas anteriores. Deste material algumas lâminas foram descartadas por estarem com as lamínulas soltas ou irrecuperáveis para o manuseio. O restante das lâminas (132) foram novamente analisadas a fim de localizar e reconhecer os microfósseis relatados nos trabalhos anteriores, principalmente na tese de Zaine. Nos Anexos 1 e 2 estão listadas as lâminas confeccionadas e analisadas durante todo o período da presente dissertação.

A segunda etapa envolveu trabalhos de campo na região de Cáceres (MT), no período de 11 a 14 de abril de 2000 na companhia de Afonso Nogueira e Thomas Rich Fairchild. Nesta ocasião, foram coletadas as amostras referentes a Formação Araras. No período de 24 a 29 de janeiro de 2001, na região de Corumbá (MS) coletou-se material das formações Tamengo e Guaicurus com Paulo César Boggiani e Thomas Rich Fairchild. Em ambas as campanhas, as amostras foram de litologias consideradas potencialmente microfossilíferas como, por exemplo, siltitos, folhelhos, margas, calcários e silexitos, acusando, por sua coloração escura, a presença de matéria orgânica.

Em Mato Grosso foram coletadas amostras da Formação Araras em duas localidades: na Pedreira Terconi (antiga Encol) em Mirassol do Oeste, a NW de Cáceres (Fig. 4.1), material identificado pelo código de AIM, e a SE de Cáceres ao longo da rodovia BR-070, material identificado pelo código A1C5 (Fig.4.2).

A base da Formação Araras está em contato brusco e irregular com os diamictitos da Formação Puga (Fig. 4.3). Nogueira (comum. verbal) subdividiu a Formação Araras em quatro unidades (U1, U2, U3 e U4) sendo utilizada na presente dissertação apenas três delas (U1, U2 e U4). Basicamente as litofácies são compostas de: U1, mudstone dolomítico rosado; U2, mudstone betuminoso com terrígenos; U4, dolomitos e calcários, por vezes estromatolíticos, arenitos finos a grossos com cimento carbonático e folhelhos (Fig. 4.4).



**Figura 4.1.** Pedreira Terconi (Formação Araras), Mirassol do Oeste, MT. Amostras A1M.

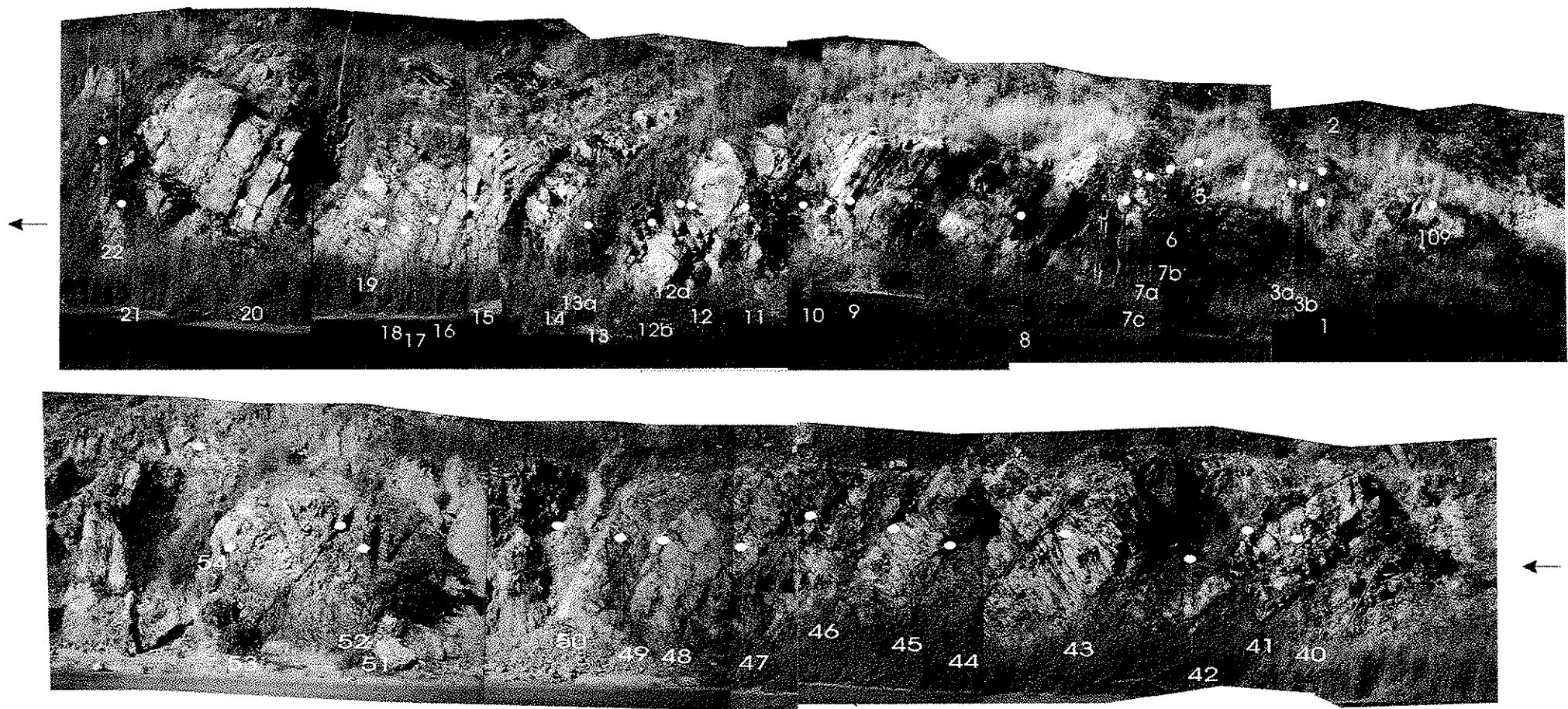


Figura 4.2. Afloramento na rodovia BR-70. Pontos de amostragem (código A1C5) indicados em branco.



**Figura 4.3** Contato das formações Puga (inferior) e Araras (superior), pedreira Terconi, Mirassol do Oeste, MT.



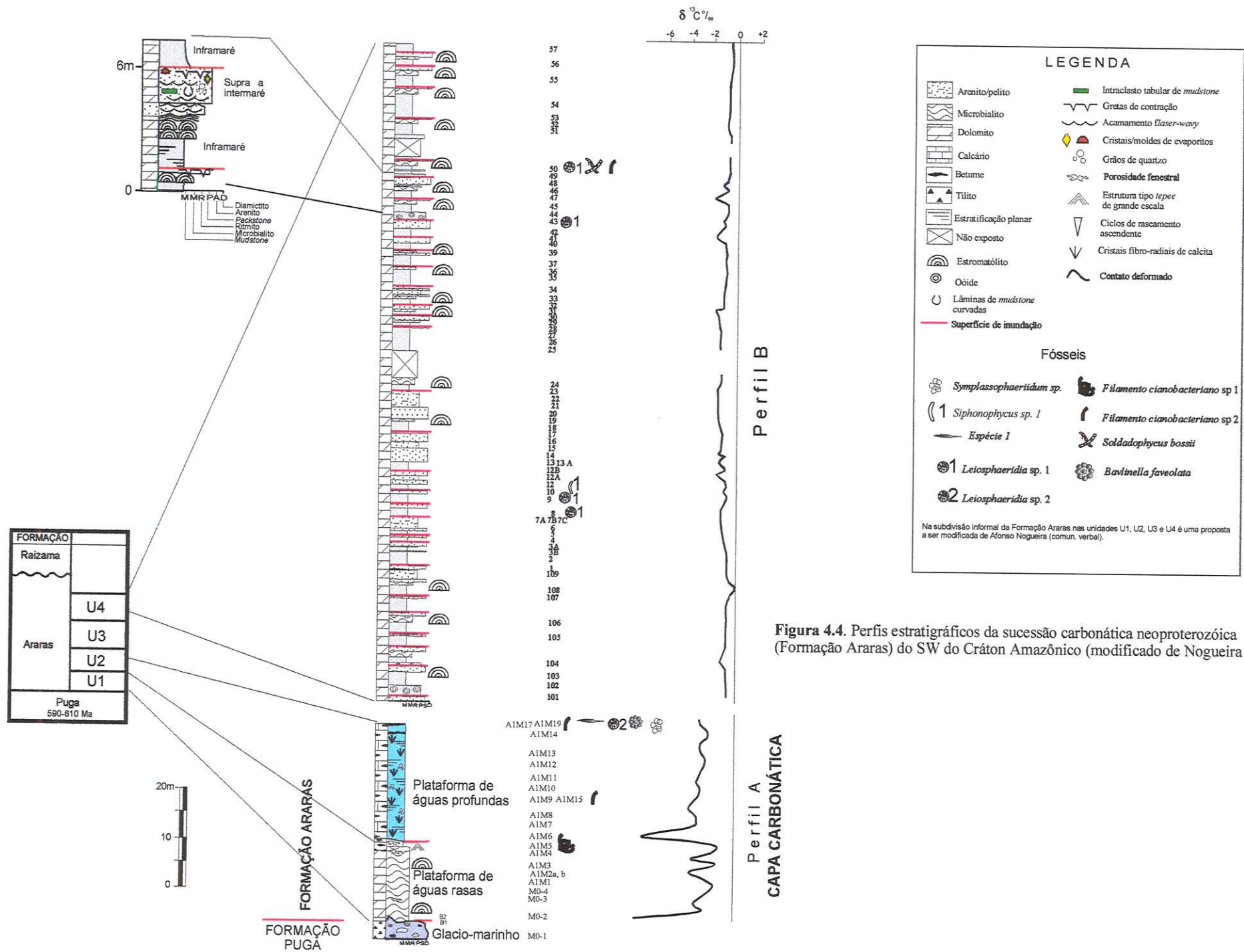


Figura 4.4. Perfis estratigráficos da sucessão carbonática neoproterozóica (Formação Araras) do SW do Cráton Amazônico (modificado de Nogueira et al. 2001).

Na região de Corumbá (MS) foram coletadas amostras das formações Tamengo e Guaicurus, utilizando-se, como referência, as seções levantadas por Zaine (1991) e Boggiani (1997), acrescidas das observações de campo feitas em janeiro de 2001 (Figs. 4.5 e 4.6). Três localidades foram visitadas na região:

- Localidade 1: Exposição da Formação Bocaina em escavação feita para uma piscina atrás de uma construção inacabada de um hotel, lado E da estrada Corumbá – Porto Manga em frente ao Posto Fiscal e à estrada de acesso à Mina Laginha. O afloramento é caracterizado por dolarenitos oolíticos, localmente silicificados, com oóides de até 2 mm e intraclastos não oolíticos.

- Localidade 2: Pedreira ativa de Laginha (Companhia de Cimento Itaú), ao sul de Corumbá. As rochas da Formação Guaicurus estão sendo removidas para poder explorar os calcários da Formação Tamengo. Coletaram-se amostras de três locais distintos (A, B e C) dentro da pedreira (Fig 4.7).

- o Localidade 2A (Figs. 4.8 e 4.9) Canto SE da Mina, com as melhores exposições conhecidas da Formação Guaicurus. Apesar de ter sido descrita por Boggiani (1997) como folhelho a rocha se trata de um pelito. Cerca de 24 metros de pelitos frescos estão expostos na parte inferior desta formação antes de atingirem a rocha intemperizada. As amostras coletadas receberam o código L (L-0 a L-9, anexo 3). O contato entre as formações Tamengo e Guaicurus neste ponto é extremamente abrupto de calcarenitos oolíticos com intraclastos passando imediatamente para siltitos e folhelhos de cor cinza. As camadas são finas a médias com laminações milimétricas mais escuras. Nódulos de pirita estão presentes nos pelitos imediatamente acima do contato. A litologia é uniforme, variando apenas a coloração, de cinza médio claro a cinza médio escuro. Subindo na seção, a coloração muda de cinza para oliva, claramente uma mudança secundária. Não há nenhuma evidência de carbonatos (a não ser calcita secundária em fraturas) ou de estruturas indicativas de

correntes de tração, como estratificação cruzada, marcas onduladas ou escavações. A rocha fresca apresenta-se maciça, mas ao se intemperizar ela se quebra em prismas e agulhos, não se caracterizando como folhelho.

- Localidade 2B (Fig. 4.10), borda SW da mina correspondente a seção levantada por Zaine (1991, Fig. 4.6). As amostras T foram coletadas em uma sucessão de folhelhos e margas da Formação Tamengo;
  
  - Localidade 2C (Fig. 4.11), pacotes de ritmitos escuros da Formação Tamengo no canto NE da mina. Amostras TD.
- Localidade 3: 1B - Pedreira Itaú (Figs. 4.12) – Saladeiro (conhecida como Porto Sobramil arrendada pela Mineração Urucum), em Ladário. A seção colunar (Fig. 4.5) foi levantada na frente oeste da pedreira. Ela é predominantemente constituída de calcários, cinza-escuro a preto e presença de fósseis *Cloudina lucianoi* e *Corumbella weneri*. As cinco amostras coletadas são identificadas pelo código I. Coletaram-se também alguns exemplares de *Corumbella* com forma enrolada (Figs 4.13 e 4.14, Estampa 1).



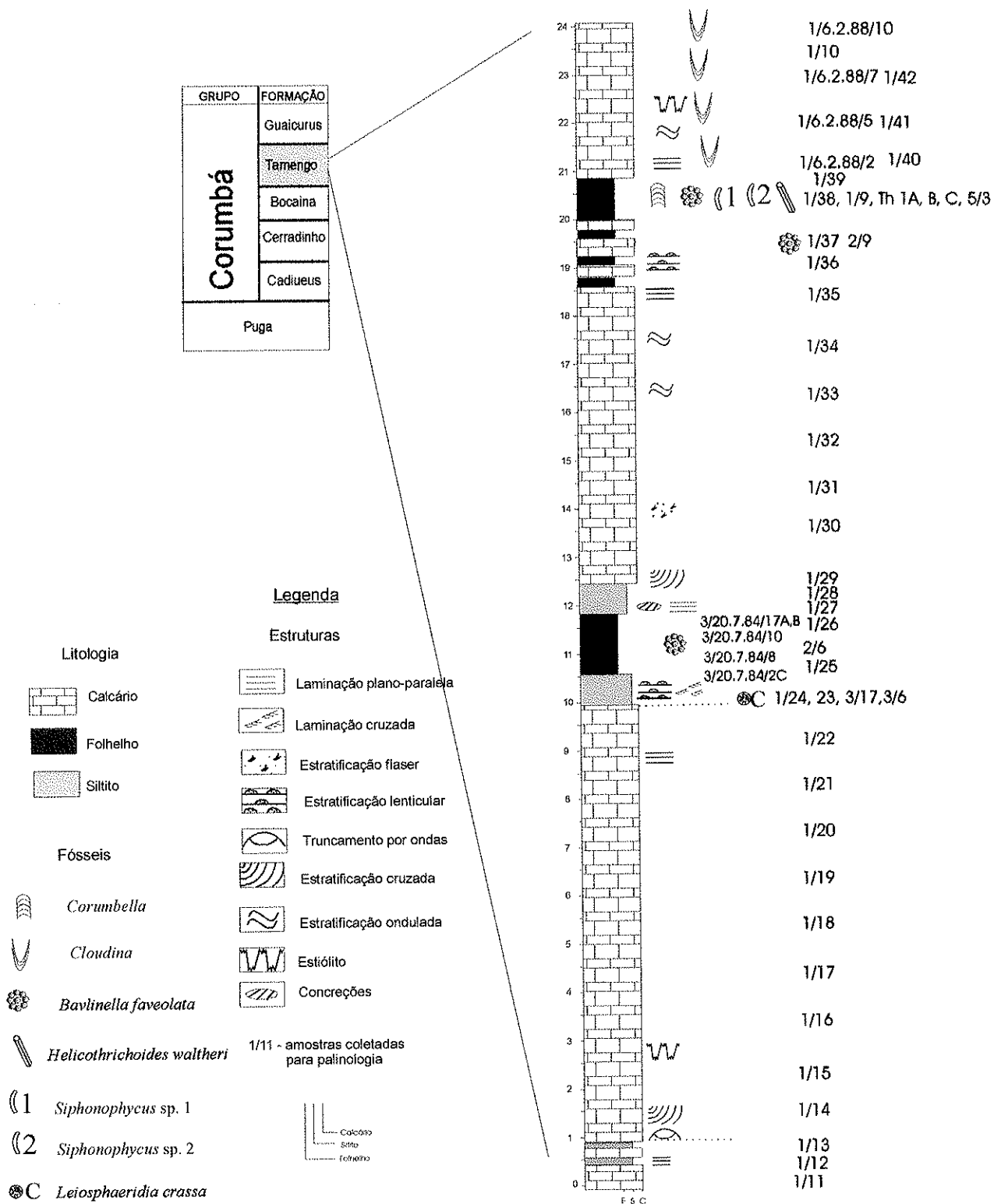


Figura 4.5 Seção colunar da Formação Tamengo na pedreira Itaú, Ladário, MS (modificada de Zaine 1991).

GRUPO	FORMAÇÃO
<b>Corumbá</b>	Guaicurus
	Tamengo
	Bocaina
	Cerradinho
	Cadiueus
Puga 590-610 Ma	

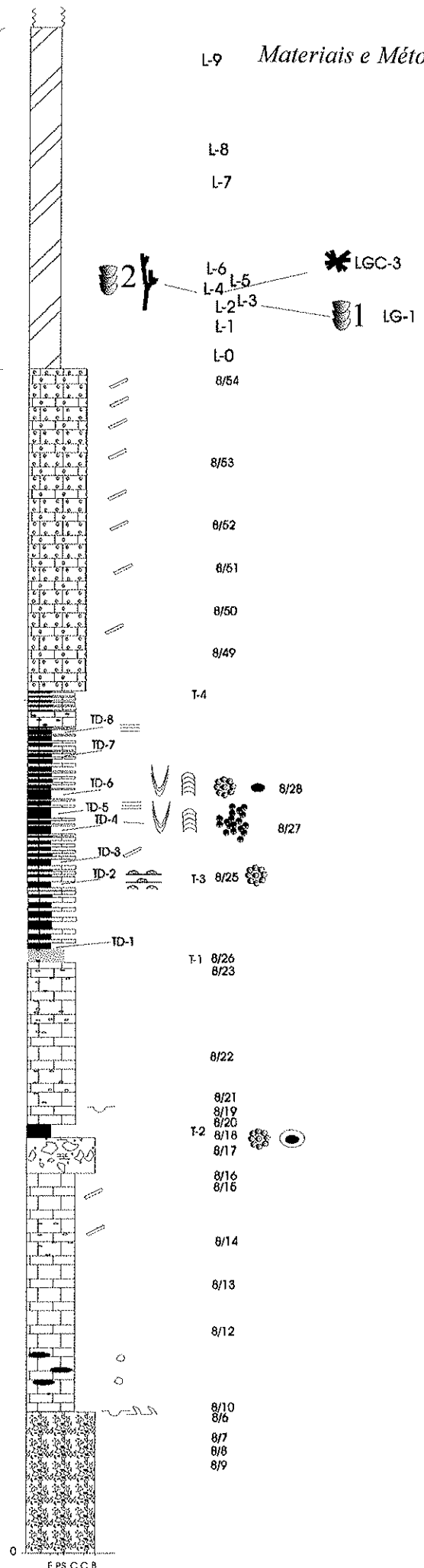
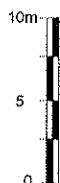
**Legenda**

- |  |   |  |                           |
|--|---|--|---------------------------|
|  | Calcário                                  |  | Laminação plano-paralela  |
|  | Calcário com níveis de folhelho           |  | Intraclasto               |
|  | Calcário oolítico                         |  | Clasto                    |
|  | Folhelho                                  |  | Estrutura de carga        |
|  | Siltito                                   |  | Estrutura em chama        |
|  | Pelito                                    |  | Estratificação lenticular |
|  | Brecha carbonática com matriz arenosa     |  |                           |
|  | Brecha carbonática com matriz carbonática |  |                           |

**Fósseis**

- |  |                                  |  |                                  |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------|
|  | <i>Bavlinella faveolata</i>      |  | <i>Cloudina</i>                  |
|  | <i>Acritarca sp. 1</i>           |  | <i>Enteromorphytes siniansis</i> |
|  | <i>Eoemtophysalis croxfordii</i> |  | <i>Metazóário sp 1</i>           |
|  | <i>Corumbella</i>                |  | <i>Metazóário sp 2</i>           |
|  | <i>Eoholynia</i>                 |  |                                  |

- Brecha
- Calcário com clastos
- Calcário
- Siltito
- Pelito
- Folhelho



**Figura 4.6.** Seção colunar das formações Tamengo (modificada de Zaine 1991) e Guaicurus na pedreira Laginha, MS

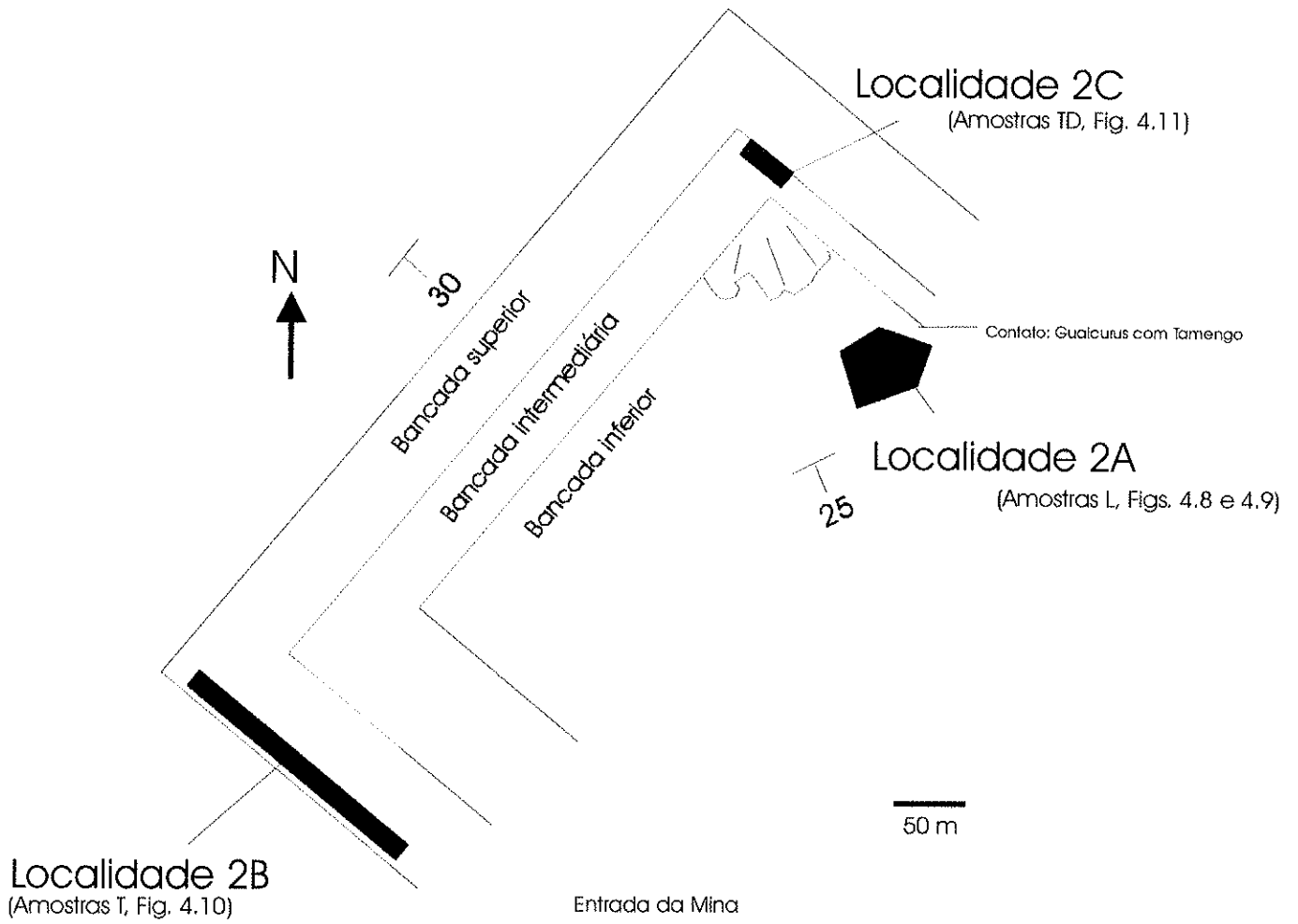
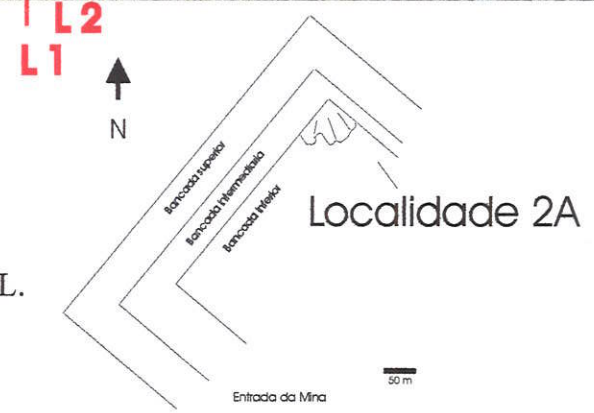
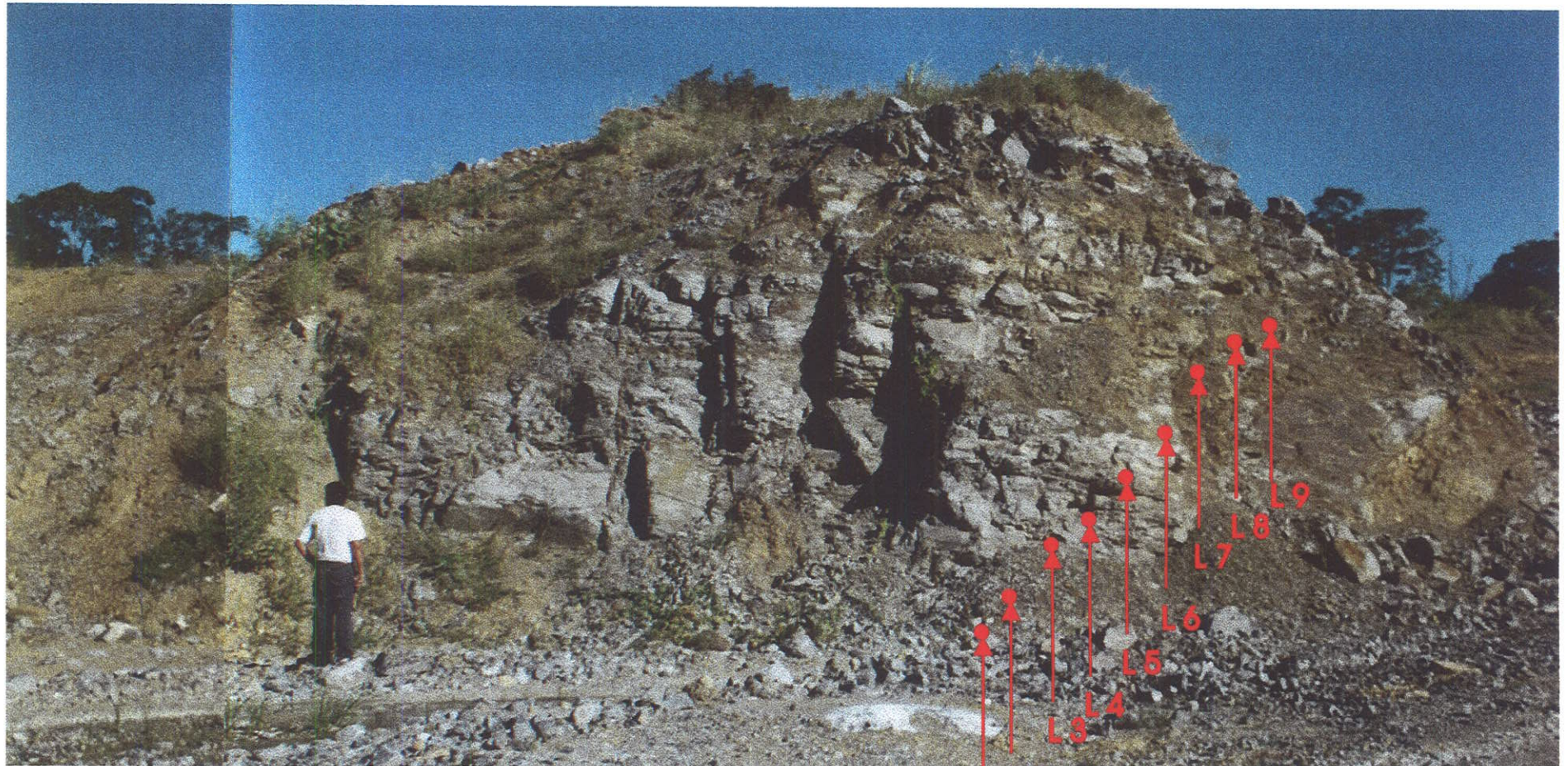
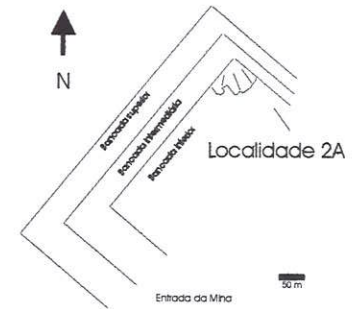
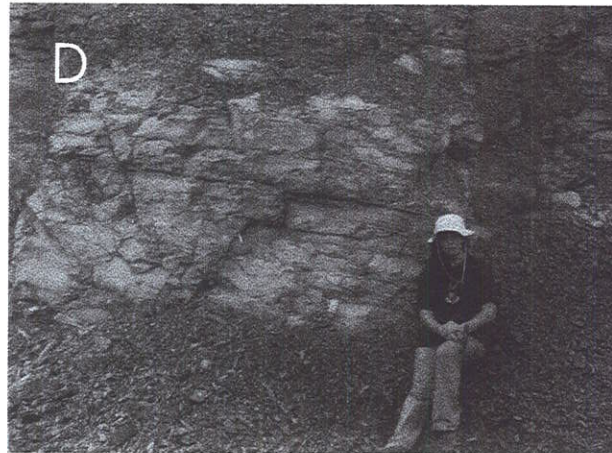


Figura 4.7. Planta esquemática da pedreira Laginha, MS.



**Figura 4.8.** Localidade 2A, pedreira de Laginha, MS. Nível de coleta das amostras L.





**Figura 4.9.** Localidade 2A, pedreira de Laginha, MS. Coleta das amostras L. Exposição a direita da Figura 4.8.  
A, B e C - exposições da Formação Guaiçurus; D - base da Formação Guaiçurus

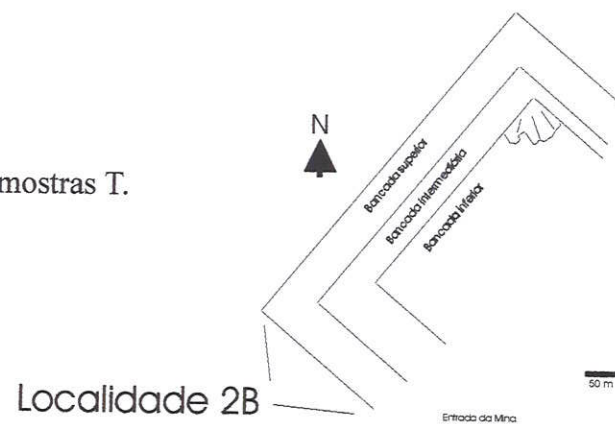


SE

NW



Figura 4.10. Localidade 2B. Parede SW da pedreira de Laginha, MS. Amostras T.





NW

SE

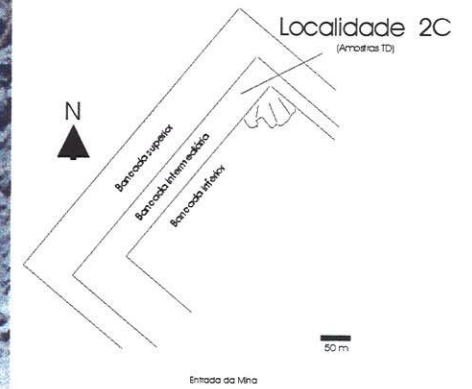


Figura 4.11. Localidade 2C. Amostras TD. Pedreira Laginha (MS).





**Figura 4.12.** Localidade 3. Mina Saladeiro (Porto Sobramil). Ladário (MS).

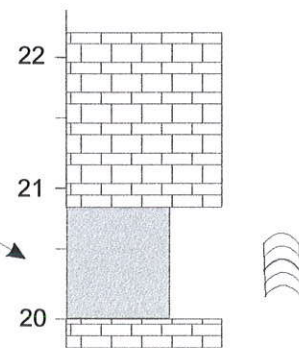
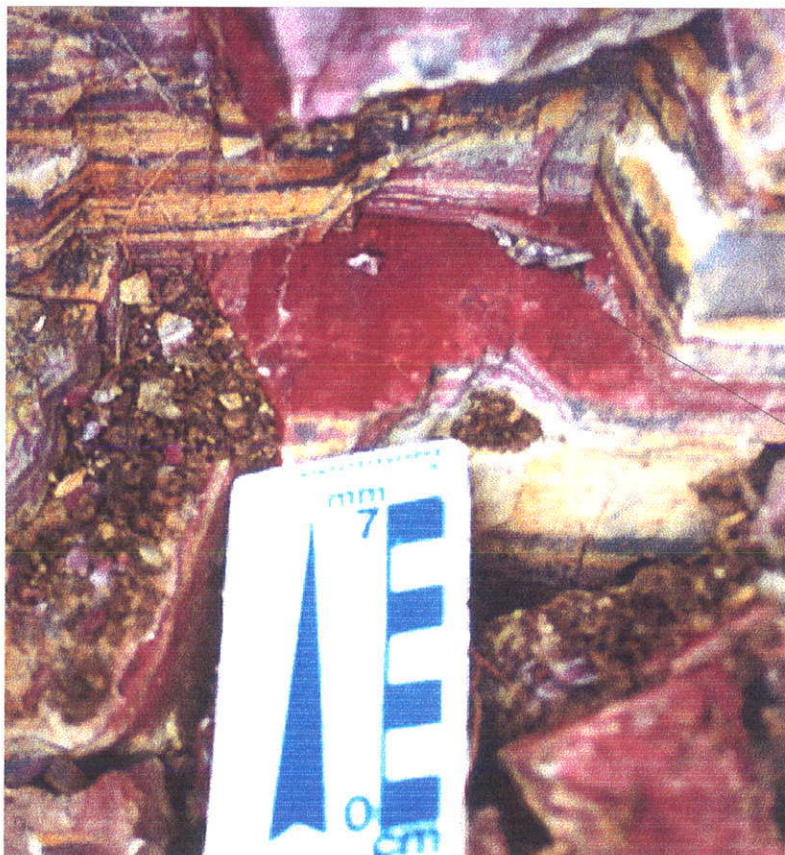
A - Vista ao longo da direção das camadas

B - Vista ao longo do mergulho das camadas





**Figura 4.13.** Sucessão com *Corumbella*, próximo ao topo da seção, Mina Saladeiro (Porto Sobramil), Ladário, MS.



**Fig. 4.5**

**Figura 4.14.** *Corumbella* em forma de curva, Mina Saladeiro (Porto Sobramil), Ladário, MS.

## **4.2 Trabalhos de laboratório**

### **4.2.1 Preparação palinológica**

Foram confeccionadas lâminas delgadas e palinológicas das amostras procedentes dos afloramentos das formações Tamengo, Guaicurus e Araras. O tratamento químico dado a elas seguiu o padrão para estudos palinológicos (anexo 4, Quadros & Melo, 1987; Uesugui, 1979; Vidal, 1988), utilizando-se de concentrações de HCl a 10% e HF a 40%.

Dissolução deve ser realizado debaixo de uma capela:

- 1) Quebrar a rocha e selecionar partes mais frescas.
- 2) Triturar as partes selecionadas até atingir fragmentos de aproximadamente 0,5cm em dimensão maior.
- 3) Colocar em torno de 100 gramas da amostra triturada em um béquer de plástico (500ml ou maior). Deixar ao lado uma piceta com água destilada ou álcool se se suspeita que a amostra pode reagir fortemente com os ácidos e transpor o recipiente. Caso isso aconteça, jogar imediatamente a água (ou álcool) dentro do béquer para quebrar a reação. Identificar o béquer com etiqueta contendo o número da amostra.
- 4) Testar a amostra com ácido clorídrico (HCl) a 10%. Se houver reação, atacar a amostra com HCl a 10 %. Se não, pode-se passar diretamente para o ataque dos silicatos com ácido fluorídrico (HF) a 40 %.
- 5) Agitar a solução com um bastão de polietileno ou canudo de plástico. Manter uma piceta com água ou álcool próximo caso a reação ameçar a transbordar. Neste caso, adicionar rapidamente uma dessas substâncias no béquer para atenuar a reação.
- 6) Deixar reagir por trinta minutos ou até que o carbonato seja dissolvido, e depois acrescentar água destilada. Se necessário, acrescentar ácido e deixar mais tempo. Isso pode ser verificado se ao adicionar mais ácido a reação continua.

- 7) Neutralize a solução através de água destilada da seguinte forma: acrescentar água, deixar a solução em repouso de 4 a 6 horas, e depois, decantar o excesso de água com ácido num tanque apropriado, tomando cuidado para não perder a amostra no fundo. Repetir até que a solução se neutralize ou apresente o mesmo pH da água destilada que pode ser verificar utilizando papel tornassol.
- 8) Após as lavagens acrescentar HF a 40%. Deixar descansar a noite toda ou mesmo alguns dias até a completa dissolução da amostra.
- 9) Realizar novamente várias lavagens com água destilada conforme descrito para o HCl (método da decantação).
- 10) Decantar o excesso de água e guardar o resíduo do processo em um vidro limpo com tampa e identificar a amostra. Acrescentar algumas gotas de formol a 10 % para inibir a proliferação de microrganismos.

#### Preparação de lâminas palinológicas:

- 1) Após a limpeza das lâminas secá-las na placa aquecedora, tomando cuidado para evitar contaminação proveniente do ar ou de outros materiais utilizados no laboratório.
- 2) Agitar o frasco com o resíduo palinológico . Com um canudo plástico dobrado em 1/3 do seu tamanho total apertar e colocar no frasco segurando com o dedo polegar e o indicador. Relaxar a pressão dos dedos de maneira que o resíduo seja sugado para o interior do canudo. Pegar o material mais escuro e colocar de duas ou três gotas na lâmina, dependendo da concentração do resíduo na solução. Não é aconselhável colocar muito material na lâmina, pois o campo visual fica escuro. Usar um canudo novo para cada amostra.
- 3) Espalhar o material na lâmina com o próprio canudo para evitar que fique muito concentrado em uma região. Deixar secar a água em excesso da amostra, mas evitar que o material fique muito seco.
- 4) Com um palito de dente colocar 2 a 3 gotas de Entellan ou bálsamo do Canadá em cima do material. O Entellan além de ser mais claro que o bálsamo é mais diluído e facilita a utilização. Colocar a lamínula previamente limpa do tamanho que cubra todo o material, tomando o cuidado para não formar bolhas.

Identificar as lâminas com pequenas etiquetas ou escrevendo com tinta nankim. Deixar a tinta secar e passar esmalte incolor para que a identificação não saia. Se quiser pode-se também passar o esmalte em torno da lamínula para que ela não se desloque da lâmina com o tempo. Deixar secar cerca de 24 horas e levar ao microscópio. Não se deve colocar as lâminas em estufa, pois a resina fica mole e não seca.

Testou-se no CPRM, Rio de Janeiro com a supervisão da Dra. Norma Cruz, a separação da matéria orgânica através de líquidos pesados (cloreto de zinco). No entanto, o procedimento mostrou-se insatisfatório, pois a matéria orgânica foi fragmentada, aparentemente devido a utilização da centrifugação neste processo. Sendo assim, esse procedimento foi descartado nas amostras preparadas no Instituto de Geociências, USP. O material será depositado no laboratório de Paleontologia Sistemática deste Instituto.

#### **4.2.2 Microscopia óptica**

Foi investigado o conteúdo palinológico de 400 lâminas palinológicas e 47 lâminas delgadas (Anexo 1 e 2) em microscópio óptico da marca Zeiss, no laboratório do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, IGc-USP. Apesar do grande número de lâminas palinológicas confeccionadas por Mariselma Zaine (132) e Renata Hidalgo (268) nem todas apresentaram microfósseis ou possíveis microfósseis.



## **Capítulo 5**

# **Paleobiologia do pré-Cambriano e a transição para o Fanerozóico**

*“Cada espécie é um experimento biológico...  
No que concerne a uma espécie incipiente,  
não há maneira de prever se o novo nicho que  
ela adentra é um beco sem saída ou o ingresso  
numa nova e vasta zona de adaptação...”*

Mayr

O registro paleontológico do pré-Cambriano, que corresponde a cerca de 85% da história biológica do planeta (Schopf 1992) é escasso quando comparado ao do Fanerozóico. Essa raridade, por um lado, reflete o baixo grau de complexidade e tamanho microscópico dos organismos do período, e por outro lado, resulta na não preservação desses organismos por falta de esqueletos, carapaças, conchas, ou outras características que favorecessem a boa fossilização, pelo menos até o surgimento de organismos multicelulares e macroscópicos na parte final do pré-Cambriano. A biota pré-Cambriana é representada por microfósseis filamentosos e cocoidais, esporomorfos e acritarcas (microfósseis marinhos de paredes orgânicas sem afinidade biológica conhecida - Tappan & Loeblich, 1971; Fuxing, 1985; Vidal & Nystuen, 1990), algas megascópicas, estromatólitos (e oncólitos), traços-fósseis e metazoários.

Na maior parte do pré-Cambriano são os procariontes que dominaram a superfície da Terra, principalmente bactérias e cianobactérias. Os padrões morfológicos dentro do grupo das cianobactérias têm permanecido os mesmos por bilhões de anos (Margulis 1981).

Particularmente, a observação e interpretação de microfósseis proterozóicos é complicada por efeitos tafonômicos como escurecimento, redução de dimensões, colapso das organelas e membranas, fragmentação e decomposição, muitas vezes, modificando a morfologia e a sua estrutura, principalmente devido a compactação do sedimento e ao aumento de temperatura em profundidade (Oehler, 1976). Apenas as partes mais resistentes dos microorganismos, como bainhas externas e paredes celulares, acabam se preservando. Assim, a interpretação biológica torna-se também limitada quando comparada com as espécies atuais. A comparação atualística dos espécimes fósseis, para distinguir entre possíveis bactérias, cianobactérias, algas eucarióticas ou, eventualmente, fungos, requer ainda o conhecimento do ciclo de vida, o que é dificultado tremendamente por processos bioestratinômicos e diagenéticos.

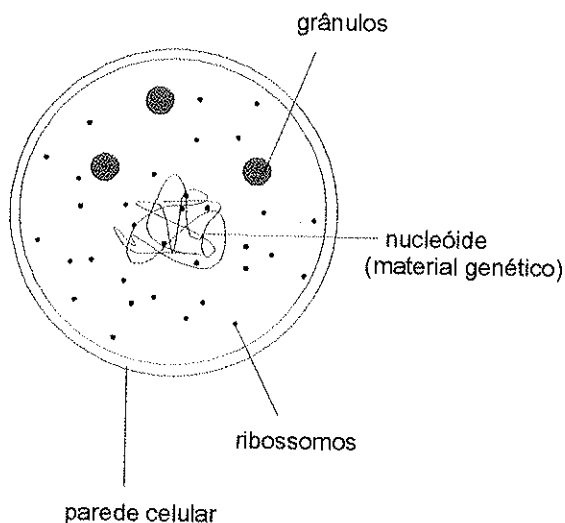
Os sedimentos do Grupo Warrawoona (Awramik *et al.* 1983), Austrália, e do Supergrupo Swaziland, África do Sul (Schopf & Walter, 1983) possuem os mais antigos registros paleontológicos conhecidos datados de 3,5 bilhões de anos (Schopf 1992). Seus representantes são formas filamentosas de variadas dimensões, juntamente com poucas colônias de células elipsoidais, comparáveis morfologicamente, às cianobactérias fotoautotróficas atuais. Aceitando-se a teoria heterotrófica para a origem da vida, estes fósseis já representariam, portanto, formas bem mais evoluídas do que os primeiros seres vivos.

Os microfósseis proterozóicos brasileiros ainda são pouco conhecidos. Um dos primeiros estudos no Brasil foram realizados por J. Cassedane (1965) no Grupo Bambuí (Minas Gerais). Depois deste trabalho pioneiro alguns outros foram publicados, geralmente associados a estromatólitos ou metazoários. Este último é de grande implicação, já que, até o presente momento, apenas no Grupo Corumbá foram encontrados metazoários da transição (Fairchild & Dardenne 1978; Fairchild 1978; Fairchild *et al.* 1980; Zaine & Fairchild 1985, 1987).

## **5.1 Procariotos**

Os procariotos (Fig. 5.1) são organismos sem núcleo individualizado, sem carioteca - seu material genético fica disperso no citoplasma – e se reproduzem assexuadamente. São representados atualmente por bactérias, cianobactérias e arqueobactérias. No processo reprodutivo assexuado não há troca de material genético, e, portanto, isso acarreta em uma mudança morfológica pouco acentuada, dada apenas pelas mutações genéticas. Dessa forma, as formas antigas são muito parecidas com as formas atuais (Schopf 1995). Apesar de não haverem tais transformações genéticas, os procariontes possuem grande versatilidade ecológica: são capazes de sobreviver sob ampla gama de condições ambientais como luminosidade, pH, temperatura, salinidade, dessecação e intensa irradiação. Em condições desfavoráveis um envoltório é secretado. Esse encistamento é característico do ciclo de vida de muitas espécies de bactérias.

As células procarióticas possuem uma parede fina, porosa e flexível, composta de fosfolipídeos e proteínas. Podem ser unicelulares, solitárias ou viver em colônias. São células simples e podem ter morfologia variada representada por formas cocoidais, coloniais ou filamentosas. Os procariontes fósseis são permineralizados encontrados em sílex, comumente preservados tridimensionalmente, e geralmente apresentam diâmetro entre 1 a 10  $\mu\text{m}$ .



**Figura 5.1.** Desenho esquemático de uma célula procariótica atual.

## 5.2 Eucariotos

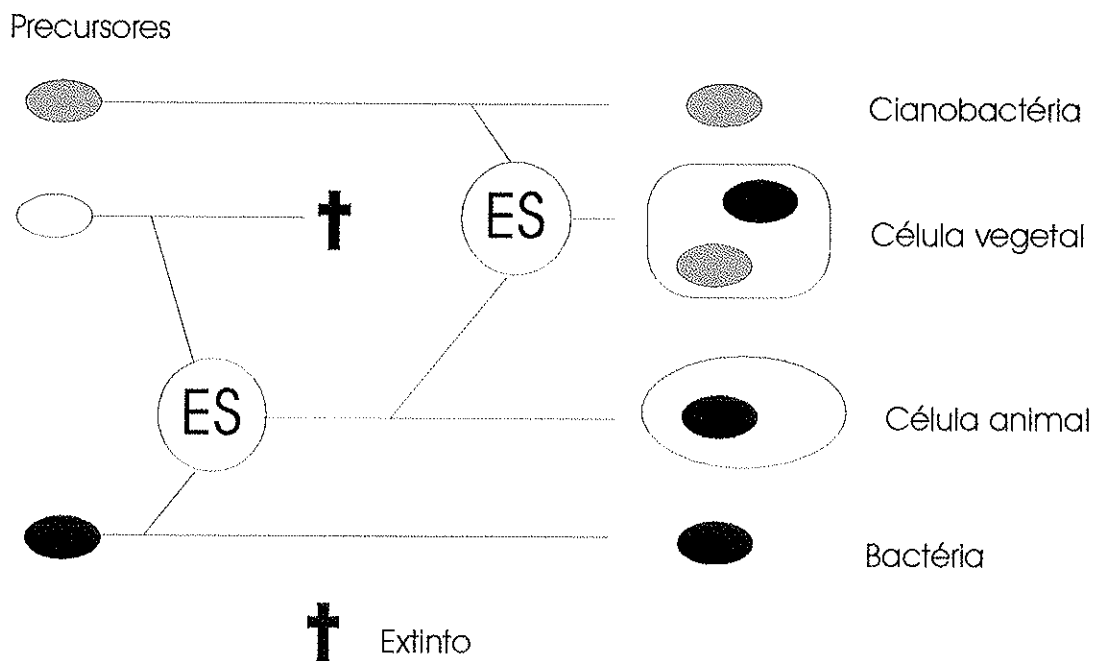
Durante aproximadamente 3 bilhões de anos os procariontes dominaram a superfície terrestre. Mas é ainda no pré-Cambriano que a Terra presenciou a origem de organismos que mudariam a história evolutiva no planeta: *os eucariontes*. Originados possivelmente através da endossimbiose (Fig. 5.2) entre dois organismos, eles possuem núcleo organizado e grande quantidade de organelas intracelulares. E em sua grande maioria, são multicelulares, e utilizam-se da respiração aeróbica para obter energia. Têm como mecanismo de proliferação a reprodução sexuada que permitiu a diversificação genética como ocorre até os tempos atuais com os organismos mais complexos (Margulis 1981).

Microfósseis eucarióticos são dificilmente reconhecíveis, pois estruturas como núcleo e organelas são dificilmente preservados (Fig. 5.3). Processos tafonômicos que afetam comunidades procarióticas comumente produzem feições que simulam a morfologia eucariótica. Após a morte da célula procariótica, o citoplasma pode se concentrar, formando pontuações escuras insinuando a presença de organelas. Bainhas filamentosas de procariontes podem sofrer colapso parcial, rompimento ou dobras e, assim, podem mostrar-se como hifas de fungos, filamentos septados ou filamentos



ramificados, sugerindo erroneamente, afinidades eucarióticas. Por outro lado, verdadeiras microalgas eucarióticas, quando muito degradadas, podem se tornar indistinguíveis microfósseis procarióticos.

Atualmente, os eucariontes necessitam de oxigênio, pois tratam-se de organismos aeróbicos. Portanto, não se desenvolveram antes que suprimento de oxigênio na atmosfera fosse o mínimo necessário a sua sobrevivência, em torno de 1% do nível atual. O eucarionte mais antigo identificado é *Grypania spiralis*, conhecido inicialmente em rochas datadas de 1400 Ma na China, nos Estados Unidos, e posteriormente identificado em depósitos de ferro em Michigan datado de 2100 Ma.



**Figura 5.2.** Diagrama sugerindo que plastídeos e mitocôndrias originaram-se a partir de células livres. Hipótese denominada Teoria endossimbiótica. ES = evento simbiótico (Margulis 1981).

Basicamente para se diferenciar um procarionte de um eucarionte leva-se em conta o modelo atualístico comparando o seu tamanho com a sua morfologia. Por exemplo, em se tratando de um microfóssil maior que 100µm de diâmetro e com parede ornamentada é identificado como sendo um eucarionte. No entanto, o tamanho da célula não é um bom dado para diferenciar os procariontes dos eucariontes, pode ajudar nesta diferenciação, mas é um critério que exige cautela em sua aplicação (Fairchild com. verbal).

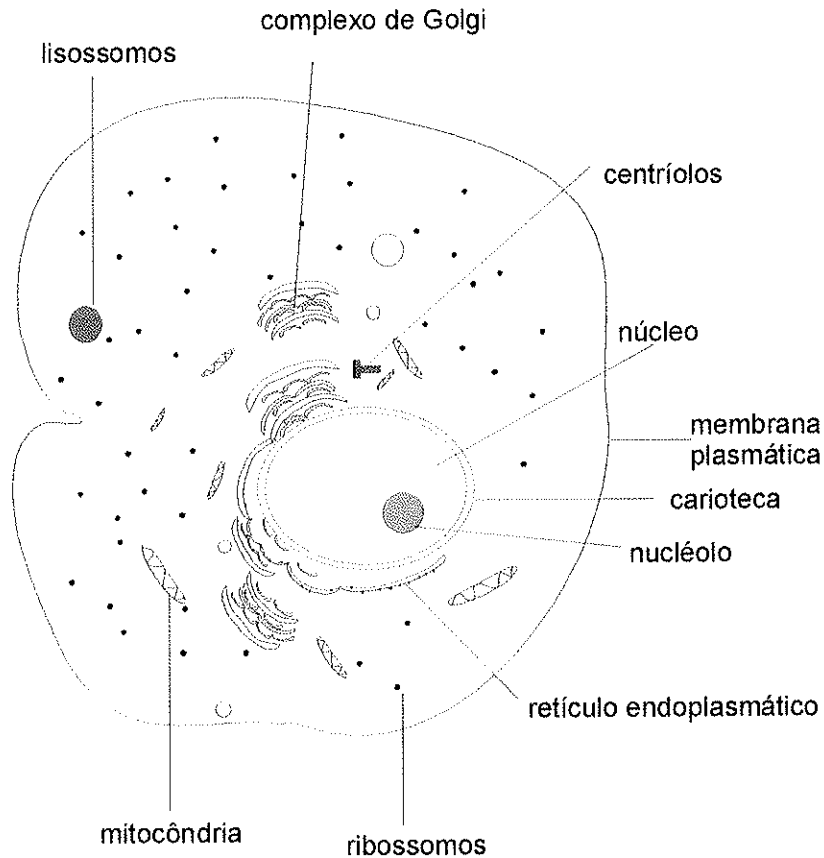
Observando o registro de prováveis procariontes e eucariontes no pré-Cambriano, nota-se que em geral, os procariontes são encontrados permineralizados e preservados tridimensionalmente, *in situ*, em silexitos associados a microbialitos de regiões costeiras de águas muito rasas enquanto que, os eucariontes, sob a forma de acritarcas dispersos, são preservados como compressões em pelitos representativos de ambientes plataformais, costa afora, ou plenamente oceânicos (Schopf & Klein 1992).

Comparando o habitat de vida dos microfósseis com os períodos geológicos do Arqueano ao Neoproterozóico pode-se inferir que os eucariontes tenham aparecido já no Paleoproterozóico como planctônicos (Tabela 5.1).

Hábito	Arqueano	Paleoproterozóico	Mesoproterozóico	Neoproterozóico
Planctônico	P	P/E	P/E	P/E
Bentônico	P	P	P	P/E

P = procarionte      E = eucarionte

**Tabela 5.1** Tabela mostrando a evolução da assembléia microfossilífera e seu nicho ecológico do Arqueano ao Neoproterozóico (Knoll 1996; Vidal & Moczydlowska 1992; Knoll & Carroll 1999, entre outros).



**Figura 5.3** Desenho esquemático de uma célula eucariótica animal atual.

### 5.3 Acritarcas

Acritarcas são microfósseis protistas com parede orgânica grossa e mais complexa do que os procariontes. Eles vão desde o pré-Cambriano ao presente e ocorrem predominantemente em sedimentos de origem marinha. Mendelson (1987) os relacionou com o fitoplâncton, vivendo na camada mais superior em águas claras realizando fotossíntese e participando como base da cadeia alimentar marinha. Os acritarcas mais comuns da transição do pré-Cambriano-Cambriano são formas esféricas simples.

### **5.3.1 Acritarcas esferomorfas**

Os acritarcas esferomorfas possuem formas esferoidais (cocóides/cocoidais) a elipsoidais. São geralmente simples e possuem uma forma vesicular esférica a elipsoidal e podem variar de 60  $\mu\text{m}$  a 200  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Podem também ser chamados de mesoesferomorfas quando possuírem um diâmetro entre 60 a 200  $\mu\text{m}$ , ou megasferomorfas, se maiores. Segundo Knoll (1996), acritarcas esferomorfas simples aparecem pela primeira vez há 1900 Ma.

### **5.3.2 Acritarcas não esferomorfas**

Podem receber diversos nomes, pois variam no tamanho, na forma e na sua estrutura superficial. Dentre as diferentes categorias de acritarcas, os mais importantes no registro pré-Cambriano são os esferomorfas, mencionados acima, e os acantomorfas, que se destacam pela presença de processos ou espinhos de forma, número e tamanho variado. Não são registrados no Arqueano, nem no Paleoproterozóico. Começam a aparecer no registro no fim do Mesoproterozóico, tornando-se mais abundantes e diversificados ao longo do Neoproterozóico (Moczydlowska & Vidal 1992).

## **5.4 Metazoários e biota de Ediacara**

Metazoários são organismos multicelulares que possuem diferentes grupos de células que realizam diferentes funções. Eles descendem dos protistas (Fig. 5.4) que originalmente tinham um cílio ou flagelo por célula. Segundo Tappan (1980) o início dos metazoários possivelmente teriam sido como larva plânula ou talvez ainda muito menor.

Uma das grandes descobertas acerca dos metazoários foi feita em 1998 (Xiao *et al.*). No Sul da China foram localizadas algas multicelulares, além de embriões fósseis de esponjas em rochas de 580 milhões de anos. Tais fósseis provenientes antes da irradiação ediacariana, indicam que os animais talvez tenham surgido muito antes do que o período Vendiano.

Após os episódios glaciais (Sturtiano e Varangeriano) do fim do Neoproterozóico as condições ambientais tornaram-se propícias para a irradiação da vida. No registro fóssil isso é notado através de impressões de organismos de corpo mole que aparecem no Vendiano, após o Varangeriano, com uma característica especial: são muito maiores e mais complexos do que qualquer outro organismo que apareceu anteriormente. Foram descobertos primeiramente na Namíbia, mas sua importância paleobiológica só foi reconhecida após a divulgação das idéias de Glaessner, referentes aos moldes bem preservados descobertos nos morros de Ediacara, sul da Austrália (Glaessner 1958). Coletivamente, fósseis vendianos desse tipo são conhecidos hoje como a biota de Ediacara. Estes foram os primeiros organismos considerados como metazoários verdadeiros. Mas esta assembléia têm sido interpretada, em todo ou em parte, como metazoários, macroalgas, líquens, protistas, cianobactérias ou membros de grupos extintos (Conway Morris 1989, 1993; Retallack 1994; Zhuravlev 1993). Espécimes ediacarianos já foram comparados a líquens (Retallack 1994) em função do fato que alguns animais parecem ter sido bastante resistente a compressão. Porém, o líquen fóssil mais antigo que se tem certeza é do devoniano.

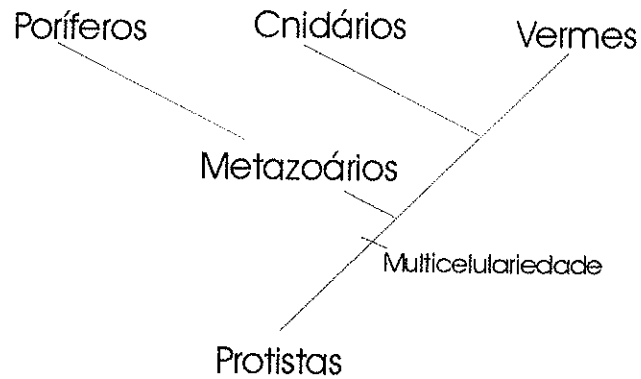
Após a descoberta de metazoários na Austrália (Adelaide, Ediacara Hills) diversos outros exemplares ediacarianos têm sido encontrados em 13 localidades diferentes (Fig. 5.5) ocorrendo praticamente no intervalo entre 565 e 543 Ma, ou seja, no Neoproterozóico (Canadá Hofmann *et al.* 1990, Índia Bhatt, 1990; Maithy, 1992; Mathur e Shanker, 1989, 1990; Raha *et al.* 1991; Shanker e Mathur, 1992; Sharma *et al.* 1992; Shukla *et al.* 1991, Irã Hahn e Pflug, 1980, Irlanda Crimes *et al.* 1995, Rússia Glaessner, 1984; Marrocos Houzay, 1979, Sibéria Glaessner, 1984, Sardenha Debrenne e Naud, 1981, América do Sul Hahn *et al.* 1982, Espanha Dozy, 1984,

Suécia Seilacher, 1993, País de Gales Cope 1977 e 1982, Oeste da África Bertrand-Sarfati *et al.* 1995 e Oeste da Austrália Cruse *et al.* 1993.

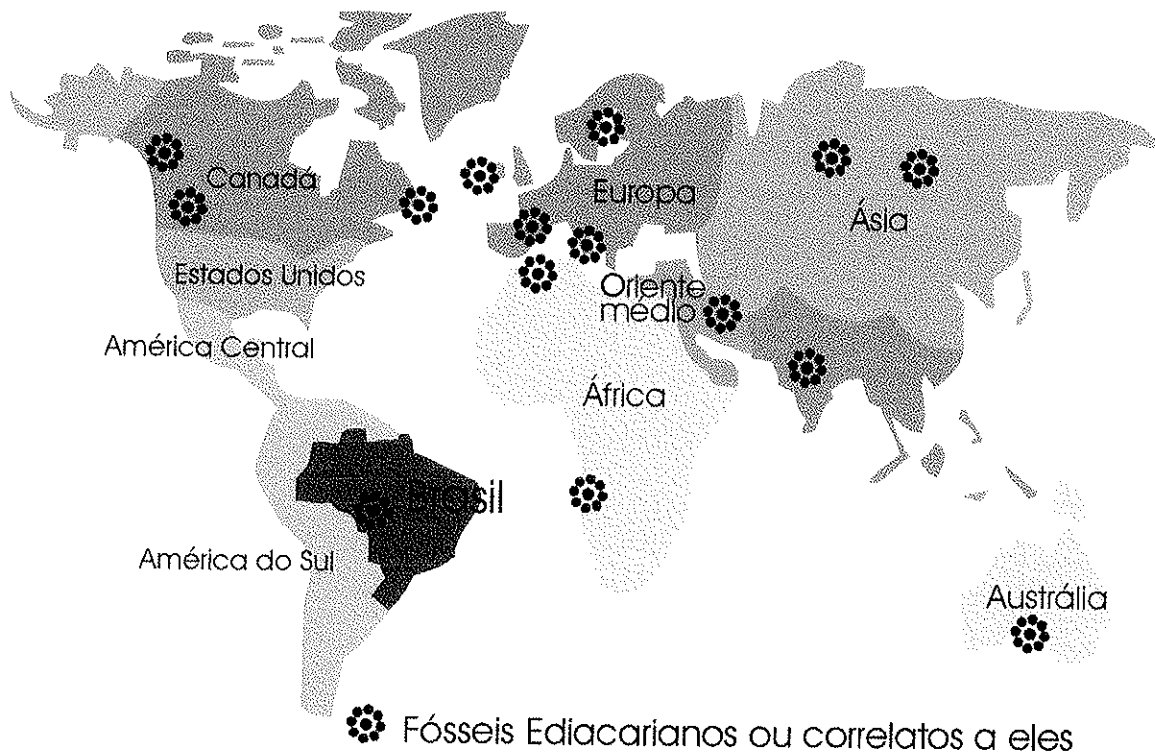
Não se sabe ao certo ainda se a biota de Ediacara consistiu em uma experiência evolutiva que não sobreviveu ao Cambriano ou ainda se se trata de ancestrais de filos recentes (Hofmann, 1988; McMenamin 1986; Waggoner 1995; Retallack 1994). Mas é no Cambriano que surgem os maiores filos conhecidos atualmente, e também muitos que já foram extintos. Mas esta irradiação talvez não tivesse sido tão inusitada. Os ancestrais da fauna Cambriana, viveram ainda no Vendiano, ou talvez, a própria biota de Ediacara seja os ancestrais da fauna cambriana .

A explosão Cambriana, pode ter se dado por fatores ecológicos, ou seja, o preenchimento de outros nichos ecológicos ou outros estilos de vida por animais com diferentes estruturas morfológicas. Assim, muitos outros nichos foram surgindo, e com eles diversos predadores, que influenciaram no surgimento de esqueletos protetores encontrados no Cambriano (Runnegar 1992).

Os fósseis de Burgess Shale no Canadá (530 Ma), representam muito do que se sabe sobre esta explosão. Lá foram encontrados fósseis de animais marinhos de águas rasas como poríferos, cnidários, vermes segmentados, artrópodos, moluscos, equinodermos, braquiópodos e muitos outros representantes (Briggs *et al.* 1994).



**Figura 5.4** Cladograma mostrando a origem dos três maiores grupos de metazoários a partir dos protistas (Margulis 1981).



**Figura 5.5** Localidades com registro de fósseis ediacarianos ou correlatos.

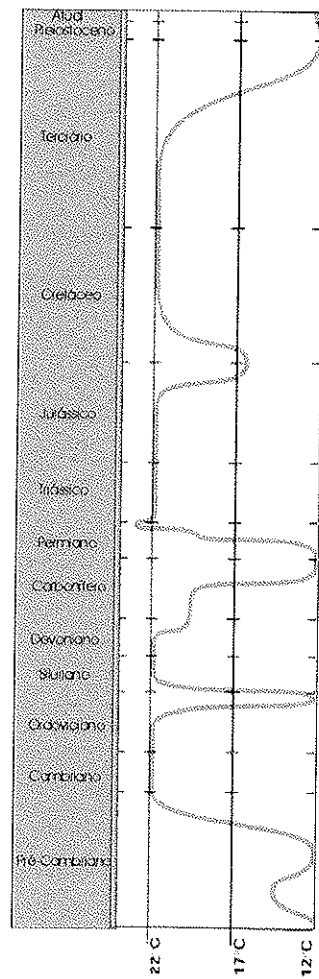
No Brasil, duas espécies de supostos metazoários contemporâneos a biota de Ediacara, *Cloudina lucianoi* e *Corumbella weneri*, já foram identificados como foi discutido anteriormente. Na Namíbia (África), *Cloudina* ocorre em fácies carbonáticas onde ocorre a biota de Ediacara preservadas em fácies siliciclásticas. Potanto, *Cloudina* e *Corumbella* são penecontemporâneos à biota (Fairchild 1978; Fairchild & Sundaram 1981; Fairchild & Zaine 1987; Hahn *et al.* 1982; Zaine 1991).

## **5.5 A glaciação e os microfósseis**

O nosso planeta tem passado por uma série de desafios ao longo da sua história evolutiva. As mudanças climáticas estão entre os eventos mais expressivos e de papel fundamental nos processos de extinção e surgimento de novas espécies.

Mudanças na temperatura global ocorreram durante todos os períodos geológicos (Fig. 5.6). Entre essas mudanças a mais significativa, sem dúvida, é a glaciação. Esse cenário se repetiu ao menos por duas vezes durante o Neoproterozóico a denominada glaciação Esturtiana (760-700 Ma) e Varangeriana (620-580 Ma). A glaciação global proposta por Hoffman *et al.* (1998) demonstra um evento ambiental catastrófico para os organismos que viveram naquela época. Nestes períodos a atmosfera terrestre passou a ter baixas concentrações de gás carbônico associado a uma redução da luz solar que auxiliaram a expansão das geleiras sobre o nível do mar até o Equador. Os oceanos ficaram mais baixos já que água se congela sobre os continentes e a fotossíntese promovida pelos organismos autotróficos diminui.





**Figura 5.6.** Variações na temperatura terrestre durante o tempo geológico (Scotese & Golonka 1992).

Passado o evento, o planeta sofreu um novo aquecimento ou efeito estufa. Isso se dá devido ao aumento das concentrações de gás carbônico, aumento da luz solar e aumento do vapor de água. Os organismos autotróficos foram se recuperando lentamente conforme é registrado nos dados de  $\delta^{13}\text{C}$  em carbonatos e matéria orgânica (Fig. 3.4). Como resultado produziu-se o que denominamos hoje de capa carbonática depositadas mundialmente.

A cerca de 1 bilhão de anos todas as massas continentais estavam unidas em um supercontinente denominado pré-Pangea (Hoffman 1991; Donovan 1987). Durante o Neoproterozóico, os continentes estiveram unidos por duas vezes, uma no início do período denominado Rodinia e uma no final denominada de Pannotia, associado a glaciação Varangeriana (Dalziel 1997; Powell 1995).

As plataformas continentais originadas pela fragmentação e dispersão do supercontinente de Rodinia (início do Neoproterozóico, antes da abertura do oceano pacífico) possibilitaram o aparecimento e a diversificação de organismos durante o Vendiano e Cambriano inferior, permitindo a ocupação de variados habitats. Essa certa estabilidade do período e complexidade biológica resulta no aumento da biota bem como sua preservação. No início do Cambriano há uma grande abundância de traços de metazoários, abundância esta não encontrada no pré-Cambriano.

Importantes mudanças de organismos celulares simples da banda do Mesoproterozóico/Neoproterozóico relacionam-se aos eventos glaciais. A matéria orgânica presente logo após a glaciação (capa carbonática) é escassa. As formas dos microfósseis do período pós-varangeriano, ou seja, logo após a glaciação, são simples, pequenas, raramente ornamentadas e apresenta-se em número reduzido. Já aqueles que aparecem antes do período glaciogênico são grandes e algumas ainda, com processos ornamentares como estrias e sulcos (Schopf 1992).

## **Capítulo 6**

# **Resultados paleontológicos**

*“Se quiserem que eu responda com sinceridade se este vai ser o século do ferro, do vapor ou da eletricidade, devo dizer sem hesitação que será o século da captura dos mecanismos da natureza, o século de Darwin”.*

Ludwig Boltzmann, 1886

### **6.1 Considerações gerais**

A análise microscópica permitiu observar que os microfósseis bem preservados são raros. Algumas lâminas apresentaram grande quantidade de matéria orgânica amorfa, o que dificultou em parte a descrição. Em nenhuma formação observou-se abundância de microfósseis.

Varreduras completas foram realizadas em um total de 400 lâminas palinológicas, sendo 223 da Formação Tamengo, 59 da Formação Guaicurus e 118 da Formação Araras. Foram ainda analisadas 47 lâminas delgadas, sendo 17 da Formação Tamengo e 30 da Formação Araras.

Na análise palinológica, verificou-se que as assembléias microfossilíferas das diferentes formações exibem algumas características distintas. Na Formação Tamengo os microfósseis apresentam-se geralmente carbonizados com coloração de marrom ao cinza-escuro, ou mesmo negro. Já na Formação Guaicurus a matéria orgânica encontra-se degradada e escassa impossibilitando uma classificação biológica. Na Formação Araras os microfósseis apresentam-se com coloração marrom ao marrom escuro, chegando até mesmo ao cinza e estão presentes em relativa abundância, porém em níveis restritos da formação.

As categorias de classificação utilizadas foram baseadas na observação e análise da morfologia dos corpos de matéria orgânica encontrados identificando, assim, quatro tipos diferentes:

- 1- **Microfósseis**, aqueles visíveis apenas no microscópio óptico. Foram diferenciados em formas cocoidais coloniais e filamentosas;
- 2- **Agregados de matéria orgânica**, massas de matéria orgânica degradada e/ou amorfa, visíveis no microscópio óptico, e de origem biológica diversa, mas conhecida;
- 3- **Incertae sedis**, microfósseis ou macrofósseis de afinidades biológicas incertas;
- 4- **Macrofósseis**, aqueles visíveis a olho nu e de afinidades biológicas razoavelmente conhecidas.

Os microfósseis são identificados principalmente através de sua morfologia. A análise morfométrica dos objetos encontrados permitiu concluir que os microfósseis da Formação Tamengo possuem formas cocoidais coloniais (*Bavlinella faveolata* e *Eoentophysalis croxfordii*), formas filamentosas (*Siphonophycus robustum*, *S. sp 2*) e *incertae sedis* (*Helicothrichoides* sp., filamentosos, e *Leiosphaeridia crassa*, cocoidal). Já na Formação Guaicurus, conforme dito anteriormente, não foram encontrados microfósseis. Na Formação Araras estão presentes microfósseis cocoidais coloniais (*Symplassphaeridium* sp.), filamentosos (envelopes e filamentos cianobacterianos) e *incertae sedis* (*Leiosphaeridia* sp. 1 e *Leiosphaeridia* sp. 2, ambos cocoidais).

Apesar da presente dissertação ter por objetivo a caracterização dos microfósseis, achou-se necessário a inclusão de alguns macrofósseis encontrados durante as campanhas. Na Formação Tamengo já foram descritos os macrofósseis *Cloudina lucianoi* e *Corumbella weneri*, porém na campanha na Pedreira Saladeiro (Porto Sobramil) descobriram-se exemplares de *Corumbella weneri*, muito curvos, demonstrando que o animal possivelmente não possuía um esqueleto tão rígido como

se pensava anteriormente. Na Formação Guaicurus, descobriu-se além da *Eoholynia mosquensis*, dois outros microfósseis, *incertae sedis*, denominados de Metazoa sp. 1 e Metazoa sp. 2. Mesmo de afinidade biológica incerta, já que se apresentam fragmentados, estes podem ser considerados como os primeiros candidatos à categoria de metazoários descritos desta formação. Já na Formação Araras, o estudo paleontológico aprendeu-se especificamente na análise dos microfósseis e não se atentou a presença de microfósseis.

## 6.2 Paleontologia Sistemática

Abaixo estão relacionadas as amostras (da base para o topo) das formações Tamengo, Guaicurus e Araras, respectivamente, que apresentaram conteúdo fóssilífero passível de classificação e/ou agregados de matéria orgânica em seus resíduos.

Amostras	Microfósseis	Agregados de matéria orgânica	<i>Incertae sedis</i>
8/18-L	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	Acritarca sp. 1
T-2-L		+	
T-1-L		+	
T-3-L	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
8/28-L	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	Acritarca sp. 1
TD-1-L		+	
TD-2-L		+	
TD-3-L		+	
TD-4-L	<i>Eoentophysalis croxfordii</i>	+	
8/52-L		+	
8/53-L		+	
8/54-L		+	
1/19-I		+	

1/20-I		+	
3/20-I		+	
1/40-I		+	
1/10-I		+	
1/9-I	<i>Bavlinella faveolata</i> <i>Siphonophycus</i> sp 1 <i>Siphonophycus</i> sp 2	+	<i>Helicothrichoides waltheri</i>
Th1A-I	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
Th1B-I	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
Th1C-I		+	
3/17-I		+	<i>Leiosphaeridia crassa</i>
3/3-I		+	
5/3-I	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
2/9-I	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
2/6-I	<i>Bavlinella faveolata</i>	+	
3/6-I		+	<i>Leiosphaeridia crassa</i>

**Tabela 6.1.** Resumo das amostras fossilíferas da Formação Tamengo (L = Pedreira Laginha; I = Pedreira Itaú em Ladário). A posição estratigráfica específica das amostras pode ser vista na Figura 4.5.

Amostras	Macrofósseis	Agregados de matéria orgânica	<i>Incertae sedis</i>
L-0		+	
LG-1		+	Metazoa sp 1
L-4	<i>Enteromorphites siniansis</i>	+	Metazoa sp 2
LGC-3	<i>Eoholynia mosquensis</i>	+	
L-5		+	

**Tabela 6.2.** Resumo das amostras fossilíferas da Formação Guaicurus (Pedreira Laginha). A posição estratigráfica específica das amostras pode ser vista na Figura 4.6.

Amostras	Microfósseis	Agregados de matéria orgânica	<i>Incertae sedis</i>
A1M-1		+	
A1M-5		+	Filamento cianobacteriano sp. 1
A1M-9		+	Fragmentos de Filamento cianobacteriano sp. 2
A1M-17	<i>Leiosphaeridia</i> sp.2 <i>Symplassophaeridium</i> sp <i>Bavlinella faveolata</i>	+	Filamento cianobacteriano sp. 2 Espécie 1
A1C5-5		+	
A1C5-8	<i>Leiosphaeridia</i> sp.1	+	
A1C5-9	<i>Leiosphaeridia</i> sp.1 <i>Bavlinella faveolata</i>	+	
A1C5-10	<i>Siphonophycus</i> sp 1	+	
A1C5-12		+	
A1C5-12B		+	
A1C5-43	<i>Leiosphaeridia</i> sp.1	+	
A1C5-50	<i>Soldadophycus bossii</i> <i>Leiosphaeridia</i> sp.1	+	

**Tabela 6.3.** Resumo das amostras fossilíferas da Formação Araras (A1M = Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste; A1C5 = Rodovia BR-070, SE de Cáceres). A posição estratigráfica específica das amostras pode ser vista na Figura 4.4.

### 6.2.1 Microfósseis cocoidais coloniais

Eubacteria Woese & Fox 1977

Filo Cyanobacteria Stanier *et al.* 1978

Classe Coccogonae, Thuret

Ordem Pleurocapsales Geitler

Família indeterminada

Gênero *Bavlinella* (Schepeleva) Vidal 1976.

*Bavlinella faveolata* (Schepeleva) Vidal 1976.

Estampa 2-D, 9A e F, Fig. 6.1

**Descrição:** Forma cocoidal colonial com diâmetro máximo de 12  $\mu\text{m}$ , composta por um agregado de inúmeras células esferoidais com diâmetro menor que 1  $\mu\text{m}$ . A média do diâmetro da colônia na Formação Tamengo (total de 15 exemplares) é de 8,9  $\mu\text{m}$  e na Formação Araras (total de 17 exemplares) é de 7,9  $\mu\text{m}$ .

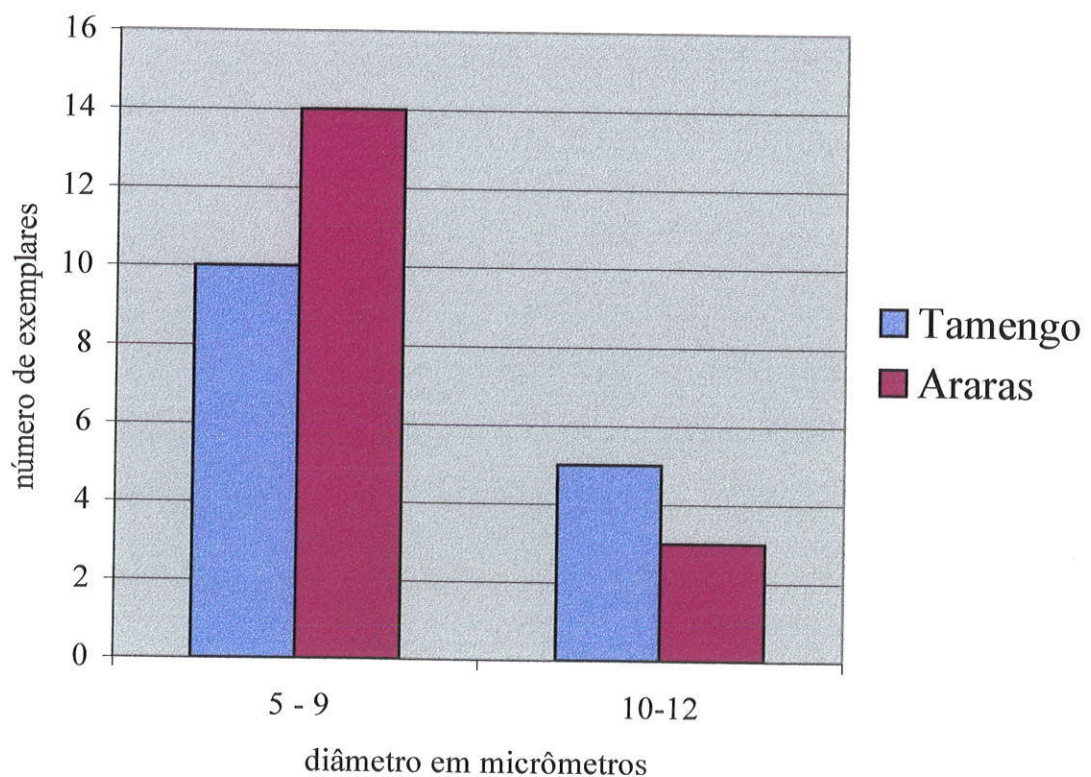
**Distribuição estratigráfica:** Grupo Corumbá, Formação Tamengo. Também presente na Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Itaú, em Ladário e pedreira Laginha (Formação Tamengo). Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste e Rodovia BR-070 (Formação Araras).

**Distribuição temporal:** Segundo Hofmann (1987), o táxon pode ser considerado típico mas não exclusivo do Vendiano, pois no Canadá (Hofmann, 1984) e Austrália (Foster *et al.*, 1985) foi descrito em seqüências do Cambriano inferior. Segundo Vidal & Knoll (1983), o táxon aparece desde o Rifeano superior e continua até o início do Cambriano.



**Discussão:** A espécie *Bavlinella faveolata* também foi descrito pelo nome *Sphaerocongregus variabilis* por Moorman (1974) para microfósseis do Proterozóico Superior do Canadá. As dimensões da colônia, bem como de suas células individuais são coerentes com a descrição do táxon encontrada na literatura. A primeira ocorrência na Formação Tamengo foi registrado por Fairchild e Sundaram (1981). O seu registro na Formação Araras é inédito. Já foi descrito em várias partes do mundo, como Europa (Knoll, 1982, Knoll & Swett, 1987), África (Germs *et al.*, 1986), América do Norte (Hofman, 1984), Brasil (Fairchild & Sundaram, 1981) e Antártida (Cooper, 1982). Segundo Moorman (1974), o microfóssil exibe ampla variedade morfológica, representativa das várias fases do ciclo de vida, provavelmente de uma cianobactéria. No presente estudo só se observou a variedade colonial de células minúsculas, igual à descrição original de *Bavlinella faveolata*.



**Figura 6.1.** Variação dos diâmetros de *Bavlinella faveolata* na Formação Tamengo (Grupo Corumbá) e Formação Araras.

Ordem Chroococcales Wettstein 1924

Gênero *Eoentophysalis* Hofmann 1976

*Eoentophysalis croxfordii* (Muir ) Butterfield *et al.* 1994

Estampa 2-E

**Descrição:** Células cocoidais com diâmetro de aproximadamente 10-18  $\mu\text{m}$ , com média em torno de 16  $\mu\text{m}$  sem padrão específico e em pequenos grupos de até algumas dezenas de células. As células têm parede menor que 1 $\mu\text{m}$  de espessura, e algumas possuem uma aparência granular. Total de oito exemplares.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá.

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Distribuição temporal:** É descrito na literatura em exposições neoproterozóicas (Butterfield *et al.* 1994, Zang 1995, Cotter 1997).

**Discussão:** O conjunto assemelha-se aos exemplares descritos por Cotter (1997) na Austrália. Devido a sua semelhança com os gêneros atuais de Chroococcales é possível que eles representem assembléias bentônicas da zona litorânea.

## 6.2.2 Microfósseis filamentosos

Eubacteria Woese & Fox 1977

Filo Cyanobacteria Stanier *et al.* 1978

Ordem Oscillatoriales Copeland 1936

Gênero *Siphonophycus* Schopf 1968 emend. Knoll *et al.* 1991

*Siphonophycus* sp 1

Estampa 3-D, E

**Descrição:** Forma tubular filamentosa não ramificada, não septada, de textura superficial lisa, diâmetro de aproximadamente 20-25  $\mu\text{m}$  e comprimento aproximado de 160-200  $\mu\text{m}$ , coloração marrom escura. Três exemplares completos foram encontrados.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo (Grupo Corumbá) e Formação Araras

**Ocorrência:** Pedreira Itaú, em Ladário (Formação Tamengo). Rodovia BR-070, SE de Cáceres (Formação Araras).

**Distribuição temporal:** O gênero tem sido descrito amplamente em exposições proterozóicas

**Discussão:** Segundo Schopf (1968), filamentos tubulares sem septos, ramificação ou ornamentação superficial foram mundialmente separados em três gêneros diferenciados pelo tamanho de seus diâmetros: *Archaeotrichion*, com menos de 1  $\mu\text{m}$ ; *Eomycetopsis*, entre 2 e 4,5  $\mu\text{m}$ ; e *Siphonophycus*, superior a 8,3  $\mu\text{m}$ . Em 1991 Knoll *et al* eliminaram o gênero *Eomycetopsis*, transferindo suas espécies para o gênero *Siphonophycus*. Butterfield *et al.* (1994) identificou cinco espécies de *Siphonophycus* e os dividiu segundo o tamanho de seus diâmetros: 2, 4, 8, 16 e 32  $\mu\text{m}$ . No entanto, essa divisão é arbitrária e muitas vezes percebe-se que alguns exemplares não seguem

esse modelo. Por isso preferiu-se utilizar sp 1 e sp 2. O tamanho e a morfologia do gênero sugere afinidade com bainhas mucilaginosas de cianobactérias oscilatórias semelhantes aos gêneros *Lyngbya*, *Blennothrix* e *Microcoleus* (Simonetti & Fairchild 2000).

*Siphonophycus* sp. 2

Estampa 3-F

**Descrição:** Forma tubular filamentosa não ramificada, não septada, de textura superficial lisa, com as extremidades levemente arredondadas, diâmetro de 8 µm e comprimento aproximado de 150 µm, coloração marrom escura..Um exemplar encontrado.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá.

**Ocorrência:** Pedreira Itaú, em Ladário (Formação Tamengo).

**Discussão:** O exemplar difere de *Siphonophycus* sp. 1 pelo seu diâmetro que é aproximadamente a metade de *S.* sp 1 e forma das extremidades, que neste caso se encontram levemente arredondadas.

### 6.2.3 INCERTAE SEDIS

#### 6.2.3.1 Microfósseis

Gênero *Helicothrichoides* Gaucher *et al.*, 1996

*Helicothrichoides waltheri* Gaucher *et al.*, 1996

Estampa 3- A, B, C

**Descrição:** Forma filamentosa e cilíndrica com 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro e aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  de comprimento, não septada. Interiormente apresenta uma estrutura helicoidal de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  de espessura. Em algumas porções observam-se em seu interior células esferoidais com diâmetro de 8-9  $\mu\text{m}$ . Apenas um exemplar foi encontrado.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá.

**Ocorrência:** Pedreira Itaú, Ladário.

**Distribuição temporal:** Devido a incerteza referente a sua afinidade biológica e distribuição restrita, ainda não se têm elementos suficientes para julgar sua idade ou utilidade bioestratigráfica. Porém, a descoberta desse exemplar na Formação Tamengo e no Grupo Arroyo Del Soldado, Uruguai, é coerente com uma idade Neoproterozóica superior.

**Discussão:** O exemplar difere da espécie *H. waltheri* de Gaucher (1996) apenas na largura da estrutura helicoidal que é descrito como 3,5 a 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro na espécie uruguaia. A descoberta de apenas um exemplar dificulta as comparações com a descrição original e por isso não se justifica a criação de uma nova espécie. O táxon foi primeiramente descrito por Gaucher *et al.* (1996) que sugeriram afinidade biológica provavelmente com as algas devido a presença de células esferoidais em seu interior.

Grupo Acrítarca Evitt 1963

Gênero *Symplassophaeridium* (Timofeev, 1959, 1966)

*Symplassophaeridium* sp.

ESTAMPA 9- C

**Descrição:** Microfóssil esferoidal colonial com parede hialina, composto de células de 12-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com parede lisa e aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de espessura. Células comumente poligonais pela compressão mútua. Três exemplares foram encontrados no mesmo nível (A1M-17).

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

**Distribuição temporal:** O gênero tem sido descrito em exposições Neoproterozóicas.

**Discussão:** Baseado nos exemplares descritos na literatura internacional, pode-se observar que o táxon assemelha-se muito aos exemplares descritos por Gaucher *et al.* (1996) e Yin & Guan (1999).

Gênero *Leiosphaeridia* Eisenack, 1958 emend. Turner 1984  
*Leiosphaeridia crassa* (Naumova) emend. Jankauskas 1989

Estampa 2-A, Figs. 6.2 e 6.5

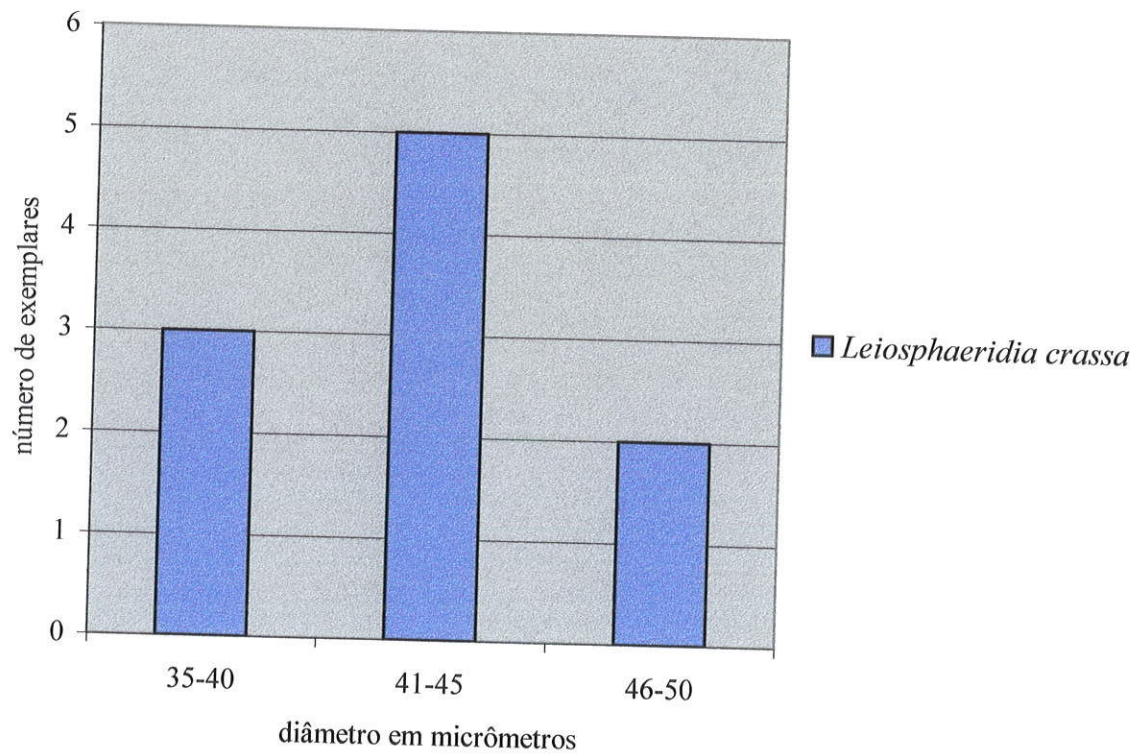
**Descrição:** Vesícula orgânica, esferoidal a subesferoidal, tipicamente rasgada, solitária, cor cinza-claro a marrom, diâmetro de 35 a 50  $\mu\text{m}$ , com média de 42  $\mu\text{m}$ . Paredes relativamente finas, lisas a pouco granular. A maioria aparece dobrada sobre si. Dez exemplares identificados.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá.

**Ocorrência:** Pedreira Itaú em Ladário.

**Distribuição temporal:** A espécie é muito comum em exposições Proterozóicas, no entanto o gênero é amplamente distribuído do pré-Cambriano ao Paleozóico inferior.

**Discussão:** O gênero *Leiosphaeridia* é usualmente utilizado como nome comum para muitos microfósseis esferoidais solitários, sem conotações biológicas específicas. A classificação é fundamentada na estrutura, ornamentação e mecanismos de abertura dos acritarcas. Sinônimos como *Kildinella*, *Lophosphaeridium* e *Protoleiosphaeridium* já foram utilizados, mas não diferem em nada da descrição de *Leiosphaeridia*. A textura da parede fina e pouco granular permitiu identificar a espécie dentre inúmeras outras. O diâmetro também foi um dado para diferencia-la de *L. sp. 1* e *L. sp. 2*. Suas afinidades biológicas são incertas, mas admite-se que sejam de origem eucariótica participando do plâncton proterozóico.



**Figura 6.2.** Variação dos diâmetros de *Leiosphaeridia crassa* na Formação Tamengo, Grupo Corumbá.



*Leiosphaeridia* sp. 1 Eisenack 1958

ESTAMPA 7-D, E e 8 B, C, Figs. 6.3 e 6.5

**Descrição:** *Leiosphaeridia* sp. 1 consiste em uma vesícula orgânica, 60-120  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com parede fina, tipicamente rasgada ou fragmentada, e de aspecto granular. Possui uma coloração marrom a cinza. Trinta exemplares foram encontrados sendo a média de seus diâmetros igual a 91  $\mu\text{m}$ .

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Rodovia BR-070, SE de Cáceres.

**Discussão:** A espécie 1 difere das outras, principalmente pelo diâmetro que é bem maior do que ocorre com outros exemplares do gênero. Estão presentes ainda formas despedaçadas que não foram incluídas na análise morfométrica (21 exemplares).

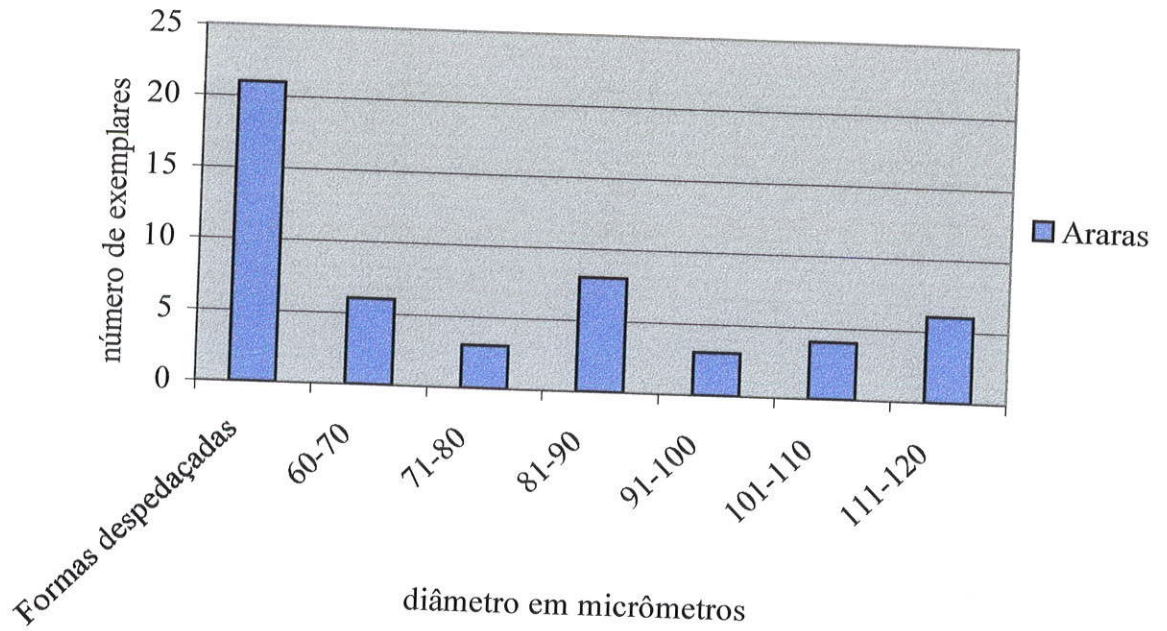


Figura 6.3. Variação dos diâmetros de *Leiosphaeridia* sp. 1 na Formação Araras.

*Leiosphaeridia* sp. 2 Eisenack 1958

ESTAMPA 9- B, D, E, Figs. 6.4 e 6.5

**Descrição:** Microfóssil esferoidal de parede fina (aproximadamente  $0,5 \mu\text{m}$ ), cor marrom claro a escura. Vesícula com diâmetro de aproximadamente  $8 - 20 \mu\text{m}$  (18 exemplares) com média de  $15 \mu\text{m}$ . A superfície possui aspecto granular.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

**Discussão:** A espécie difere das outras pelo diâmetro das células que é bem menor quando comparada às outras espécies.

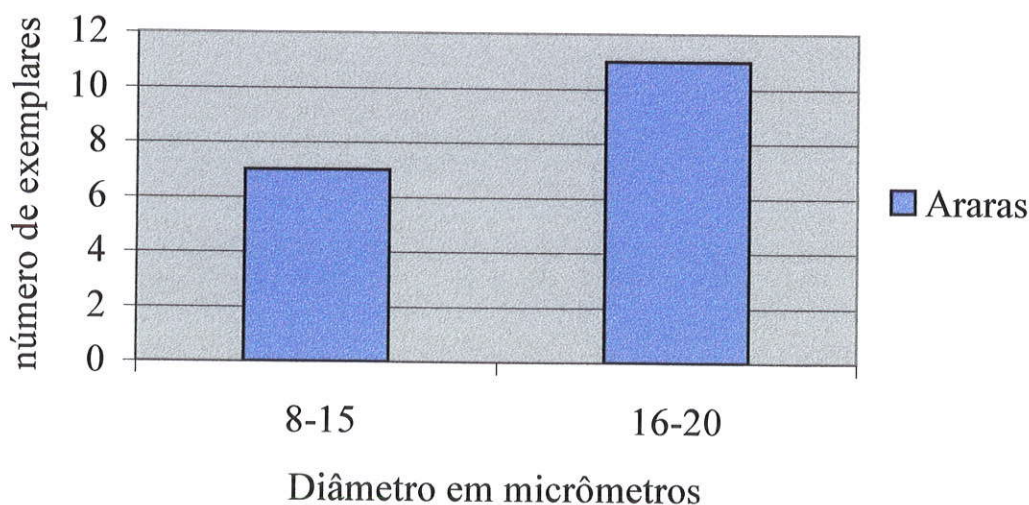
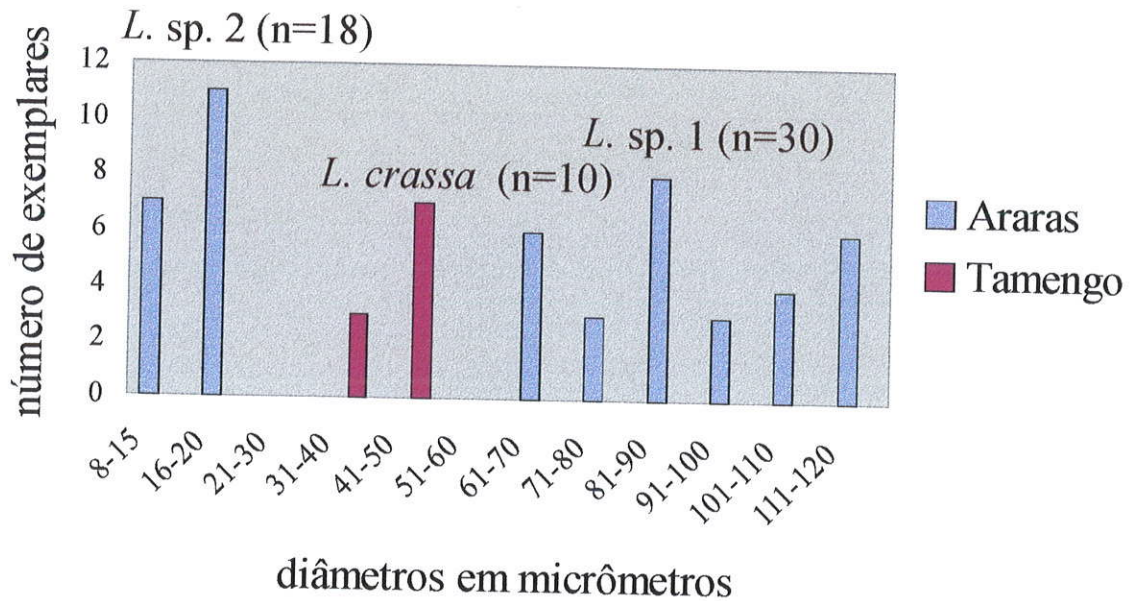


Figura 6.4. Variação dos diâmetros de *Leiosphaeridia* sp. 2 na Formação Araras.

O gráfico abaixo incorpora as variações dos exemplares de leiosferídias demonstrando três padrões de tamanhos diferentes.



**Figura 6.5.** Variação dos diâmetros das três espécies de leiosferídias na Formação Tamengo (*Leiosphaeridia crassa*) e na Formação Araras (*L. sp.1* e *L. sp.2*).

Acritarca sp. 1

Estampa 2-B

**Descrição:** Vesícula elipsoidal com 70  $\mu\text{m}$  de comprimento e 40  $\mu\text{m}$  de largura. Em seu interior observa-se uma forma circular de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro. É possível observar em sua margem à direita da foto inúmeras estruturas circulares de diâmetro aproximado de 1  $\mu\text{m}$ . Três exemplares foram identificados.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá.

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Discussão:** Os exemplares foram comparados com vários acritarcas do período. Foi inicialmente comparado com *Glenobotrydion* (Schopf 1968), porém este é muito menor, com diâmetro menor que 20  $\mu\text{m}$ . Um dos gêneros que mais se aproximaram da descrição foi o *Pterospermopsimorpha* (Timofeev 1966), cujo diâmetro pode chegar até 40  $\mu\text{m}$  e morfologicamente é bem semelhante. No entanto, não foi adotado esta classificação, pois no interior dos exemplares observam-se inúmeras feições circulares pequeninas que lembram células. Não está claro que se a feição circular interna maior trata realmente de uma vesícula ou uma impressão circular. Pela cor, tamanho e irregularidade do contorno, julga-se se tratar de um acritarca, provavelmente um eucarionte planctônico, devido ao tamanho da célula.

Gênero *Soldadophycus* Gaucher *et al.* 1996

*Soldadophycus bossii* Gaucher *et al.* 1996

ESTAMPA 7-A, B, C

**Descrição:** Consiste em uma associação de células esferoidais de 6 a 7,5  $\mu\text{m}$  e filamentos cilíndricos septados, eventualmente apresentando dicotomia. Os filamentos apresentam diâmetros entre 2 e 4  $\mu\text{m}$  e células até 40  $\mu\text{m}$  de comprimento (Hidalgo *et al.* 2001). Três exemplares foram encontrados.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Rodovia BR-070, SE de Cáceres

**Distribuição temporal:** Neoproterozóico

**Discussão:** Esse fóssil foi descrito primeiramente por Gaucher *et al.* (1996) no Grupo Arroyo Del Soldado, Formação Cerro Espuelitas (Uruguai), de idade vendiana. No Uruguai essa espécie é comumente associada a *Leiosphaeridia*, também observada no topo do intervalo microfossilífero da Formação Araras. Não se conhece a sua afinidade biológica, mas acredita-se que deva representar algas eucarióticas ou talvez um fungo pré-Cambriano.

Filamento cianobacteriano sp. 1

ESTAMPA 8- D

**Descrição:** Microfóssil filamentosos em forma helicoidal, coloração marrom escura, com aproximadamente 250  $\mu\text{m}$  de comprimento e 35  $\mu\text{m}$  de largura. Apenas um exemplar foi observado.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

**Discussão:** O espécime se assemelha a filamentos cianobacterianos encontrados em sedimentos neoproterozóicos do Grupo Hedmark, sudoeste da Noruega (Vidal & Nystuen, 1990).

Filamento cianobacteriano sp. 2

ESTAMPA 8- E

**Descrição:** Microfóssil filamentosos de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de comprimento e 2  $\mu\text{m}$  de espessura, coloração marrom claro a marrom escuro. Em seu interior observa-se inúmeras e esferas minúsculas. Ambas as extremidades são afinadas. Algumas formas despedaçadas aparentemente indicam se tratar do mesmo táxon. Apenas um espécime aparentemente inteiro foi encontrado.

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

**Discussão:** O exemplar completo assemelha-se aos filamentos de cianobactérias cujo seu interior possuem inúmeras células. Devido ao pequeno diâmetro do filamento, deve tratar-se de um fóssil procariótico ou bacteriano ou cianobacteriano.

Escamas (?) sp. 1

ESTAMPA 10 A-E, Fig. 6,6

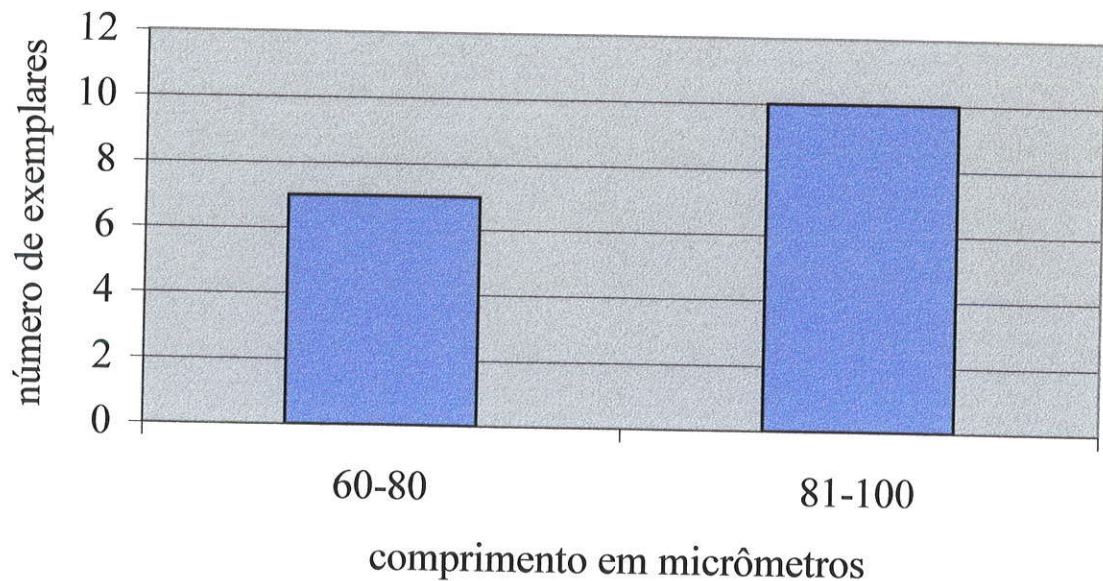
**Descrição:** Microfósseis planares de contorno espatulado fino, de aproximadamente 60-100  $\mu\text{m}$  de comprimento e 10  $\mu\text{m}$  de largura arredondada em uma extremidade e muito fino e pontudo na outra. Coloração marrom claro a marrom médio. Dezesete espécimes foram encontrados em apenas um único nível (AIM-17).

**Distribuição estratigráfica:** Formação Araras.

**Ocorrência:** Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

**Discussão:** Não se encontrou nada semelhante na literatura micropaleontológica internacional. Foi inicialmente comparado aos protozoários pela semelhança muito superficial a formas uniflageladas, mas o registro de protozoários com flagelos é quase inexistente e os microfósseis são aparentemente planos, sólidos, rígidos e de grande uniformidade de contornos. Por isso, parecem ser mais comparáveis a espinhos ou escamas de metazoários vermiformes pequenos, como por exemplo, membros do Filo Kinorhyncha que são vermes espinhosos exclusivamente marinhos menores que 1 mm de comprimento. Atualmente são encontrados em fundo lodoso e arenoso de mares rasos a profundos alimentando-se de algas e de detritos. Caso seja confirmada esta afinidade esta seria a ocorrência fóssil mais antiga deste filo e um valioso registro de elementos da meiofauna dessa época.





**Figura 6.6.** Variação dos comprimentos das escamas (?) na Formação Araras.

#### 6.2.3.2 Macrofósseis

Metazoa sp. 1

Estampa 4 A-D

**Descrição:** A película carbonosa possui 4 mm de comprimento por 1,5 mm de largura. Perpendicularmente ao comprimento do espécime, observam-se vários segmentos na maioria das vezes incompletos. O exemplar possui uma coloração marrom a acobreada, com presença de pontos, possivelmente de pirita.

**Distribuição estratigráfica:** Grupo Corumbá, Formação Guaicurus.

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Discussão:** O espécime tem uma organização morfológica que lembra muito um metazoário, particularmente os vendozoários de Seilacher (1989). Não foi possível a identificação taxonômica do organismo já que a única amostra encontrada estava incompleta.

Metazoa sp. 2

Estampa 6 A-F

**Descrição:** Fragmentos de película carbonosa com 6 mm de comprimento. Há cerca de 13 segmentos cilíndricos, longitudinais, paralelos, com 0,2 mm de largura. Em lupa, observam-se pontuações ou orifícios ao longo dos segmentos. Em microscopia eletrônica de varredura (MEV) estas pontuações apresentam-se como orifícios com cerca de 15 µm de diâmetro em forma de trevo de 2, 3 ou 4 folhas, com ou sem uma tampa espessa com o mesmo formato. Também se observam, em MEV, projeções pontudas.

**Distribuição estratigráfica:** Grupo Corumbá, Formação Guaicurus.

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Discussão:** O exemplar foi encontrado por Paulo César Boggiani e tentativas de localizar outros exemplares não tiveram êxito. Não foi encontrado nada na bibliografia internacional que pudesse ser relacionado a esse fóssil. A princípio pensou-se que se trataria de restos de briozoário, os orifícios representando os antozoécios com opérculos e os espinhos, heterozoécios especializados (vibráculo). Estes, porém, são

características dos zoários calcários da ordem mais variada dos briozoários (Cheilostomata) sem registro fóssil anterior ao Jurássico.

Metaphyta

Gênero *Enteromorphites* Zhu & Chen 1984

*Enteromorphites siniansis* Zhu & Chen 1984

Estampa 5-A

**Descrição:** Película carbonosa, filamentosa, dicotomicamente ramificada com filamentos de 0,2 mm de largura e talo aproximadamente 6 mm de comprimento. Apenas um exemplar foi encontrado.

**Distribuição estratigráfica:** Grupo Corumbá, Formação Guaicurus

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Distribuição temporal:** Neoproterozóico.

**Discussão:** *Enteromorphites* tem sido comparado a algas ramificadas dicotomicamente, principalmente às clorofíceas atuais como do gênero *Enteromorpha* (Zhu & Chen 1984, Schopf & Klein 1992). O exemplar assemelha-se muito aos cinco exemplares descritos por Xunlai *et al.* (1999), em depósitos Neoproterozóicos, juntamente com outras algas do sul da China. Na Formação Guaicurus a alga *Eoholynia* também foi encontrada no mesmo nível do exemplar.

Gênero *Eoholynia* Gnilovskaja 1975

*Eoholynia mosquensis* Gnilovskaja 1975

Estampa 5-B

**Descrição:** Película carbonosa, filamentosa, intensamente ramificada a partir do centro, formando talo com 9 mm de altura e 3,5 - 4 mm de largura. Observam-se quatro formas esféricas de aproximadamente 20  $\mu$ m de diâmetro, possivelmente tratando-se de esporângio. Oito exemplares foram identificados.

**Distribuição estratigráfica:** Grupo Corumbá, Formação Guaicurus.

**Ocorrência:** Pedreira Laginha.

**Distribuição temporal:** Neoproterozóico.

**Discussão:** A espécie tem sido considerada como uma alga ramificada Neoproterozóica. Os exemplares assemelham-se àqueles descritos por Gnilovskaja (1975) em depósitos vendianos.

#### **6.2.4 Macrofóssil *Corumbella weneri***

Metazoa

Filo Cnidária Hatschek 1888

Classe Scyphozoa Gotte 1887

Subclasse Corumbellata Hahn *et al* 1982

Ordem Corumbellida

Família Corumbellidae

Gênero *Corumbella*

*Corumbella weneri*

#### Estampa 1

**Descrição:** Os exemplares em geral possuem quatro séries de múltiplos segmentos, preservados como moldes internos/externos, atualmente ocos, fortemente tingidos por óxido de ferro avermelhado. Algumas formas possuem curvatura formando um U, ou até um O . Possui largura de 3 a 4 cm e comprimento bastante variável indo de exemplares curtos (8 cm) a longos (maior que 8 cm).

**Distribuição estratigráfica:** Formação Tamengo, Grupo Corumbá

**Ocorrência:** Pedreira Porto Sobramil, Ladário.

**Distribuição temporal:** Neoproterozóico terminal.

**Discussão:** Apesar da espécie já ter sido descrita, achou-se necessário a inclusão dos exemplares descobertos neste estudo, que eles demonstram claramente que o organismo não tinha um esqueleto rígido, composto por exemplo, por escleritos, mas sim uma grande flexibilidade. Isso é demonstrado pela curvatura que alguns exemplares possuem, muitas vezes, curvando-se quase que sobre si mesmos. Descrito

primeiramente por Hahn *et al.* (1982) foi comparado aos charniídeos do Vendiano e aos penatulários atuais. Esta interpretação como cifozoário (Celenterados) não foi corroborada no estudo morfológico realizado por Zaine & Fairchild (1987). Assim Zaine (1991) associou o táxon ao Vendozoa (Seilacher 1989) e interpretou-o, biologicamente, como uma experiência primitiva no caminho da diversificação dos organismos megascópicos pluricelulares, que não sobreviveu o fim do Proterozóico. Parece tratar-se de um organismo colonial.

## **Capítulo 7**

### **Considerações finais**

*“Now it is clear that what takes place among the individuals of a species must also occur among the several allied species of a group... That those which are adapted to obtain a regular supply of food... must necessarily obtain and preserve a superiority in population”*  
Wallace, 1858

A análise dos microfósseis presentes nas unidades estudadas, juntamente com a revisão da literatura, permitiu elaborar considerações que contribuíram para o conhecimento estratigráfico e paleoambiental da Faixa Paraguai.

#### **7.1 Considerações bioestratigráficas**

Em geral, os microfósseis da Formação Tamengo consistem de formas cocoidais solitários e coloniais, poucas formas filamentosos, além de microfósseis de afinidades biológicas ainda incertas, mas semelhantes principalmente a microalgas (acritarcas) (Fig. 7.1).

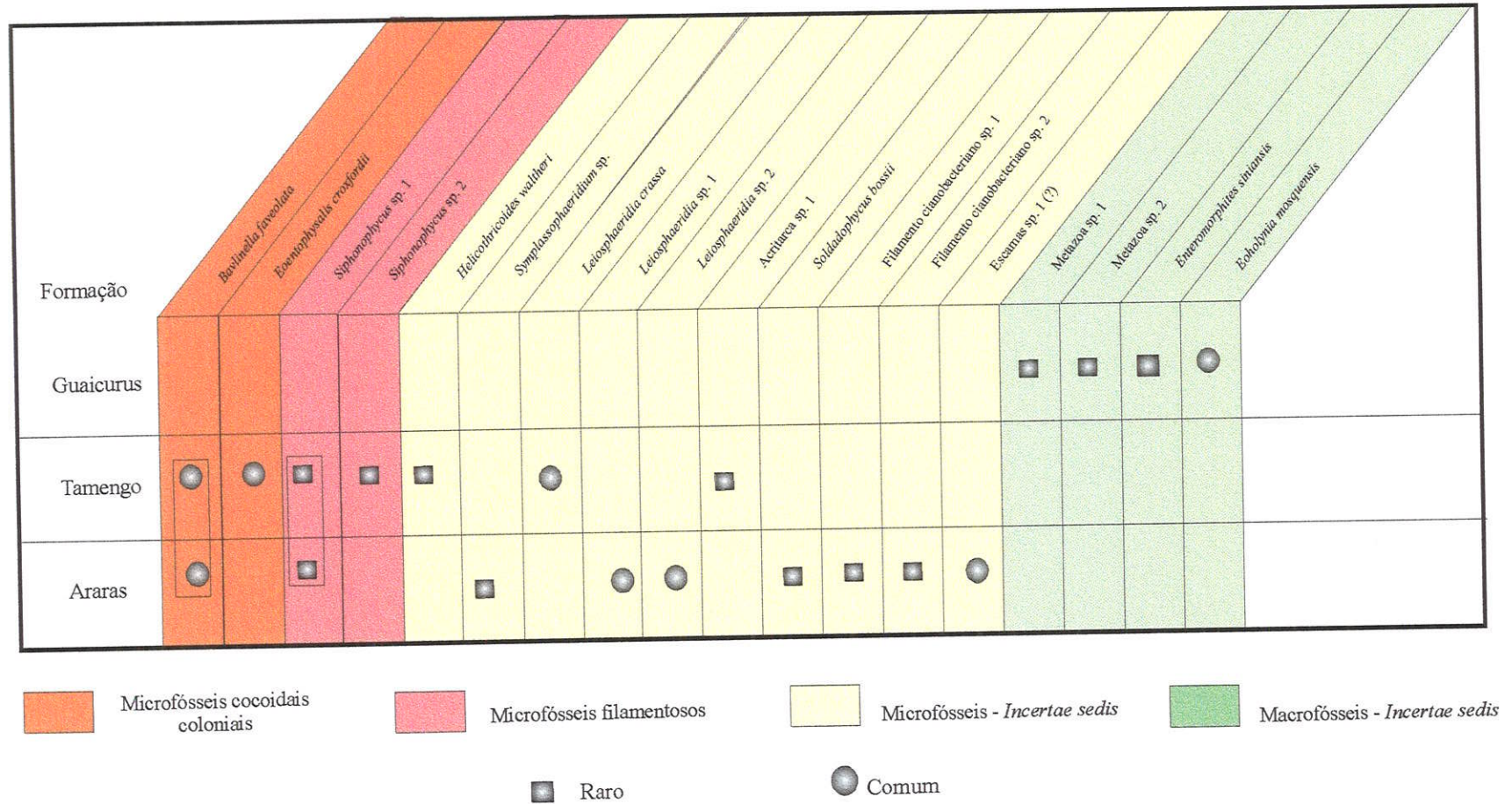
A razão para não se ter observado microfósseis na Formação Guaicurus deve-se, aparentemente, à fragilidade da matéria orgânica presente, sempre muito desagregada. Por outro lado, quatro táxons de organismos multicelulares preservaram-se nesta formação: *Eoholynia mosquensis*, *Enteromorphites siniansis*, metazoa sp. 1 e metazoa sp. 2.

Assim como na Formação Tamengo, os microfósseis da Formação Araras exibem formas cocoidais solitários e coloniais, poucos filamentosos, além de microfósseis (acritarcas) de afinidades biológicas coerentes principalmente com microalgas.

Na análise micropaleontológica foi possível observar fósseis em comum apenas nas formações Tamengo e Araras - *Bavlinella faveolata* e *Siphonophycus* sp. 1 – com idade vendiana para ambas.



## Registro fóssilífero

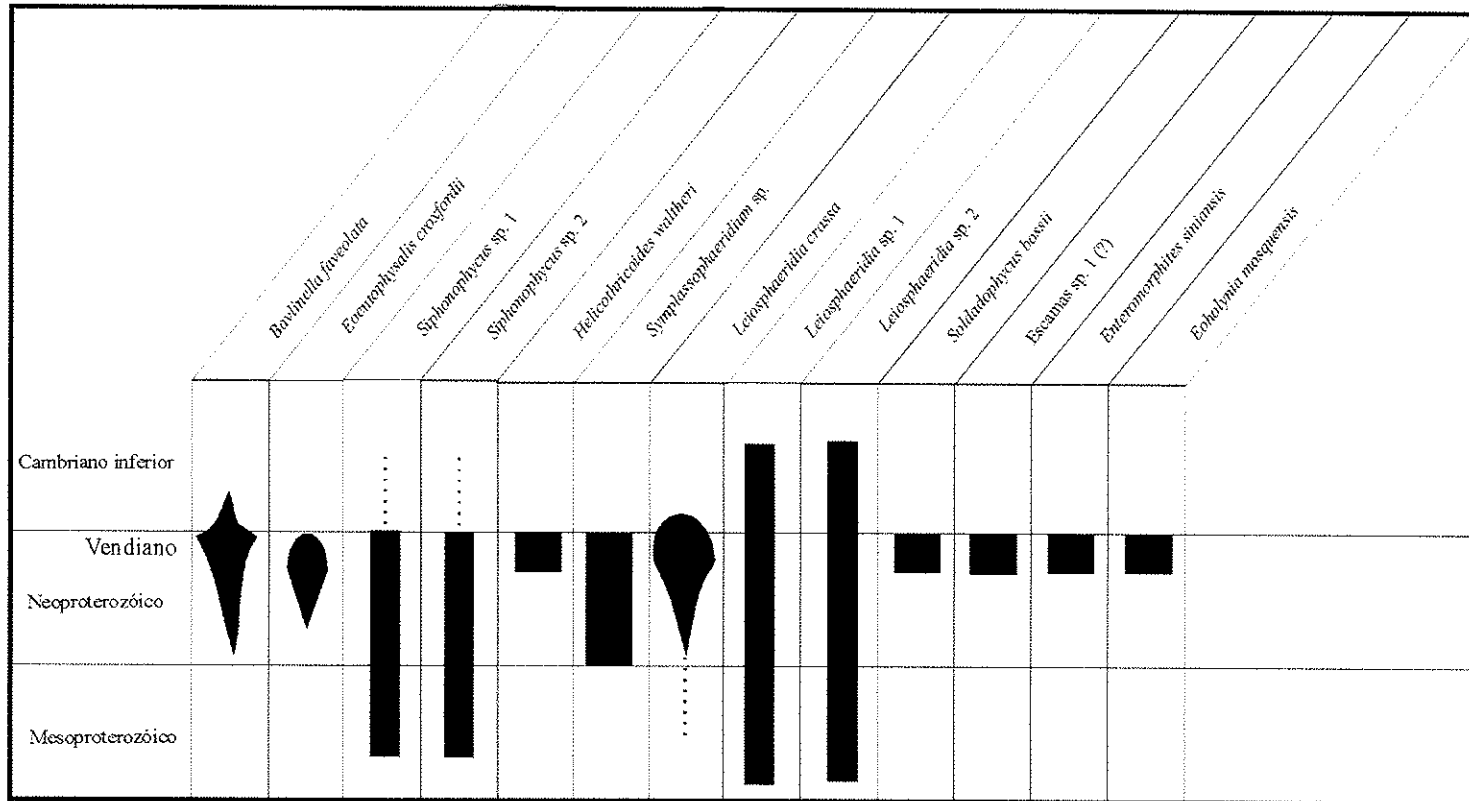


**Figura 7.1** Resumo dos fósseis observados e sua distribuição estratigráfica nas formações Tamengo, Guaicurus e Araras. Raro = até três exemplares ; Comum = mais de três exemplares.

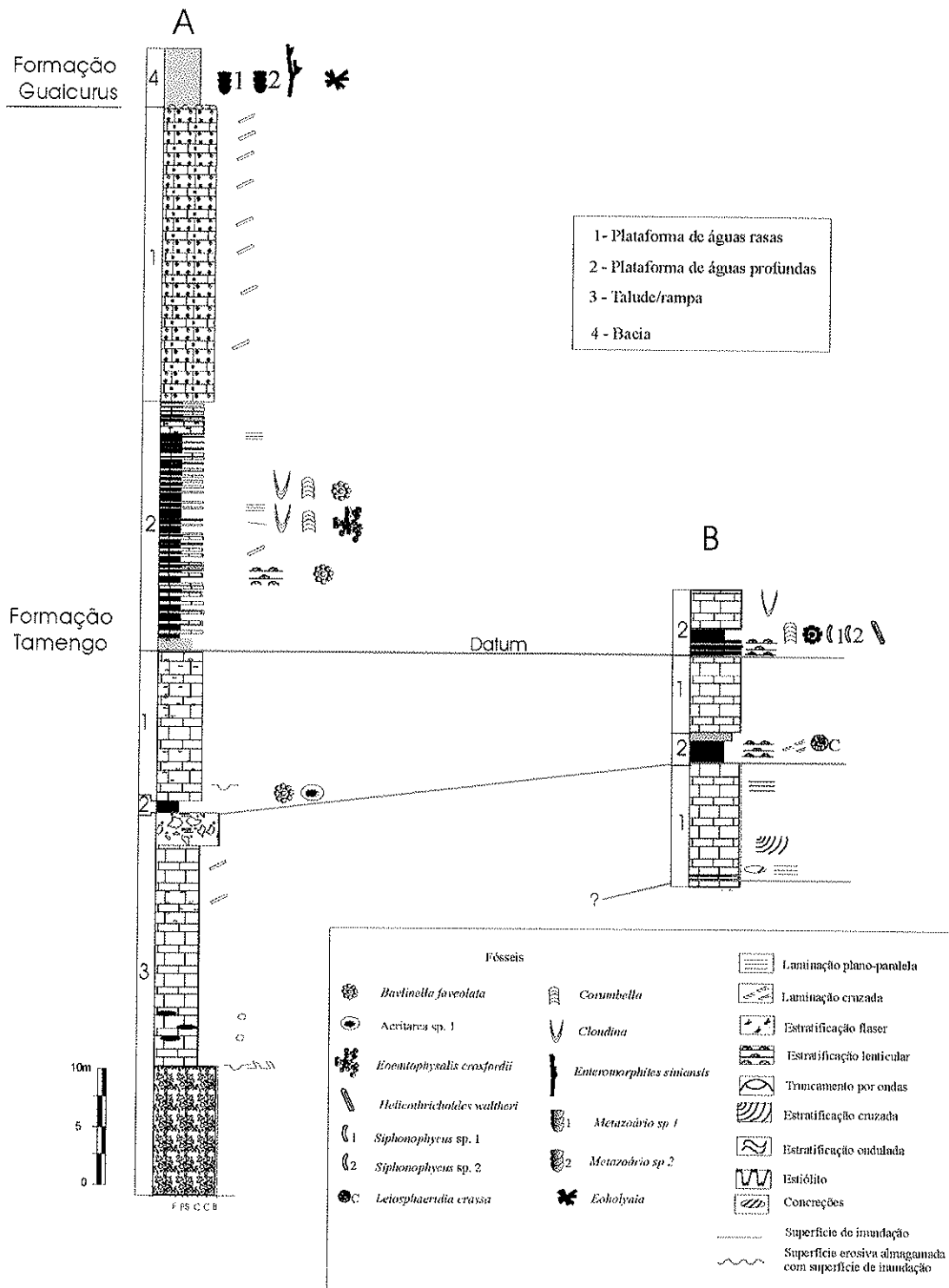
Basicamente o conteúdo fóssil e contexto estratigráfico das formações Tamengo, Guaicurus e Araras são coerentes com uma idade Vendiana (Fig. 7.2). Embora *Leiosphaeridia* e *Siphonophycus* sejam gêneros amplamente distribuídos ao longo do Proterozóico e apesar da espécie *Bavlinella faveolata* ter sido identificado ao longo do Neoproterozóico e Início do Cambriano inferior, é inegável que o acme desta espécie ocorre no Vendiano (Vidal & Knoll 1983). A alga *Eoholynia mosquensis* presente na Formação Guaicurus, e *Cloudina*, da Formação Tamengo, são tipicamente encontradas no Vendiano (Gnilovskaya 1975). Estes dados são consistentes com os valores médios de  $\delta^{13}\text{C}$ , na Formação Araras, em torno de  $-5 \text{ ‰}$  (PDB) (Boggiani 1997; Nogueira *et al.* 2001), típicos de depósitos pós-glaciais vendianas (Jacobsen & Kauffman 1999). Da mesma forma, o fato dos diamictitos da Formação Puga não recorrerem nas sucessões carbonáticas da Faixa Paraguai, aponta para o pulso mais recente da glaciação Varanger datado em 575 Ma por Saylor *et al.* (1998) (Fig. 3.4).

Na Formação Tamengo, a presença do macrofóssil *Corumbella weneri* e do microfóssil *Bavlinella faveolata*, juntamente com observações sedimentológicas da literatura (siltitos e folhelhos), permitiu pela primeira vez estabelecer uma correlação entre as pedreiras de Laginha e Ladário demonstrada na Figura 7.3.

## Registro fossilífero



**Figura 7.2** Distribuição bioestratigráfica dos fósseis nas formações Tamengo, Guaicurus e Araras (Zhu & Chen 1984; Jankausas 1989; Knoll & Walter 1992; Butterfield *et al.* 1994; Gaucher *et al.* 1996; Simonetti & Fairchild 2000).



**Figura 7.3.** Correlação entre os perfis estratigráficos das pedreiras Laginha (A) e Itaú (B) da Formação Tamengo. Utilizou-se para esta correlação os microfósseis e as superfícies de inundação marinha.

Por muitas décadas, as unidades sedimentares dos segmentos norte e sul da Faixa Paraguai têm sido correlacionadas apenas com o enfoque litológico. Apesar dos microfósseis terem sido reconhecidos em certas unidades (Formação Tamengo), não foram feitas tentativas de biocorrelação entre essas unidades, principalmente devido a existência de arcabouço estratigráficos preliminares.

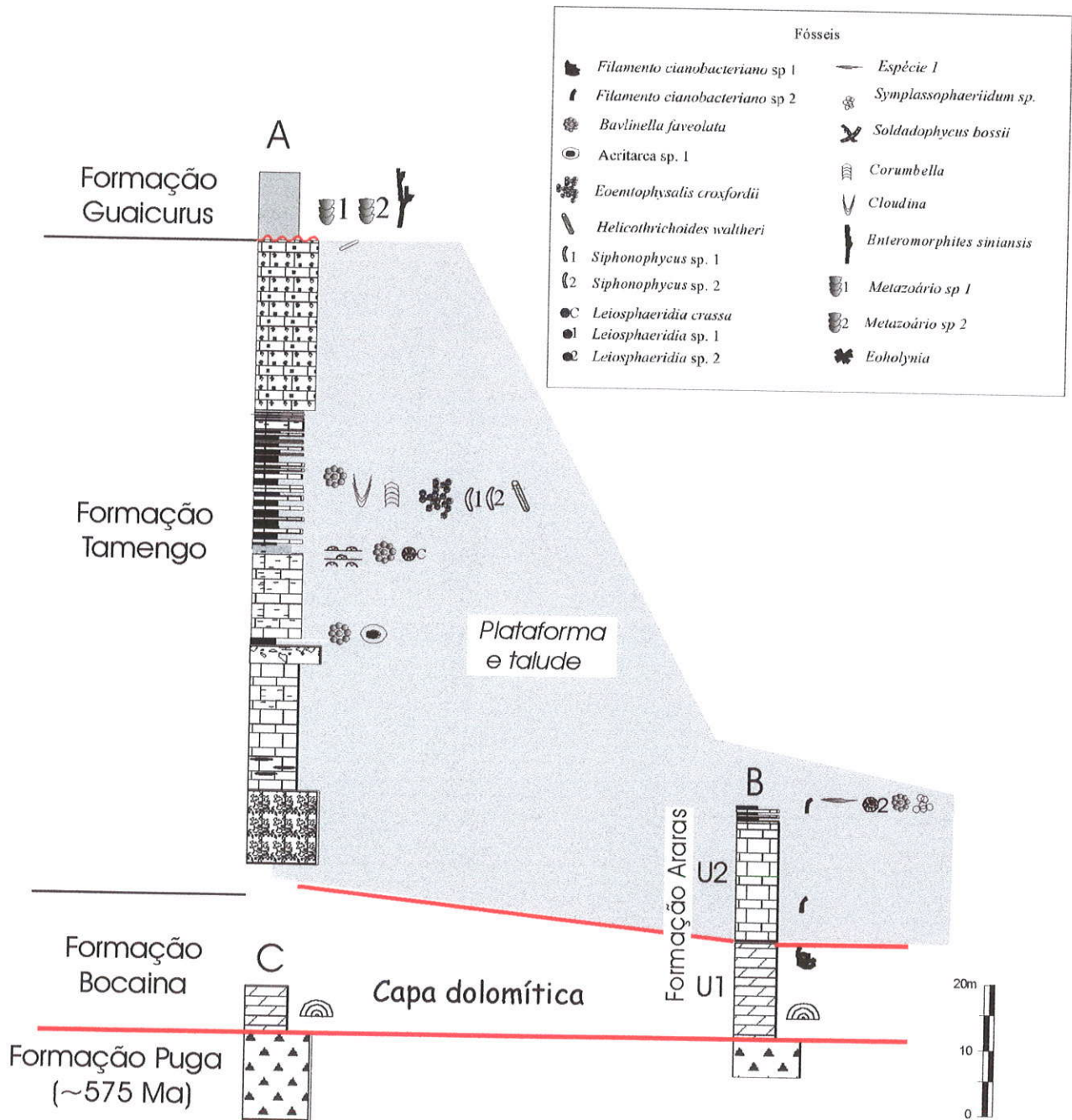
A biota encontrada neste trabalho, localizada nos perfis estratigráficos detalhados de Boggiani (1997) e Nogueira *et al.* (2001), permitiu considerar a possibilidade de correlação mais precisa entre as formações Tamengo e Araras (Fig. 7.4). Para isso, tomou-se como base:

- 1) A presença de capas carbonáticas nas unidades basais do Grupo Corumbá (Formação Bocaina) e Formação Araras (Unidade 1) geralmente sobrepondo sedimentos glaciais da Formação Puga. As capas carbonáticas são marcos estratigráficos importantes para a correlação de sucessões neoproterozóicas devido a sua significância paleoambiental, química, oceanográfica e temporal (Knoll 1996; Kaufman *et al.* 1993; Hoffman *et al.* 1998).
- 2) A semelhança da sucessão carbonática dos segmentos da Faixa Paraguai com uma unidade basal dolomítica, rica em estromatólitos e depositada em plataforma rasa (Formação Bocaina e Unidade 1 da Formação Araras) sucedida por uma calcítica depositada em plataforma marinha (Formação Tamengo e Unidade 2 da Formação Araras); essa premissa sugere uma continuidade física entre os segmentos norte-sul duante o Neoproterozóico da Faixa Paraguai.
- 3) A presença dos microfósseis *Bavlinella faveolata*, *Siphonophycus* e *Leiosphaeridia* comuns às duas unidades. Assim, como explicado acima, estes dados

sugerem que grande parte do Grupo Corumbá como da Formação Araras possam ter sido depositadas penecontemporaneamente. A Formação Guaicurus possui microfósseis distintos das unidades sotopostas, e apresenta forte quebra faciológica com relação ao topo da Formação Tamengo. O contato entre estas duas unidades representa uma provável discordância amalgamada a uma superfície de inundação ou transgressiva. Até o momento não existe dados suficientes para correlacioná-la regionalmente.

T 3620





**Figura 7.4** Correlação entre o Grupo Corumbá e as unidades basais da Formação Araras ao longo do Cráton Amazônico. A -Perfil composto das pedreiras Laginha e Itaú, B - Pedreira Terconi em Mirassol d'Oeste (Nogueira *et al.* 2001). e (C) Morro do Puga em Mato Grosso do Sul (Boggiani 1997).

## 7.2 Considerações paleoambientais

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  da Formação Tamengo de Zaine (1991) e Boggiani (1997) indicam ambiente marinho, com exceção de duas amostras que exibem valores associados a marinho restrito. O conjunto dos microfósseis e macrofósseis da Formação em questão trata-se de organismos marinhos num contexto de rampa ou talude conforme descrito por Boggiani (1997). Isso é pela presença de *Bavlinella faveolata*, participante do plâncton neoproterozóico, e *Cloudina lucianoi*, *Corumbella weneri* e *Eoentophysalis croxfordii*, bentônicos.

Os macrofósseis *Enteromorphites siniansis* e *Eoholynia*, descritos na Formação Guaicurus, podem representar algas ramificadas, mas de hábito planctônico. Segundo Boggiani (op. cit.) o ambiente de sedimentação seria já em plataforma mais profundo que a Formação Tamengo. Os acritarcas leiosferídios também faziam parte do plâncton neoproterozóico e são normalmente interpretados como mais comuns em ambientes marinhos francos..

Na Formação Araras os leiosferídios que aparecem na capa carbonática são sempre muito pequenas, e a baixa diversidade das espécies é possivelmente o resultado de um estresse ambiental desencadeado pelos eventos pós-glaciais. A súbita passagem do clima glacial para condições de efeito estufa (Hoffman *et al.* 1998), associada a perturbação isotópica de carbono da água do mar, comuns aos depósitos estudados (Boggiani *et al.* 1997; Nogueira *et al.* 2001), corrobora paleoambientes inóspitos pós-glaciais. Entretanto pode-se observar que aparentemente há um aumento na complexidade dos organismos da base para o topo das unidades estudadas. Essa característica sugere um retorno das condições paleoambientais normais, que permitiam um maior desenvolvimento biológico.



### 7.3 Conclusões

Os resultados obtidos na presente dissertação demonstram a importância da análise micropaleontológica em sucessões neoproterozóicas, geralmente de difícil datação por outros métodos, além também de auxiliarem na determinação paleoambiental. A maior parte dos táxons identificados exibe uma distribuição vertical restrita ao Neoproterozóico, e muitas vezes à parte final deste período (Vendiano), o que vem ao encontro da idade Neoproterozóico terminal atribuída a estas formações por autores anteriores.

Além disso, o presente trabalho oferece as seguintes contribuições à Paleontologia do pré-Cambriano no Craton Amazônico:

- 1- O estabelecimento de idade Neoproterozóica terminal para as unidades da Faixa Paraguai;
- 2- A correlação entre as seções principais da Formação Tamengo (pedreiras de Laginha e Ladário), a partir da presença do macrofóssil *Corumbella weneri* e do microfóssil *Bavlinella faveolata*, embasados por dados estratigráficos e sedimentológicos de trabalhos anteriores;
- 3- A correlação entre as formações Tamengo e Araras a partir da presença dos fósseis *Bavlinella faveolata*, *Siphonophycus* e *Leiosphaeridia*, e pela interpretação de dados estratigráficos da literatura, como a presença de capas carbonáticas cronocorrelatas nas unidades basais do Grupo Corumbá e Formação Araras;

- 4- A confirmação dos microfósseis descritos por Zaine (1991) como *Bavlinella faveolata*, e a descoberta de novos fósseis na Formação Tamengo (*Eoentophysalis croxfordii*, *Siphonophycus* sp., *Helicothricoides waltheri*, *Leiosphaeridia crassa*);
- 5- O primeiro registro de fósseis e a possível presença de metazoários na Formação Guaicurus (Metazoa sp. 1 e Metazoa sp. 2, *Enteromorphites siniansis*, *Eoholynia mosquensis*);
- 6- O registro de microfósseis neoproterozóicos na Formação Araras *Bavlinella faveolata*, *Siphonophycus* sp., *Symphlassophaeridium* sp. *Leiosphaeridia* sp., *Soldadophycus bossii*, além de filamentos cianobacterianos e possíveis espinhos ou escamas de metazoários vermiformes);
- 7- A possível associação de um aumento de complexidade biológica evidenciada para o topo da Formação Araras e o topo do Grupo Corumbá, indica um retorno das condições normais após a glaciação Varanger para o paleoambiente deposicional;

De modo geral, a qualidade de preservação da matéria orgânica – rara na maioria das amostras – não favoreceu a interpretação do hábito provável da maior parte dos microfósseis. Espera-se que a análise das características das assembléias microfossilíferas e os sedimentos nos quais foram preservadas, possa ser útil como referência para novos estudos da área.

**Referências Bibliográficas**

- ALBUQUERQUE, P. R. F. de. 2001. Reavaliação de estruturas de possível origem biogênica (icnofósseis, dubiofósseis e estruturas associadas) do Grupo Alto Paraguai (Vendiano ou Cambriano), MT. *Dissertação de Mestrado*. 120 p.
- ALLISON, C.W. 1985. Paleontology of Late Proterozoic and early Cambrian rocks of East-Central Alaska. *USGS*, 50 p., 18 pls.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1945. Geologia do Sudoeste Mato-Grossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 116: 1-118.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1958. Ocorrência de fósseis nos Dolomitos Bocaina, em Corumbá, Mato Grosso. *Relatório Anual da Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM, p. 87-88.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1964. Geologia do Centro-Oeste Mato-Grossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM, 215: 1-137.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1965. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso). *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 219: 1-96.
- ALMEIDA, F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. (DNPM), Div. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, Brasil. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral*, 40: 285-293.
- ALMEIDA, F.F.M. 1974. Sistema tectônico marginal do cráton do Guaporé. *Anais*, XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Porto Alegre, 4, 11-17.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1984. Província Tocantins, setor sudoeste. In: *O Pré-Cambriano do Brasil*, eds. F.F.M. de Almeida e Y. Hasui, pp. 265-281. Edgard Blücher, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de. & MANTOVANNI, M.S.M. 1975. Geologia e geocronologia do granito de São Vicente, Mato Grosso, RJ, *Anais da Acad. Bras. Ciênc.*, 47: 451-458.
- ALMEIDA, F.F.M. de.; HASUI, Y. 1976. The Upper Precambrian of South América. *Boletim do Inst. Geoc.*, USP, 7: 45-80.
- ALMEIDA, F.F.M. de. & HASUI, Y. 1984. *O pré-Cambriano do Brasil*. Edgard Blücher, São Paulo, 378p.
- ALVARENGA, C. J. S. de 1984. Dobramentos da Faixa Paraguai na borda sudeste do Cráton Amazônico. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., Rio de Janeiro. *Anais*, SBG. V. 7, p. 3258-3271.
- ALVARENGA, C. J. S. de ; TROMPETTE, R. 1992. Glacially influenced sedimentation in the Proterozoic of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 92: 85-105.

- ALVARENGA, C. J. S. de ; TROMPETTE, R. 1994. A faixa Paraguai e a sua compartimentação estratigráfica e tectônica. 38º.Congresso Bras. de Geologia, SC, *Bol. Res. Exp.*, p. 239-240.
- ALVARENGA, C. J. S. de; MOURA, C. A. V.; GORAYEB, P. S. de S.; ABREU, F. de A. M. de. 2000. Paraguay and Araguaia Belts. In: Tectonic Evolution of South América, 31 °. International Geological Cogress, p. 183-193, Rio de Janeiro.
- AWRAMIK, S. M.; SCHOPF, J. W.; WALTER, M. R. 1983. Filamentous fossil bacteria from the Archean of Western Australia. *Precambrian Research* 20: 357-374.
- BARBOSA, O. 1949. Contribuição à geologia da região Brasil-Bolívia. *Mineração e Metalurgia*, 13: 271-278.
- BARROS, A. M.; SILVA, R. M. da.; CARDOSO, O. R. F. A.; FREIRE, F. A. ; SOUZA Jr, J. J. de.; RIVETTI, M.; LUZ, D.S. da.; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARI, C. C. G. 1982. Geologia. In: *PROJETO RADAMBRASIL*. Folha SD21. Cuiabá. Rio de Janeiro, MME.p. 25-192.
- BERTRAND-SARFATI, J., MOUSSINE-POUCHKINE, A, AMARD, B., AÏT KACI AHMED, A. 1995. First Ediacaran fauna found in western Africa and evidence for an Early Cambrian glaciation. *Geology* 23: 133-136.
- BEURLLEN, K. ; SOMMER, F. W. 1957. Observações estratigráficas e paleontológicas sobre o calcário Corumbá, DNPM., Div. Geol. Mineralogia, *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 168: 1-35.
- BHATT, D.K. 1990. (A comment on the paper, "Ediacaran medusoids from the Krol Formation, Naini Tal Syncline, Lesser Himalaya"by V. K. Mathur and Ravi Shanker). *Journal of the Geological Society of India* 36: 536-540.
- BOGGIANI, P.C. 1990. Ambientes de sedimentação do Grupo Corumbá na região central da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. *Dissertação de Mestrado*, IG-USP, 91 p.
- BOGGIANI, P. C. 1997. Análise estratigráfica da bacia Corumbá (Neoproterozóico) – Mato Grosso do Sul. *Tese de doutoramento*. USP. Inst. Geociências, 181 p.
- BOGGIANI, P. C. ; COIMBRA, A.M.; SIAL, A.N.; VALDEREZ, P.F. 1996. Incursão positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  (Ediacariana) na Formação Tamengo, Grupo Corumbá (Neoproterozóico). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, *Anais*, v. 6: 570-572.

- BOWRING, S.A.; GROTZINGER, J.P.; ISACHSEN, C.E.; KNOLL, A. H.; PLECHATY, S.M.; KOLOSOV, P. 1993. Calibrating Rates of Early Cambrian Evolution. *Science*, v. 261: 1293-1298.
- BRIGGS, D. E.; ERWIN, D.H.; COLLIER, F.J. 1994. *The Fossils of the Burgess Shale*. Smithsonian Institution Press. 238p.
- BUTTERFIELD, N.J. ; KNOLL, A.H.; SWETT, K.1994. Paleobiology of the Neoproterozoic Svanbergfjellet Formation, Spitzbergen. *Fossils and Strata* 34: 1-84.
- CASSEDANE, J. 1965. Decouverte d'algues dans le calcaire Bambui (état de Minas Gerais, Brésil). *Anais Academia Brasileira Ciências*, 37: 79-81.
- CLOUD, P.; MOORMAN, M.; PIERCE, D. 1975. Sporulation and ultrastructure in a Late Proterozoic cyanophyte: some implications for taxonomy and plant phylogeny. *Quarterly Review of Biology*, 50: 131-150.
- CONWAY-MORRIS, S. 1989. Burgess Shale Faunas and the Cambrian Explosion. *Science*, vol. 246: 339-246.
- CONWAY-MORRIS, S. 1990. Late Precambrian and Cambrian soft-bodied faunas. *Ann. Ver. Earth Planet. Sci.*, 18: 101-122.
- CONWAY-MORRIS, S. 1993. The fossil record and the early evolution of the Metazoa. *Nature*. Vol. 361: 219-225.
- COOPER, R.A.; JAGO, J.B.; MACKINNON, D.I.; SHERGOLD, J.H.; VIDAL, G. 1982. Late Precambrian and Cambrian Fossils from Northern Victoria Land and their Stratigraphic Implication. In: Antarctic Geoscience, Craddock, C. (ed) 1982. Part V: *Paleontology* p. 629-633.
- COPE, J. C. W. 1977. An Ediacara-type fauna from South Wales. *Nature* 268: 624.
- COPE, J. C. W. 1982. Precambrian fossils of the Carmarthen area, Dyfed. *Nature in Wales*, New Series 1(2): 11-16.
- COPELAND, J. L. 1936. Yellowstone thermal Myxophyceae. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 36: 1-232.
- CORREA, J.A.; CORREIA FILHO, F.C.L.; SCISLEWSKI, G.; NETO, C.; CAVALLON, L.A.; CERQUEIRA, N.L.S.; NOGUEIRA, V.L. 1976. Geologia das regiões Centro e Oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/CPRM. *Relatório Final*, Goiânia.

- CORREA, J.A.; CORREIA FILHO, F.C.L.; SCISLEWSKI, G.; NETO, C.; CAVALLON, L.A.; CERQUEIRA, N.L.S.; NOGUEIRA, V.L. 1976. Geologia das regiões Centro e Oeste de Mato Grosso. Projeto Bodoquena. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/CPRM. *Série Geologia Básica*, 3, 111p.
- COTTER, K. L. 1997. Neoproterozoic microfossils from the Officer Basin, Western Australia. *Alcheringa* 21: 247-270.
- COWEN, R.. 2000. *History of life*. Third edition. University of California, Davis, 432 p.
- CRIMES, T.P.; INSOLE, A.; WILLIAMS, B.P.J. 1995. A rigid-bodied Ediacaran biota from Upper Cambrian strata in Co. Wexford, Eire. *Geological Journal* 30: 89-109.
- CRUSE, T.; HARRIS, L.B.; RASMUSSEN, B. 1993. The discovery of Ediacaran trace and body fossils in the Stirling Range Formation, Western Australia. Implications for sedimentation and deformation during the Pan-African orogenic cycle. *Australian Journal of Earth Sciences* 40: 293-296.
- DALZIEL, I.W.D. 1997. Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: review, hypothesis, environmental speculation. *Geological Society of American Bulletin*, 109: 16-42.
- DEBRENNE, F., NAUD, G. 1981. Méduses et traces fossiles supposées précambriennes dans la formation de San Vito, Sarrabus, Sud-Est de la Sardaigne. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7e Série 23(1): 23-31.
- DEL'ARCO, J.O.; TARAPANOFF, L.; PEREIRA, L.G. da M.; SOUZA, S.L. de; LUZ, D.S. da. 1982. Folha SE-21 Corumbá e parte da folha SE-20; geologia. Projeto *RADAMBRASIL*, Rio de Janeiro, v.27, p. 25-160.
- DERBY, O. A. A. 1895. Nota sobre a geologia e paleontologia de Mato-Grosso. *Archivos Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 9: 59-88.
- DONOVAN, S. K. 1987. The fit of the continents in the late Precambrian. *Nature*, 327: 139-141.
- DORR II, J. Van N. 1945. Manganese and iron deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. *Geological Survey Bulletin*, 946: 1-47.
- DOZY, J.J. 1984. A Late Precambrian Ediacara-type fossil Galicia (NW Spain). *Geologie en Mijnbouw* 63: 71-74.
- EISENACK, A. 1958. Tasmanites Newton 1975 und *Leiosphaeridia* n. g. als Gattungen der Hystrichosphaeridea. *Palaeontographica Abteilung* 110: 1-19.

- EVANS, J.W. 1894. The geology of Mato Grosso. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 50(2): 85-104.
- EVITT, W.R. 1963. A discussion and proposal concerning fossil dinoflagellates, hystriospheres, and acritarchs, I, II. *National Academy of Sciences USA Proceedings* 47: 158-164, 298-302.
- FAIRCHILD, T.R. 1978. Evidências paleontológicas de uma possível idade "ediacariana" ou cambriana inferior, para parte do Grupo Corumbá (Mato Grosso do Sul). In: Congr. Bras. Geol., 30, Recife, *Resumo das comunicações*, SBG, v. 1, p. 181.
- FAIRCHILD, T.R. & DARDENNE, M.A. 1978a. First report of well preserved Precambrian Microfossils in Brazil (Paraopeba Formation, Bambuí Group, near Brasília. *Boletim IG, USP*, v. 9: 62-68.
- FAIRCHILD, T.R. & DARDENNE, M.A. 1978b. O Estado atual de pesquisas sobre fósseis precambrianos no Brasil. In: Congr. Bras. Geol., 30, Recife, *Resumo das comunicações*, SBG, v. 1, p. 181
- FAIRCHILD, T.R. & SUNDARAM, D. 1981. Novas evidências palinológicas sobre a idade do Grupo Corumbá, Ladário, Mato Grosso do Sul. Soc. Bras. Geol. 1 Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Geologia do pré-Cambriano, *Resumos*, p. 13.
- FAIRCHILD, T. R.; SCHOPF, J.W.; SHEN-MILLER, J.; GUIMARÃES, E.M.; EDWARDS, M.D.; LAGSTEIN, A.; LI,X.; PABST, M.; MELO-FILHO, L.S. 1996. Recent discoveries of Proterozoic microfossils in south-central Brazil. *Precambrian research* 80: 125-152.
- FAIRCHILD, T. R. & ZAINÉ, M.F. 1987. Novas considerações sobre os fósseis da Formação Tamengo, Grupo Corumbá, SW Brasil. X Congresso Bras. Paleont., *Anais*, 2: 797-807.
- FIGUEIREDO, A.J. de A. & OLIVATTI, O. 1974. Projeto Alto Guaporé: *Relatório Final*. CPRM, v. 11.
- FOSTER, C.B.; CERNOVSKIS, A.; O'BRIEN, G.W. 1985. Organic walled microfossils from the Early Cambrian of South Australia. *Alcheringa*, 9 (4): 259-268.
- FUXING, W. 1985. Middle-upper proterozoic and lowest phanerozoic microfossil assemblages from SW China and contiguous areas. *Precambrian Research*, 29: 33-43.
- GAUCHER, C.; SPRECHMANN, P.; SCHIPILOV, A. 1996. Upper and Middle Proterozoic fossiliferous sedimentary sequences of the Nico Pérez Terrane of Uruguay: Lithostratigraphic units, paleontology, depositional environments and correlations. *N.Jb.Geol. Paläont. Abh.*, 199: 339-367.

- GERMS, G. 1972. New shelly fossils from Nama Group, South West Africa, *Am. J. Sci.*, 272: 752-761.
- GERMS, G.; KNOLL, A.H.; VIDAL, G. 1986. Latest proterozoic microfossils from the Nama Group, Namibia (south west Africa). *Precambrian research*, 32: 45-62.
- GLAESSNER, M.F. 1958. New fossils from the base of the Cambrian in South Australia. *Trans. Roy. Soc. S. Aust.*, 81: 185-188.
- GLAESSNER, M. F. 1984. *The dawn of animal life*. A biohistorical study. Cambridge Earth Science Series, Cambridge University Press, 244 p.
- GNILOVSKAJA, M.B. 1975. New data on the nature of the Vendotaenids. *Doklady Akad. Nauk. SSSR*, vol. 221(4): 953-955.
- GROTZINGER, J. P. S.; BOWRING, S. A. ; SAYLOR, B.Z.; KAUFMAN, A. J. 1995. Biostratigraphic and geochronologic constraints on early animal evolution. *Science*, 270: 598-604.
- GÜRICH, G. 1933. Die Kuibis-Fossilien der Nama-Formation von Südwestafrika. *Palaeontologische Zeitschrift* 15 (2/3): 137-154.
- HAHN, G. & PFLUG, H.D. 1985. Die Cloudinidae n. fam., KalkRöhren aus dem Vendium und Unter-Kambrium. *Senckenbergiana. Lethaia*, 65 (4/6): 413-431.
- HAHN, G., HAHN, R.; LEONARDOS, O. H.; PFLUG, H. D.; WALDE, D. H. G. 1982. Körperlich erhaltene Scyphozoen-Reste aus dem Jungpräkambrium Brasiliens. *Geologica et Palaeontologica* 16: 1-18.
- HARLAND, W.B.; ARMSTRONG, R.L.; COX, A.V.; CRAIG, L.E.; SMITH, A.G.; SMITH, D.G. 1990. *A Geologic Time Scale 1989*. Cambridge University Press, 263p.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M. de. 1971. Geocronologia do centro-oeste brasileiro. *Bol. Soc. Brasil. Geol.*, 19(1): 1-26.
- HENNIES, W.T. 1966. Geologia do centro-norte mato-grossense. *Tese de doutoramento*. Poli/USP. 65p.
- HIDALGO, R.L.L.; FAIRCHILD, T.R.; NOGUEIRA, A.C.R.; RICOMINI, C. 2001. Microfósseis Neoproterozóicos da Formação Araras, Mato Grosso, Brasil. VII Simpósio de Geol. da Amazônia, Belém, Pará. *Resumos expandidos*. SBG, p. 16-19.
- HOFMANN, H. J. 1976. Precambrian microflora, Belcher Islands, Canada: significance and systematics. *Journal of Paleontology*., 50: 1040-1073.



- HOFMANN, H. J. 1984. Organic-walled microfossils from the latest Proterozoic and earliest Cambrian of the Wernecke Mountains, Yukon. In: Current Research. *Paper Geological Survey of Canada*, 84: 285-297.
- HOFMANN, H.J. 1987. Precambrian biostratigraphy. *Geoscience Canada*, 14 (3): 135-154.
- HOFMANN, H. J. 1988. An alternative interpretation of the Ediacaran (Precambrian) chondrophore *Chondroplon Wade*. *Alcheringa* 12. p. 315-318.
- HOFMANN, P.F. 1991. Did the breakout of *Laurentia* turn Gondwanaland inside-out? *Science* 252: 1409-1412.
- HOFMANN, H. J. 1994. Proterozoic carbonaceous compressions (“metaphytes” and “worms”). p. 342-357. In: Bengtson, S. ed. *Early life on earth*. Nobel symposium n. 84.
- HOFMANN, H. J., NARBONNE, G. M., AND AITKEN, J. D. 1990. Ediacaran remains from intertillite beds in northwestern Canada. *Geology* 18(12): 1199-1202.
- HOFMANN, H.J. ; KAUFMAN, A.J.; HALVERSON, G.P. 1998. Comings and Goings of Global Glaciations on a Neoproterozoic Tropical Platform in Namibia. *GSA Today*, vol. 8 (5): 1-9.
- HOFMANN, H. J.; KAUFMAN, A. J. ; HALVERSON, G. P.; SCHRAG, D. P. 1998. A Neoproterozoic Snowball Earth. *Science*. Vol. 281: 1342-1346.
- HOUZAY, J.P. 1979. Empreintes attribuables à des méduses dans la série de base de l'Adoudounien (Précambrien terminal de l'Anti-Atlas, Maroc). *Géologie Méditerranéenne* 6(3): 379-384.
- JACOBSEN, S. B. & A. J. KAUFFMAN. 1999. The Sr, C and O isotopic evolution of seawater. *Chemical Geology* 161: 37-57.
- JANKAUSAS, T.V. 1989. *Mikrofossilii Dokembriia SSSR* – 188 p; Leningrad (Nauka).
- JENSEN, S. & GRANT, S.W.F. 1993. Implications from trace fossils for the Vendian-Cambrian boundary in the Tornetrask Formation, Northern Sweden. In: Siverson, M. ed. *Lundadagarna I Historisk Geologi och paleontologi III, Abstracts*, p. 15 (Lund Publications in Geology 109).
- JENSEN, S. & GRANT, S.W.F. 1998. Trace fossils from the Dividalen Group, Northern Sweden: Implications for Early Cambrian biostratigraphy of Baltica: *Norsk Geologisk Tidsskrift*, v. 78: 305-317.
- KAUFMAN, A.J.; JACOBSEN, S.B.; KNOLL, A.H. 1993. The Vendian record of Sr-and C-isotopic variations in seawater: implications for tectonics and paleoclimate. *Earth Planet. Sci. Lett.* 120: 409-430.

- KAUFMAN, A.; KNOLL, A.H. 1995. Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: stratigraphic and biogeochemical implications. *Precambrian Research* 73: 27-49.
- KNOLL, A. H. 1982. Microfossil-based biostratigraphy of the Precambrian Hecla Hoek sequence, Nordaustlandet, Svalbard. *Geological Magazine*, 119: 269-270.
- KNOLL, A.H. 1996. Archean and Proterozoic Paleontology. Chapter 4; in: Jansonius, J. & MacGregor, D. O. (ed.), *Palynology: principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, vol. 1, p. 51-80.
- KNOLL, A. H. 2000. Learning to tell Neoproterozoic time. *Precambrian research* 100: 3-20.
- KNOLL, A. H. & SWETT, K. 1987. Micropaleontology of the late Proterozoic Veteranen Group, Spitsbergen. *Paleontology*, 28: 451-473.
- KNOLL, A. H. ; SWETT, K.; MARK, J. 1991. Paleobiology of a Neoproterozoic tidal flat/lagoonal complex: the Draken Conglomerate Formation, Spitsbergen. *Journal of Paleontology* 65: 531-570.
- KNOLL, A. H.; WALTER, M. R. 1992. Latest Proterozoic stratigraphy and Earth history. *Nature*, 356: 673-678.
- KNOLL, A.H. & CARROLL, S.B. 1999. Early animal evolution: Emerging views from Comparative Biology and Geology. *Science*, vol. 284: 2129-2137.
- LISBOA, M.A.R. 1909. Oeste de São Paulo, Sul de Mato Grosso; geologia, indústria mineral, clima, vegetação, solo agrícola, indústria pastoril. Rio de Janeiro, TYP. *Do Jornal do Commercio*, 172p.
- LITHERLAND, M. ; BLOOMFIELD, K. 1981. The Proterozoic History of eastern Bolivia. *Precambrian Research*, 15: 157-179.
- LUZ, J. da S. 1978. Projeto Província Serrana. Relatório Final. Goiânia, DNPM/CPRM. *Relatório do arquivo técnico da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 2750.
- MENDELSON, C.V. 1987. Acritarchs. In: Lipps, J.H. org. *Fossil Prokaryotes and Protists. Notes for a short course. Arizona*. p. 62-86.
- MACIEL, P. 1959. Tilito Cambriano (?) no Estado de Mato Grosso. *S.B.G.*, São Paulo, 8 (1): 31-39.
- MAITHY, P. K. 1992. Palaeobiology of Vindhyan. *Palaeobotanist* 40: 52-72.
- MARGULIS, L. 1981. *Symbiosis in cell evolution. Microbial communities in the Archean and Proterozoic Eons*. Second edition. W. H. Freeman and Company. New York. 452 p.

- MATHUR, V. K. & SHANKER, R. 1989. First record of Ediacaran fossil elements from the Krol Formation, Naini Tal Syncline. *Journal of the Geological Society of India* 34: 245-254.
- MATHUR, V. K. & SHANKER, R. 1990. Ediacaran medusoids from the Krol Formation, Naini Tal Syncline, Lesser Himalaya. *Journal of the Geological Society of India* 36: 74-78.
- McMENAMIN, M. A. S. 1986. The garden of Ediacara. *Palaios*, 1: 178-182.
- McMENAMIN, M. A. S. 1998. *The garden of Ediacara*. Columbia University Press. 295p.
- MOCZYDLOWSKA, M.; VIDAL, G. 1992. Phytoplankton from the Lower Cambrian Lousa formation on Bornhoen, Denmark: biostratigraphy and palaeoenvironmental constraints. *Geol. Mag.* 129(1), pp. 17-40.
- MOORMAN, M. 1974. Microbiota of the Late Proterozoic Hector Formation, southwestern Alberta, Canada. *Journal Paleontology*, 48 (3): 524-539.
- MYROW, P. M. & KAUFMAN, A. J. 1999. A Newly discovered cap carbonate above Varanger-age glacial deposits in Newfoundland, Canada. *Journal of Sedimentary Research*, vol. 69, 3: 784-793.
- NARBONNE, G.; KAUFMAN, A.J.; KNOLL, A.H. 1994. Integrated carbon isotope and biostratigraphy of the upper Windermere Group, Mackenzie Mountains, N.W. Canada. *Geol. Soc. Am. Bull.* 106: 1281-1292.
- NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A.N. 2001. Capa carbonática pós-Varanger no SW do Cráton Amazônico, MT: Evidência de Glaciação Global (Snowball Earth). VII Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém, Pará. *Resumos expandidos*. SBG – Núcleo Norte – p. 36-39.
- OEHLER, D.Z. 1976. Pyrenoid-like structures in late precambrian algae from the bitter Springs formation of Australia. *Journal of Pleontology*. Vol. 51, no. 5 USA.
- OLIVA, L.A.; OLIVATTI, O.; RIBEIRO FILHO, E.; SCHOBENHAUS FILHO, C. 1979. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha SD 21, Cuiabá. Brasília, DNPM.
- OLIVATTI, O. 1976. Contribuição à geologia da faixa orogênica Paraguai-Araguaia. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, Ouro Preto, *Resumos*, SBG, p. 12-13.
- OLIVEIRA, A. I. de & MOURA, P. de. 1944. Geologia da região de Corumbá e minérios de manganês e ferro de Urucum, Mato Grosso. *Boletim Divisão de Fomento Produção Mineral*, 62: 13-29.

- OLIVEIRA, A. I. de & LEONARDOS, O.H. 1943. *Geologia do Brasil*, 2ª. edição, Rio de Janeiro, 813p.
- PLUMB, K.A. 1991. New Precambrian time scale. *Episodes* 14: 139-140.
- POWELL, C.M. 1995. Are Neoproterozoic glacial deposits preserved on the margins of Laurentia related to the fragmentation of two supercontinents? *Comments. Geology*. 23: 1053-1054.
- QUADROS, L. P.; MELO, J. H. G. 1987. Método prático de preparação palinológica em sedimentos pré-Mesozóico. *B. Geoci. Petrobrás*, RJ, 1(2): 205-214.
- RAHA, P. K., MOITRA, A. K., DAS SARMA, D. C., ASHOK KUMAR, P., RAMA RAO, M. R. 1991. (Abstract) Search for microfossils in the Bhima and Kaladgi-Badami Sequence of south India. *Records of the Geological Survey of India* 124(2): 10.
- RETALLACK, G. J. 1994. Were the Ediacaran fossils lichens? *Paleobiology*, 20(4): 523-544.
- RIBEIRO FILHO, W.; LUZ, J. da S.; ABREU FILHO, W. 1975. Relatório final do Projeto Serra Azul. Goiânia. *DNPM/CRPM*. 104 p.
- ROCHACAMPOS, A. C. & HASUI, Y. 1981. Tillites of the Macaúbas Group (Proterozoic) in Central Minas Gerais and southern Bahia, Brazil. In: HAMBREY, M.J. & HARLAND, W.B. eds. *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, p. 933-938.
- RUNNEGAR, B. 1982. The Cambrian explosion: animals or fossils? *Journ. Geol. Soc. Australia*, 29: 395-411.
- RUNNEGAR, B. 1992. Evolution of the earliest animals. In: Schopf, J. W. ed., *Major Events in the History of Life*, Jones and Bartlett Publishers, Boston, p. 65-93.
- SHEPELEVA, E. D. 1962. Plant? Fossils of unknown taxonomic position from the deposits of the Bavlinskaya Series in the Volga-Urals oil province. *Translations Doklady Akad. Earth Sciences*, 142: 170-171.
- SCHOBENHAUS, C. & CAMPOS, D.A. 1984. A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. coords. *Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais*, escala 1: 2: 500.000. Brasília, *DNPM*, p. 9-53.
- SCHOPF, J. W. 1968. Microflora of the Bitter Springs Formation, Late Precambrian, Central Australia. *Journal of Paleontology* 42: 651-688.
- SCHOPF, J. W. 1992. *Major events in the history of life*. Jones and Bartlett Publishers. 190 p.

- SCHOPF, J. W. 1995. Ritmo e modo da evolução microbiana pré-cambriana. *Rev. Estudos Avançados*, USP, 23: 195-215.
- SCHOPF, J. W.; HAUGH, B.N.; MOLNAR, R.E; SATTERTHWAIT, D.F. 1973. On the development of metaphytes and metazoans. *Journal of Paleontology*, vol. 47 (1): 1-9.
- SCHOPF, J. W. & KLEIN, C. eds.1992. *The Proterozoic Biosphere. A Multidisciplinary study*. Cambridge University Press. 1348p.
- SCHOPF, J. W. & WALTER, M.R. 1983. Archaen microfossils: new evidence of ancient microbes. Chapter 9. In: J.W.Schopf ed. *Earth's Earliest Biosphere: Its Oriin and Evolution*. Princeton University Press, p. 214-239.
- SCOTESE, C.R. & GOLONKA, J. 1992. Paleomap. Paleogeographic Atlas, Paleomap Progress. *Report no. 20*. Depto. Geology, Un. Texas, 34p.
- SEILACHER, A. 1956. Der Begin des Kambriums als biologische Wende, *Neus Jahrbuch für Geologie und Paäontologie Abhandlungen*, 103: 155-80.
- SEILACHER, A. 1989. Vendozoa: Organismic construction in the Proterozoic biosphere. *Lethaia* 22: 229-239.
- SEILACHER, A. 1993. Early multicellular life: Late Proterozoic fossils and the Cambrian explosion. In: Bengtson, S. (ed.) *Early Life on Earth*. Nobel Symposium No. 84. Columbia University Press, New York. pp. 389-400.
- SHANKER, R. & MATHUR, V. K. 1992. Precambrian-Cambrian sequence in Krol belt and additional Ediacaran fossils. *Geophytology* 22: 27-39.
- SHARMA, M., SHUKLA, M.; VENKATACHALA, B. S. 1992. Metaphyta and Metazoan fossils from Precambrian sediments of India: a critique. *The Palaeobotanist* 40: 8-51.
- SHUKLA, M., SHARMA, M., BANSAL, R.; VENKATACHALA, B. S. 1991. Pre- Ediacaran fossil assemblages from India and their evolutionary significance. *Memoirs of the Geological Society of India* 20: 169-179.
- SIMONETTI, C. & FAIRCHILD, T.R. 1989. Paleobiologia de uma nova microflórula silicificada do Grupo Bambuí (Proterozóico Superior) da região de Unaí, MG. *Boletim IG-USP*. Publicação Especial n. 7 (Paleobotânica e Palinologia na América do Sul), p. 1-25.
- SIMONETTI, C. & FAIRCHILD, T.R. 2000. Proterozoic microfossils from subsurface siliciclastic rocks of the São Francisco Craton, south-central Brazil. *Precambrian Research* 103: 1-29.

- SOMMER, F. W. 1957. Estromatólitos no Calcário Corumbá, Mato Grosso. *Anais de Academia Brasileira de Ciências*, 29 (2): 10-11.
- SOMMER, F. W. 1971. Microfósseis do calcário Corumbá, de Ladário, Estado do Mato Grosso. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 43 (3/4): 615-617.
- SPRIGG, R.C. 1946. Early Cambrian "jellyfishes" of Ediacara, South Australia, and Mount John, Kimberley District, Western Australia. *TRANSACTIONS ROYAL SOCIETY SOUTH AUSTRALIA*, 73: 72-99.
- SUBACIUS, S.M.R. 1985. Estudo biogeoquímico e micropaleontológico do sílex negro da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí (Proterozóico superior), São Gabriel (GO), Brasil. São Paulo, *Dissertação de Mestrado*, IG-USP, 149p.
- TAPPAN, H. 1980. The Paleobiology of Plant Protists. W.H. Freeman, São Francisco, 1028p.
- TAPPAN, H.; LOEBLICH, A. R. 1971. Surface sculpture of the wall in Lower Paleozoic acritarchs. *Micropaleontology*, vol. 17, pp. 385-410.
- TIMOFEEV, B.V. 1966. *Mikropaleofitologicheskoe Issledovanie Drevnikh Svit.* (Micropalaeontological Investigations of Ancient Suites) 147p.
- TROMPETTE, R. 1994. Geology of Western Gondwana Pan- African Brasiliano aggregation of South America and Africa Balkema, 350 p.
- UESUGUI, N. 1979. Palinologia: Técnicas de tratamento de amostras. *B. téc. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 22(4): 229-240.
- VERMEIJ, G.J. 1996. Animal Origins. *Science* vol. 274 p. 525-526.
- VIDAL, G. 1976. Late Precambrian microfossils from the Visingsö Beds in southern Sweden. *Fossils and Strata*, 9: 1-57.
- VIDAL, G. 1988. A Palynological preparation method. *Palynology*, 12: 215-220.
- VIDAL, G. & KNOLL, A.H. 1983. Proterozoic plankton. *Geol. Soc. America, Mem.*, 161: 265-277.
- VIDAL, G.; MOCZYDLOWSKA, M. 1992. Patterns of phytoplankton radiation across the Precambrian-Cambrian boundary. *Journal of the Geological Society*, vol. 149, p. 647-654.
- VIDAL, G.; NYSTUEN, J. P. 1990. Lower Cambrian acritarchs and the Proterozoic-Cambrian boundary in southern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 70, pp. 191-222.
- WAGGONER, B. M. 1995. Ediacaran lichens: a critique. *Paleobiology*, 21(3): 393-397.

- WALDE, D. H.G.; LEONARDOS, O. H.; HAHN, G.; HAHN, R; PFLUG, H. D.1982. The first precambrian megafossil from South América *Corumbella weneri*. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 54(2), p.461.
- WETTSTEIN, R. VON 1924. *Handbuch der systematischen Botanik* (third edition), 1017 pp. Wien, Leipzig.
- XIAO, S.; ZHANG, Y.; KNOLL, A.H. 1998. Three-dimensional preservation of algae and animal embryos in a Neoproterozoic phosphorite. *Nature*, vol. 391 p. 553-558.
- XIAO, S. & KNOLL, A.H. 2000. Phosphatized animal embryos from the Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng'an, Guizhou, South China. *Journal of Paleontology*, vol. 74 (5): 767-788.
- XUNLAI, LI, Z.; RUIJI, C. 1999. A diverse metaphyta assemblage from the Neoproterozoic black shales of South China. *Lethaia*, vol. 32: 143-155.
- YIN, L. & LI, Z. 1978. Precambrian microfloras of southwest China, with reference to their stratigraphic significance. *Mem. Nanjing Inst. Geol. Palaeontol.* 10: 41-102.
- YIN, L & GUAN, B. 1999. Organic-walled microfossils of Neoproterozoic Dongjia Formation, Lushan County, Henan Province, North China. *Precambrian Research* 94: 121-137.
- ZAINE, M.F. 1991. Análise dos fósseis da parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e Seu Contexto Temporal e Paleoambiental. São Paulo. 218p. *Tese de Doutorado*, IG-USP.
- ZAINE, M. F. & FAIRCHILD, T. R. 1985. Comparison of *Aulophycus lucianoï* Beurlen & Sommer from Ladário (MS) and the genus *Cloudina* Germs, Ediacaran of Namibia. *Anais Academia Brasileira Ciências*, 57: 133.
- ZAINE, M.F. & FAIRCHILD, T.R. 1987. Novas considerações sobre os fósseis da Formação Tamengo, Grupo Corumbá, SW Brasil. In: Congr. Bras. Paleo., 10, *Anais*, Rio de Janeiro, RJ. *SBP*, v. 2, p.797-807.
- ZANG, W. 1995. Early Neoproterozoic sequence stratigraphy and acritarch biostratigraphy, eastern Officer Basin, South Australia. *Precambrian Research* 74: 119-175.
- ZHU, W. & CHEN, M. 1984. On the discovery of macrofossil algae from the late sinian in the eastern Yangtze Gorges, South China. *Acta Botanica Sinica* 26: 558-560.
- ZHURAVLEV, A.Y. 1993. Were Ediacaran Vendobionta multicellulars? *N. Jb. Geol. Paläont. Abh*, Stuttgart, 190: 299-314.

**ANEXOS**



**Anexo 1: Relação de lâminas delgadas**

No.	Registro	grupo	formação
1	8/28-15 UCLA	Corumbá	Tamengo
2	1/10	Corumbá	Tamengo
3	1/42	Corumbá	Tamengo
4	1/40B	Corumbá	Tamengo
5	8/13	Corumbá	Tamengo
6	1/14B	Corumbá	Tamengo
7	1(1-2-86)2	Corumbá	Tamengo
8	8/15	Corumbá	Tamengo
9	1/30B	Corumbá	Tamengo
10	TRF-94-1	Corumbá	Tamengo
11	8/49B	Corumbá	Tamengo
12	1/41	Corumbá	Tamengo
13	1(1-2-86)2	Corumbá	Tamengo
14	1/29B UCLA	Corumbá	Tamengo
15	1/40B	Corumbá	Tamengo
16	1(1-2-86)4	Corumbá	Tamengo
17	37(28-1-86)A	Corumbá	Tamengo
18	PI.2		Puga
19	PI		Puga
20	AP-4A		Araras
21	AP-9B		Araras
22	PI.1		Puga
23	A1		Araras
24	A1		Araras
25	A1C5-1		Araras
26	A1C5-3A		Araras
27	A1C5-3AB		Araras
28	A1C5-4		Araras
29	A1C5-4A		Araras
30	A1C5-5A		Araras
31	A1C5-5B		Araras
32	A1C5-5C		Araras
33	A1C5-6		Araras
34	A1C5-7A		Araras
35	A1C5-7AB		Araras
36	A1C5-7C		Araras
37	A1C5-8		Araras
38	A1C5-9A		Araras
39	A1C5-9B		Araras
40	A1C5-10B		Araras
41	A1C5-10C		Araras
42	A1C5-11		Araras
43	A1C5-11A		Araras
44	A1C5-12A		Araras
45	A1C5-12B		Araras
46	A1C5-13A		Araras
47	A1C5-13B		Araras

**Anexo 2: Relação de lâminas palinológicas**

A primeira coluna (No.) refere-se ao número da lâmina. A segunda coluna refere-se ao número de registro da amostra. As amostras T, TD, I, L foram coletadas por Renata Hidalgo e Thomas Rich Fairchild; as AIC5 E AIM foram coletadas por Renata Hidalgo, Thomas Rich Fairchild e Afonso Nogueira; as LGC, LG e LGD foram coletadas por Paulo César Boggiani; as demais amostras foram coletadas por Mariselma Ferreira Zaine e Thomas Rich Fairchild. A terceira, quarta e quinta coluna refere-se a posição estratigráfica de cada amostra e sua localização. A última coluna refere-se aos resíduos que sobraram após a dissolução da rocha ou que serviram para a confecção de novas lâminas. Todas as lâminas e resíduos estão depositados no Laboratório de Paleobiologia do pré-Cambriano, Instituto de Geociências, USP/SP.

No.	Registro/Amostra	grupo	formação	localização	resíduos
1	3/20.7.84/17A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
2	1/19	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	96
3	8/52'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
4	8/51	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	77
5	8/50	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
6	3/17A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
7	3/20.7.84/17 B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
8	3/20.7.84/10 A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
9	3/20.7.84/2 C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
10	8/28-16 B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	75, 85, 97
11	3/3-X-79	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
12	T-4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
13	8/54	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	65, 76, 81
14	8/54	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	65, 76, 81
15	8/53	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	95
16	3/20.7.84/10 B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
17	1/9.8.88/3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	45
18	1/9.8.88/6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
19	1/9.8.88/7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	52
20	TH 1 B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
21	1/9.8.88/7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	52
22	2/9.8.88/4 D	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
23	2/6.8.88/4 B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
24	2/9.8.88/4 A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
25	2/9.8.88/4 C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
26	2/9.8.88/1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
27	3/6.2.88/6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
28	2/9.8.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	49, 53
29	3/6.2.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
30	2/6.2.88/4A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
31	2/9.8.88/1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
32	2/6.2.88/5	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	41
33	2/9.8.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	49, 53, 61
34	2/9.8.88/4B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
35	TH 1A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
36	1/20.7.84/38	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
37	TH1C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
38	1/20.7.84/38	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
39	8/28	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	84, 100
40	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	16, 17, 22

41	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	16, 17, 22
42	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	16, 17, 22
43	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	16, 17, 22
44	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
45	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
46	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
47	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
48	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
49	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
50	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
51	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
52	3/03.XI.79/-6-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	14, 15, 21
53	3/3-X-79	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
54	5/3.XI.79/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	58
55	8/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
56	5/3.XI.79/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
57	3/20.7.84/8A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
58	3/20.7.84/2C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
59	3/20.7.84/10	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
60	1/9.8.88/3A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
61	1/9.8.88/3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	43
62	1/9.8.88/7A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
63	1/9.8.88/7B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
64	1/9.8.88/7C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
65	1/9.8.88/4C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
66	1/9.8.88/12	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
67	1/9.8.88/13	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	51
68	1/6.2.88/12	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	33
69	1/9.8.88/4D	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
70	1/6.2.88/14	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
71	1/9.8.88/5A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	46
72	1/9.8.88/5B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
73	1/9.8.88/5C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
74	1/9.8.88/6A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
75	1/12	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
76	1/12'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
77	1/21B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
78	1/21A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
79	1/18	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	79
80	1/25'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
81	1/25	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
82	1/33	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
83	1/35C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
84	1/35A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
85	3A/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	102
86	1/37	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	67
87	1/37'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
88	1/39	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
89	8/9	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
90	8/7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	69
91	8/6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
92	8/15'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	

93	8/14	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	89
94	8/13B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	70
95	8/12	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
96	8/18	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	82
97	8/17	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	90
98	8/16	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
99	8/15B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
100	8/28A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	91
101	8/25	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
102	8/21	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	101
103	8/20	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	88
104	1/40A	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
105	1/35B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
106	8/28C	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	117
107	8/28	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	84, 100
108	1/40'	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	92, 93
109	8/52	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	94
110	5/03.XI.79/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
111	5/03.XI.79/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
112	3/20.7.84/2AC	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
113	3A/1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
114	3/17B	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
115	1/40	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	62, 63
116	8/28	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	84, 100
117	1/9.8.88/5	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	36, 42
118	1/9.8.88/7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	37, 38
119	1/19.7.84	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	60
120	1/9.8.88/6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	39, 40
121	1/9.8.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	35, 47, 48
122	1/9.8.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	35, 47, 48
123	1/9.8.88/4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	35, 47, 48
124	1/9.8.88/6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	39, 40
125	1/9.8.88/3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	45
126	1/9.8.88/3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	45
127	Fiapos laginha	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
128	Fiapos laginha	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
129	8/18	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
130	T-1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	113
131	T-1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	113
132	T-2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	114
133	T-2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	114
134	T-3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	116
135	T-3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	116
136	T-4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	115
137	T-4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	115
138	TD-1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	105
139	TD-1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	105
140	TD-2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	106
141	TD-2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	106
142	TD-3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	107
143	TD-3	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	107
144	TD-4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	108

145	TD-4	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	108
146	TD-5	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	109
147	TD-5	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	109
148	TD-6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	110
149	TD-6	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	110
150	TD-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	111
151	TD-7	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	111
152	TD-8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	112
153	TD-8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	112
154	A1		Araras		4
155	P1		Puga		5
156	A1		Araras		4
157	A1		Araras		4
158	P1		Puga		5
159	P1		Puga		5
160	P1		Puga		5
161	P1		Puga		5
162	P1		Puga		5
163	A1		Araras		4
164	A1		Araras		4
165	P1		Puga		5
166	A1C5-1		Araras		1
167	A1C5-1		Araras		1
168	A1C5-2		Araras		2
169	A1C5-2		Araras		2
170	A1C5-5		Araras		3
171	A1		Araras		4
172	P1		Puga		5
173	Lavrinhas mina principal				
174	A1C5-8		Araras		6
175	A1C5-8		Araras		6
176	A1C5-8		Araras		6
177	A1C5-8		Araras		6
178	A1C5-9		Araras		7
179	A1C5-9		Araras		7
180	A1C5-9		Araras		7
181	A1C5-9		Araras		7
182	A1C5-3B		Araras		8
183	A1C5-3B		Araras		8
184	A1C5-4		Araras		9
185	A1C5-4		Araras		9
186	A1C5-6		Araras		10
187	A1C5-6		Araras		10
188	A1C5-7A		Araras		11
189	A1C5-7A		Araras		11
190	A1C5-7B		Araras		12
191	A1C5-7B		Araras		12
192	A1C5-7C		Araras		13
193	A1C5-7C		Araras		13
194	L-6	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	29
195	L-7	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	30

196	L-7	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	30
197	L-7	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	30
198	L-7	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	30
199	L-8	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	31
200	L-8	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	31
201	L-8	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	31
202	L-8	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	31
203	L-9	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	32
204	L-9	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	32
205	L-9	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	32
206	L-9	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	32
207	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
208	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
209	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
210	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
211	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
212	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
213	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
214	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
215	LGC-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	18, 19, 20
216	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
217	5/3.XI.79/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
218	L-0	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	24
219	L-0	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	24
220	L-0	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	24
221	L-0	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	24
222	L-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	25
223	L-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	25
224	L-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	25
225	L-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	25
226	L-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	23
227	L-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	23
228	L-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	23
229	L-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	23
230	L-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	26
231	L-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	26
232	L-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	26
233	L-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	26
234	L-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	27
235	L-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	27
236	L-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	27
237	L-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	27
238	L-5	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	28
239	L-5	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	28
240	L-5	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	28
241	L-5	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	28
242	L-6	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	29
243	L-6	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	29
244	L-6	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	29
245	I-1	Corumbá	Tamengo		118
246	I-1	Corumbá	Tamengo		118
247	I-1	Corumbá	Tamengo		118

248	I-1	Corumbá	Tamengo		118
249	I-2	Corumbá	Tamengo		119
250	I-2	Corumbá	Tamengo		119
251	I-2	Corumbá	Tamengo		119
252	I-2	Corumbá	Tamengo		119
253	I-3	Corumbá	Tamengo		120
254	I-3	Corumbá	Tamengo		120
255	I-3	Corumbá	Tamengo		120
256	I-3	Corumbá	Tamengo		120
257	I-4	Corumbá	Tamengo		121
258	I-4	Corumbá	Tamengo		121
259	I-4	Corumbá	Tamengo		121
260	I-4	Corumbá	Tamengo		121
261	I-5	Corumbá	Tamengo		122
262	I-5	Corumbá	Tamengo		122
263	I-5	Corumbá	Tamengo		122
264	I-5	Corumbá	Tamengo		122
265	1/11	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	153
266	1/11	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	153
267	1/13	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	154
268	1/13	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	154
269	1/17	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	155
270	1/17	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	155
271	1/29	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	156
272	1/29	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	156
273	1/10	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
274	1/40b	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
275	1/40a	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
276	3/20.7.84/8	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
277	1/40b	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
278	8/28-15	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
279	8/22	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
280	8/10	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
281	8/28	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
282	1/42	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
283	8/13	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
284	1/14	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
285	1/40	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
286	1/41	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
287	8/13a	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	104
288	1/30	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
289	8/15a	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
290	1/14	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
291	1/29	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
292	2/5.2.86/1	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
293	1/6.2.88/2	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	
294	8/49	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
295	8/49	Corumbá	Tamengo	Pedreira Laginha	
296	1/6.2.88/10	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	50
297	A1M-15		Araras	Mirassol do Oeste	157
298	A1M-15		Araras	Mirassol do Oeste	157
299	A1M-17		Araras	Mirassol do Oeste	158

300	AlM-17		Araras	Mirassol do Oeste	158
301	AlM-24		Araras	Mirassol do Oeste	159
302	AlM-24		Araras	Mirassol do Oeste	159
303	AlM-25		Araras	Mirassol do Oeste	160
304	AlM-25		Araras	Mirassol do Oeste	160
305	Alm-5		Araras	Mirassol do Oeste	127
306	Alm-5		Araras	Mirassol do Oeste	127
307	Alm-5		Araras	Mirassol do Oeste	127
308	Alm-5		Araras	Mirassol do Oeste	127
309	Alm-9		Araras	Mirassol do Oeste	128
310	Alm-9		Araras	Mirassol do Oeste	128
311	Alm-9		Araras	Mirassol do Oeste	128
312	Alm-9		Araras	Mirassol do Oeste	128
313	A1C5-21		Araras	BR-070	129
314	A1C5-21		Araras	BR-070	129
315	A1C5-21		Araras	BR-070	129
316	A1C5-21		Araras	BR-070	129
317	LGD-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	130
318	LGD-1	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	130
319	A1C5-42		Araras	BR-070	131
320	A1C5-42		Araras	BR-070	131
321	A1C5-42		Araras	BR-070	131
322	A1C5-42		Araras	BR-070	131
323	A1C5-101		Araras	BR-070	132
324	A1C5-101		Araras	BR-070	132
325	A1C5-101		Araras	BR-070	132
326	LGD-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	133
327	LGD-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	133
328	LG-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	134
329	LG-4	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	134
330	LGD-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	135
331	LGD-3	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	135
332	LGC-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	136
333	LGC-2	Corumbá	Guaicurus	Pedreira Laginha	136
334	Alm-1		Araras	Mirassol do Oeste	137
335	Alm-1		Araras	Mirassol do Oeste	137
336	Alm-4		Araras	Mirassol do Oeste	138
337	Alm-4		Araras	Mirassol do Oeste	138
338	Alm-6		Araras	Mirassol do Oeste	139
339	Alm-6		Araras	Mirassol do Oeste	139
340	Alm-7		Araras	Mirassol do Oeste	140
341	Alm-7		Araras	Mirassol do Oeste	140
342	Alm-8		Araras	Mirassol do Oeste	141
343	Alm-8		Araras	Mirassol do Oeste	141
344	Alm-1		Araras	Mirassol do Oeste	142
345	Alm-1		Araras	Mirassol do Oeste	142
346	Alm-12		Araras	Mirassol do Oeste	143
347	Alm-12		Araras	Mirassol do Oeste	143
348	Alm-13		Araras	Mirassol do Oeste	144
349	Alm-13		Araras	Mirassol do Oeste	144
350	Alm-14		Araras	Mirassol do Oeste	145
351	Alm-14		Araras	Mirassol do Oeste	145



352	AIm-19		Araras	Mirassol do Oeste	146
353	AIm-19		Araras	Mirassol do Oeste	146
354	AIC5-51		Araras	BR-070	147
355	AIC5-51		Araras	BR-070	147
356	AIC5-53		Araras	BR-070	148
357	AIC5-53		Araras	BR-070	148
358	AIC5-54		Araras	BR-070	149
359	AIC5-54		Araras	BR-070	149
360	AIC5-102		Araras	BR-070	150
361	AIC5-102		Araras	BR-070	150
362	AIC5-106		Araras	BR-070	151
363	AIC5-106		Araras	BR-070	151
364	AIC5-107		Araras	BR-070	152
365	AIC5-35		Araras	Mirassol do Oeste	161
366	AIC5-35		Araras	Mirassol do Oeste	161
367	AIC5-43		Araras	Mirassol do Oeste	162
368	AIC5-43		Araras	Mirassol do Oeste	162
369	AIC5-44		Araras	Mirassol do Oeste	163
370	AIC5-44		Araras	Mirassol do Oeste	163
371	AIC5-48		Araras	Mirassol do Oeste	164
372	AIC5-48		Araras	Mirassol do Oeste	164
373	AIC5-49		Araras	Mirassol do Oeste	165
374	AIC5-49		Araras	Mirassol do Oeste	165
375	AIC5-52		Araras	Mirassol do Oeste	166
376	AIC5-52		Araras	Mirassol do Oeste	166
377	AIC5-53		Araras	Mirassol do Oeste	167
378	AIC5-53		Araras	Mirassol do Oeste	167
379	MO-4		Araras	Mirassol do Oeste	168
380	MO-4		Araras	Mirassol do Oeste	168
381	MO-3		Araras	Mirassol do Oeste	169
382	M0-3		Araras	Mirassol do Oeste	169
383	MO-1		Araras	Mirassol do Oeste	170
384	MO-1		Araras	Mirassol do Oeste	170
385	1/23	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	171
386	1/23	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	171
387	1/34	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	172
388	1/34	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	172
389	1/17	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	173
390	1/17	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	173
391	1/31	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	174
392	1/31	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	174
393	1/16	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	175
394	1/16	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	175
395	1/29	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	176
396	1/29	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	176
397	1/36	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	177
398	1/36	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	177
399	1/15	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	178
400	1/15	Corumbá	Tamengo	Pedreira Itaú/Ladário	178

**Anexo 3.** Litologia das amostras coletadas para a confecção de lâminas palinológicas (A = Amostras L, B= Amostras T, C= Amostras TD).

**A**

Amostra	Litologia	Nível de coleta acima da base da formação
L-0	Pelito cinza médio claro com lâminas mais escuras de 0,5 cm. Presença de pirita nodular.	0,15 m
L-1	Pelito cinza médio claro com intercalações cinza médio escuro.	4,0 m
L-2	Pelito cinza médio claro com 0,5 cm de espessura com finas lâminas cinza médio escuro	10,5 m
L-3	Pelito cinza escuro com laminações muito escuras.	11,5 m
L-4	Pelito cinza escuro de 2,2 cm de espessura com finas lâminas intercaladas mais escuras e mais claras.	12,5 m
L-5	Pelito cinza médio escuro com lâminas cinza escuras.	13,25 m
L-6	Pelito cinza médio com lâminas cinza médio escuro. Pontos de óxido de ferro.	14,5 m
L-7	Pelito cinza médio com laminações mais escuras.	16,5 m
L-8	Pelito cinza médio escuro rítmico nas laminações mais escuras. Ao longo de algumas fraturas há a presença de gipsita.	21 m
L-9	Pelito cinza escuro com lâminas mais escuras. Para o topo as lâminas são mais freqüentes.	27 m

**B**

Amostra	Litologia	Nível de base da seção
T-2	Base da seqüência: carbonato	0
T-1	carbonato	1,5m
T-3	Marga	5 m
T-4	Folhelho	12 m

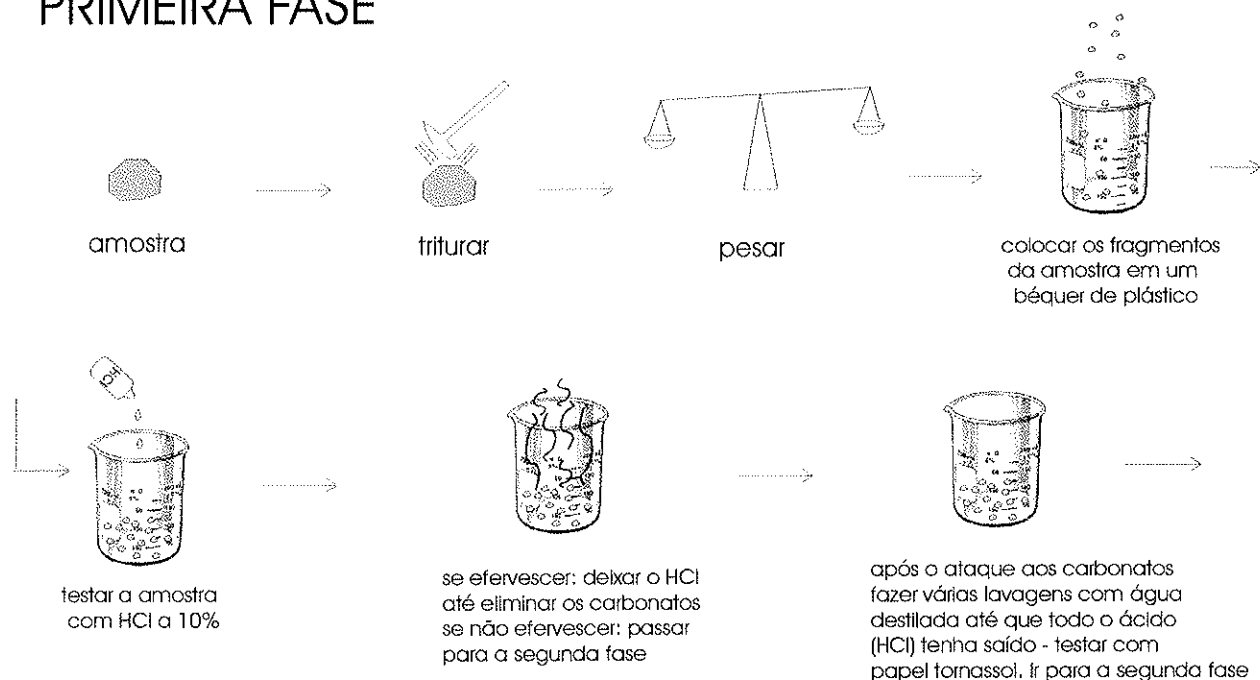
**C**

Amostra	Litologia	Nível de coleta da seção (metros)
TD1	Folhelho cinza escuro	0,70
TD2	Folhelho cinza escuro	1,70

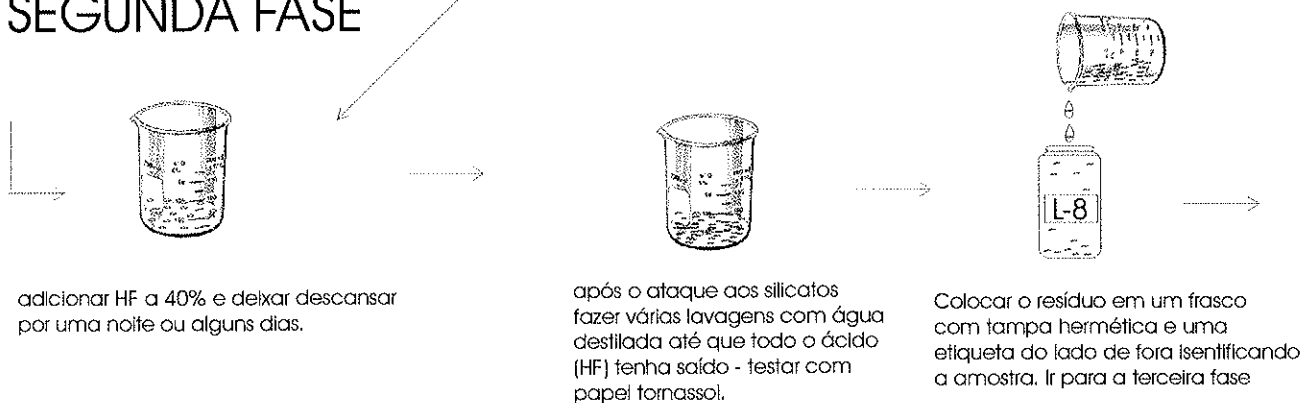
TD3	Folhelho cinza médio escuro	2,90
TD4	Folhelho cinza médio escuro	3,80
TD5	Folhelho cinza escuro	5,10
TD6	Folhelho cinza escuro	5,80
TD7	Folhelho cinza médio escuro	6,90
TD8	Folhelho cinza médio escuro	8,20

**Anexo 4:** Quadro esquemático da metodologia empregada para a confecção de lâminas palinológicas.

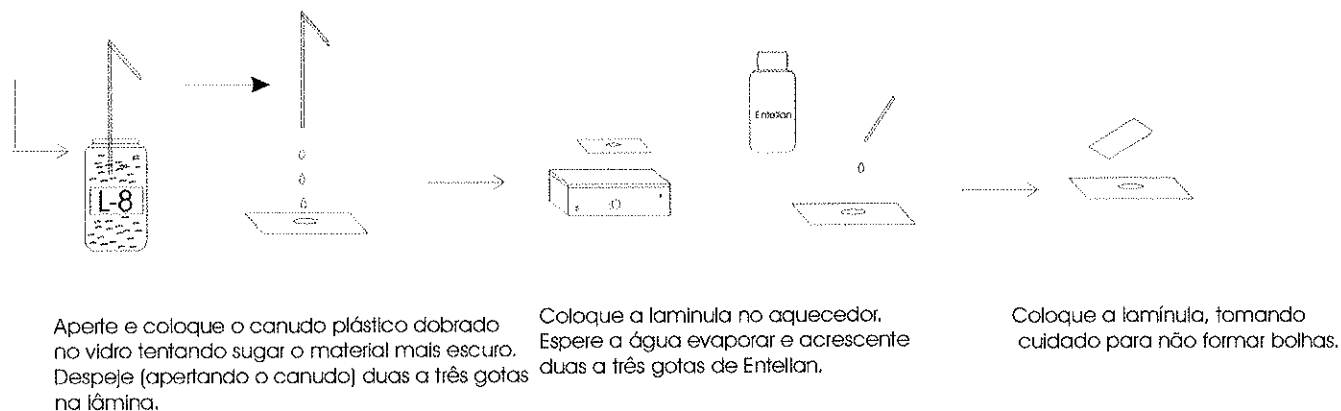
## PRIMEIRA FASE



## SEGUNDA FASE



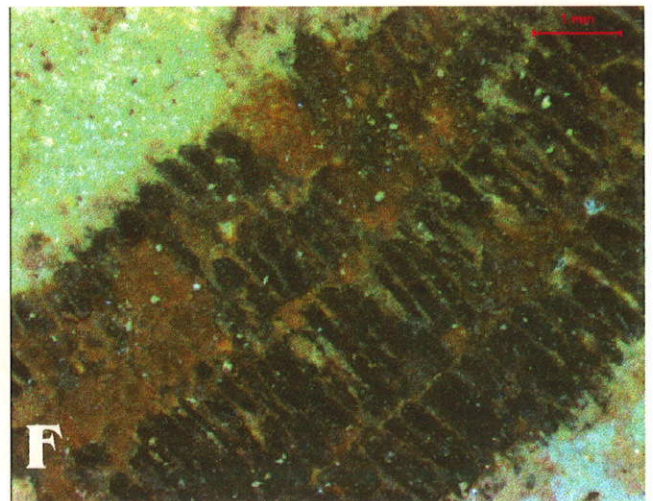
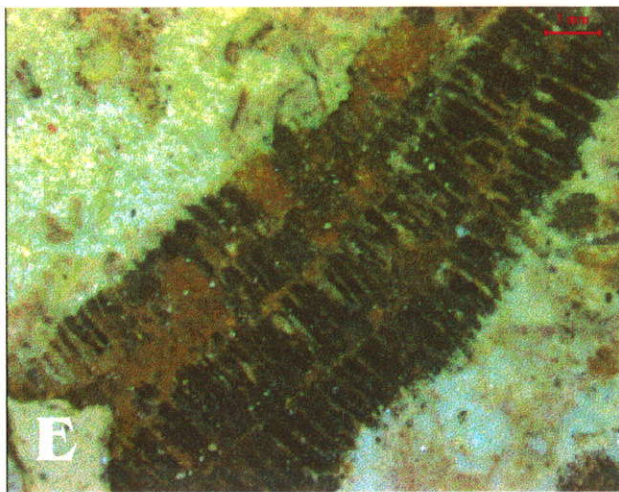
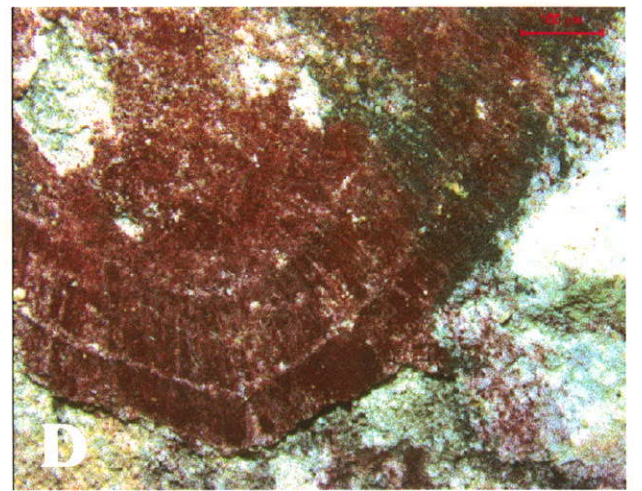
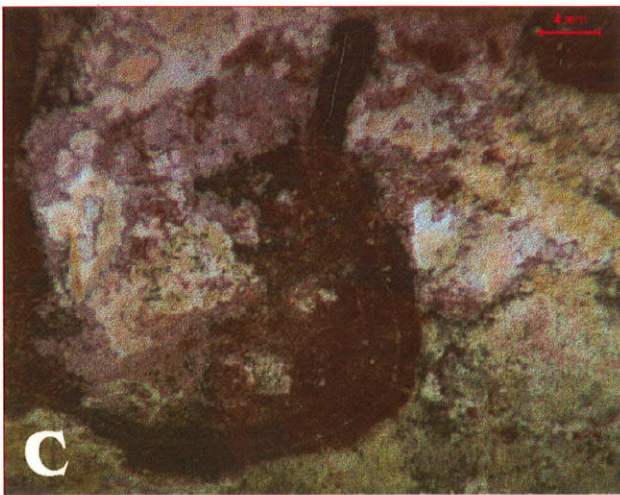
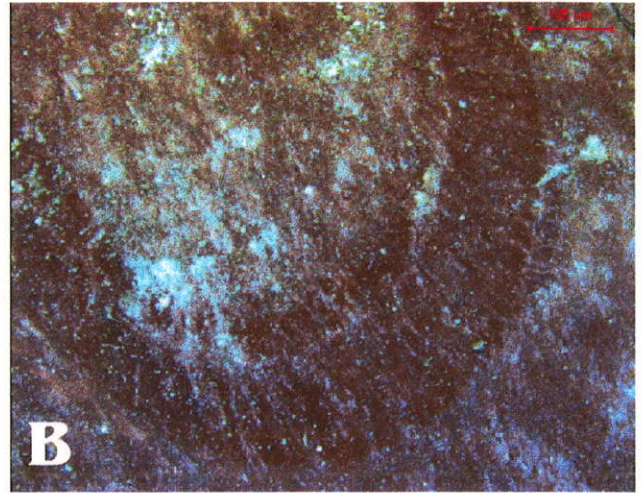
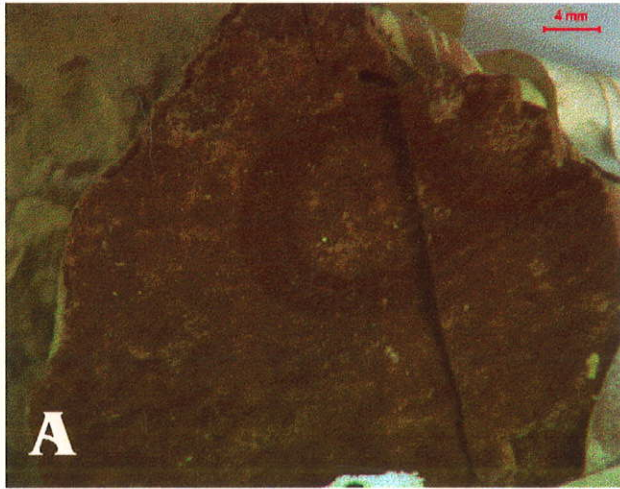
## TERCEIRA FASE



**ESTAMPAS**



# ESTAMPA 1



**Estampa 2** – Fotomicrografia em microscópio óptico.

Formação Tamengo.

A – *Leiosphaeridia crassa*

B – *Acritarca* sp. 1

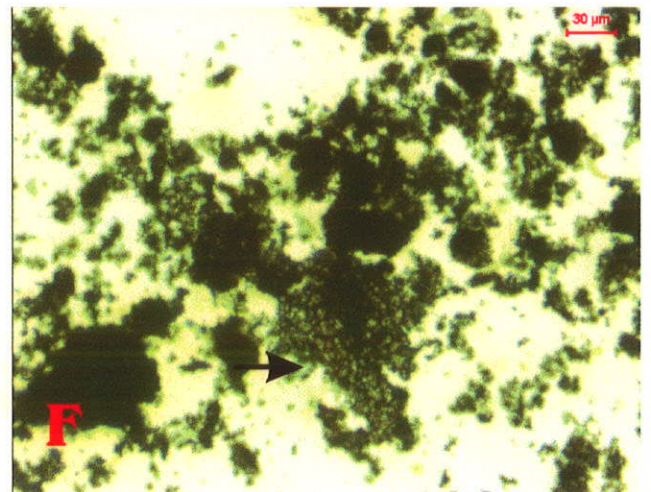
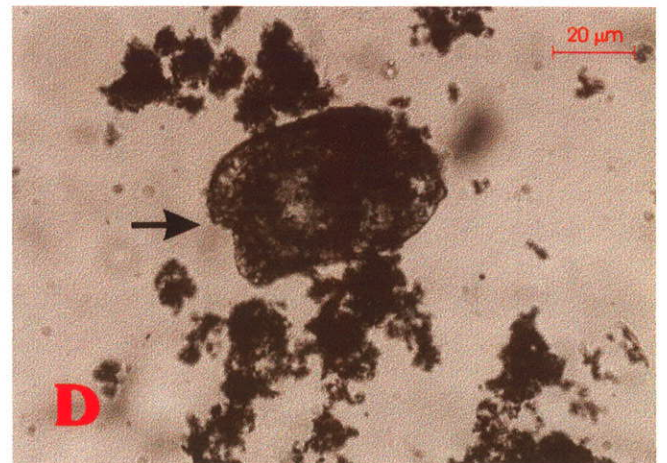
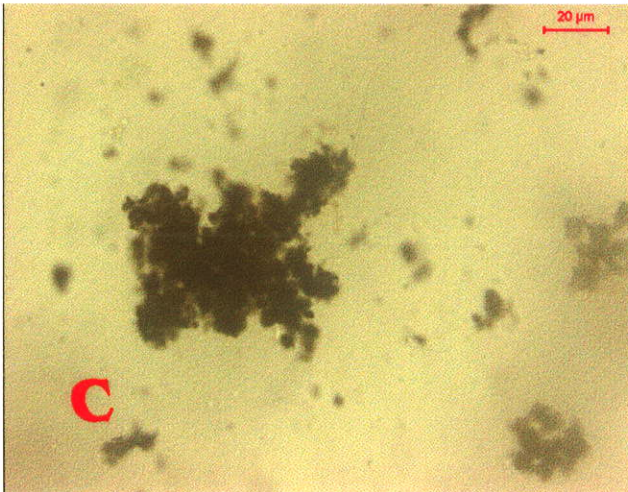
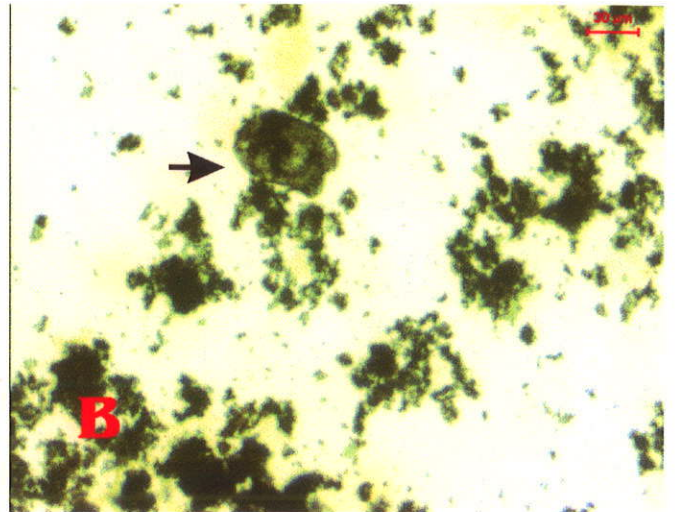
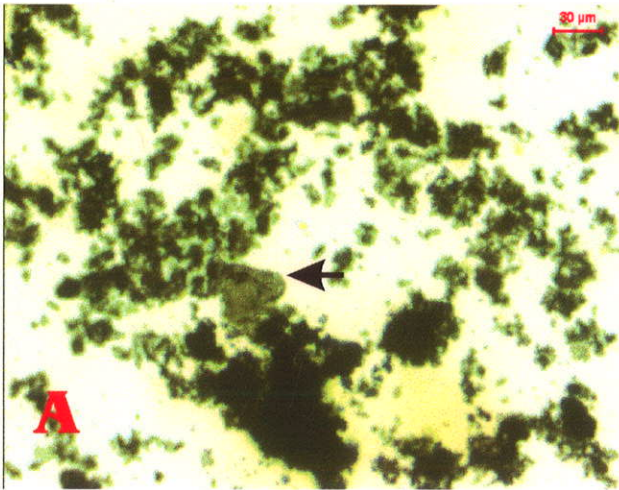
C – Matéria orgânica agregada ou amorfa

D – ampliação da foto B, seta indica as estruturas circulares presentes na margem esquerda.

E – *Bavlinella faveolata*

F – *Eoentophysalis croxfordii*







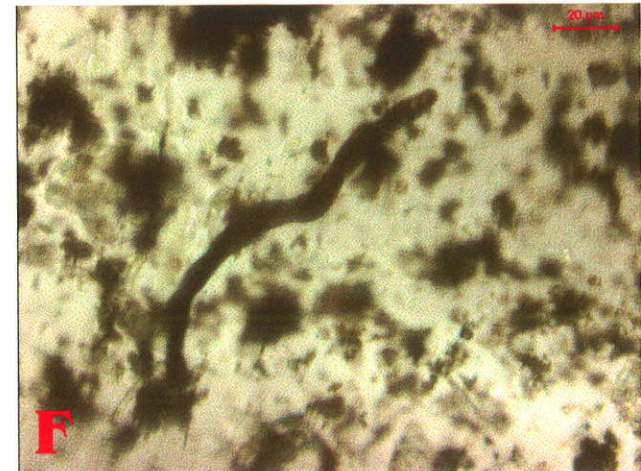
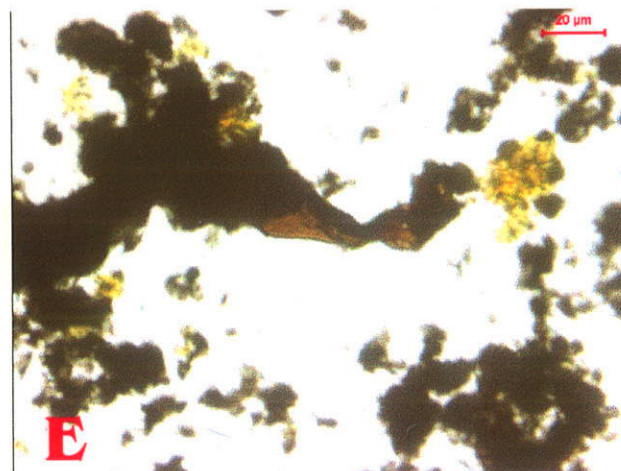
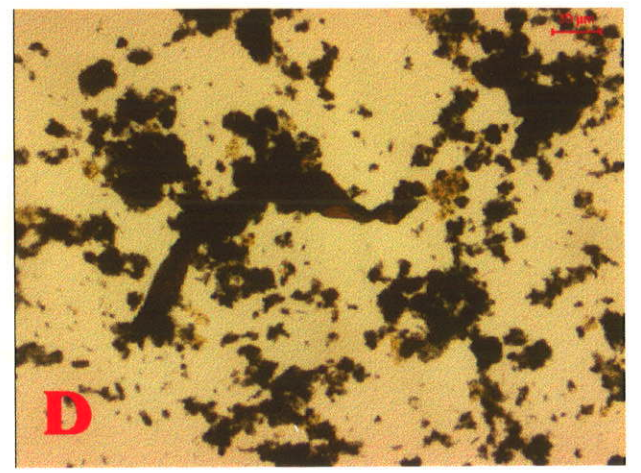
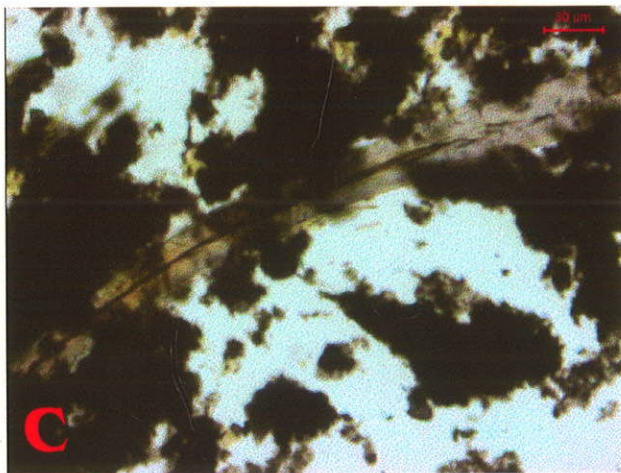
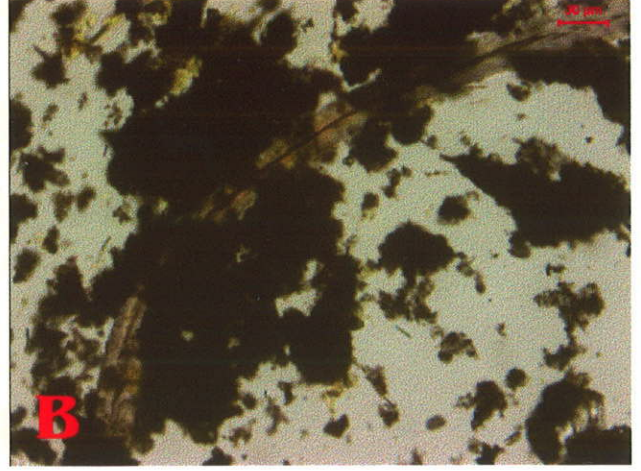
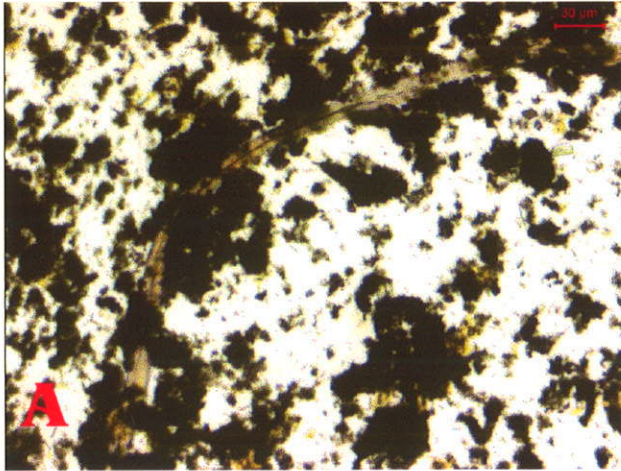
**Estampa 3** – Fotomicrografia em microscópio óptico.

A, B e C – *Helicothricoides waltheri*. Formação Tamengo. Pedreira Itaú, em Ladário. Observar em C, estrutura helicoidal.

D e E – *Siphonophycus* sp. 1. Formação Araras. Rodovia BR-070.

F – *Siphonophycus* sp. 2. Formação Tamengo. Pedreira Itaú, em Ladário.

# ESTAMPA 3

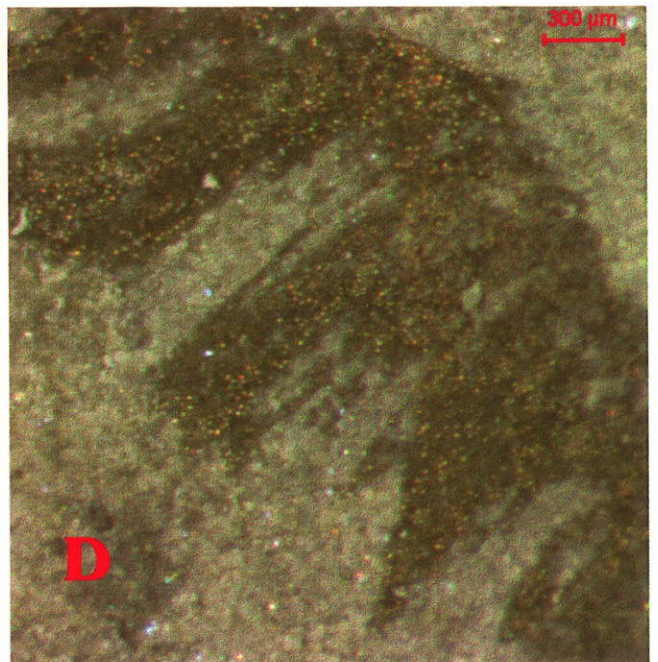
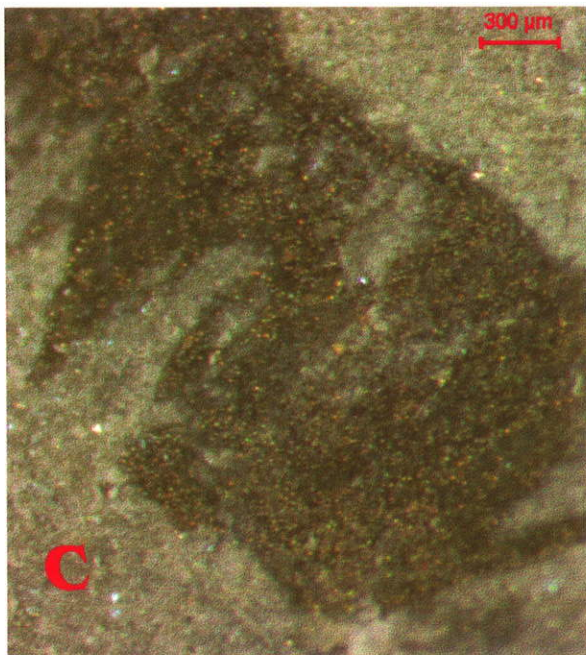
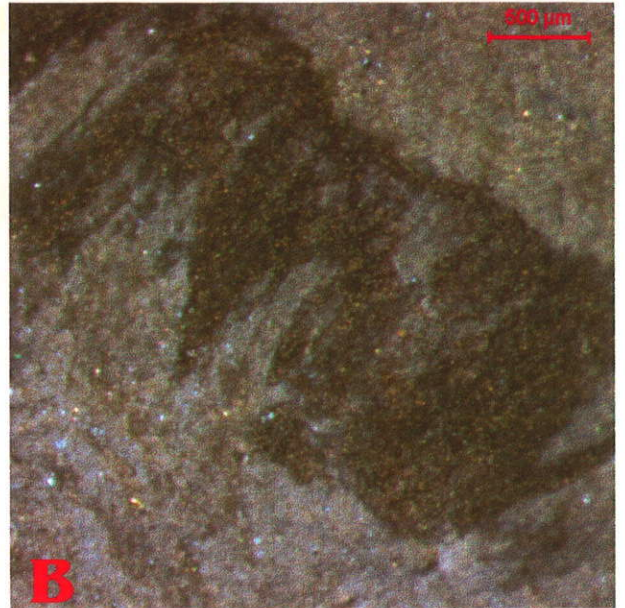
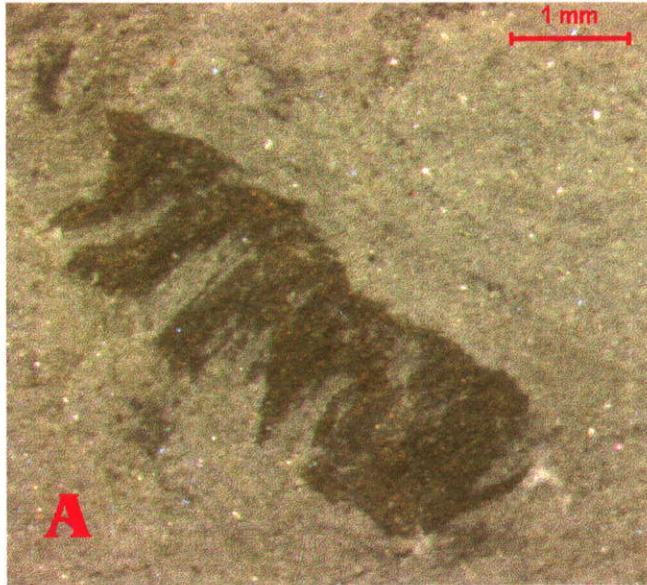


**Estampa 4** – Fotografia em lupa.

Formação Guaicurus

Metazoa sp. 1 (Fotos de A – D).





**Estampa 5 – Fotografia em lupa.**

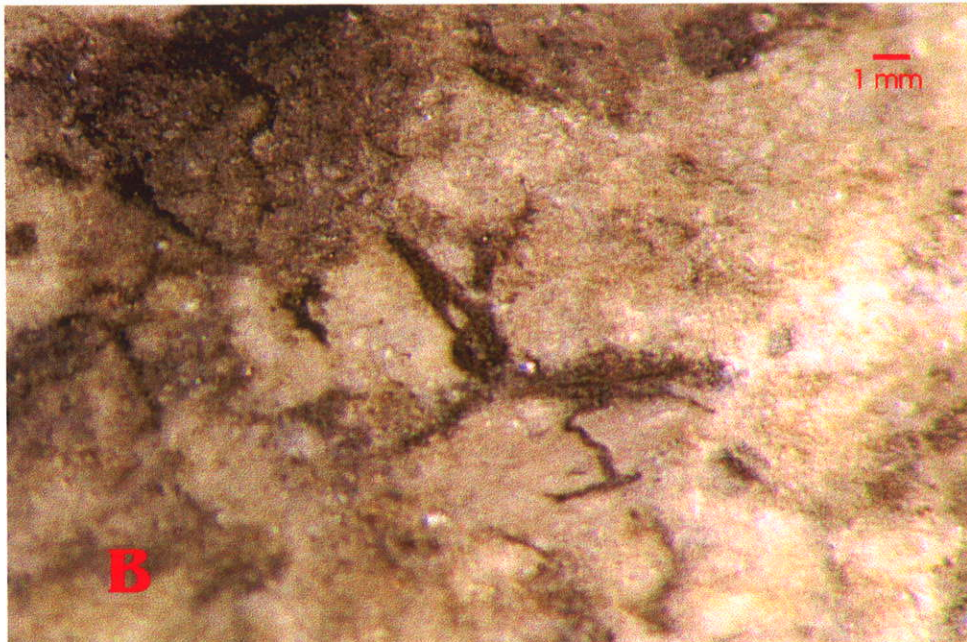
Formação Guaicurus. Pedreira Laginha.

A – *Enteromorphites siniansis*. Observar a ramificação dicotômica.

B – *Eoholynia mosquensis*.



# ESTAMPA 5



**Estampa 6** – A – Fotografia em lupa.

B – F : Fotomicrografia em M.E.V. (microscópio eletrônico de varredura).

### Formação Guaicurus

A – Observar inúmeros pontos que correspondem às estruturas em trevo nas fotos posteriores.

B – Vista geral de uma parte do material extraído de A.

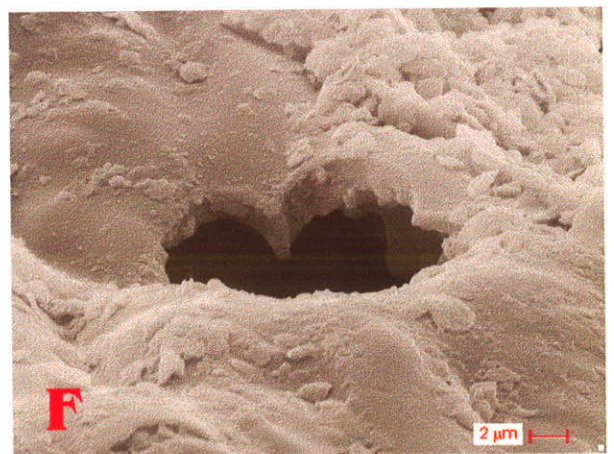
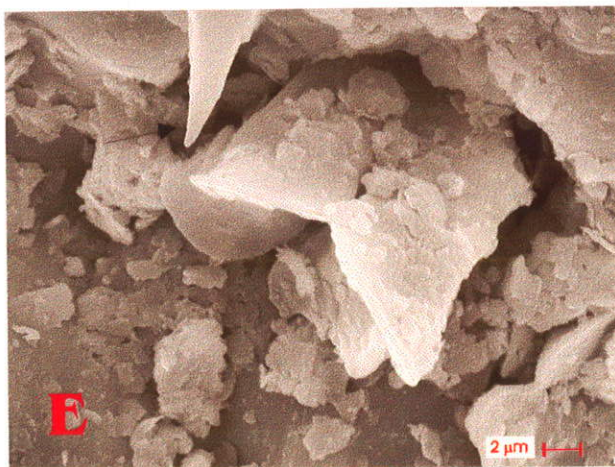
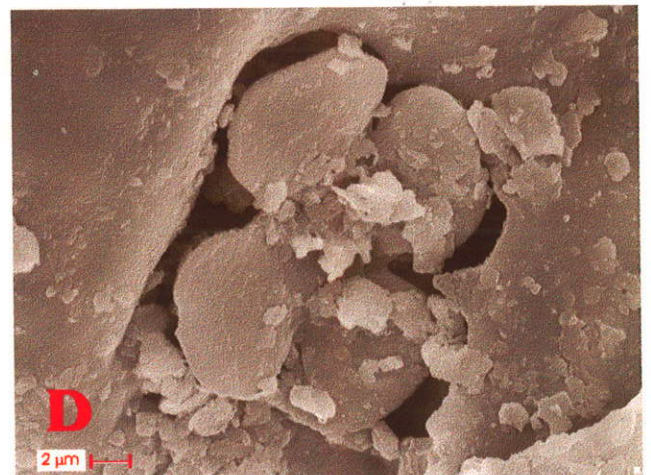
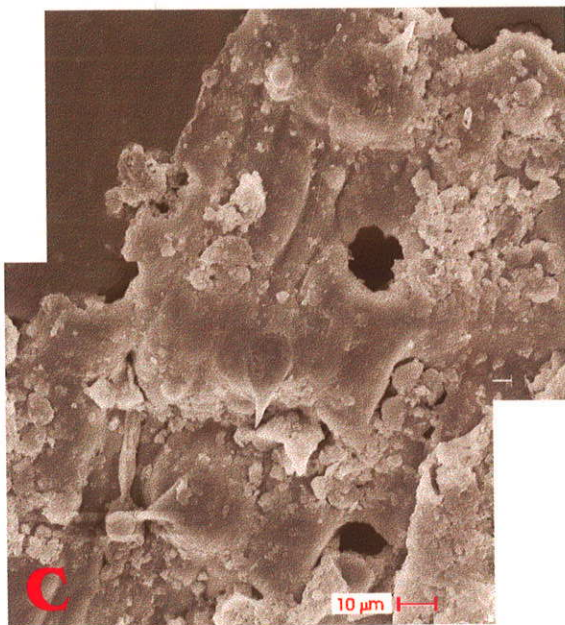
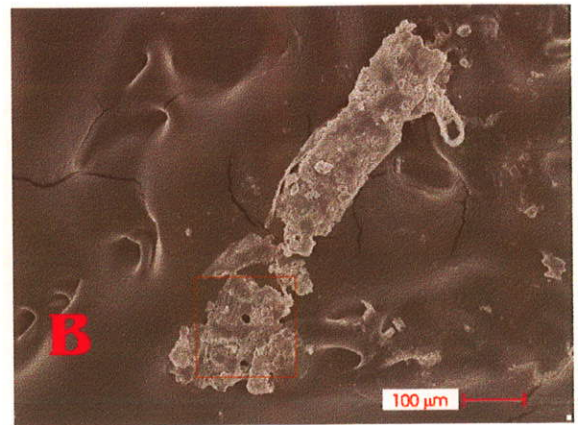
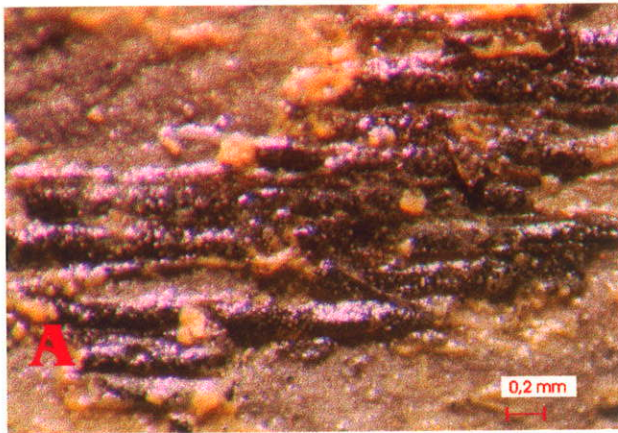
C – Observar os inúmeros orifícios, ora vazios, ora preenchidos pelos “trevos”.  
Observar as projeções pontudas.

D – Em detalhe, estruturas em forma de trevo.

E – Observar estrutura em trevo com as extremidades saindo “para fora”. Acima extremidade pontuda das projeções.

F – Observar a profundidade representada por um orifício sem “trevo”.







**Estampa 7 – Fotomicrografia em microscópio óptico.**

Formação Araras.

Rodovia BR-070.

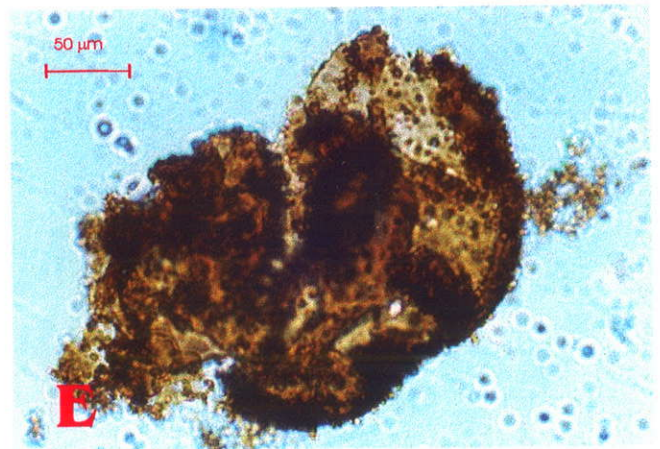
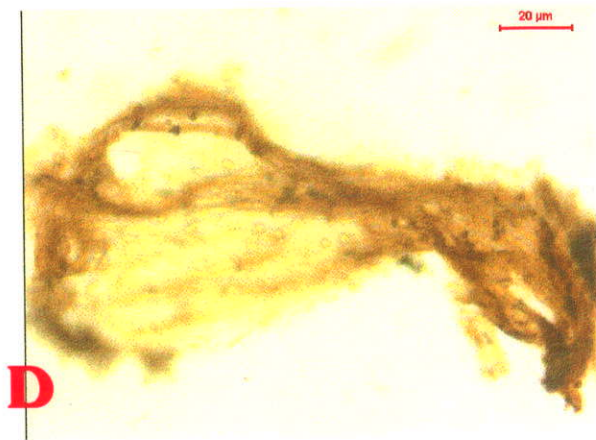
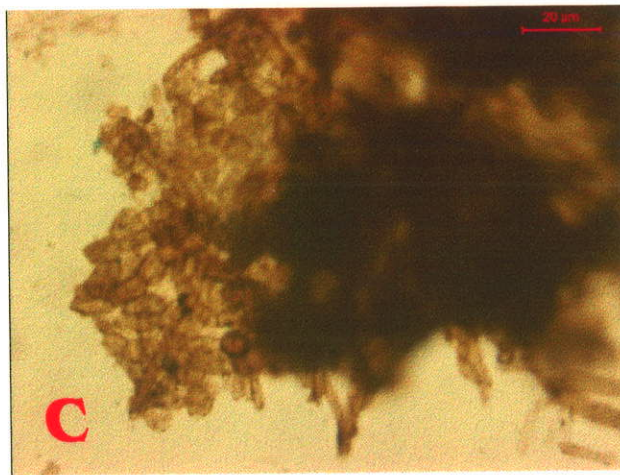
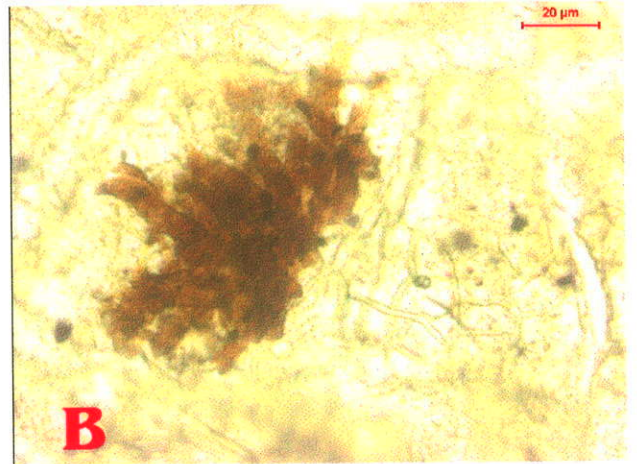
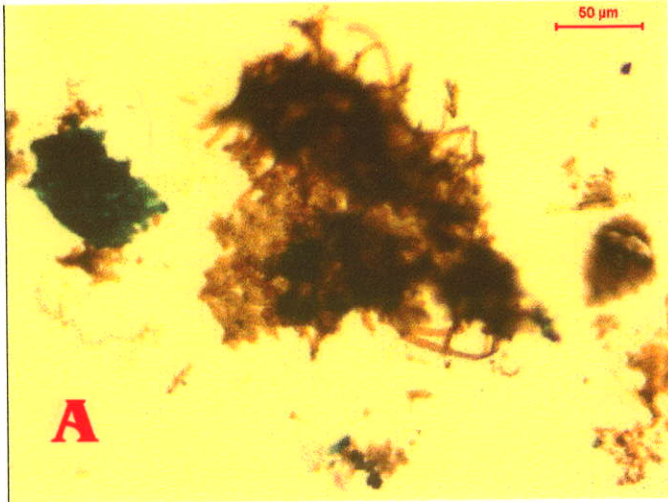
A - *Soldadophycus bossii*.

B - *Soldadophycus bossii*.

C – Detalhe da foto A. Observar filamentos cilíndricos e células esferoidais.

D - *Leiosphaeridia* sp. 1. Exemplar rasgado.

E – *Leiosphaeridia* sp. 1. Exemplar rasgado e com aspecto estriado.



**Estampa 8** – Fotomicrografia em microscópio óptico.

Formação Araras.

A – Matéria orgânica agregada.

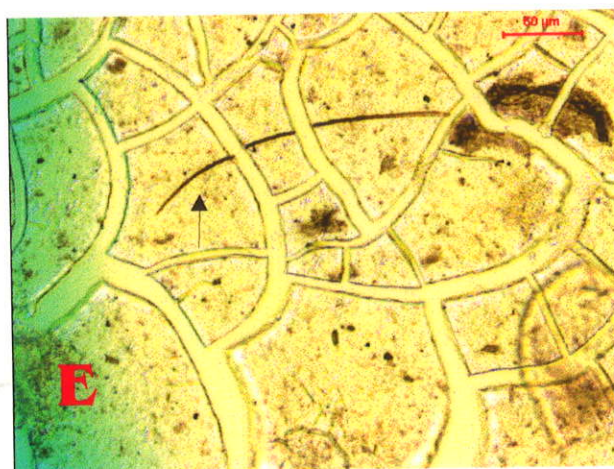
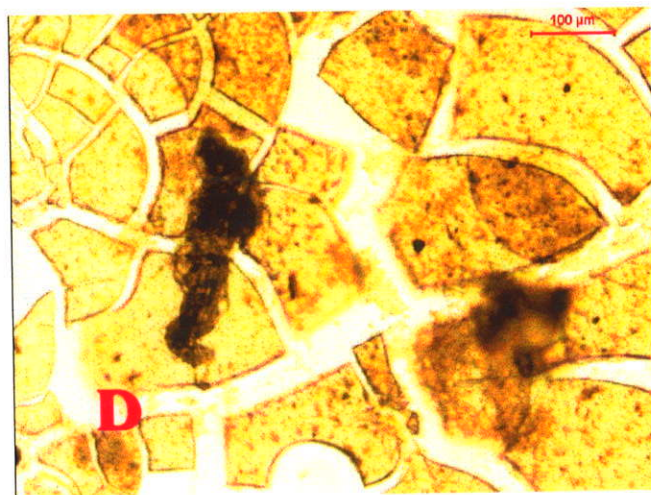
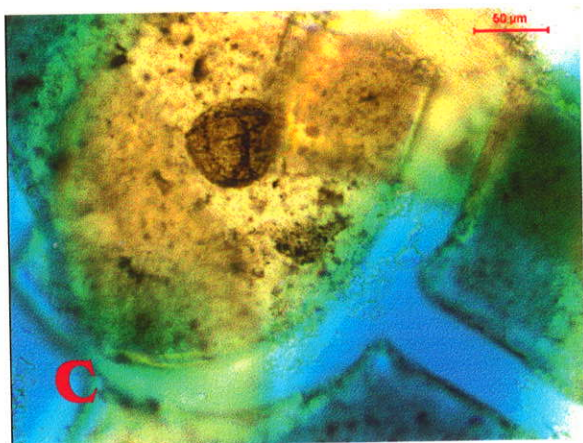
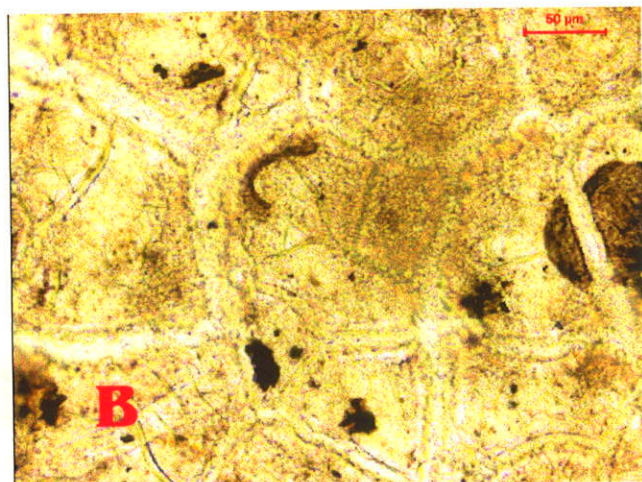
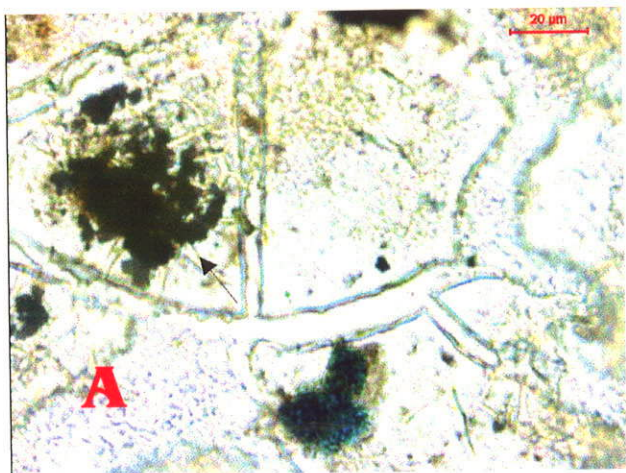
B – *Leiosphaeridia* sp. 1. Rodovia BR-070.

C – *Leiosphaeridia* sp. 1. Rodovia BR-070.

D – Filamento cianobacteriano. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.

E – Filamento cianobacteriano. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.



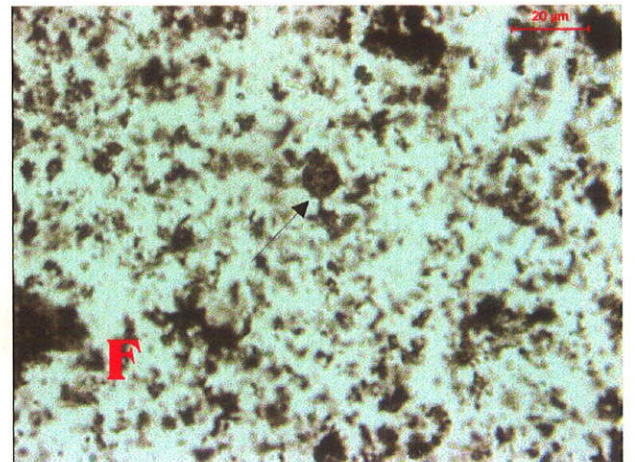
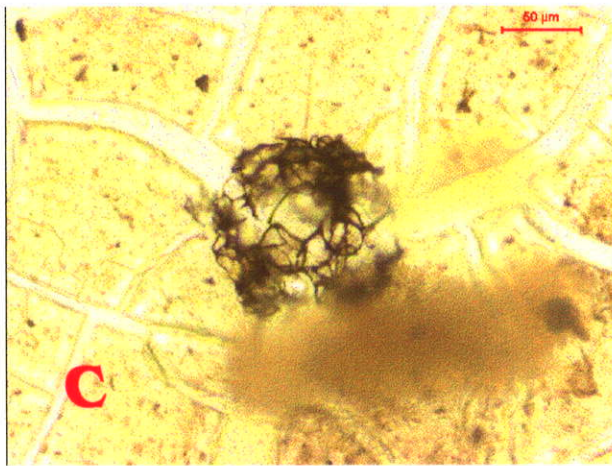
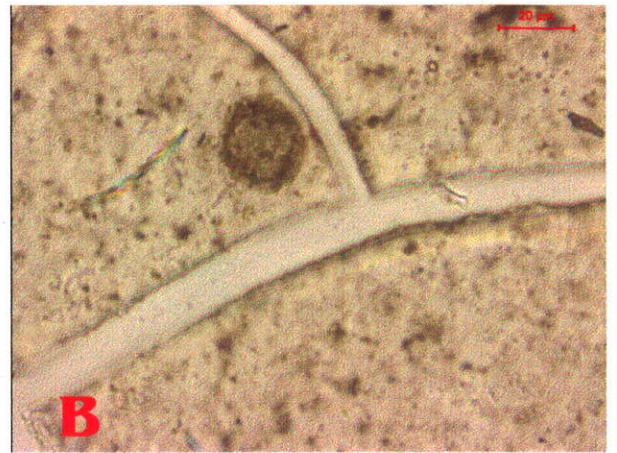
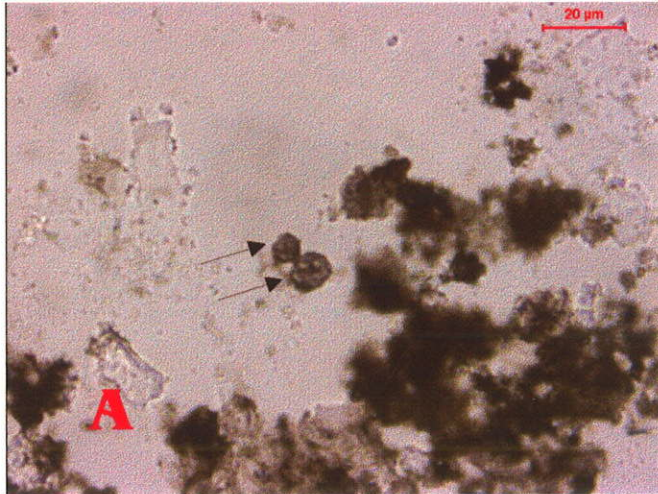


**Estampa 9** – Fotomicrografia em microscópio óptico.

Formação Araras.

- A – Setas indicam *Bavlinella faveolata*. Rodovia BR-070.
- B – *Leiosphaeridia* sp. 2. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.
- C – *Symplassophaeridium* sp. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.
- D – *Leiosphaeridia* sp. 2. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.
- E – *Leiosphaeridia* sp. 2. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.
- F – Seta indica *Bavlinella faveolata*. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste.





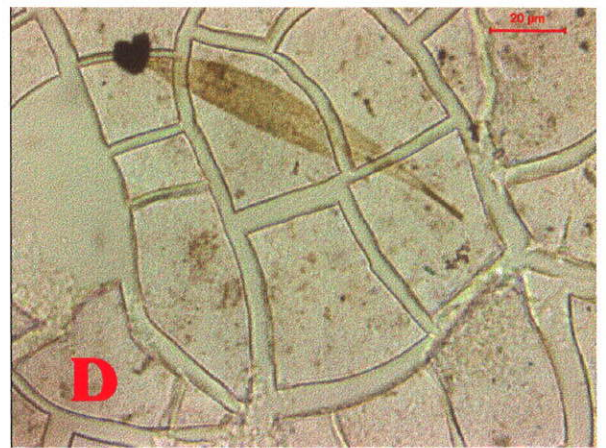
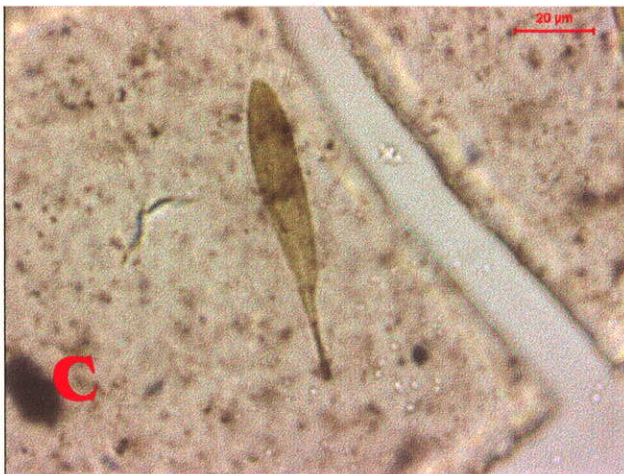
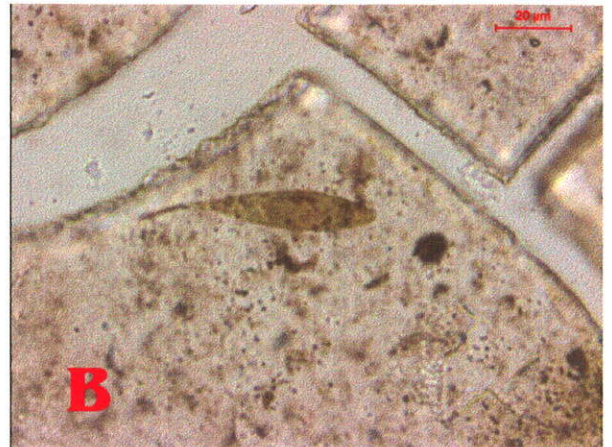
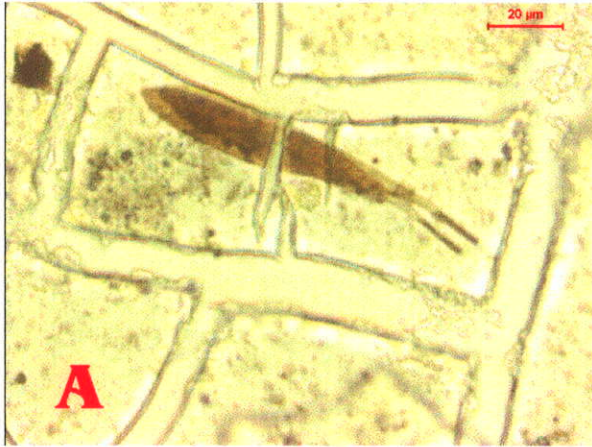
**Estampa 10** – Fotomicrografia em microscópio óptico.

Formação Araras. Pedreira Terconi.

A – Dois exemplares de possíveis escamas de vermes, sobrepostos.

B a E – Observe a morfologia espatulada dos exemplares. Estão presentes em um nível restrito (A1M-17) de folhelho, no topo da capa carbonática.





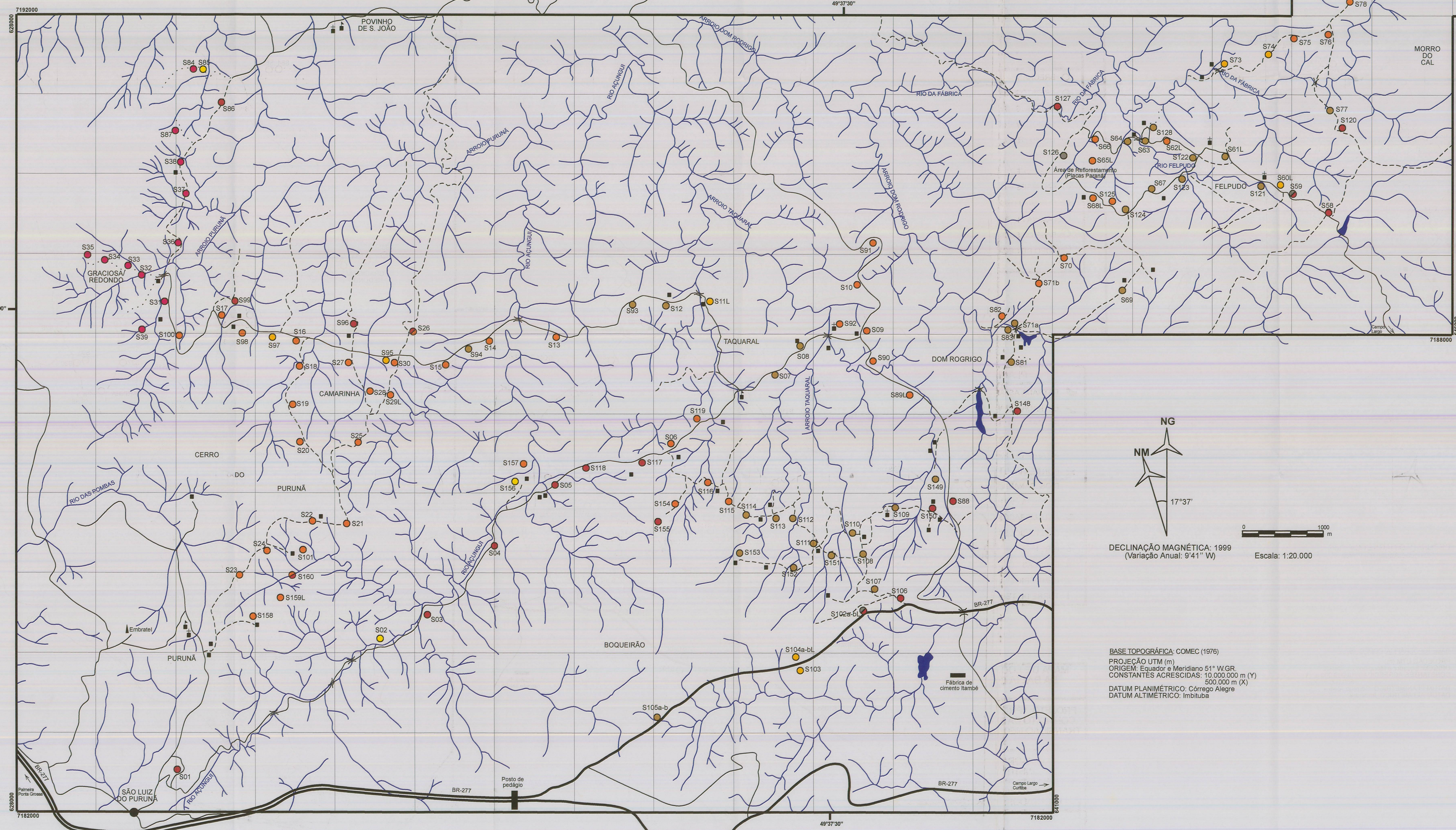
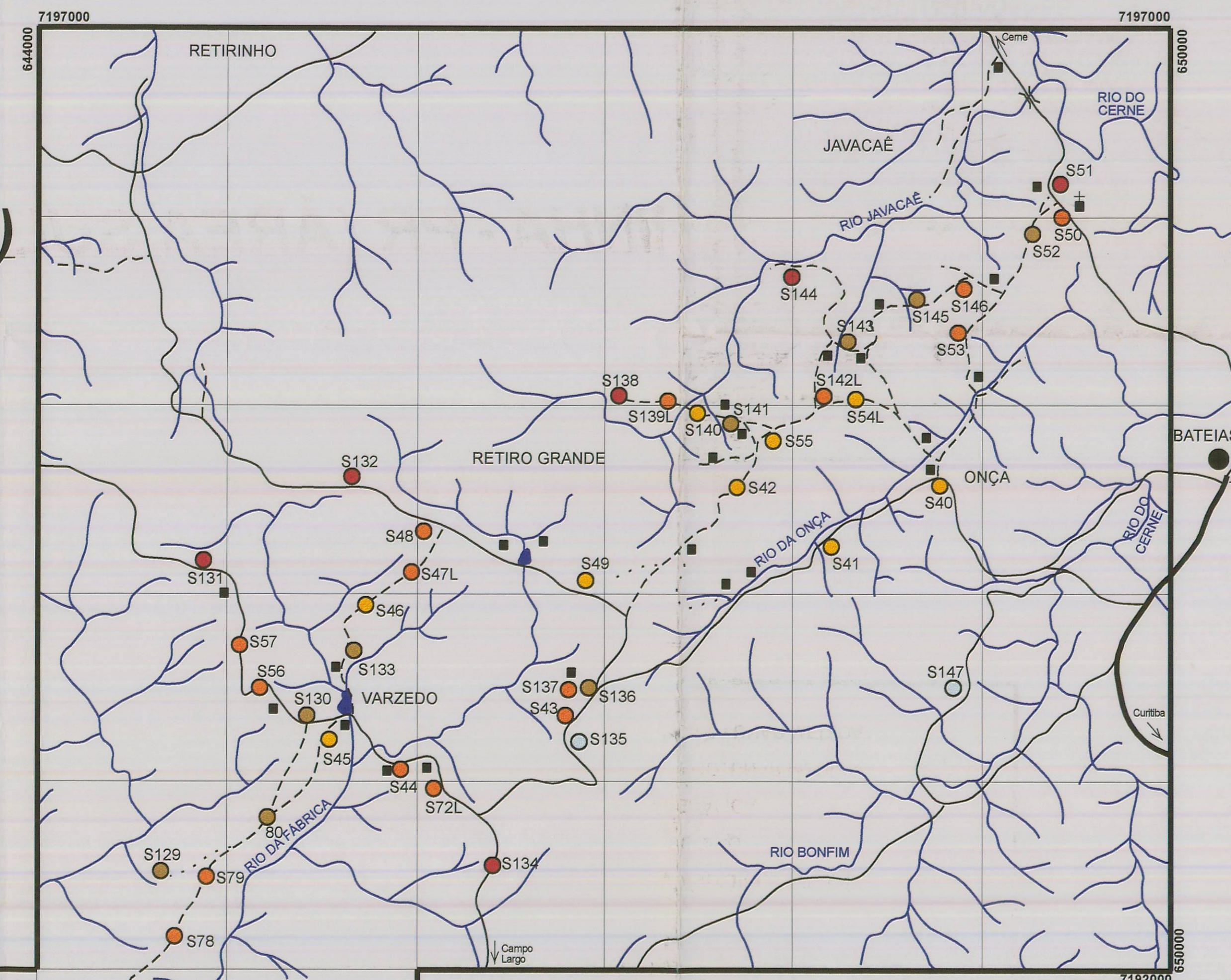
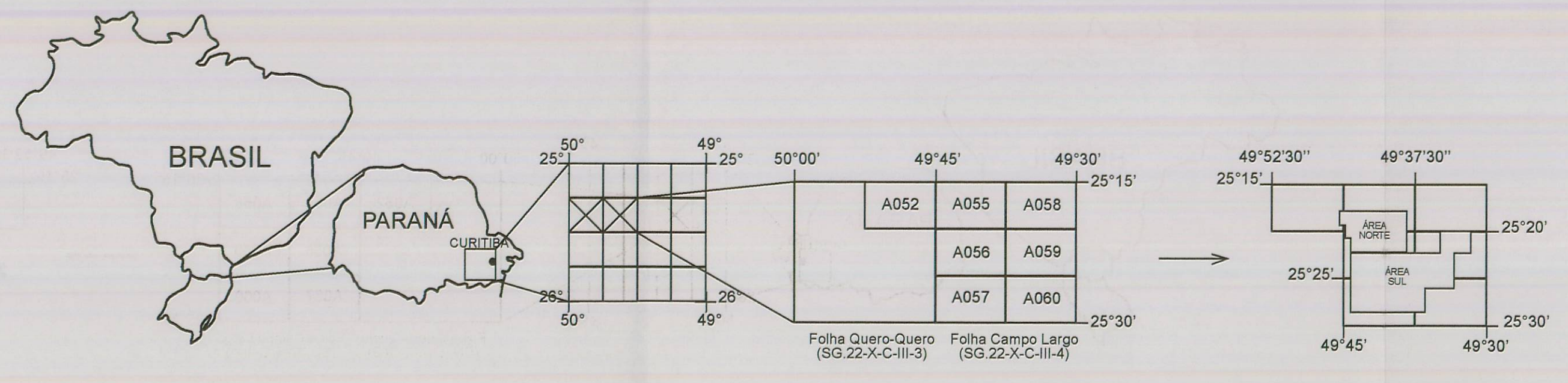






# MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AFLORAMENTOS DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - PR (ÁREA SUL)

## SITUAÇÃO



### PONTOS

- BRECHAS
- ARENITOS FINOS, SILTITOS, LAMITOS E RITMITOS
- ARENITOS GROSSOS A CONGLOMERÁTICOS
- CONGLOMERADOS
- QUARTZITOS
- FILITOS
- MÁRMORES
- GNAISSES E GRANITÓIDES MILONÍTICOS
- CONTATO GEOLÓGICO
- LÂMINA PETROGRÁFICA
- a BASE DE SEÇÃO COLUNAR MEDIDA
- b TOPO DE SEÇÃO COLUNAR MEDIDA

### PLANIMETRIA

- ESTRADA ASFALTADA - pista dupla
- ESTRADA ASFALTADA - pista simples
- ESTRADA DE TERRA - tráfego permanente
- ESTRADA DE TERRA - tráfego periódico
- ... PICADA, TRILHA
- PONTE, VIADUTO
- RIOS, CANAIS DE DRENAGEM
- REPRESA, AÇUDE
- AGLOMERAÇÕES URBANAS
- CONSTRUÇÕES
- IGREJAS
- ESCOLAS
- † CEMITÉRIOS
- ↑ TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA: 1999  
(Variação Anual: 9'41" W)

Escala: 1:20.000

BASE TOPOGRÁFICA: COMEC (1976)  
PROJEÇÃO UTM (m)  
ORIGEM: Equador e Meridiano 51° W GR.  
CONSTANTES ACRESCIDAS: 10.000.000 m (Y)  
500.000 m (X)  
DATUM PLANIMÉTRICO: Córrego Alegre  
DATUM ALTIMÉTRICO: Imbituba

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AFLORAMENTOS DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - PR (ÁREA SUL)**

PROJETO: "PROPOSTAS DE ORIGEM, EVOLUÇÃO E CONTEXTO DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - TRANSIÇÃO NEOPROTEROZOICO - EOCAMBRIANO DO ESTADO DO PARANÁ"

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECTÔNICA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP

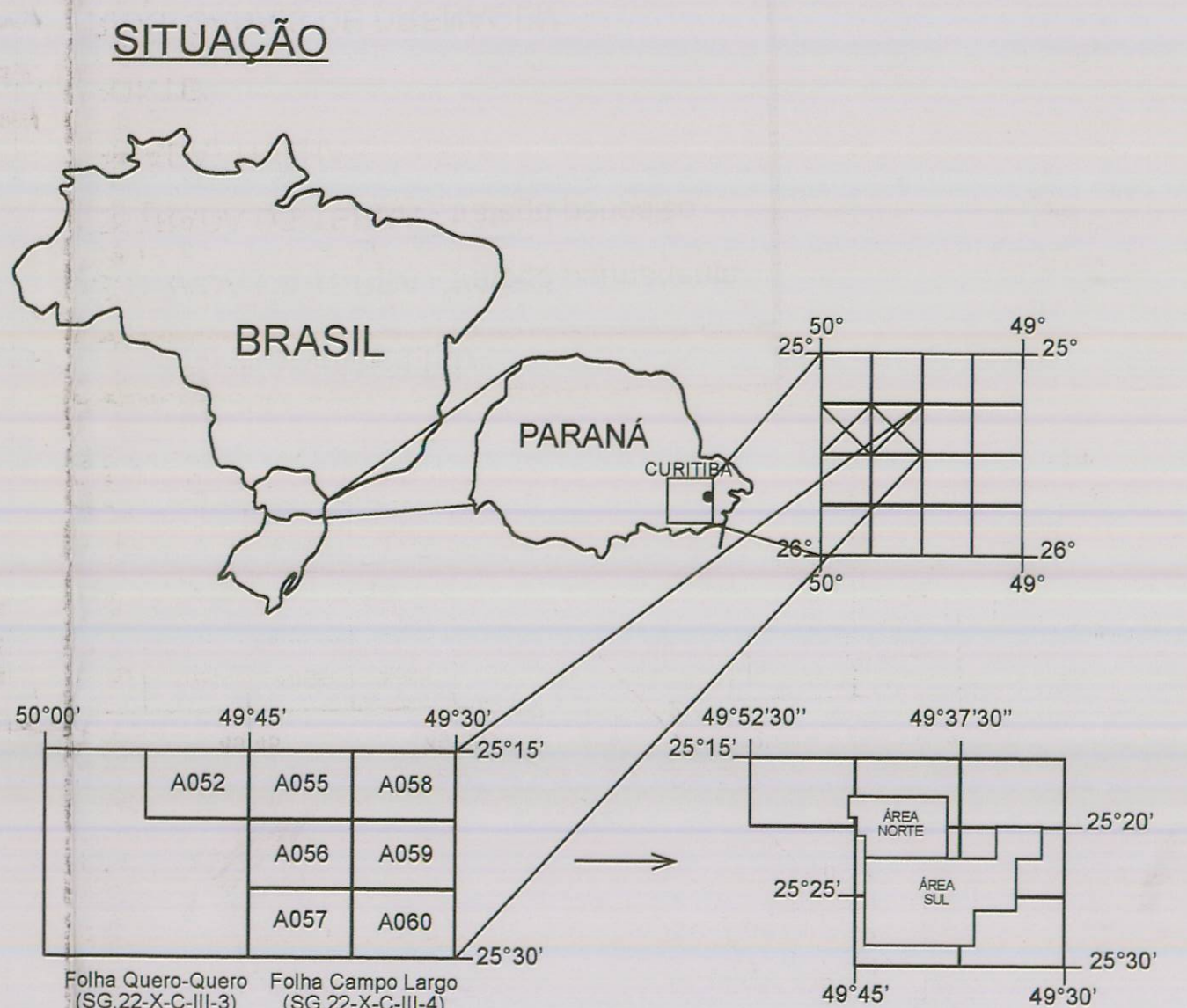
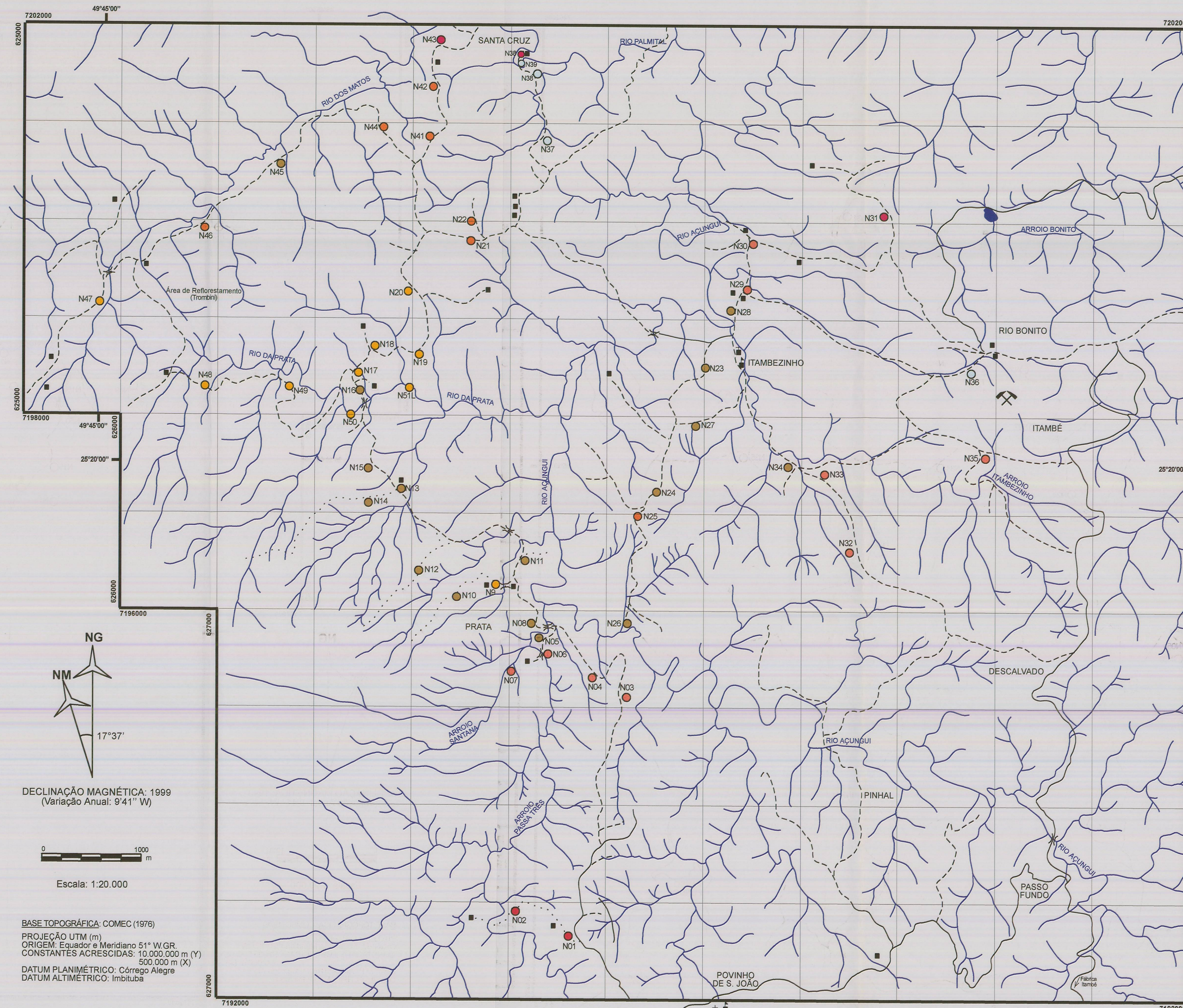
DOUTORANDA: Renata de Paula Xavier Moro  
ORIENTADOR: Prof. Dr. Benjamim Bley de Brito Neves

SÃO PAULO - 1999

ANEXO II



# MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AFLORAMENTOS DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - PR (ÁREA NORTE)



- PLANIMETRIA**
- ESTRADA DE TERRA - tráfego permanente
  - - - ESTRADA DE TERRA - tráfego periódico
  - ... PICADA, TRILHA
  - PONTE
  - RIOS, CANAIS DE DRENAGEM
  - REPRESA, AÇUDE
  - CONSTRUÇÕES
  - IGREJAS
  - ESCOLAS
  - LAVRA EM ATIVIDADE

- PONTOS**
- BRECHAS E CONGLOMERADOS
  - ARENITOS FINOS, SILTITOS, LAMITOS E RITMITOS
  - ARENITOS GROSSOS A CONGLOMERÁTICOS
  - GRANITOS
  - FILITOS
  - MÁRMORES
  - XISTOS
  - CONTATO GEOLÓGICO
  - LÂMINA PETROGRÁFICA

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AFLORAMENTOS DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - PR (ÁREA NORTE)**

PROJETO: "PROPOSTAS DE ORIGEM, EVOLUÇÃO E CONTEXTO DA BACIA DA FORMAÇÃO CAMARINHA - TRANSIÇÃO NEOPROTEROZOICO - EOCAMBRIANO DO ESTADO DO PARANÁ"

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECTÔNICA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP

DOCTORANDA: Renata de Paula Xavier Moro  
ORIENTADOR: Prof. Dr. Benjamim Bley de Brito Neves

SÃO PAULO - 1999

BASE TOPOGRÁFICA: COMEC (1976)  
PROJEÇÃO UTM (m)  
ORIGEM: Equador e Meridiano 51° W.G.R.  
CONSTANTES ACRESCIDAS: 10.000.000 m (Y)  
500.000 m (X)  
DATUM PLANIMÉTRICO: Córrego Alegre (X)  
DATUM ALTIMÉTRICO: Imbituba