



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Rio Claro

(Instituto de Geociências e Ciências Exatas)



# SUCESSÃO ESTRATIGRÁFICA E PALEOAMBIENTES DOS MICROBIALITOS PROTEROZOICOS DO MEMBRO SUMIDOURO, FORMAÇÃO LAGAMAR, GRUPO VAZANTE, NA FAZENDA SUMARÉ, EM LAGAMAR-MG

JULIA FAVORETO

Orientador: Rosemarie Rohn Davies

*“Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de Conclusão do Curso de (Geologia) do (Instituto de Geociências e Ciências Exatas) – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2011”*

Rio Claro – SP  
2011



Ministério  
da Ciência e  
Tecnologia



UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
**Campus de Rio Claro (SP)**

SUCESSÃO ESTRATIGRÁFICA E PALEOAMBIENTES DOS  
MICROBIALITOS PROTEROZOICOS DO MEMBRO  
SUMIDOURO, FORMAÇÃO LAGAMAR, GRUPO VAZANTE,  
NA FAZENDA SUMARÉ, EM LAGAMAR-MG

JULIA FAVORETO

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosemarie Rohn Davies

*Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de  
Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de  
Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio  
Claro, como parte das exigências para o cumprimento da  
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo  
de 2011*

Rio Claro – SP  
2011

552.5 Favoreto, Júlia  
F275s Sucessão estratigráfica e paleoambientes dos microbialitos proterozoicos do membro sumidouro, formação lagamar, grupo Vazante, na fazenda Sumaré, em Lagamar-MG / Julia Favoreto. - Rio Claro : [s.n.], 2011  
66 f. : il., figs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geologia) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas

Orientador: Rosemarie Rohn Davies

1. Rochas sedimentares. 2. Estromatólitos. 3. Sudeste do  
Brasil. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

Julia Favoreto

SUCESSÃO ESTRATIGRÁFICA E PALEOAMBIENTES DOS  
MICROBIALITOS PROTEROZOICOS DO MEMBRO SUMIDOURO,  
FORMAÇÃO LAGAMAR, GRUPO VAZANTE, NA FAZENDA  
SUMARÉ, EM LAGAMAR-MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” Rio Claro, como requisito  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Geologia.

Comissão Examinadora

---

Profª Drª Rosemarie Rohn Davies  
DGA/IGCE/UNESP- Rio Claro

---

Profº Drº Paulo Tibana

---

Profº Drº Thomas Rich Fairchild

Rio Claro-SP, 03 de dezembro de 2011.

**Para os amados Pópis, Mamis e Dãdinha**

## AGRADECIMENTOS

Não há como não existir clichê neste momento, ah!

Agradeço meus grandes incentivadores, financiadores e sonhadores:

Meus queridos pais, Sandra e Laudir;

À minha cópia Xerox: meu amor, Ana Laura;

Ao Jorge: toda a compreensão, paciência e disposição em carregar os pesados estromatólitos!

Aos grandes mestres do conhecimento, toda Admiração, Respeito e Carinho:

Prof. Dr<sup>a</sup>. Rosemarie Rohn Davies, minha querida orientadora;

Prof. Dr. Paulo Tibana, um grande Homem! ;

e Prof. Dr. Thomas R. Fairchild, os conselhos científicos e piadas ;

Aos irmãos de república: a grande vivência e aprendizado:

Thongo (Leandro Minatel Vidal de Negreiros), Jú (Juliana Okubo); Japa ( Luciano Takaki), Alemão ( Guilherme G. Lesseux), Naty ( Natália R. Almeida), Bá ( Bárbara Robbi) e Marli ( Marry D. Costa).

À todos os amigos Geozelhitos, em especial meu parceiro de campo Nico ( Nicolás Annunciato), e companheiros de UNESpetro: Xuxa ( Felipe Gorla), Milena C. Rosa e Tamar (Cibele Montibeller);

À um grande exemplo de garra e superação, o amigo Jigolino (Thiago Domingues Góes Lúcio)!  
À Glaubber (Gláucia F. Chaguri) e Dion (Celine C. de Oliveira) apesar da ausência o que importa é o que está no coração, “é invisível aos olhos”, sempre!

Com certeza uma parte de todos vocês vive em mim agora!

Ao Sr. Antônio Belchior dos Reis, proprietário da Fazenda Sumaré, por autorizar a pesquisa em suas terras;

Ao motorista Cristiano A. Colagrai, que aprendeu na prática o hino da Geologia “... *e desce o morro e traz a amostra...*”!

Ao PRH-05, todas as oportunidades!

Ao apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás (PRH-ANP/MCT) e do Programa de Formação de Recursos Humanos da Petrobras.

***“Isso de querer  
ser exatamente aquilo  
que a gente é  
ainda vai  
nos levar além”  
Leminski***

## RESUMO

Microbialitos (grãos aglutinados com contornos irregulares, esteiras onduladas lateralmente contínuas e estromatólitos) ocorrem em pequenos afloramentos quase contínuos num intervalo carbonático de ~60 m de espessura do Membro Sumidouro, Formação Lagamar, Grupo Vazante, Meso-Neoproterozoico, na Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG). Os estromatólitos são diversificados, com frequentes variações laterais e verticais, incluindo prováveis bordas de bioermas. Na parte inferior do perfil, são comuns colunas coniformes (*Conophyton*) representativas de águas relativamente profundas e/ou calmas. No restante do perfil, há maior proporção de estromatólitos subcilíndricos não ramificados que podem gradar para colunas ramificadas dicótomas paralelas ou com ramificações múltiplas divergentes. Seu empilhamento sugere ciclos de raseamento do ambiente deposicional.

**Palavras-chave:** Estromatólitos, Proterozóico, Sudeste do Brasil.

## ABSTRACT

Microbialites (irregular agglutinated grains, laterally continuous mats and stromatolites) occur in small, nearly continuous outcrops over a ~60 m-thick carbonate interval of the Sumidouro Member, Lagamar Formation, Vazante Group, Meso-Neoproterozoic, on the Sumaré Farm, in Lagamar (MG, Southeastern Brazil). Diversified stromatolites formed under shallow, high energy conditions predominate and exhibit frequent lateral and vertical changes, including probable bioherm borders. In the lower part of the interval, coniform columnar stromatolites (*Conophyton*), representative of the deepest and/or calmest settings, are common. Higher up, narrow subcylindrical unbranched forms become abundant and may grade to forms with subparallel dichotomous or multiple divergent branches. The microbialites are apparently organized in shallowing upward cycles.

**Keywords:** Stromatolites, Proterozoic, Southeastern Brazil.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Mapa de localização e acessos à área de estudo.....	2
<b>Figura 2</b> - Unidades tectônicas da Faixa Brasília e margem oeste do Cráton do São Francisco, a linha vermelha marca um perfil esquemático mostrado na figura 3.....	5
<b>Figura 3</b> - Seção Geológica esquemática mostrando as relações entre os grupos Araxá, Ibiá, Canastra, Vazante e Bambuí.....	5
<b>Figura 4</b> - Mapa Geológico Regional, com enfoque na Faixa Brasília Meridional.....	7
<b>Figura 5</b> - Coluna litoestratigráfica sintética da região de Lagamar.....	8
<b>Figura 6</b> – Coluna litoestratigráfica do Grupo Vazante e base do Grupo Canastra.....	11
<b>Figura 7</b> - Desenho esquemático do procedimento para confeccionar os perfis colunares a partir de afloramentos de camadas inclinadas, com indicações da base e topo do perfil.....	14
<b>Figura 8</b> - Exemplo de seleção de áreas em amostra para a confecção de lâminas petrográficas, visando a caracterização de sedimentos entre as colunas, sua relação com o estromatólito, bem como descrição das lâminas nos flancos e eixos.....	15
<b>Figura 9</b> - Guia para a classificação de estromatólitos.....	17
<b>Figura 10</b> - Guia para a classificação de estromatólitos.....	18
<b>Figura 11</b> - Guia para a classificação de estromatólitos.....	18
<b>Figura 12</b> - Perfil colunar da Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG). Continua na figura 13.....	21
<b>Figura 13</b> -Continuação da figura 12, mostrando perfil colunar da Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG).....	22
<b>Figura 14</b> – Estromatólitos não colunares. <b>A</b> , <b>B</b> e <b>C</b> representam os estromatólitos planares horizontais e <b>D</b> o morfotipo subvertical/vertical.....	23
<b>Figura 15</b> - Traços de laminações de estromatólitos colunares conformes em cortes longitudinais e em planta. A escala é igual para todas as figuras. <b>A</b> - corte longitudinal passando praticamente pelo zona axial da amostra LGS 21-; <b>B</b> –coluna deitada se encontra ao lado de uma <i>in situ</i> ; <b>C</b> - Corte transversal de colunas da porção basal do perfil; <b>D</b> - Corte longitudinal passando praticamente pelo eixo em afloramento; <b>E</b> - Corte longitudinal mostrando passagem da laminação cônica para a parabólica, em afloramento.....	25
<b>Figura 16</b> - Imagens de amostras polidas e de afloramentos de estromatólitos colunares conformes da porção basal do perfil. <b>A</b> - corte longitudinal passando praticamente pelo eixo axial da amostra LGS 21; <b>B</b> - coluna deitada se encontra ao lado de uma <i>in situ</i> ; <b>C</b> - Corte longitudinal passando praticamente pelo eixo axial; <b>D</b> - Corte longitudinal mostrando passagem da laminação cônica para a parabólica, em afloramento; <b>E</b> - Vista em planta dos <i>Conophyton</i> .....	26
<b>Figura 17</b> - Traços de laminações e contornos de amostras de estromatólitos cilíndricos a subcilíndricos em cortes longitudinais. A escala é a mesma para todas as figuras. <b>A</b> - Estromatólitos com laminações onduladas e convexas (LGS-65a); <b>B</b> - Estromatólito com laminações parabólicas/convexas (LGS-87b); <b>C</b> - Estromatólitos próximos entre si com laminações parabólicas (LGS-42b); <b>D</b> - Estromatólito com laminações parabólicas(LGS-65c); <b>E</b> - Ponte entre colunas, altura dos ~37m do perfil; <b>F</b> - Estromatólito com laminação pouco convexa e com ondulações (LGS-84d).....	28
<b>Figura 18</b> - Cortes polidos de estromatólitos cilíndricos/subcilíndricos. <b>A</b> -Estromatólitos com laminações onduladas e convexas (LGS-65a); <b>B</b> - Estromatólito com laminações parabólicas/convexas (LGS-87b); <b>C</b> - Estromatólitos próximos entre si com laminações parabólicas (LGS-42b) ; <b>D</b> - Estromatólito com laminações parabólicas(LGS-65c); <b>E</b> - Pequena coluna ,	

evidenciando a microdiscordância na laminação (seta) ; F- Estromatólito com laminação pouco convexa (LGS-84d).....	29
<b>Figura 19</b> - Estromatólitos turbinados: <b>A</b> - Nível entre 14 e 16 m do perfil colunar, forma isolada de estromatólito turbinado; <b>B</b> - Estromatólito Turbinado na porção basal, o qual culmina com ramificações dicótomas.....	30
<b>Figura 20</b> – Traços de laminações dos estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados dicótomos. <b>A</b> - Estromatólito com algumas projeções de pontes, laminações onduladas, convexas/muito convexas; <b>B</b> - Estromatólito turbinado na base com ramificações dicótomas terminais. Lâminas onduladas e algumas micro-discordâncias; <b>C</b> - Lâminações localmente onduladas, uniformes a constrictas; <b>D</b> - Laminações muito convexas, com grau de simetria moderado. ....	32
<b>Figura 21</b> - Fotos de seções polidas de estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados dicótomos. <b>A</b> - Ramificação terminal a partir de estromatólito turbinado; <b>B</b> - Ramificação terminal levemente divergente, com laminação localmente ondulada; <b>C</b> -Laminação parabólica pouco ondulada; <b>D</b> - Laminações pouco a moderadamente convexas, ramificação terminal; <b>E</b> - Laminação muito convexa com médio grau de assimetria.....	33
<b>Figura 22</b> - Estromatólitos ramificados complexos em foto de afloramento e desenho interpretativo correspondente. <b>A</b> e <b>B</b> localizam-se logo abaixo do nível de 10 m do perfil (ver Figura 12 e 13). ..	34
<b>Figura 23</b> - Classificação de rochas carbonáticas proposta por Dunham (1962).....	35
<b>Figura 24</b> – <i>Microtrama</i> - 1. <b>A</b> - Lâmina LGS-32-b, textura típica grumosa; <b>B</b> e <b>C</b> -Lâmina LGS-35-b; <b>D</b> - Lâmina 36-b; <b>E</b> -Lâmina LGS-60-c, ocorre a delimitação de camadas mais grumosas e micríticas das mais claras, microespáticas. As setas indicam a presença de estruturas semelhantes a <i>vesicularites</i> . ....	38
<b>Figura 25</b> - <i>Microtrama</i> 2. <b>A</b> - corresponde a fotomicrografia das laminações da porção mais externa ao eixo axial; <b>B</b> - fotomicrografia correspondente a porção mais interna, notar a inflexão das laminações, quanto maior a proximidade com eixo; <b>C</b> e <b>D</b> - detalhe do estilo de laminação do flanco do estromatólito; <b>E</b> - Corresponde a microfalhamentos, posteriores ao desenvolvimento do estromatólito com fraturas preenchidas por quartzo. <b>A</b> e <b>B</b> - Lâmina LGS-21-b-A; <b>C</b> - Lâmina LGS-21-b-C; <b>D</b> - Lâmina LGS-14-c; <b>E</b> - Lâmina LGS-21-b-B. ....	39
<b>Figura 26</b> - <i>Microtrama</i> 3. <b>A</b> - Fotomosaico mostrando o padrão geral da microtrama, com detalhe para os bioclatos entre as colunas; <b>B</b> e <b>D</b> - Pacote de laminação com suas respectivas intercalações micríticas e microesparíticas; <b>C</b> - Padrão encarado de micrita; <b>E</b> - Microdiscordâncias no padrão laminar (seta amarela). <b>A</b> - Lâmina LGS-16-b-A; <b>B</b> - Lâmina LGS-12-a; <b>C</b> - Lâmina LGS-80-b; <b>D</b> - Lâmina LGS-18-d-B; <b>E</b> - Lâmina LGS-46-c. ....	40
<b>Figura 27</b> - <i>Microtrama</i> 4. <b>A</b> e <b>B</b> - Padrões de ciclicidade na sucessão laminar; <b>C</b> - Estilólito de média amplitude (seta amarela). <b>A</b> e <b>C</b> Lâminas 33-a; <b>B</b> - Lâmina 49-b. ....	41
<b>Figura 28</b> – <i>Microfácies</i> 2. <b>A</b> e <b>B</b> - Lâmina LGS-63-a; <b>C</b> e <b>D</b> - Lâmina LGS-30-a; <b>E</b> - Lâmina LGS-38-b-A; <b>F</b> - Lâmina - LGS-66-b; <b>G</b> - Lâmina - LGS 53-b-B; <b>H</b> - Detalhe na lâmina correspondente a foto G. As fotomicrografias <b>A</b> , <b>B</b> , <b>C</b> e <b>G</b> representam os aglomerados carbonáticos de origem microbial polinucleados; <b>D</b> e <b>E</b> - apresentam os de núcleo simples; <b>F</b> apresenta corpúsculos micríticos, delimitados por um biofilme mais contrastante. ....	44
<b>Figura 29</b> – <i>Microfácies</i> 3. <b>A</b> , <b>B</b> , <b>C</b> e <b>E</b> - são <i>wackestones</i> com clastos de estromatólitos; <b>D</b> - <i>mudstone</i> . <b>A</b> - Lâmina LGS-14-c; <b>B</b> - Lâmina LGS-18-d-A; <b>C</b> - Lâmina LGS-46-c; <b>D</b> - Lâmina LGS-57-c; <b>E</b> - Lâmina LGS-68-a-B. ....	45

<b>Figura 30</b> - A- Cimentação fibrosa (eugenética) e poligonal, tardia; B- Cimentação simétrica, característica de ambientes mais rasos, com constante evaporação; C- Cimentação mimética acastanhada nos aloquímicos, descritos como <i>microfácies 2</i> . .....	48
<b>Figura 31</b> - Relações de morfotipos de estromatólitos com a profundidade da água para a Formação Talthilei - Paleoproterozóico do Canadá.....	50
<b>Figura 32</b> - Ciclo de raseamento em detalhe na coluna; os estromatólitos coniformes localizam-se sempre no início do ciclo caracterizando ambientes mais profundos. ....	51
<b>Figura 33</b> - Esquema interpretativo da variação das formas estromatolíticas em ambiente de rampa na área estudada .....	52

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.2. Área de estudo .....	2
<b>2. GEOLOGIA REGIONAL</b> .....	3
2.1. Contexto Geológico e Tectônica .....	3
2.1.1. Faixa Brasília .....	3
2.1.1.1. Faixa Brasília Meridional .....	6
2.2. Litoestratigrafia .....	9
2.3. Idade do Grupo Vazante .....	10
<b>3. ESTROMATÓLITOS</b> .....	12
3.1. Conceitos Gerais.....	12
3.2. Registros Brasileiros Proterozóicos.....	13
<b>4. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO</b> .....	13
4.1. Trabalhos de campo.....	13
4.2. Trabalhos de laboratório.....	14
4.3. Análise dos microbialitos .....	16
<b>5. RESULTADOS</b> .....	19
5.1. Coluna Estratigráfica.....	19
5.2. Caracterização dos morfotipos estromatolíticos.....	20
5.2.1. Estromatólitos lateralmente contínuos .....	20
5.2.2. Estromatólitos lateralmente descontínuos simples .....	24
5.2.3. Estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados.....	31
5.3. Análise Petrográfica .....	35
5.3.1. Descrição das microfácies.....	36
5.3.2. Considerações diagenéticas.....	46
<b>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	49
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	53
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	54



## **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil os estromatólitos ocorrem em diversas unidades proterozóicas, principalmente no Cráton do São Francisco e nas faixas associadas a ele, bem como nas faixas Paraguai e Ribeira. No Cráton do São Francisco, destacam-se as ocorrências nos grupos: Vazante, Paranoá, Uma e Bambuí (Guimarães & Dardenne, 1994; Fairchild et al., 1996; entre outros).

O Grupo Vazante (Neoproterozóico inferior) tem ocorrências de microbialitos no oeste de Minas Gerais, especialmente na região de Unai, Paracatu, Vazante e Lagamar. Dardenne (2005) descreveu importantes estromatólitos na Fazenda Matinho, em Lagamar, atribuídos ao Membro Sumidouro da Formação Lagamar. Este pesquisador descobriu recentemente uma segunda ocorrência de microbialitos de tal membro na Fazenda Sumaré, a poucos quilômetros de distância da primeira, com extensão estratigráfica possivelmente maior e registro mais completo. O Dr. M.A. Dardenne gentilmente colocou tal ocorrência à disposição para constituir o tema da presente pesquisa de TCC.

### **1.1. Objetivos**

A pesquisa teve os seguintes objetivos:

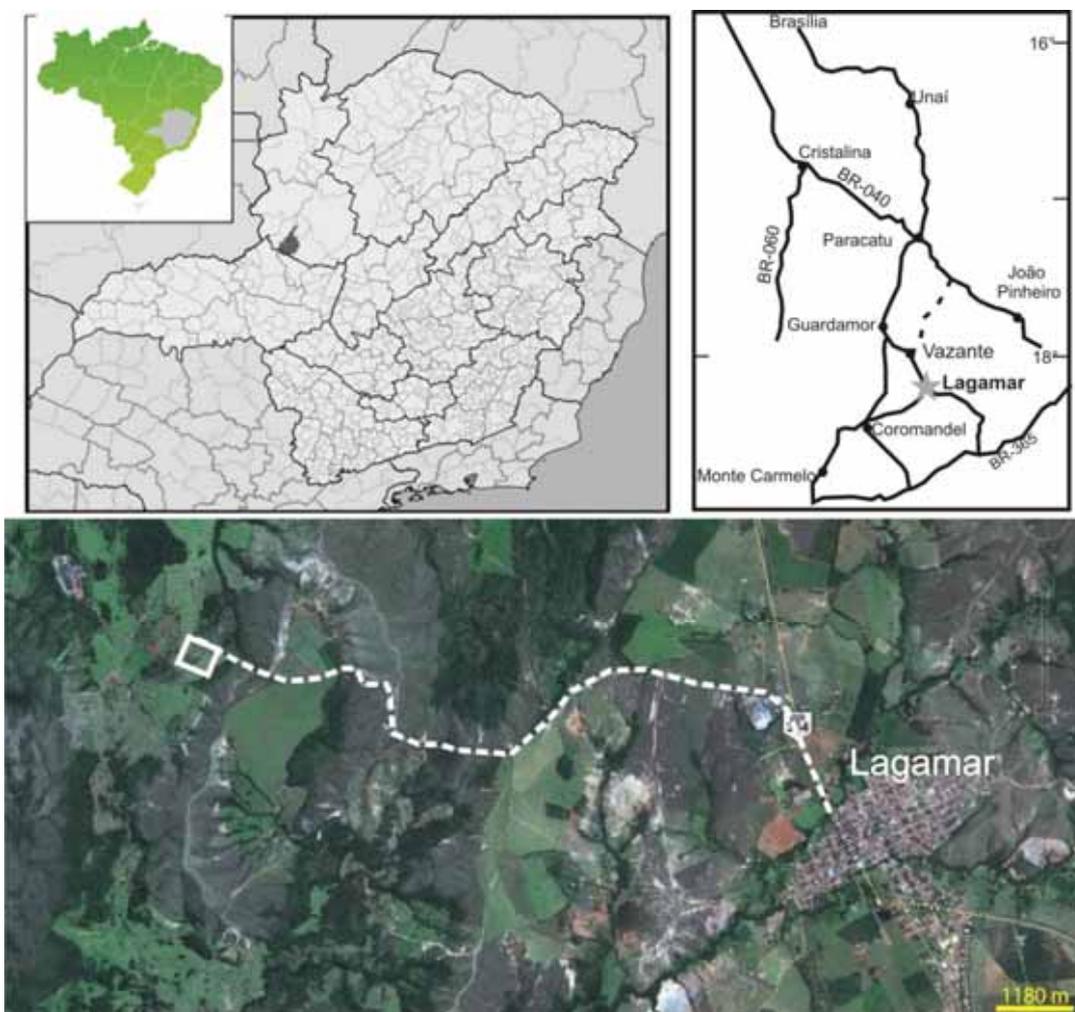
- Levantamento estratigráfico dos microbialitos na Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG), incluindo ampla documentação fotográfica e amostragem.
- Estudo macro, meso e microscópico dos microbialitos, incluindo observações de feições epigenéticas.
- Conforme os dados obtidos e as informações previamente existentes sobre os microbialitos do Grupo Vazante (Membro Sumidouro), interpretação da história deposicional das rochas carbonáticas e dos possíveis controles ambientais da sucessão estratigráfica levantada.

Apesar da pesquisa não ter como objetivo principal a discussão dos processos diagenéticos dos dolomitos, algumas considerações foram feitas sobre tal tema.

## 1.2. Área de estudo

A área estudada localiza-se na Fazenda Sumaré, Município de Lagamar, na porção noroeste do Estado de Minas Gerais. Na fazenda ocorrem exposições do Grupo Vazante (Formação Lagamar) compostas essencialmente por calcários dolomíticos microbiais. Tem-se acesso à fazenda, através da BR-354 em direção a cidade de Vazante, ao norte. Na altura do km 1, encontra-se o trevo de estrada não pavimentada à esquerda da rodovia, a qual segue para a cava de mineração pertencente a Calcário Lagamar Ind. & Comércio Ltda. A fazenda encontra-se a 8 km do trevo, nas coordenadas UTM X-0303299 e Y-7990455 (Figura 1). Os afloramentos afloram ao lado da estrada e estendem-se para sul por aproximadamente 200 m.

Figura 1 – Mapa de localização e acessos à área de estudo.



## 2. GEOLOGIA REGIONAL

### 2.1. Contexto Geológico e Tectônica

A área de estudo, sob o ponto de vista geotectônico, faz parte da porção oriental da Província Tocantins (Almeida *et al.* 1977), no Domínio Externo da Faixa de Dobramento Brasília. Deste modo, neste capítulo é descrito o contexto geológico da Faixa Brasília, com maior enfoque às rochas do Grupo Vazante. Tais rochas afloram em uma faixa relativamente extensa entre as cidades de Paracatu, Unaí, Vazante, Coromandel e Lagamar.

#### 2.1.1. Faixa Brasília

A Província Tocantins é uma das dez províncias definidas por Almeida *et al.* (1977). É um orógeno situado entre os crátons Amazônico e São Francisco. A Província Tocantins foi dividida em três faixas orogênicas de evolução diácronas: as faixas Paraguai, Araguaia e Brasília (VALERIANO *et al.* 2004).

A Faixa Brasília ocupa a porção oriental da Província Tocantins e é caracterizada como um conjunto de terrenos e escamas de empurrão de escala crustal que convergiram para leste contra o Cráton de São Francisco por volta de 640 Ma. Estende-se por aproximadamente 1100 km com direção N-S (DARDENNE 2000; VALERIANO *et al.* 2004).

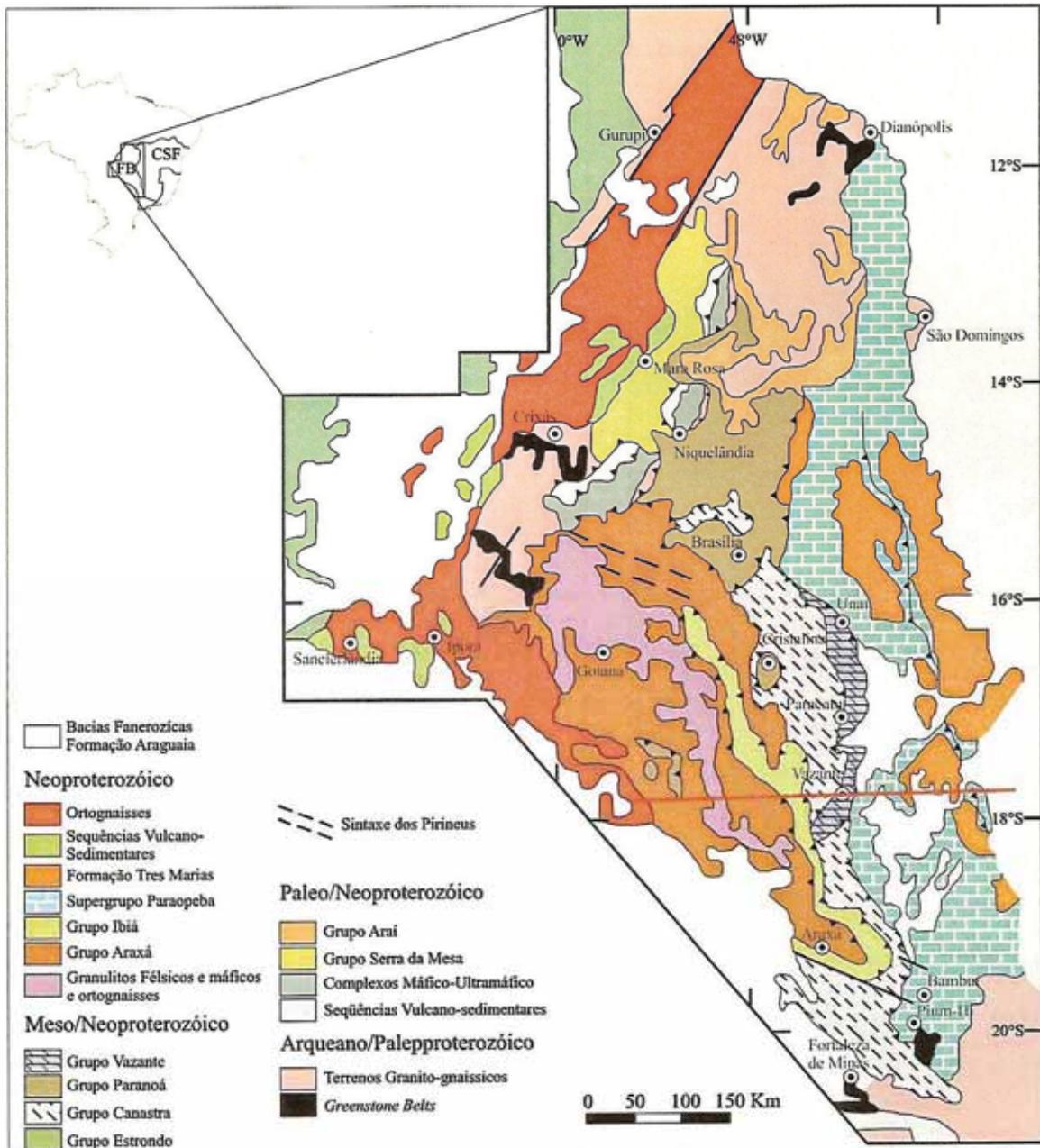
Segundo Fuck *et al.* (1994), na Faixa Brasília podem ser reconhecidos cinco diferentes compartimentos:

- **A Zona Cratônica**, representada por exposições restritas do embasamento e extensas coberturas fanerozoicas e pré-cambrianas (Grupos Paranoá e Bambuí). O limite do cráton com a faixa é balizado por falhas de empurrão, eventualmente truncadas por sistemas de falhas transcorrentes, as quais se justapõem às unidades da Zona Externa;
- **A Zona Externa**, compõem-se de unidades metassedimentares meso/neoproterozoicas (Grupos Paranoá e Canastra, Vazante e Ibiá) e porções do seu embasamento, estruturadas em um cinturão de dobras e empurrões, típicos de bacia de antepaís (*foreland*), todos metaformizados na fácies xisto verde;
- **A Zona Interna corresponde** às unidades alóctones de micaxistos e metassedimentos (Grupo Araxá) de fácies xisto verde a anfíbolito superior, depositadas em bacia tipo *back-arc*;

- **O Arco Magmático do oeste de Goiás**, arco magmático juvenil intraocênico, acrescido entre 930 e 600 Ma, localizado na porção oeste do Cinturão de Dobramentos Brasília;
- **O Maciço mediano de Goiás** abrange terrenos arqueanos granito-*greenstone* de Goiás, Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás e Hidrolina e complexos máfico-ultramáficos paleo/mesoproterozóicos de alto grau metamórfico (Complexo Niquelândia, Barro Alto e Canabrava). Entende-se essa região como sendo um fragmento crustal, ou seja, um microcontinente envolvido nos processos colisionais brasileiros da Província Tocantins.

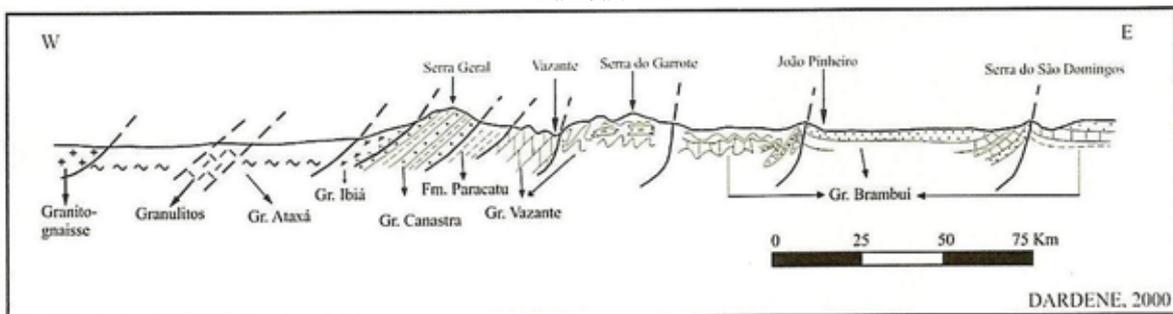
A compartimentação tectônica da Faixa Brasília foi definida, em trabalhos posteriores, em dois grandes domínios com orientações e estilos metamórfico-deformacionais divergentes: a Faixa Brasília Setentrional (FBS), de orientação NE, e a Faixa Brasília Meridional (FBM), cuja orientação é NW. Na altura do paralelo 16° ocorre uma feição peculiar, a Megaflexura dos Pirineus, que separa a Faixa Brasília em dois domínios; é marcada por fortes lineamentos de orientação E-W (Figuras 2 e 3). Tal estruturação confere à Faixa Brasília uma geometria com pronunciada concavidade para E em conformidade com a borda ocidental do Cráton São Francisco (VALERIANO *et al.* 2004).

**Figura 2** - Unidades tectônicas da Faixa Brasília e margem oeste do Cráton do São Francisco, a linha vermelha marca um perfil esquemático mostrado na figura 3.



Fonte: Modificado de Dardenne (2000).

**Figura 3** - Seção Geológica esquemática mostrando as relações entre os grupos Araxá, Ibiá, Canastra, Vazante e Bambuí.



Fonte: Dardenne (2000).

#### 2.1.1.1. Faixa Brasília Meridional

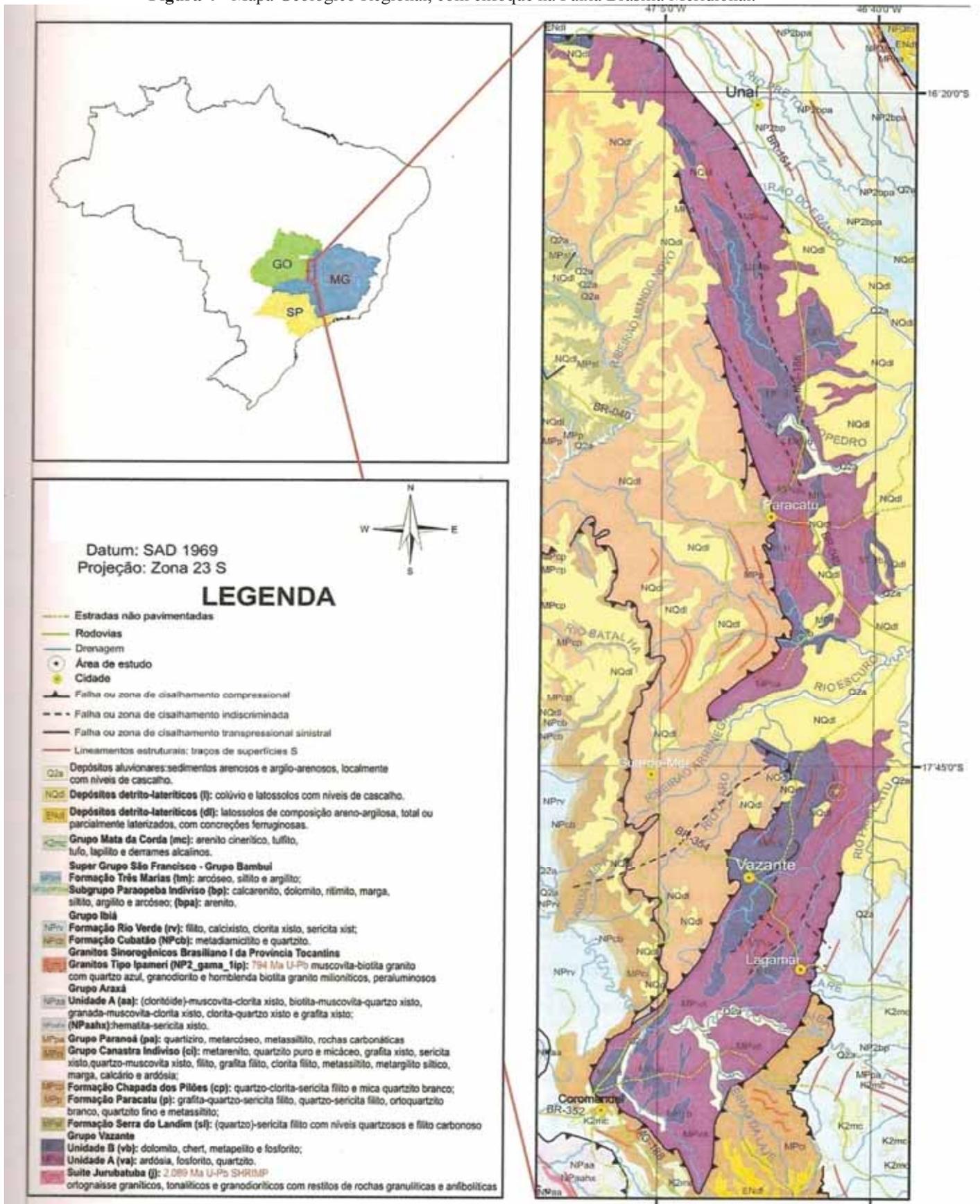
A Faixa Brasília Meridional (Figura 4) tem seu estilo tectônico marcado pelo empilhamento de extensas *nappes* de cavalgamento sub-horizontais formadas predominantemente por rochas dos Grupos Canastra, Ibiá, Araxá e Vazante de margem passiva, as quais foram direcionadas para o Cráton São Francisco por volta de 640 Ma (VALERIANO *et al.* 2004). Pode ser dividida em dois segmentos: Interno e Externo (SIMÕES & VALERIANO, 1990; SANTOS, 2007, entre outros)

Importantes superfícies de cavalgamentos sub-horizontais (verticalizados em alguns pontos de rampas laterais) separam os domínios. Esses planos de cavalgamento fortemente convexos em direção ao Cráton São Francisco são responsáveis pelas estruturas em *nappes* que compõe a FBM (Luminárias, Passos, Tapira e Araxá- Goiânia) (SANTOS 2007).

A grosso modo, as unidades litológicas indicam sentido de deformação tectônica progressiva para oeste, e grau metamórfico variando de sedimentos anqui-metamórficos na zona cratônica à fácies anfíbolito/granulito na Zona Interna; indicadores cinemáticos indicam sentido de transporte tectônico com indicação para E – direção do Cráton São Francisco (DARDENNE 2000).

O Domínio Interno compõem-se de metassedimentos de plataforma proximal e rochas de assoalho oceânico (Grupo Araxá). Apresentam os graus mais elevados de deformação e metamorfismo, pois essa unidade cavalga as litologias representantes do Domínio Externo, obliterando as feições características de rochas sedimentares (SANTOS 2007). Esse domínio é representado pelas *nappes* de Passos, Luminárias, Tapira e Araxá-Goiânia.

Figura 4 - Mapa Geológico Regional, com enfoque na Faixa Brasília Meridional.

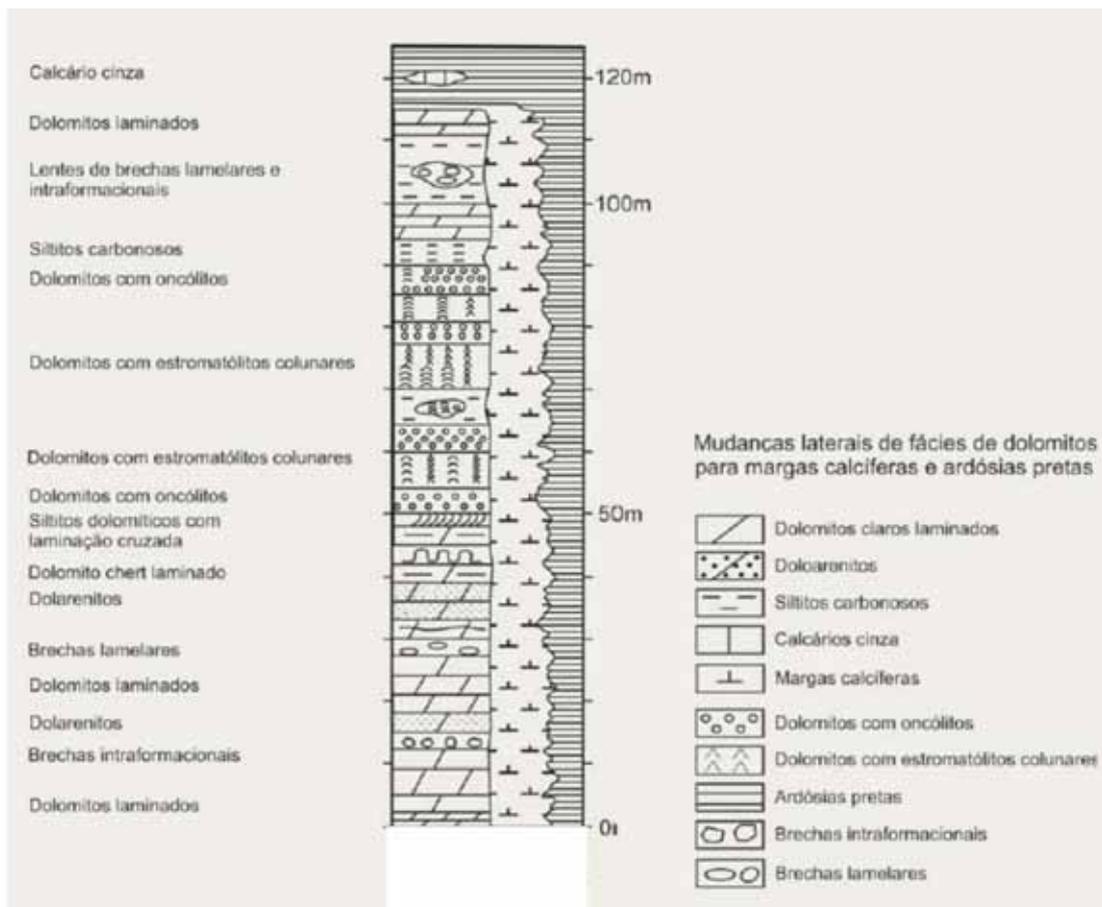


Fonte: Extraído de CPRM (2004).

O Domínio Externo está estruturalmente sotoposto à *Nappe* de Passos, onde se distribui ao redor dessa unidade tectônica, cavalgando o Domínio Autóctone (Grupo Bambuí e seu embasamento) (VALERIANO et al. 2004).

Pertencente ao Domínio Externo, a região de Lagamar é marcada por uma grande estrutura em sinclínrio com direção N-S, onde lentes de dolomitos maciços se destacam em meio às ardósias e metapelitos intensamente dobrados, rochas pertencentes ao Grupo Vazante. Dentre as litofácies caracterizadas do Grupo Vazante estão dolomitos ricos em oncolitos, dolomitos laminados (esteiras microbianas micríticas), dolomitos róseos com estromatólitos colunares e dolomitos ricos em intraclastos de origem microbial. Os dolomitos microbianos ocorrem em um pacote relativamente espesso (~40 m) (DARDENNE & CAMPOS NETO 1976). Lateralmente esses bioermas interdigitam-se com metassiltitos carbonáticos e metapelitos ardosianos e verticalmente intercalam-se entre dolomitos claros laminados, dolomitos com oncólitos, brechas intraformacionais e estromatólitos colunares (Figura 5).

**Figura 5** - Coluna litoestratigráfica sintética da região de Lagamar.



Fonte: Dardenne & Campos Neto (1976).

## 2.2. Litoestratigrafia

O Grupo Vazante ocorre como uma faixa com ~250 km de extensão de metassedimentos orientada preferencialmente na direção N-S, entre as cidades de Coromandel, Lagamar, Vazante, Paracatu e Unaí. Constitui-se por uma sequência marinho argilo-dolomítica onde são encontrados os mais importantes depósitos de chumbo e zinco do Brasil (VALERIANO *et al.* 2004). Os contatos dão-se por meio de falhas, tanto a oeste com o Grupo Canastra, quanto a leste com o Grupo Bambuí.

As rochas do Grupo Vazante correspondem a sedimentos associados a uma bacia do tipo *foreland*, caracterizada por uma rápida subsidência e elevada taxa de sedimentação, devido sua espessura. Dardenne (2000) interpretou essa origem devido à descoberta de clastos líticos metamórficos e ígneos nos metassedimentos do grupo.

O metamorfismo atuante nos metassedimentos do Grupo Vazante foi de fácies Xisto Verde Baixo e relacionado às fases de deformação (Rostirolla *et al.* 2002) associadas à tectônica convergente da Faixa de Dobramentos Brasília.

Segundo Dardenne *et al.* (2000) e trabalhos anteriores, o grupo pode ser dividido em sete formações, denominadas da base para o topo: Retiro, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do Calcário e Lapa (Figura 6).

- Formação Retiro: constituída por bancos métricos de quartzito branco, localmente conglomerático, intercalado, às vezes, por níveis pelíticos ardósianos. Nos rios Santo Antônio do Bonito e Santo Inácio, a formação caracteriza-se por horizontes de diamictitos, cujos seixos são de quartzitos, calcários, dolomitos, metassiltitos e granitóides em matriz pelítica pontualmente fosfatada;
- Formação Rocinha: sua porção basal é representada por sequência rítmica arenopelítica, recoberta por espesso pacote de ardósias e metassiltitos regularmente intercalados;
- Formação Lagamar: unidade psamo-pelítica carbonática. É representada na porção basal por uma alternância de conglomerados, quartzitos, metassiltitos e ardósias (Membro Arrependido), os quais são sotopostos por dolomitos, doloarenitos e dololuditos cinza claro ou avermelhado com microbialitos bastante diversificados (Membro Sumidouro). Os microbialitos vão desde oncoides com contornos irregulares (microfitólitos?), esteiras onduladas lateralmente contínuas e estromatólitos morfológicamente contrastantes. Foram descritos estromatólitos do tipo *Conophyton* e *Jacutophyton* (DARDENNE & CAMPOS NETO 1976; DARDENNE 2000);

- Formação Serra do Garrote: espesso pacote de ardósias cinza escuras a cinza esverdeadas, com aspecto rítmico. Podem ser carbonosas a piritosas e com finas e raras intercalações de quartzitos;
- Formação Serra do Poço Verde: dividida em quatro membros, sendo eles da base para o topo: Morro do Pinheiro Inferior, Morro do Pinheiro Superior, Pamplona Inferior, Pamplona Médio. Corresponde a um sequência predominantemente dolomítica.
- Formação Morro do Calcário: caracteriza-se pela presença de dolomitos róseos microbianos (estromatólitos, bióstromos, oncolitos), podendo chegar a espessuras de até 900 metros.
- Formação Serra da Lapa: sequência de folhelhos carbonosos, metassiltitos carbonáticos, lentes de dolomitos com esteiras microbiais e níveis de quartzitos. Já na região de Unaí-MG a formação compõem-se por meta-arenitos em meta-conglomerados líticos intercalados com escuras ardósias.

### 2.3. Idade do Grupo Vazante

A idade do Grupo Vazante apresenta-se, ainda, controversa, apesar de alguns estudos na área. A presença dos estromatólitos do tipo *Conophyton*, como fóssil *index* indica idades do Proterozóico Médio a Superior (DARDENNE 2009).

Análises geocronológicas pelo método Sm-Nd foram feitas por Pimentel *et al.* (2001), sugerindo idades entre 2,1 a 1,7 Ga. Dardenne *et al.* (2003) dataram os zircões encontrados nos metaconglomerados da base do grupo, pelo método U-Pb, obtendo idades de  $2081 \pm 35$  Ma em seixo granítico e 2,18-1,85 Ga em grãos detríticos.

A presença de um dique de rocha metabásica alojada nas rochas da Formação Serra do Poço Verde possibilitou que Babinski *et al.* (2005) realizassem análises isotópicas concluindo que: pelo método Sm-Nd, as  $T_{DM}$  indicam idades em torno de 1,0 Ga e a morfologia e idades U-Pb dos zircões datam de 2,0 Ga, sendo interpretados como xenocristais absorvidos da encaixante.

Rodrigues (2008) datou os metassedimentos do Grupo Vazante chegando às seguintes conclusões utilizando o método U-Pb em zircões: idades variando entre 1,0 e 1,85 Ga na Formação Retiro (zircão detrítico); principais picos entre 0,94 e 2,2 Ga para os quartzitos da Formação Lagamar, sendo 0,94 a idade máxima para deposição. O método  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  em um conglomerado da Formação Lagamar gerou picos entre 2,1 e 2,2 Ga e pico de 2,2 Ga (Paleoproterozóico) na Formação Serra do Garrote, sugerindo proveniência do embasamento siálico (CSF) dos zircões. Porém amostras oriundas de quartzitos das Formações Morro do Calcário e Serra da Lapa indicaram idade mesoproterozóica (1,2 Ga). Pelo método Sm-Nd, nas rochas da Formação Serra da Lapa, as

T<sub>DM</sub> variam entre 1,67 a 2,0 Ga e na Formação Serra do Garrote variam entre 2,03 a 2,76 Ga. Os dados sugerem idades variando entre Paleo a Mesoproterozóico.

Figura 6 – Coluna litoestratigráfica do Grupo Vazante e base do Grupo Canastra.

Coluna	Depósito Mineral	Descrição	Membro	Formação	Grupo
		Filito cinza	Serra da Anta	Paracatu	Canastra
	Au - Morro do Ouro	Filito carbonoso com camadas de quartzito	Morro do Ouro		
		Filito carbonático verde		Serra do Laminim	
		M Ardósia rica em carbonato cinza Lentes de dolomito Ardósia carbonosa preta		Serra da Lapiti	
	Pb-Zn - Morro Agudo	L Bioerma estromatolítica, facies de brecha e dolarenito	Pamplona Superior	Morro do Calcário	
	Zn - Vazante	K Dolomito rosa com laminações algais, nodulos de barita e gretas de contração	Pamplona Médio	Serra do Poço Verde	
		J Ardósia cinza e verde com intercalações de dolomito rosa	Pamplona inferior		
		I Dolomito cinza escuro com laminações algais e birds eyes	Morro do Pinheiro Superior		
		H Dolomito cinza claro a rosa com intercalações de brecha e dolarenito	Morro do Pinheiro Inferior		
		G Ardósia cinza		Serra do Garrote	V A Z A N T E
	F Bioerma estromatolítica Calcário cinza escuro Brecha dolomítica	Sumidouro	Lagamar		
	E Conglomerado	Arrependido			
	D Ritmito		Rocinha		
Fosforito 3- Lagamar	C Ardósia cinza escura pirítica e fosfática				
Fosforito 2- Rocinha	B Ritmito				
Fosforito 1- Coromandel Diamictito	A Intercalações de quartzito, fosforito, diamictito e ardósia		Retiro		

Fonte: Dardenne (2000).

### 3. ESTROMATÓLITOS

#### 3.1. Conceitos Gerais

Estromatólitos são estruturas biossedimentares resultantes da interação de comunidades microbianas bentônicas com o meio em que vivem. Assim, são produtos de processos sedimentológicos e biológicos, registrado desde o Arqueano. Os estromatólitos representam os microbialitos melhor conhecidos, caracterizados por uma sucessão de lâminas relativamente organizadas. Incluem grande diversidade de formas, laminações e dimensões, sendo possíveis variações consideráveis entre a base e o topo dos corpos estromatolíticos. Suas características dependem das espécies de cianobactérias e/ou bactérias (e eventuais algas) presentes nas comunidades microbianas, assim como do seu ambiente de vida (HOFMANN, 1969; WALTER, 1976; BURNE & MOORE, 1987).

Tanto os estromatólitos modernos, quanto os antigos incluem representantes de vários tipos de ambientes, desde marinhos rasos até aquáticos continentais, diversas condições de energia, profundidade na água, luminosidade, oxigenação, salinidade, temperatura, quantidade de partículas em suspensão e outros parâmetros físico-químicos da água. No entanto, os estromatólitos fanerozóicos confinaram-se preferencialmente aos ambientes que são estressantes para os invertebrados raspadores, os quais seriam consumidores potenciais de esteiras microbiais. Tais ambientes, por exemplo, hipersalinos, também evitam competição por espaço ecológico entre as comunidades microbianas e algas macroscópicas (AWRAMIK, 1991).

Os estromatólitos normalmente são compostos por carbonato de cálcio (calcita ou dolomita), com lâminas micríticas, eventual presença de pelóides e outros grãos carbonáticos (DEMICCO & HARDIE, 1994), ou podem ter sido substituídos por sílica em processos epigenéticos. Os estromatólitos antigos podem exibir feições que atestam modificações ocorridas no próprio sistema deposicional de origem (e.g., dissolução parcial por exposição subaérea) ou modificações diagenéticas, assim como alterações resultantes de metamorfismo de baixo grau.

Considerando-se a forte relação entre as características dos estromatólitos e as condições ambientais durante o seu desenvolvimento, seu estudo pode fornecer informações úteis nas interpretações dos paleoambientes. Eventuais feições epigenéticas permitem interpretar sua história pós-deposicional. Tendo em vista o desenvolvimento dos estromatólitos em águas geralmente muito rasas, com relativa luminosidade, as ocorrências permitem reconhecer antigas linhas de costa, auxiliando nas interpretações paleogeográficas. Com os devidos cuidados, considerando-se as feições morfológicas dependentes do grau relativo de evolução biológica das espécies microbianas, os estromatólitos pré-cambrianos também podem ser usados para a realização de correlações estratigráficas e datações relativas (SALLUN FILHO & FAIRCHILD, 2005).

### **3.2. Registros Brasileiros Proterozóicos**

As principais referências sobre estromatólitos proterozóicos no Brasil concentram-se nas faixas Paraguaí e Ribeira e no Cráton do São Francisco com suas respectivas faixas dobradas associadas (SALLUN FILHO & FAIRCHILD, 2005). Os primeiros estromatólitos estudados no Brasil são da região de Itapeva (SP), da Faixa Ribeira (ALMEIDA, 1944). Nesta faixa, os estromatólitos encontram-se no Grupo Itaiacoca, na Formação Capiru e no Grupo São Roque (SALLUN FILHO & FAIRCHILD, 2005). No Cráton do São Francisco, destacam-se as ocorrências nos grupos Vazante e Paranoá (GUIMARÃES & DARDENNE, 1994; FAIRCHILD *et al.*, 1996; entre outros).

O Grupo Vazante (Neoproterozóico inferior) tem ocorrências de microbialitos no oeste de Minas Gerais, especialmente na região de Unai, Paracatu, Vazante e Lagamar, nas formações Lagamar, Serra do Poço Verde e Morro do Calcário. Dardenne (2005) descreveu importantes estromatólitos na Fazenda Matinho, em Lagamar, atribuídos ao Membro Sumidouro da Formação Lagamar, onde foram diferenciados basicamente dois tipos de estromatólitos de acordo com a geometria das laminações (cônicas ou convexas). São estromatólitos característicos do Proterozóico Médio a Superior e foram depositados em ambiente marinho litorâneo em condições de águas rasas e agitadas afetadas por fortes correntes de maré.

Este local chamado de “Sumidouro do Córrego do Carrapato” dista da área do presente estudo cerca de 5 km (ao sul) e constitui um ponto importante de possível correlação com a Fazenda Sumaré, onde o registro é de extensão estratigráfica possivelmente maior e mais completa.

## **4. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO**

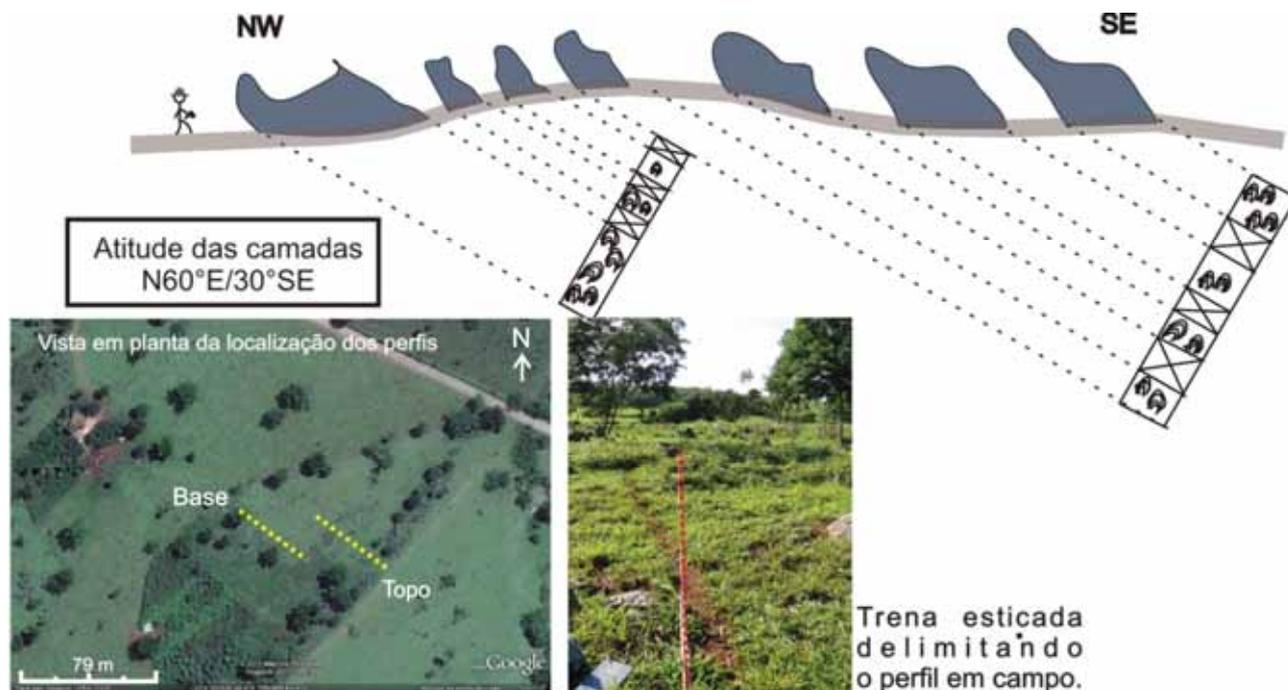
### **4.1. Trabalhos de campo**

Para a análise dos estromatólitos em campo foi adotado em parte o guia de observação proposto por SRIVASTAVA, 2004, complementado com a proposta do guia sugerido por FAIRCHILD (1999). As descrições devem incluir medidas das dimensões da camada, informações sobre litologia, bem como os modos de ocorrência dos corpos estromatolíticos (relações verticais e laterais; ramificação e sua natureza; orientação relativa das colunas; variabilidade das laminações; ornamentação externa; forma, tipo e herança laminar; natureza dos sedimentos nos espaços entre as colunas).

Foram levantados detalhadamente dois perfis estratigráficos paralelos entre si (distantes entre si ~50 m e com ~50 m de comprimento cada um), no rumo de mergulho das camadas inclinadas com atitude N60°E/30°SE, os quais foram devidamente georreferenciados (início e final de cada perfil) (Figura 10). Foram levados em consideração variações laterais das camadas até distâncias de

30 m da linha do perfil. De acordo com a distribuição dos afloramentos e cobertura vegetal na fazenda, os perfis paralelos foram adequadamente integrados, resultando em um perfil composto representativo de ~60m de espessura da sucessão estratigráfica.

**Figura 7** - Desenho esquemático do procedimento para confeccionar os perfis colunares a partir de afloramentos de camadas inclinadas, com indicações da base e topo do perfil.



Realizou-se uma ampla documentação fotográfica e coleta representativas de todas as fácies e contatos observados.

#### 4.2. Trabalhos de laboratório

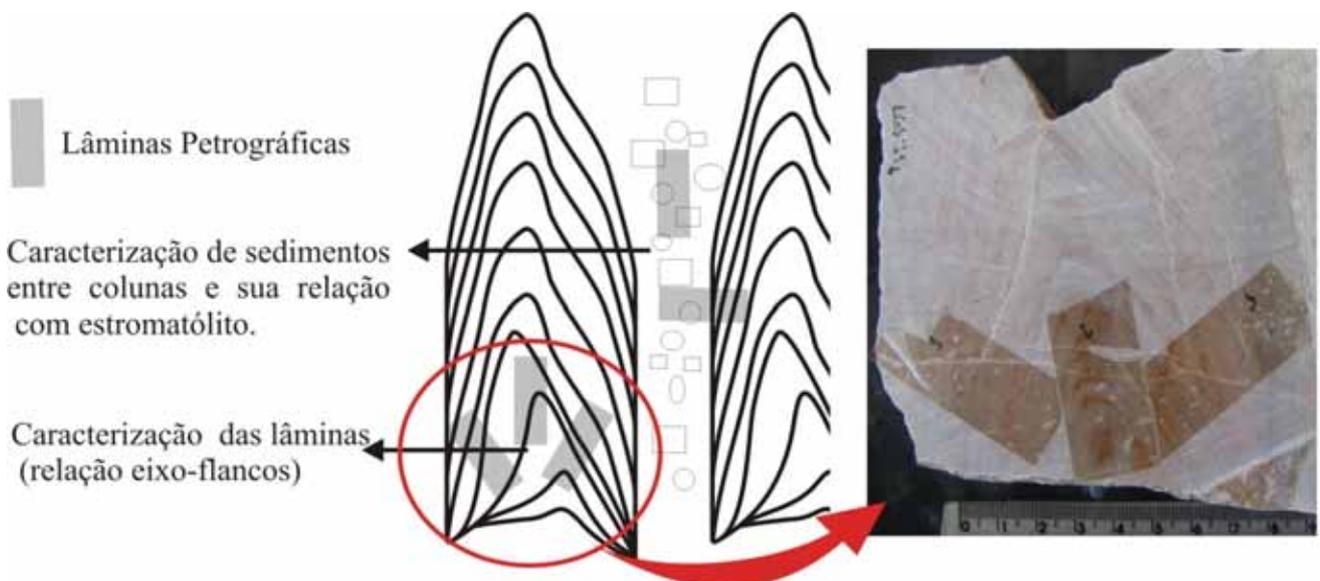
Após os trabalhos de campo, iniciaram-se as etapas de laboratório referentes às 101 amostras de microbialitos e de metassedimentos representativas das sucessões estratigráficas levantadas.

Seguiu-se o seguinte procedimento:

- Limpeza e cadastramento das amostras através de um código com as iniciais da cidade de Lagamar e da Fazenda Sumaré; dessa maneira, as amostras foram catalogadas como LGS-01 a LGS-101 e incorporadas à coleção do UNESPetro- Centro de Ciências Aplicadas ao Petróleo do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP- *campus* de Rio Claro.
- Cortes dos estromatólitos com uma serra de disco diamantado, realizados em parte no laboratório de Laminação do IGCE, UNESP – *campus* Rio Claro e em marmoraria da cidade. Geralmente foram realizados dois cortes perpendiculares entre si e longitudinais às colunas, se possível passando pelo eixo de crescimento do estromatólito. Os metassedimentos tiveram seus cortes efetuados preferencialmente na direção vertical ao contato entre as distintas fácies.

- Polimento das faces cortadas em marmoraria.
- Obtenção de imagens digitais de cada face serrada; com câmera Sony ou *scanner*. A partir da documentação fotográfica pôde-se caracterizar com maior clareza os morfotipos de estromatólitos e esboçar desenhos de silhueta, ornamentação externa, vetores de crescimento e ramificação utilizando-se o programa em *Corel Draw X3*.
- Confeção de 53 lâminas petrográficas, escolhidas ao longo do perfil, de modo a serem representativas dos tipos de microbialitos presentes. Assim, em muitas das amostras foram obtidas até três lâminas para analisar toda a relação laminar entre os flancos, o eixo dos estromatólitos e sua relação com o sedimento entre colunas (Figura 11). As lâminas foram observadas em microscópio de luz polarizada no laboratório de Microscopia do DPM do IGCE e no UNESPetro. A classificação das rochas carbonáticas obedecem a nomenclatura de Dunham (1962).
- Para a identificação da dolomita foi efetuado o teste de coloração com Alisarina Red-S em HCl a 2%.

**Figura 8** - Exemplo de seleção de áreas em amostra para a confecção de lâminas petrográficas, visando a caracterização de sedimentos entre as colunas, sua relação com o estromatólito, bem como descrição das lâminas nos flancos e eixos.



### 4.3. Análise dos microbialitos

Realizou-se um levantamento bibliográfico geral e dos principais textos sobre estromatólitos proterozóicos brasileiros. Para isso houve a utilização do programa GeoRef disponível na rede da UNESP-Campus de Rio Claro e consultas no acervo das bibliotecas da UNESP e do IGc/USP, assim como no acervo do Prof. Dr. Thomas R. Fairchild (IGc/USP), colocado à disposição para tal finalidade.

Ao se analisar os microbialitos, foi adotado o guia de descrição de T.R. Fairchild (inédito) apresentado na tese de mestrado de Sallun Filho (1999), elaborado por compilação de diversos outros guias (e.g. HOFMANN, 1969; WALTER, 1976); reproduzido nas figuras 7, 8 e 9.

São enfatizadas observações objetivas em quatro escalas: 1) Modo de ocorrência: estromatólitos como corpo geológico e sua geometria (lentes, camadas, indivíduos dispersos, etc.); 2) Macroestrutura: geometria dos estromatólitos individuais; 3) Mesoestrutura: principalmente as feições mais evidentes da laminação; 4) Microestrutura: arranjo interno das lâminas.

A classificação parataxonômica dos estromatólitos constitui um problema crítico, pois há muitas inconsistências na literatura na utilização das designações (SRIVASTAVA, 2004). Deste modo, neste trabalho são apenas definidas as microestruturas e macroestruturas e não a classificação em grupos e formas. Uma exceção é feita no caso dos estromatólitos cônicos (*Conophyton*), cuja geometria regular e alto grau de herança laminar permitem sua evidente identificação.

Figura 9 - Guia para a classificação de estromatólitos

MODO DE OCORRÊNCIA		B I O E R M A					ISOLADOS
		1	2	3	4	5	6
		$b:a > 50$	$50 \geq b:a > 10$ TABULAR	$10 \geq b:a; b=B$ DÔMICO	$10 \geq B:a; b < B$ LENTICULAR	$2 \geq B:a; B > b$ SUB-ESFÉRICO	ESTROMATOLITOS ISOLADOS
MORFOTIPOS BÁSICOS	B LATERALMENTE CONTÍNUOS	1 PLANAR ESTRATIFORME	2 ONDULADO	3 CUMULADO	4 PSEUDO-COLUNAR	5 PONTIAGUDO	
	C LATERALMENTE DESCONTÍNUOS SIMPLES	1 $b \geq B, a$ DÔMICO	2 $B > b; A \leq a/2$ BULBOSO	3 $B > b; A > a/2$ TURBINADO	4 TERETIFORME	5 CILÍNDRICO	6 SUB-CILÍNDRICO
	D LATERALMENTE DESCONTÍNUOS RAMIFICADOS	7 TUBEROSO	8 ONCÓIDES				
		1 DÔMICO	2 BULBOSO	3 TURBINADO	4 TERETIFORME	5 CILÍNDRICO	6 SUB-CILÍNDRICO
E FORMAS COMPOSTAS	1 EM FASCÍCULOS	2 COALESCIDA (SIMPLES)	3 COLUNAR-ESTRATIFORME	4 ANASTOMOSADA	5 COMPLEXA		
M A C R O E S T R U T U R A	F CONTORNO EM PLANTA	1 ARREDONDADO EQUIDIMENSIONAL	2 POLIGONAL	3 ELÍPTICO A OBLONGO	4 LACEOLADO	5 CRESCENTIFORME	6 LOBADO
		7 COALESCIDO	8 INTERLIGADO	9 CUSPIDADO			

Fonte: extraído de Sallun Filho (1999).

Figura 10 - Guia para a classificação de estromatólitos.

M A C R O E S T R U T U R A	<b>G</b> ATITUDE	1 NORMAL	2 INCLINADA	3 PROSTERNADA	4 CURVA	5 SINUOSA	6 DECUMBENTE	
		7 RECUMBENTE						
	<b>H</b> PROXIMIDADE	1 $d \approx 0$ CONTIGUOS	2 $d \leq B$ PROXIMOS	3 $d > B$ SEPARADOS	4 $d \gg B$ ISOLADOS			
	<b>I</b> DICÓTOMA	1	2	3	4 MODERADAMENTE	5 MUITO		
		P A R A L E L A			D I V E R G E N T E			
	<b>J</b> MÚLTIPLA	1 PARALELA	2 DIVERGENTE					
M E S O E S T R U T U R A	<b>K</b> DESIGUAL (PROJEÇÕES)	1 LATERAIS PARALELAS	2 LATERAIS DIVERGENTES	3 PROJEÇÃO EM NICHOS	4 PROJEÇÃO TERMINAL			
	<b>L</b> FREQUÊNCIA	1 $N/N_p = 0$ AUSENTE	2 $\leq 1/20$ RARA	3 $> 1/20 \text{ a } \leq 5/20$ POUCO FREQUENTE	4 $> 5/20 \text{ a } \leq 10/20$ COMUM	5 $> 10/20$ MUITO FREQUENTE	<small>N = n' total de indivíduos N<sub>p</sub> = n' de indivíduos com ramificação N<sub>r</sub> = n' de pontos de restrição</small>	
M I C R O E S T R U T U R A	<b>M</b> ORNAMENTAÇÃO MARGINAL	1 LISA OU SEM ORNAMENTAÇÃO	2 SERRILHADA	3 FIMBRIADA	4 COM COSTELAS	5 ENCAROÇADA	6 COM PONTES	

Fonte: extraído de Sallun Filho (1999).

Figura 11 - Guia para a classificação de estromatólitos

M E S O E S T R U T U R A	<b>N</b> PERFIL LAMINAR	1 CÔNCAVO	2 PLANAR	3 POUCO CONVEXO	4 MODERADAMENTE CONVEXO	5 MUITO CONVEXO	6 PARABÓLICO
		7 PONTIAGUDO	8 PONTIAGUDO COM ZONA AXIAL	9 RETANGULAR	10 RÔMBICO	11 ENVELOPE	12 CONCÊNTRICO
	<b>O</b> GRAU DE CURVATURA	1	2	3	4 MICRO-DISCORRÂNCIA		
	<b>P</b>						
M E S O E S T R U T U R A	<b>Q</b> GRAU DE HERANÇA LAMINAR	1 BAIXO	2 MODERADO	3 ALTO, SIMÉTRICO	4 ALTO, ASSIMÉTRICO	5 BAIXO	6 MÉDIO
		ZONA AXIAL					
M E S O E S T R U T U R A	<b>R</b>						
	<b>S</b> ESTRUTURA LAMINAR MARGINAL	1 ADENTRA-SE NO SEDIMENTO	2 SEM SUPERPOSIÇÃO	3 SUPERPOSIÇÃO PARCIAL	4 SUPERPOSIÇÃO EXTENSA		
	I N F L E T I D A						

Fonte: extraído de Sallun Filho (1999).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Coluna Estratigráfica

A coluna estratigráfica obtida corresponde a ~60 m de metassedimentos do Membro Sumidouro (Figuras 12 e 13). Todas as rochas carbonáticas são dolomíticas. Os estromatólitos colunares são abundantes em praticamente toda a coluna (nas fácies dololutitos e dolarenitos) com exceção das fácies identificadas como dolorruditos, as quais se constituem principalmente de corpúsculos carbonáticos aglutinados. A maior parte da sucessão apresenta tonalidades cinzentas, mas alguns estromatólitos, especialmente na parte inferior do perfil, têm colorações avermelhadas, produto de oxidação dos sedimentos.

Os dolarenitos comumente têm estratificações cruzadas de baixo ângulo, cruzadas por ondas (atribuídas a tempestades), às vezes com granodecrescência ascendente em camadas sucessivas (2-8 cm de espessura) e, mais raramente, pequenos *sets* de estratificações cruzadas por correntes. Estas fácies de maior energia normalmente ocorrem associadas às fácies com os corpúsculos aglutinados.

Os dololutitos incluem ou são majoritariamente constituídos por esteiras lateralmente contínuas a onduladas, algo difusas e irregulares em seções polidas. Num intervalo (um pouco abaixo do nível de 40 m no perfil), as esteiras lateralmente contínuas apresentam formas dômicas do tipo “cumulado”.

Intraclastos derivados principalmente de esteiras microbianas são muito comuns entre as colunas estromatolíticas e em outras fácies, inclusive em dololutitos, entretanto, em menor proporção a presença de grãos aglutinados. Todas as fácies mostram recristalização e/ou feições de dissolução, como estilolitos, que mascaram ou até obliteram as estruturas localmente.

Ocorrem passagens graduais entre distintos morfotipos de microbialitos, e passagens concordantes de estromatólitos para dololutitos, assim como passagens abruptas/?erosivas, geralmente de estromatólitos para dolarenitos e vice-versa.

Em pelo menos dois pontos da Fazenda Sumaré (níveis pouco abaixo dos 20 m e pouco abaixo dos 30 m) ocorrem rochas carbonáticas com laminações onduladas proeminentes muito inclinadas a verticais, interpretadas como porções marginais de bioermas, certamente voltadas para águas mais profundas e talvez de maior energia. Podem originar-se irregularmente, com alguma interdigitação, a partir de dolorrudito com oncoides e localmente são interrompidos ou sobrepostos por estromatólitos colunares.

Abaixo do perfil descrito ocorrem dolarenitos e dololutitos relativamente homogêneos, levemente laminados. Acima dos últimos estromatólitos do perfil, os afloramentos com rochas carbonáticas tornam-se muito escassos. Segue-se um intervalo mais siliciclástico de

pelitos/(calco?)arenitos interlaminados, que apresentam acamamento *wavy* e brechas com clastos de pelitos.

## **5.2. Caracterização dos morfotipos estromatolíticos**

Foram identificados oito diferentes formas de estromatólitos, os quais seguem descritos separadamente em três grandes grupos: os Estromatólitos Lateralmente Contínuos (três formas), os Estromatólitos Lateralmente Descontínuos Simples (três formas) e os Estromatólitos Lateralmente Descontínuos Ramificados (duas formas).

### 5.2.1. Estromatólitos lateralmente contínuos

#### **Morfotipo 1.1** - Estromatólitos estratiformes horizontais (Figuras 14A, 14B e 14C)

São bastante frequentes na coluna estratigráfica. Como o próprio nome já indica, são estromatólitos estratiformes horizontais, geralmente planares, mas localmente ou totalmente ondulados. Alcançam até 1 m de espessura, onde gradualmente passam para formas pseudocolunares até colunares. Por vezes, esse contato é abrupto ondulado. Existe grande dificuldade na identificação do que é lâmina microbial ou não, sendo possível a denominação de laminito.

#### **Morfotipo 1.2** – Estromatólitos estratiformes subverticais-verticais (Figura 14D)

Aparecem especificamente em dois pontos no perfil, denotando possíveis locais de borda de recife. Um pouco abaixo dos 20 m da sucessão (Figura 12) tem-se as formas estratiformes horizontais passando para levemente inclinadas até ficarem sub-verticais. Abaixo dos 30 m, o mesmo morfotipo aparece de forma abrupta sobrepondo os grãos aglutinados. Assemelham-se muito ao morfotipo estratiforme horizontal, diferindo apenas pela orientação vertical e maior ondulação nas laminações.

#### **Morfotipo 1.3** - Estromatólito cumulado

Ocorrem um pouco abaixo dos 40 m da coluna (Figura 13), sendo a única ocorrência registrada deste tipo.

Figura 12 - Perfil colunar da Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG). Continua na figura 13.

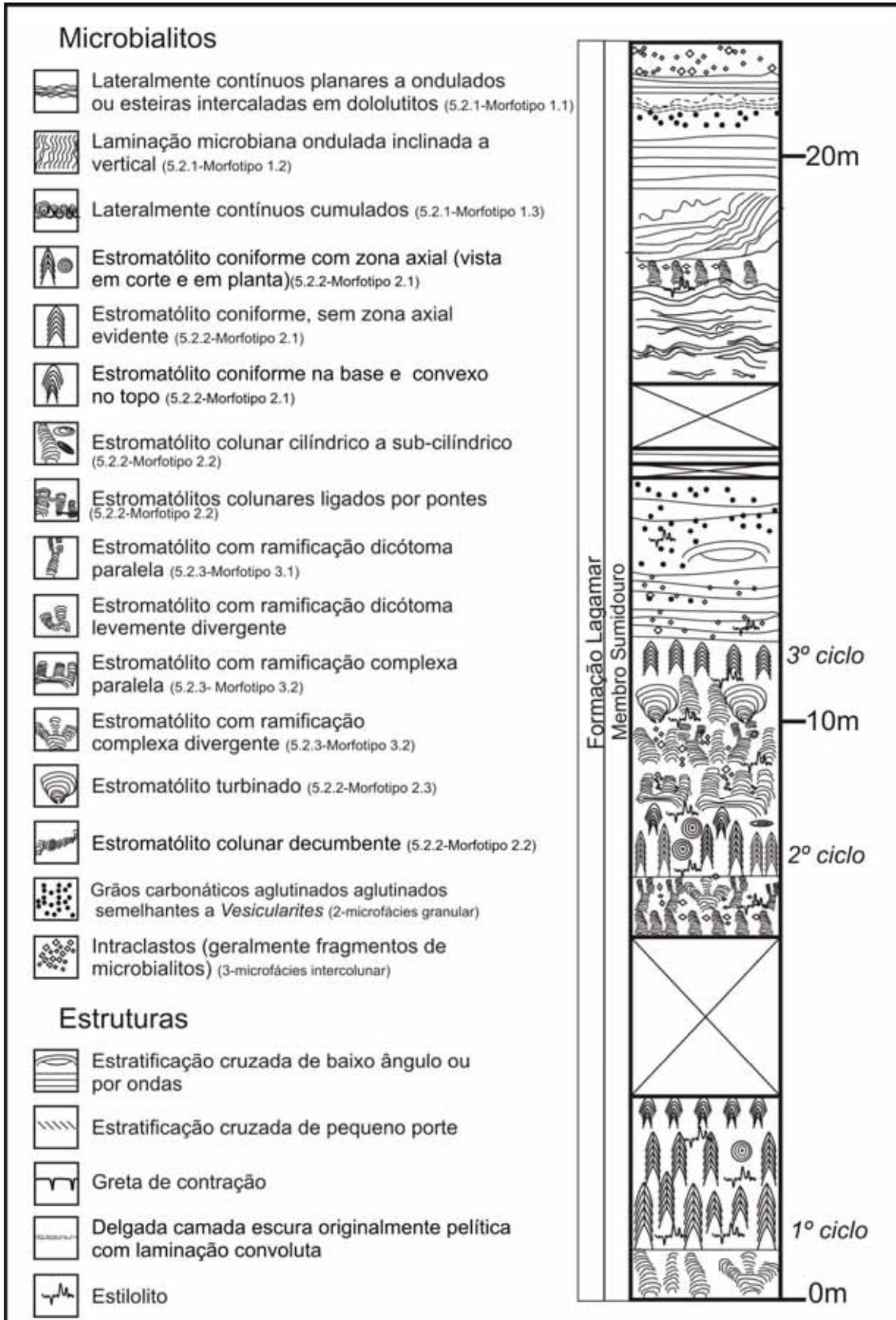
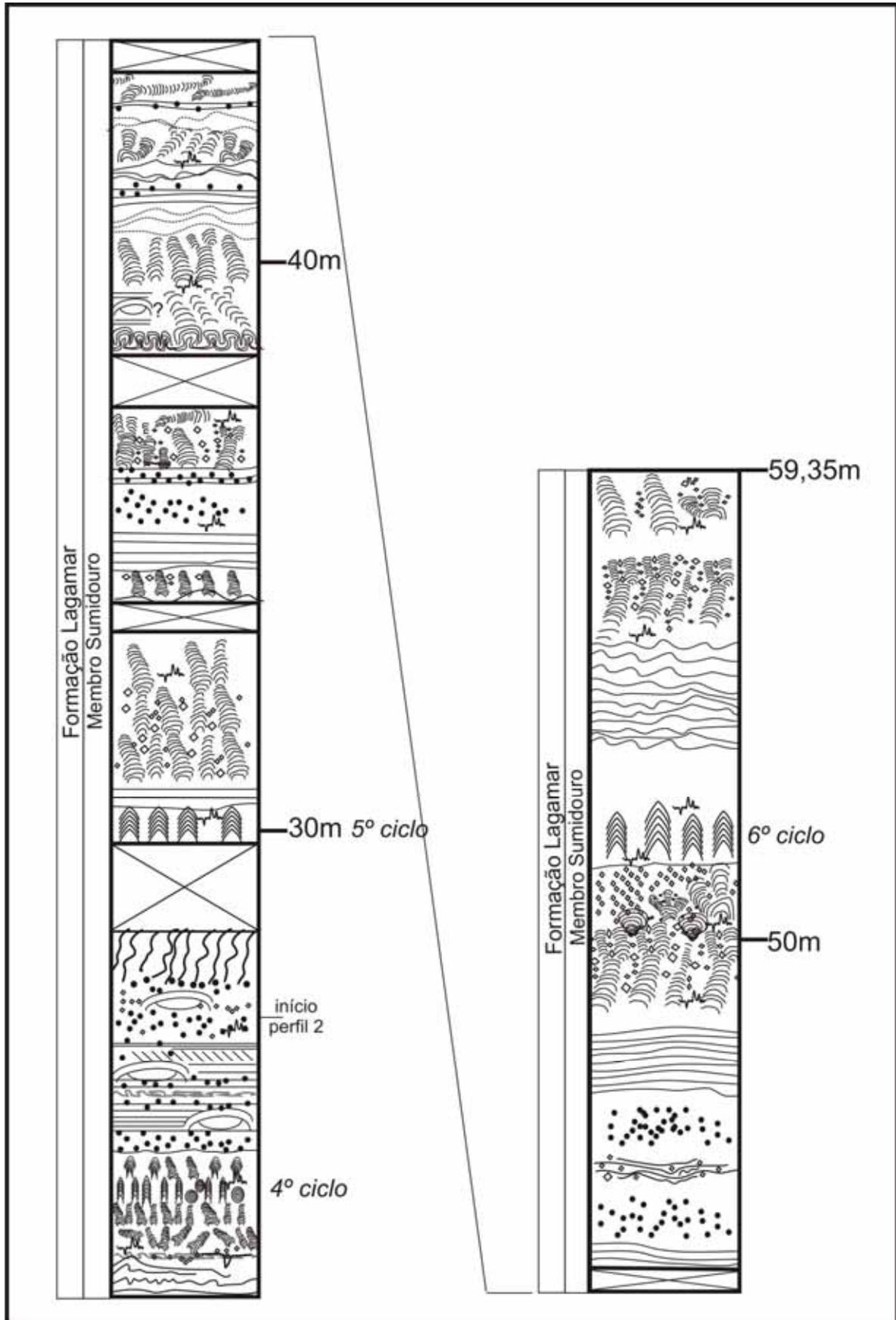


Figura 13-Continuação da figura 12, mostrando perfil colunar da Fazenda Sumaré, em Lagamar (MG).



**Figura 14** – Estromatólitos não colunares. **A**, **B** e **C** representam os estromatólitos planares horizontais e **D** o morfotipo subvertical/vertical.



## 5.2.2. Estromatólitos lateralmente descontínuos simples

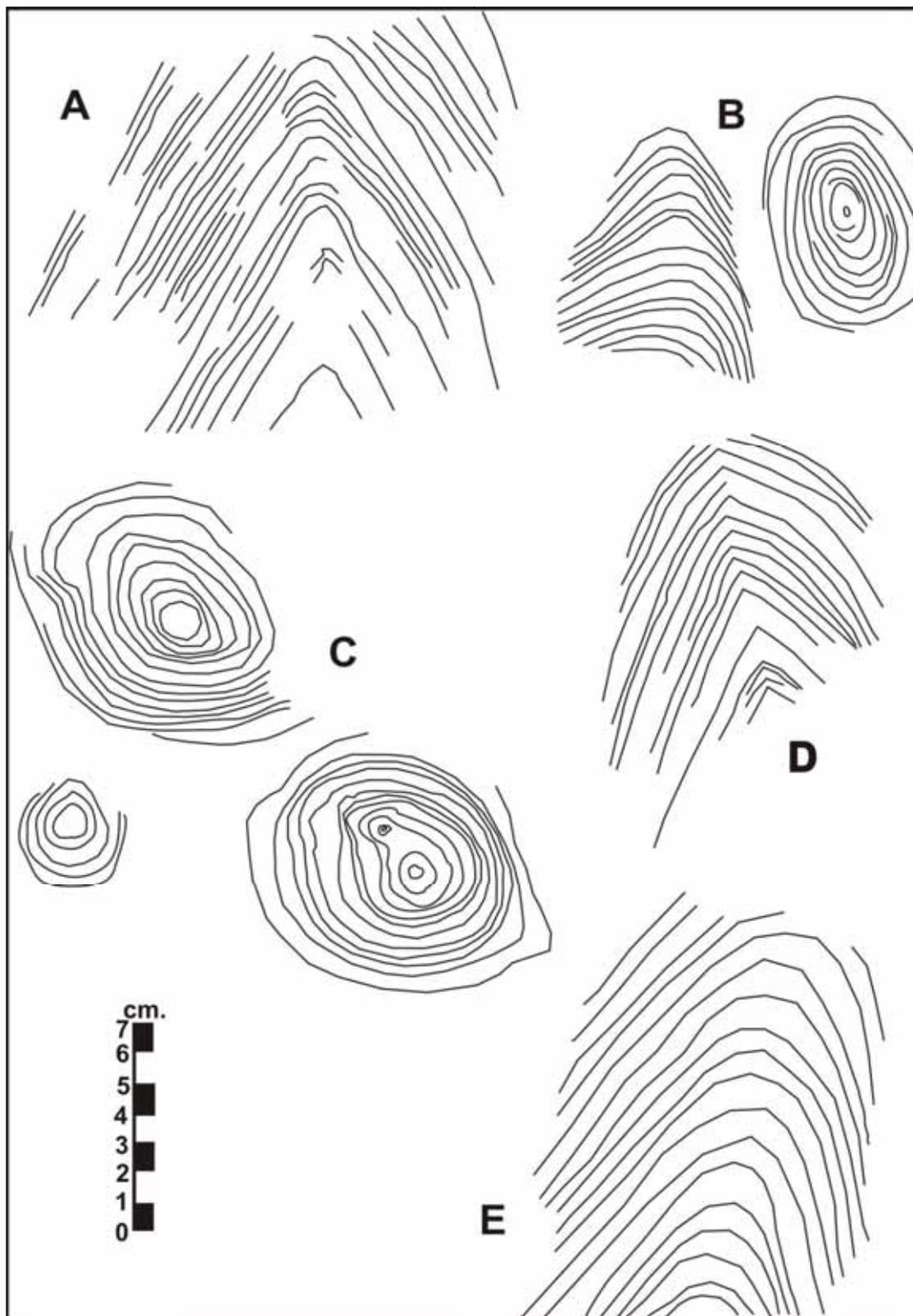
### **Morfotipo 2.1 - Estromatólitos Colunares Coniformes (Figuras 15 e 16)**

São comuns na parte inferior da coluna, (pouco abaixo e acima de 10 m da coluna – figura 12); entretanto formas cônicas reaparecem nos níveis ~25m, nos 30m e acima dos 50m. Possuem perfil laminar pontiagudo com zona axial (Figuras 15A ,15D,16A, 16C), alta herança laminar, diâmetros até 20 cm. Não apresentam ramificação.

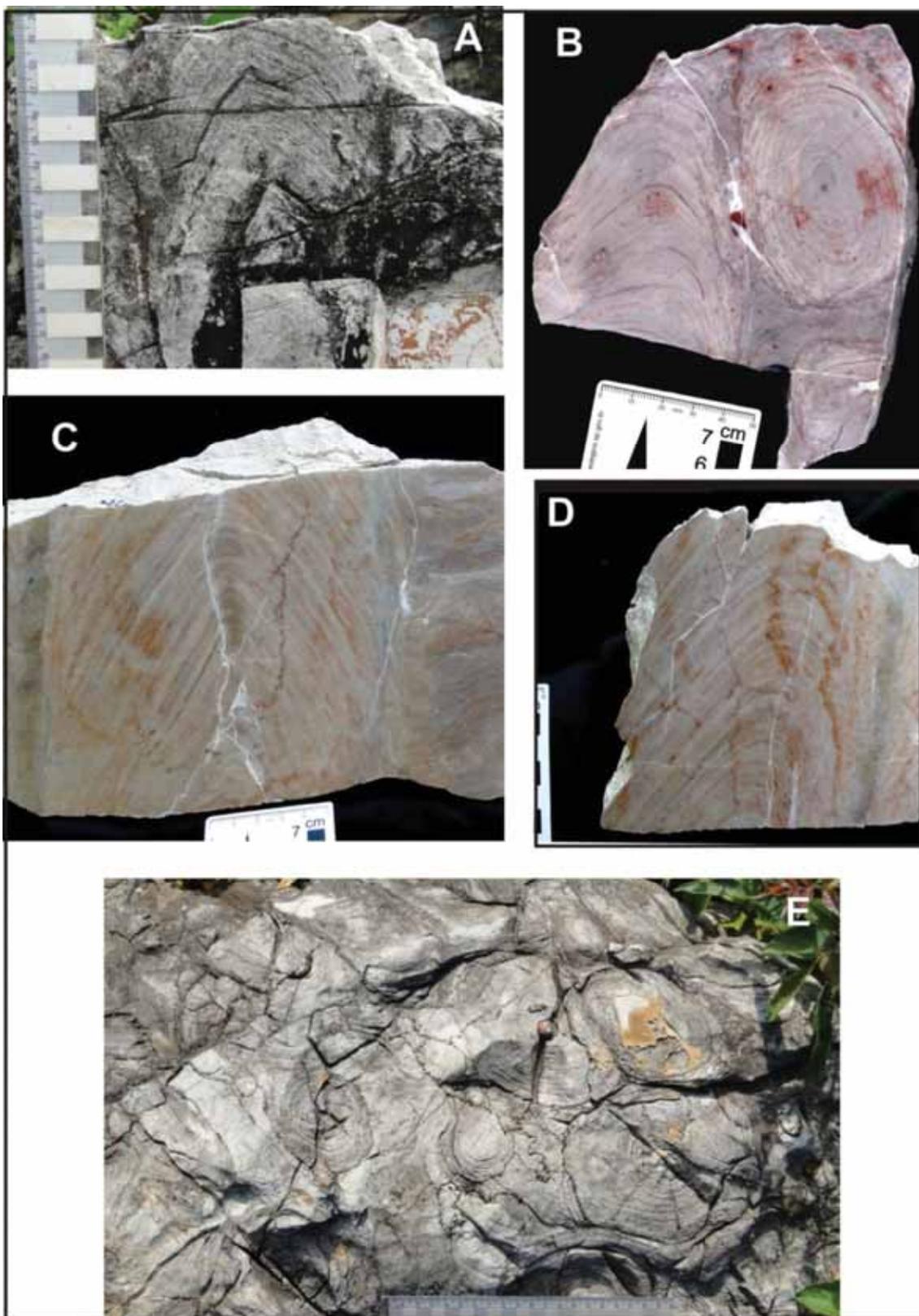
As colunas geralmente estão dispostas de modo contíguos, próximas entre si ou, às vezes, mais separadas. São normalmente eretas, mas eventualmente encontram-se algumas colunas horizontais (caídas) (Figuras 15B e 16B). Podem gradar verticalmente para formas com laminação parabólica (Figuras 15E e 16D). Nestas e em morfotipos similares com laminação ligeiramente cônica, não parece existir zona axial. A presença da zona axial seria uma das características essenciais do grupo *Conophyton*, que compreende um feixe central estreito originado pelo empilhamento das pontas, as quais são normalmente mais espessas (sucessivas lâminas cônicas). Os cortes verticais das colunas observadas no campo e nas amostras possivelmente não passam pela zona axial ou ocorrem problemas de preservação em alguns pontos. Provisoriamente, os estromatólitos colunares coniformes são considerados como *Conophyton*, levando-se em conta que há identificação deste grupo também no Sumidouro do Córrego do Carrapato (DARDENNE et al. 2005) em posição estratigráfica equivalente. Desta maneira as formas que gradam para feições com laminações mais parabólicas são passíveis de classificação em *Jacutophyton*.

Em corte transversal, as colunas são circulares a elípticas, alcançando raio de até 7 cm, as vezes com dois núcleos em cada corpo (Figuras 15C e 16E).

**Figura 15** - Traços de lâminações de estromatólitos colunares conformes em cortes longitudinais e em planta. A escala é igual para todas as figuras. **A**- corte longitudinal passando praticamente pelo zona axial da amostra LGS 21-; **B** – coluna deitada se encontra ao lado de uma *in situ*; **C**- Corte transversal de colunas da porção basal do perfil; **D**- Corte longitudinal passando praticamente pelo eixo em afloramento; **E**- Corte longitudinal mostrando passagem da laminação cônica para a parabólica, em afloramento.



**Figura 16** - Imagens de amostras polidas e de afloramentos de estromatólitos colunares coniformes da porção basal do perfil. **A**- corte longitudinal passando praticamente pelo eixo axial da amostra LGS 21; **B**- coluna deitada se encontra ao lado de uma *in situ*; **C**- Corte longitudinal passando praticamente pelo eixo axial; **D**- Corte longitudinal mostrando passagem da laminação cônica para a parabólica, em afloramento; **E**- Vista em planta dos *Conophyton*.



## **Morfotipo 2.2 – Estromatólitos cilíndricos a subcilíndricos (Figuras 17 e 18)**

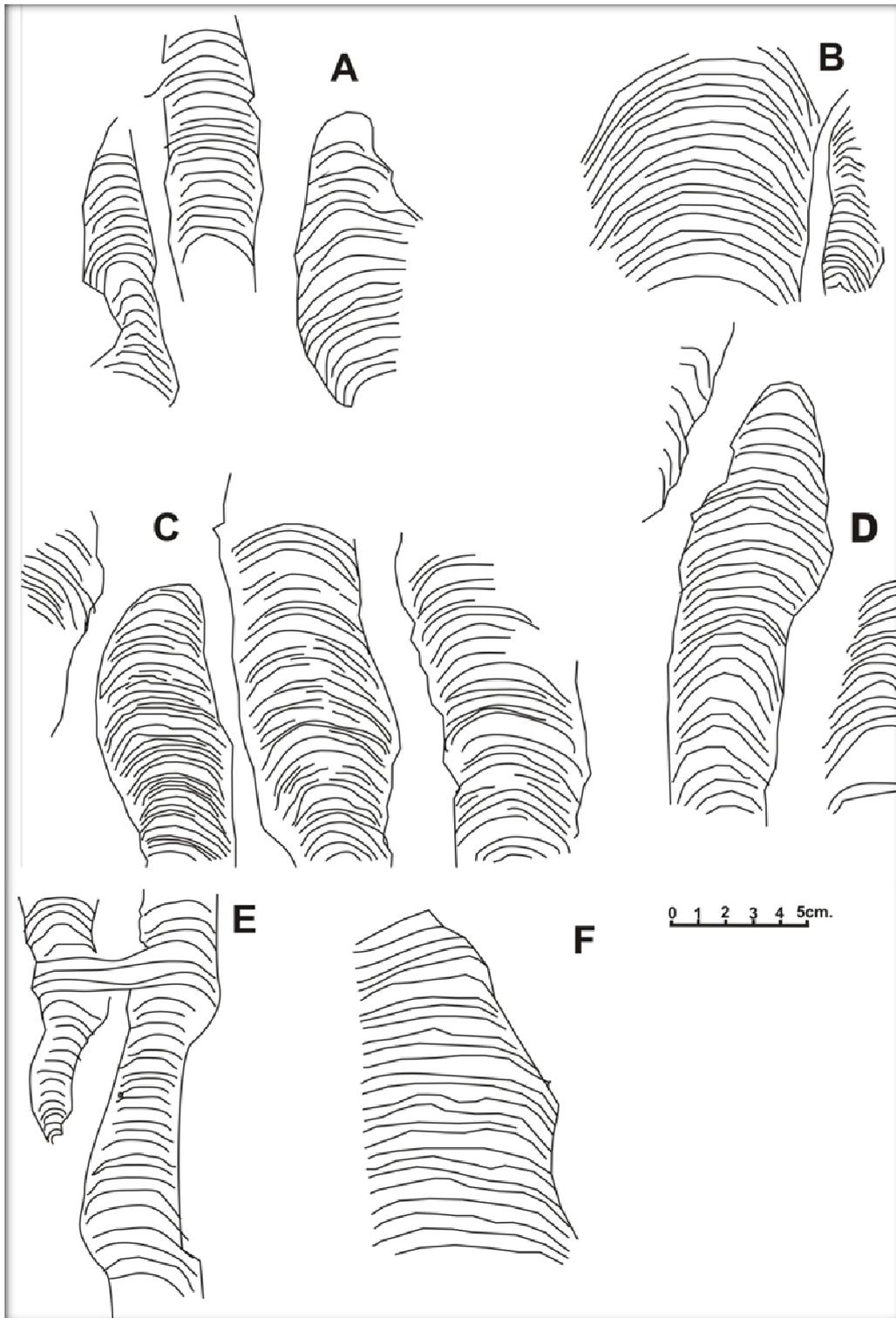
Este morfotipo foi identificado na porção basal do perfil (0-1m) e nos níveis próximos a 5m, 10 m, 19 m, 25 m, 30 a 35 m, 40 m, 50 m, 58 m; nas proximidades do nível 40 m, os estromatólitos cilíndricos a subcilíndricos aparecem associados a formas dicótomas. São desta maneira o morfotipo mais abundante de toda a coluna (Figura 12 e 13).

As colunas se apresentam geralmente estreitas (~4 cm, excepcionalmente ~10 cm), estão dispostas paralelamente, contíguas a próximas alcançando alturas de ~20 cm. Possuem atitude ereta (Figuras 1 e 2), mas em algumas porções prevalecem as formas inclinadas e, raramente, formas decumbentes/horizontais (aproximadamente na altura dos 44 m e abaixo dos 40 m da coluna). Comumente gradam para estromatólitos ramificados dicótomos. A ornamentação externa geralmente não possui projeções laterais exceto eventuais suaves costelas e raras pontes (Figura 17E).

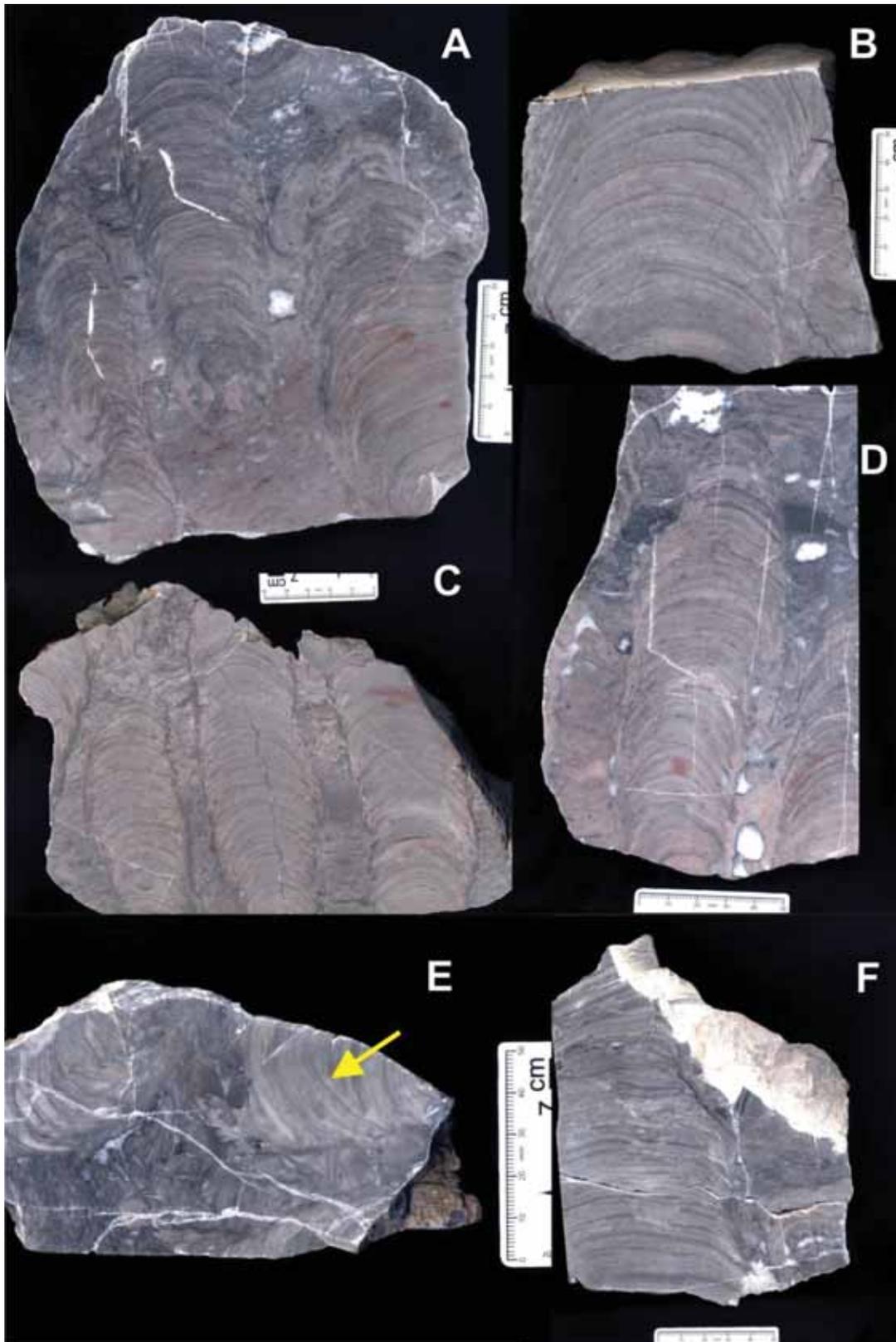
As lâminas são moderadamente a pouco convexas (Figura 17F), porém alguns afloramentos mostram laminações mais parabólicas (Figuras 17B, 17D; Figura 18D, 18B), ou retangulares ou, mais raramente levemente onduladas (grau de curvatura 2)(Figura 17A). Em parte, a convexidade das lâminas depende do ângulo de corte das colunas, pois nem todas as exposições são perfeitamente longitudinais às colunas. As lâminas mostram-se em sua maioria uniformes, mas oscilam entre uniformes-constritas (Figura 17C) em algumas colunas. No perfil laminar observam-se raramente micro-discordâncias (Figura 18E). Observa-se ainda um padrão cíclico de repetição no padrão das laminações (Figura 18A e B), em que lâminas mais escuras (micríticas) marcam o topo de cada ciclo. As colunas estão parcialmente silicificadas (Figura 18D).

Os estromatólitos cilíndricos a subcilíndricos têm grau de herança laminar moderada a alta, simétrica a assimétrica e estrutura laminar marginal infletida sem superposição (Figuras 17 e 18). Em planta, apresentam-se em formatos circulares a ovais, por vezes coalescidos.

**Figura 17** - Traços de laminações e contornos de amostras de estromatólitos cilíndricos a subcilíndricos em cortes longitudinais. A escala é a mesma para todas as figuras. **A**- Estromatólitos com laminações onduladas e convexas (LGS-65a); **B**- Estromatólito com laminações parabólicas/convexas (LGS-87b); **C**- Estromatólitos próximos entre si com laminações parabólicas (LGS-42b); **D**- Estromatólito com laminações parabólicas(LGS-65c); **E**- Ponte entre colunas, altura dos ~37m do perfil; **F**- Estromatólito com laminação pouco convexa e com ondulações (LGS-84d).



**Figura 18** - Cortes polidos de estromatólitos cilíndricos/subcilíndricos. **A**-Estromatólitos com laminações onduladas e convexas (LGS-65a); **B**- Estromatólito com laminações parabólicas/convexas (LGS-87b); **C**- Estromatólitos próximos entre si com laminações parabólicas (LGS-42b) ; **D**- Estromatólito com laminações parabólicas(LGS-65c); **E**- Pequena coluna , evidenciando a microdiscordância na laminação (seta) ; **F**- Estromatólito com laminação pouco convexa (LGS-84d).

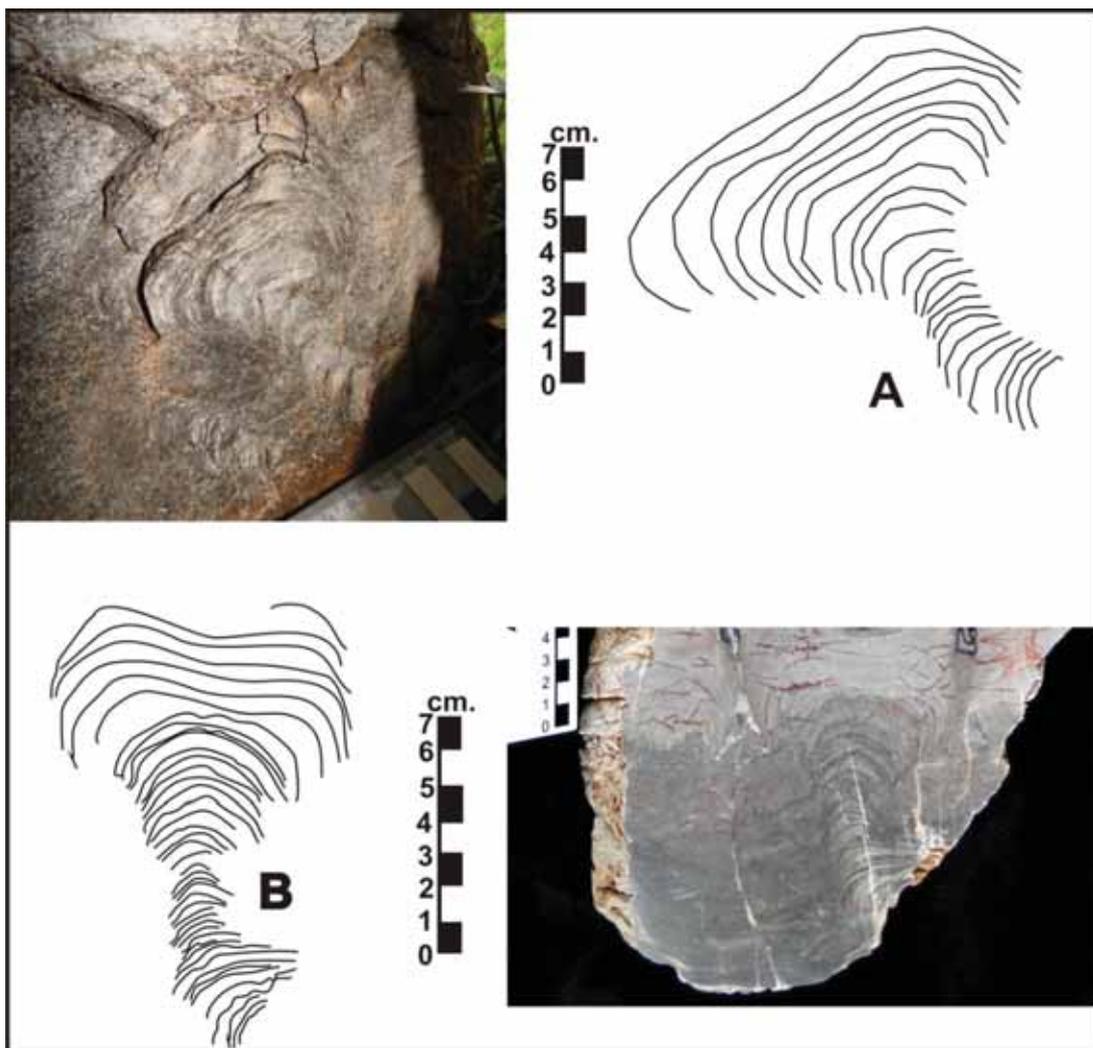


### Morfotipo 2.3 – Estromatólitos turbinados (Figura 19)

Aparecem apenas duas vezes na coluna estratigráfica, ao nível dos 10 m e na altura dos 50 m. Dessa forma são bastante incomuns.

As colunas apresentam margem lisa, atitude ereta a inclinada e geralmente apresentam-se em formas isoladas. Alcançam até ~10 cm de altura. Os contornos em planta não foram observados. Em geral, são associados a morfotipos lateralmente descontínuos ramificados (como os estromatólitos cilíndricos dicótomos), podendo representar a parte basal das ramificações (Figura 19B). O arranjo interno das lâminas classifica-se como moderadamente convexo (Figura 19A e 19B); estas se expandem de forma ascendente até atingirem diâmetro máximo em torno de 12-15 cm. Por vezes e muito localmente nota-se um perfil laminar com grau de curvatura 2 e herança laminar moderadamente alta e simétrica (Figura 19B).

**Figura 19** - Estromatólitos turbinados: A- Nível entre 14 e 16 m do perfil colunar, forma isolada de estromatólito turbinado; B- Estromatólito Turbinado na porção basal, o qual culmina com ramificações dicótomas.



### 5.2.3. Estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados

#### **Morfotipo 3.1 – Estromatólitos ramificados dicótomos (Figuras 20 e 21)**

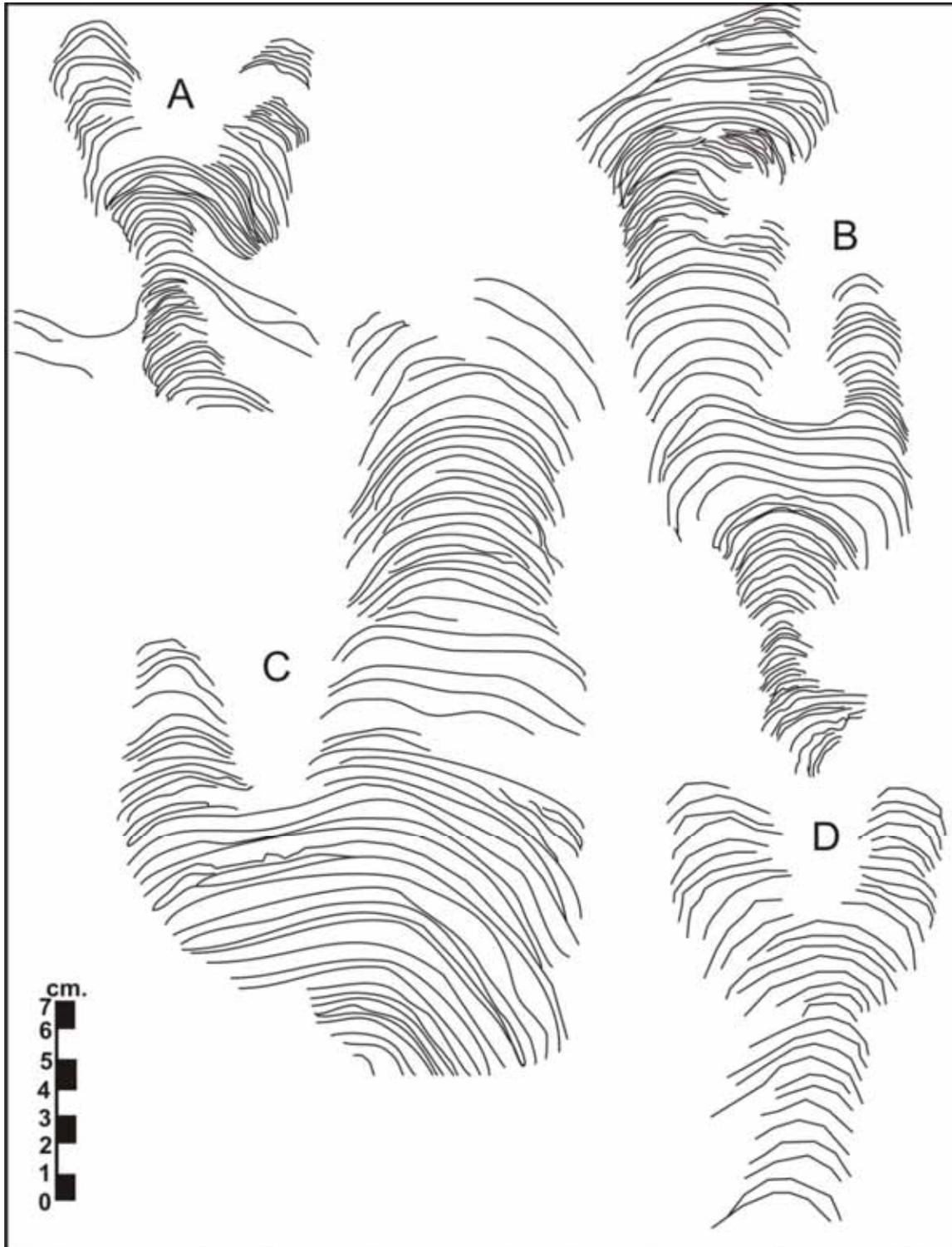
São abundantes, aparecem desde a porção basal da coluna; aos níveis dos ~10 m, ~40 m, 50 m e quase no topo da sucessão.

As colunas estão orientadas paralelamente umas às outras, onde se observa que o corpo de estromatólito principal possui atitude ereta, e estão dispostos próximos entre si. Possuem morfotipo cilíndricos (a subcilíndricos), de modo que se assemelham em muito com o morfotipo 2.2 (Estromatólitos Lateralmente Descontínuos Simples – morfotipo 2.2 - cilíndricos/subcilíndricos) (Figura 21A). A ornamentação externa é lisa, às vezes levemente costelada.

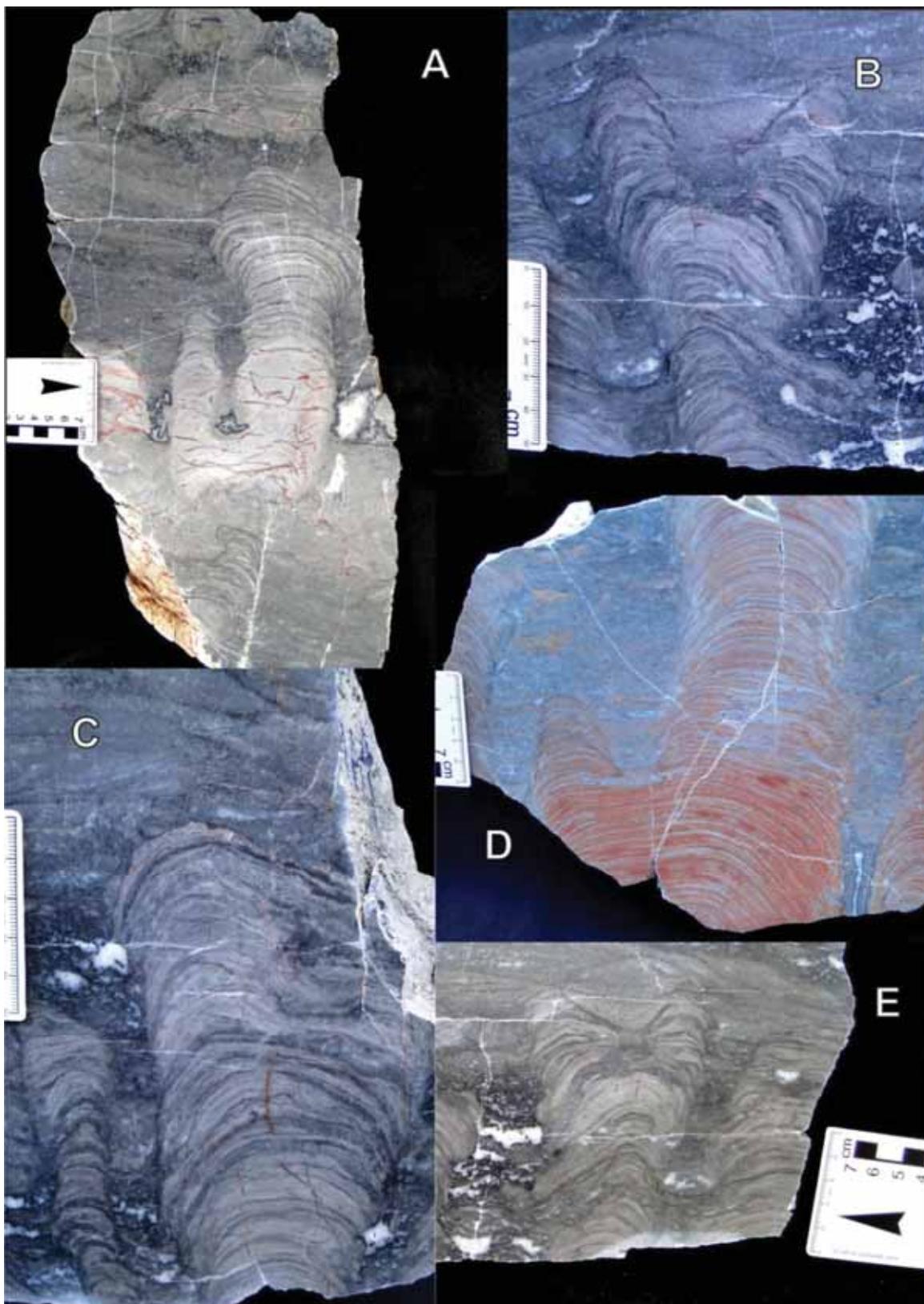
Observam-se os tipos de ramificações paralela (padrão  $\beta$ ) (Figuras 20B e 20C) e moderadamente/levemente divergente (Figuras 20A e 20D). Para o padrão  $\beta$ , nota-se uma expansão da coluna antes da ramificação – provém das formas turbinadas – as quais originam duas colunas praticamente paralelas e bastante próximas entre si (Figuras 20C e 20B).

O perfil laminar é bastante variável. De modo geral, varia de pouco a muito convexo, chegando até ao parabólico. Localmente existem micro-discordâncias. O grau de herança laminar oscila entre moderado a alto, simétrico, onde as lâminas se distribuem de modo geralmente uniforme ou constricto. Em geral, a estruturação laminar marginal infletida mostra-se sem superposição, entretanto em algumas colunas a estrutura laminar marginal adentra-se no sedimento (Figura 20A).

**Figura 20** – Traços de laminações dos estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados dicótomos. **A**- Estromatólito com algumas projeções de pontes, laminações onduladas, convexas/muito convexas; **B**- Estromatólito turbinado na base com ramificações dicótomas terminais. Lâminas onduladas e algumas micro-discordâncias; **C**- Lâminações localmente onduladas, uniformes a constrictas; **D**- Laminações muito convexas, com grau de simetria moderado.



**Figura 21-** Fotos de seções polidas de estromatólitos lateralmente descontínuos ramificados dicótomos. **A-** Ramificação terminal a partir de estromatólito turbinado; **B-** Ramificação terminal levemente divergente, com laminação localmente ondulada; **C-** Laminação parabólica pouco ondulada; **D-** Laminações pouco a moderadamente convexas, ramificação terminal; **E-** Laminação muito convexa com médio grau de assimetria.



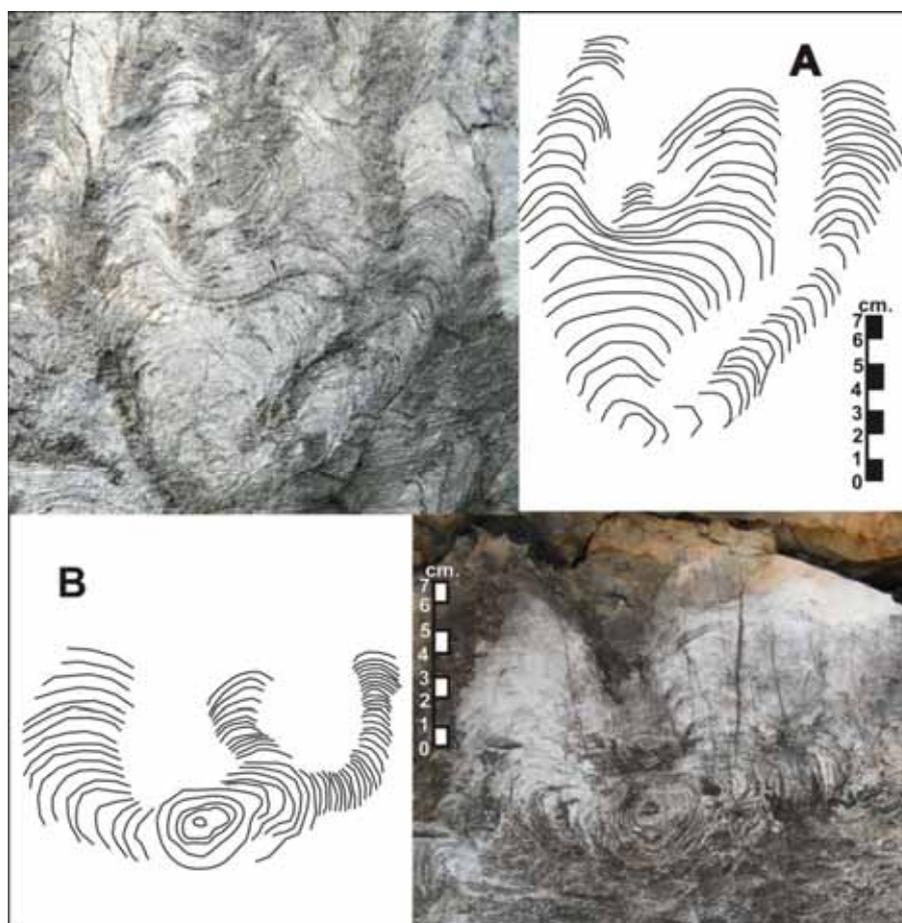
### Morfotipo 3.2 – Estromatólitos ramificados complexos (Figura 22)

O reconhecimento de estromatólitos ramificados complexos depende da disponibilidade de cortes adequados e, assim, foram constatados na porção basal do perfil associado às formas cilíndricas/subcilíndricas simples e um pouco abaixo dos 10 m.

Comumente sucedem os ramificados dicótomos. As colunas são cilíndricas/subcilíndricas de ornamentação externa geralmente lisa a pouco costelada (Figuras 22A e 22B). Podem alcançar até 20 cm de altura.

As projeções são terminais, múltiplas, levemente a moderadamente divergentes, fato que dificulta a exposição de forma contínua nas seções. O perfil laminar varia de muito a moderadamente convexo, com lâminas uniformes ora constrictas; respectivamente, o grau de herança laminar varia de moderado a baixo. A estrutura laminar marginal geralmente é infletida sem superposição, entretanto observam-se algumas lâminas adentrando-se no sedimento. Às vezes, as ramificações múltiplas são paralelas. Em planta, as colunas mostram-se isoladas ovaladas (Figura 22B). Aparecem colunas prosternadas a decumbentes com ramificação divergente.

**Figura 22** - Estromatólitos ramificados complexos em foto de afloramento e desenho interpretativo correspondente. **A** e **B** localizam-se logo abaixo do nível de 10 m do perfil (ver Figura 12 e 13).



### 5.3. Análise Petrográfica

Foram analisadas 53 lâminas petrográficas, nas quais definiram-se três diferentes microfáceis, caracterizadas de acordo com o padrão de laminação estromatolítica, sedimento entre colunas e grãos globulosos resultantes de atividade microbial.

Dessa forma, para a denominação das microfáceis utilizou-se a classificação proposta por Dunham (1962), o qual se fundamentou na textura deposicional da rocha carbonática, destacando-se três critérios gerais para distinção de carbonatos como pode ser observados na Figura 23.

Figura 23- Classificação de rochas carbonáticas proposta por Dunham (1962).

Carbonates					
Dunham (1962)					
Groundmass:					
Fine carbonate matrix			+ spar	sparry cement	
Matrix-supported		Grain-supported			
Grains: < 10%	> 10%				
MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE	
					
Folk (1959, 1962)					
Allochems:					
< 1%	1-10%	10-50%	> 50%		
fossiliferous	sparse	packed	poorly washed		
MICRITE	BIOMICRITE		BIOSPARITE		BIOLITHITE
Terrigenous					
Matrix-supported			Grain-supported		
Sand: < 10%	10-25%	> 25%			
sandy		WACKE	SUBWACKE	ARENITE	
MUDSTONE		SANDSTONE			

Fonte: Dunham (1962) *apud* Flügel (2004).

### 5.3.1. Descrição das microfácies

Os padrões laminares observados nos estromatólitos e nos metassedimentos foram divididos em três microfácies: 1) Microfácies correspondente às laminações estromatolíticas, as quais foram subdivididas em quatro microtramas; 2) Microfácies granulares e, 3) Microfácies intercolunar. Desta forma, é de importância salientar que a classificação em microtramas é independente da classificação dos estromatólitos em morfotipos, pois mais do que uma microtrama pode ocorrer em único estromatólito, assim como microtramas iguais podem ser encontradas em morfotipos distintos de estromatólitos.

#### 1) **Microfácies estromatolíticas**

##### **Microtrama 1 – Padrão grumoso**

Tem-se uma grande complexidade dada para essa trama: as camadas escuras variam em texturas grumosas até apresentarem grãos semelhantes a *Vesicularites*, já as claras se mesclam a essa textura, sendo, por vezes, impossível a separação; em outras, o contraste maior se dá pelas finas películas microbianas que marcam o limite entre elas (Figura 24E).

Dessa forma, o padrão estromatolítico observado para essa microtrama definiu-se por uma textura composta por concentrados de grumos de micrita em uma trama composta essencialmente por microesparita homogênea (Figura 24). Associam-se muitas vezes com películas microbianas bastante contrastantes; estas finas crostas delimitam formas arredondadas, ovaladas (de até 0,25mm de raio) (Figura 24- C e D), assemelham-se aos *vesicularites* (MASLOV 1953 apud BERTRAND-SARFATI 1972), discutidos na **Microfácies granular (2)**. Classificam-se segundo Dunham (1962) como *boundstone*.

##### **Microtrama 2- Padrão do *Conophyton***

Classifica-se como *boundstone*. Caracteristicamente, a laminação é bastante fina com predominância, em geral, da porção clara, microespática, sobre a micrítica. As lâminas micríticas não apresentam continuidade ao longo de toda a coluna, sendo constrictas, como as observadas macroscopicamente; localmente mostram-se onduladas. Sua espessura é variável dentro da faixa de 0,3 a 1,1 mm.

Esse estilo de laminação foi descrito apenas para *Conophyton*. Próximo ao eixo axial é possível observar maior inflexão das laminações micríticas, resultando uma curvatura aguda característica (Figura 25B). Para as laminações mais distantes do centro da coluna, o padrão de alternância micrítica e microespática varia, com menor ou maior concentração de micrita

(Figura 25A). O padrão micrítico, por vezes, assemelha-se a feições “encaroçadas”, refletindo uma crosta microbial mais marcante (Figura 25C e 25D).

Nas laminações encontram-se alguns grãos de siliciclasto e minerais opacos, identificados respectivamente como quartzo e pirita (Figura 25A, B, C, D e E).

Observam-se padrões de fraturamento paralelos à laminação, mas a grande maioria encontra-se em sentido perpendicular a elas. As fraturas apresentam-se preenchidas por quartzo e pseudoesparita, seus contatos são reentrantes. Notam-se também microfalamentos em feixes, estes anteriores ao fraturamento preenchido (Figura 25E).

### **Microtrama 3 – Padrão complexo**

Consiste em tapetes micríticos intercalados frequentemente com microesparita homogênea, de espessura variada. Dispõe-se em grupos de tapetes consistentes, por vezes discordantes em relação ao anterior; definem microdiscordâncias (figura 26E); a quantidade de esteiras micríticas, bem como a espessura total variam em toda a coluna (Figura 26A, B e D). Em geral, as porções micríticas não são totalmente contínuas e, não raro, fundem-se em uma rede difusa de tapetes microbiais (figura 26E e B). Encontram-se grãos de siliciclastos (quartzo) envolvidos na laminação bem como minerais opacos (pirita).

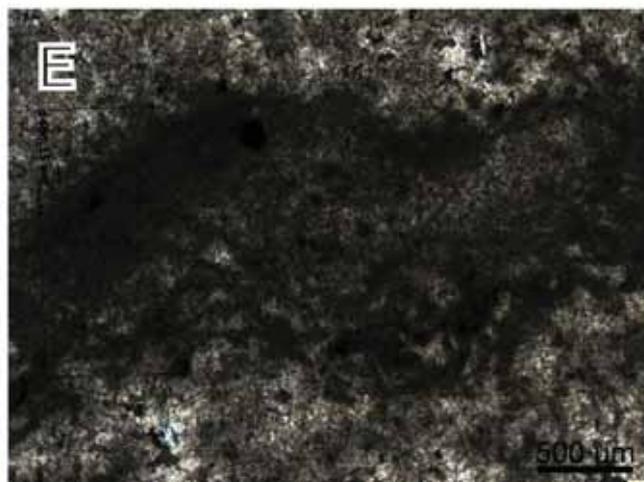
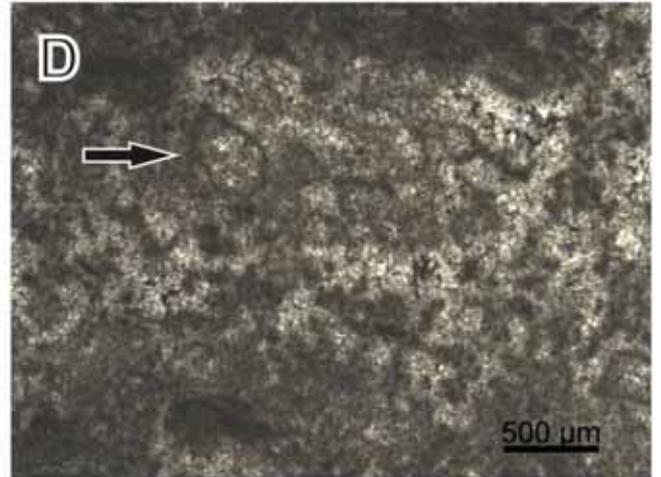
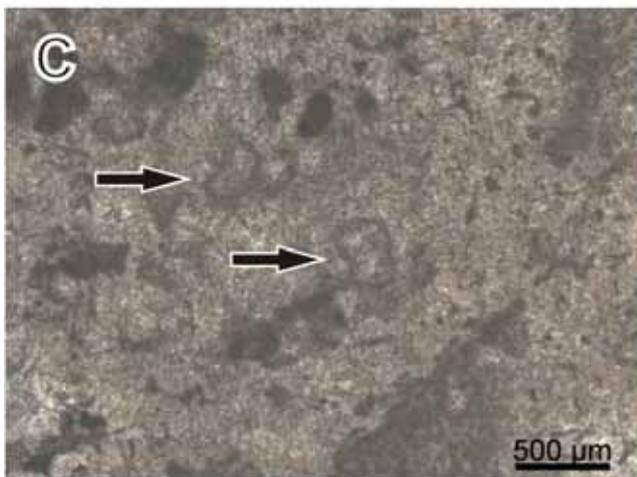
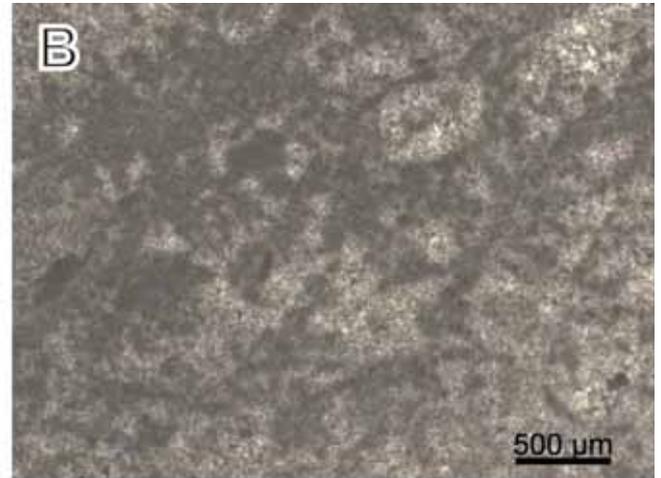
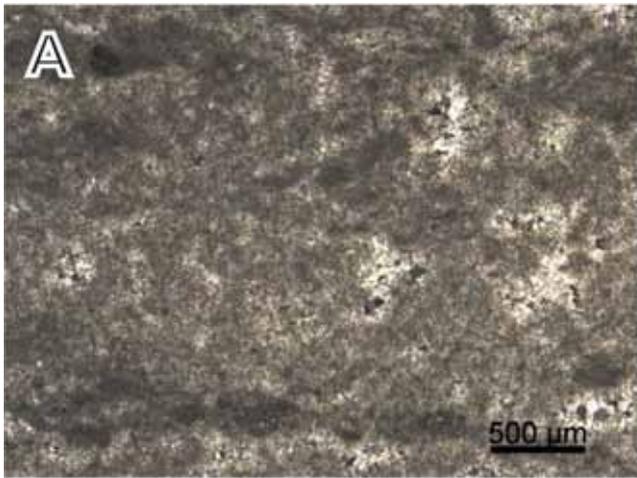
Define-se por um padrão complexo, pois as lâminas micríticas por vezes mostram-se mais finas, ora abruptamente grossas, resultando “caroços”/nódulos ou pelóides microbiais (Figura 26 C). O padrão descrito como grumoso (microtrama 1) pode intercalar-se entre as lâminas, entretanto é pouco expressivo.

### **Microtrama 4 - Padrão cíclico**

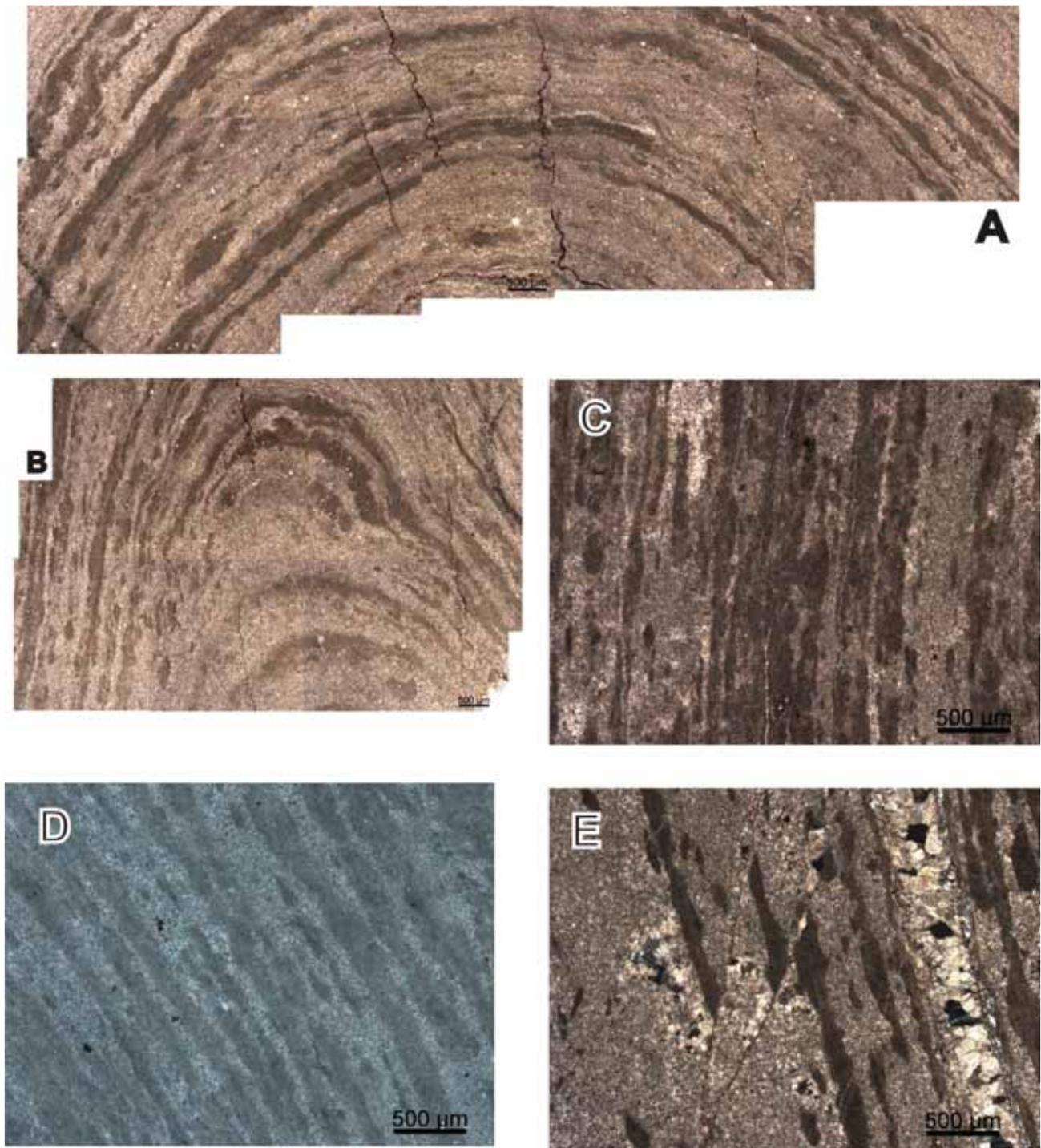
Um estilo peculiar de laminação observado nas colunas dos estromatólitos, de certa forma raro, é um padrão cíclico em relação à disposição e composição laminar. Um ciclo completo, com espessura de até 2 mm, possui em ordem ascendente: a) lâminas de composição dolomítica mais grossa ( cristais de até 0,2mm); b) microesparita homogênea com pouco de micrita em uma faixa com concentrações maiores de micrita; c) abruptamente “b” passa para porções muito mais microespáticas; d) retornando para faixa mais micrítica (Figura 27A e B). Classifica-se como *boundstone*. O padrão cíclico também foi observado em escala mesoscópica (Figura 18B).

Observaram-se feições de dissolução, como estilólitos de amplitudes moderadas a médias (Figura 27C).

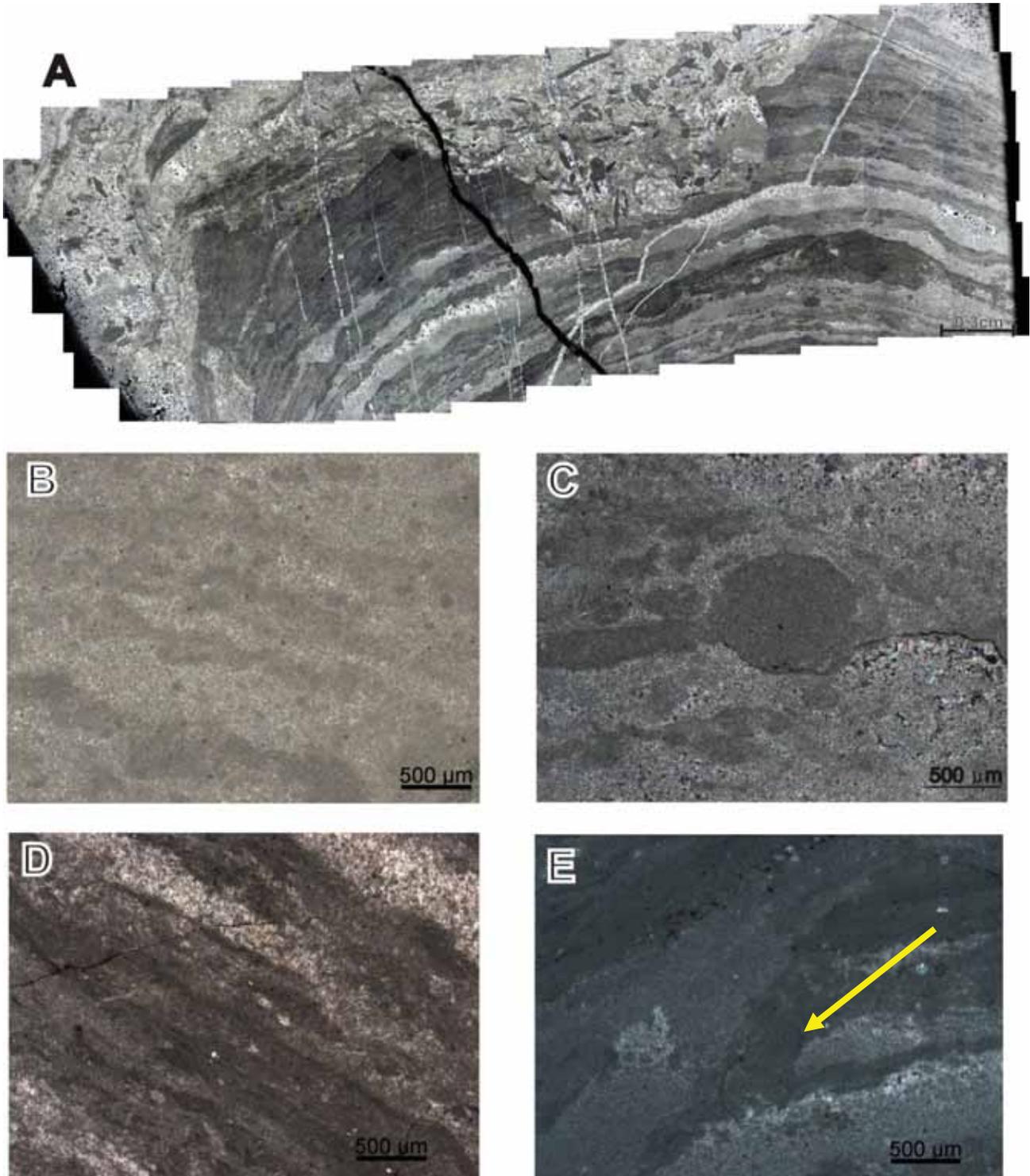
**Figura 24 – Microtrama - I.** **A** - Lâmina LGS-32-b, textura típica grumosa; **B e C** -Lâmina LGS-35-b; **D**- Lâmina 36-b; **E**-Lâmina LGS-60-c, ocorre a delimitação de camadas mais grumosas e micríticas das mais claras, microespáticas. As setas indicam a presença de estruturas semelhantes a *vesicularites*.



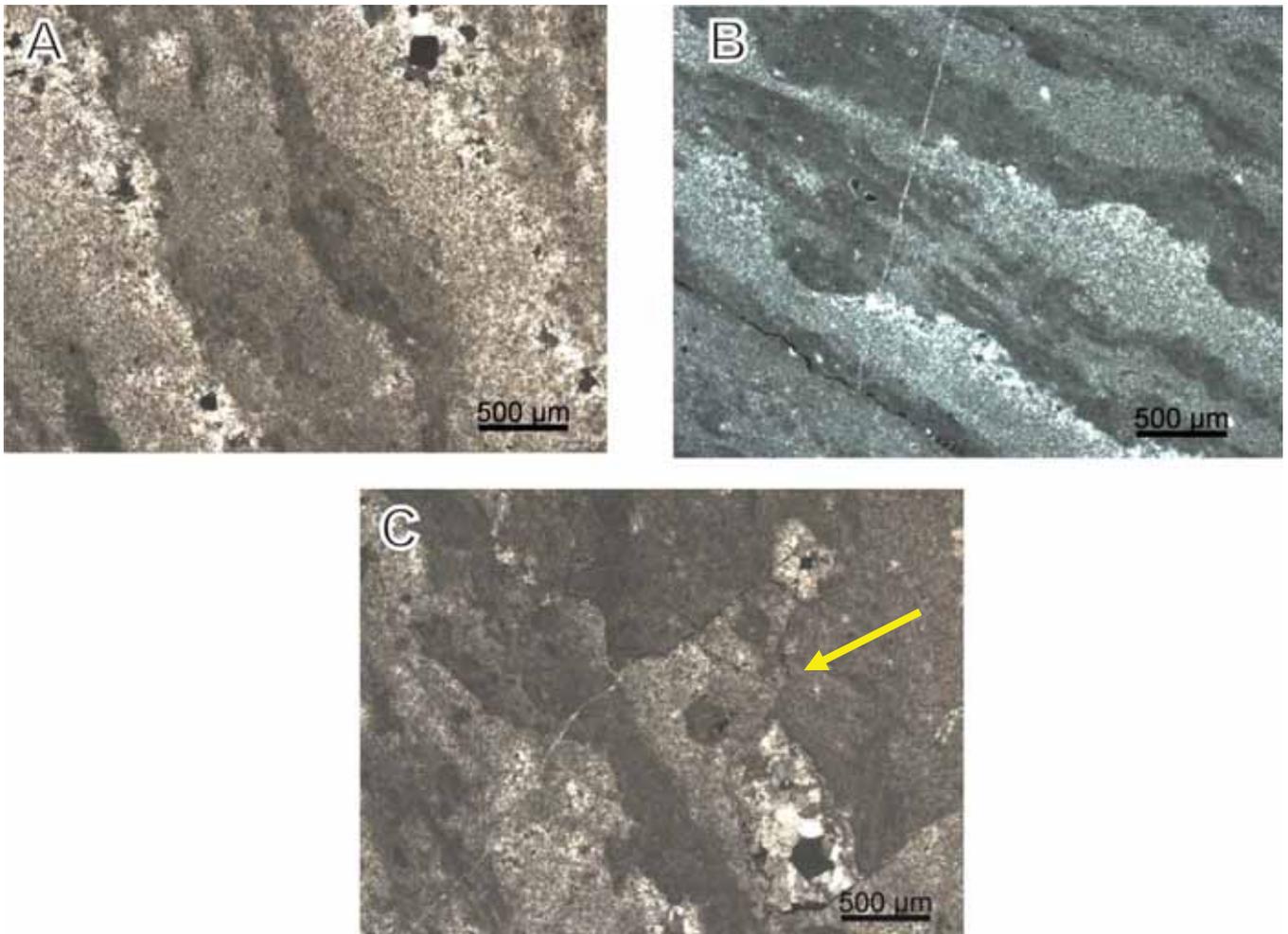
**Figura 25- *Microtrama 2*.** **A-** corresponde a fotomicrografia das laminações da porção mais externa ao eixo axial; **B-** fotomicrografia correspondente a porção mais interna, notar a inflexão das laminações, quanto maior a proximidade com eixo; **C e D-** detalhe do estilo de laminação do flanco do estromatólito; **E-** Corresponde a microfalamentos, posteriores ao desenvolvimento do estromatólito com fraturas preenchidas por quartzo. **A e B** - Lâmina LGS-21-b-A; **C** - Lâmina LGS-21-b-C; **D** - Lâmina LGS-14-c; **E-** Lâmina LGS-21-b-B.



**Figura 26 - *Microtrama 3*.** A- Fotomosaico mostrando o padrão geral da microtrama, com detalhe para os bioclotos entre as colunas; **B e D-** Pacote de laminação com suas respectivas intercalações micriticas e microesparíticas; **C-** Padrão encarçado de micrita; **E-** Microdiscordâncias no padrão laminar (seta amarela). A- Lâmina LGS-16-b-A; **B-** Lâmina LGS-12-a; **C-** Lâmina LGS-80-b; **D-** Lâmina LGS-18-d-B; **E-** Lâmina LGS-46-c.



**Figura 27 - *Microtrama* 4.** A e B- Padrões de ciclicidade na sucessão laminar; C- Estilolito de média amplitude (seta amarela). A e C Lâminas 33-a; B- Lâmina 49-b.



## **2) Microfácies granular**

A microfácies granular compõem-se de rochas classificadas como *grainstones*. Os grãos aglomerados polinucleados e os grãos carbonáticos simples (um núcleo apenas) (Figura 28D e E) aparecem isolados, ou em contato uns com os outros, caracterizando um arcabouço aberto. Junto a estes se encontram, menos expressivos, grãos totalmente micritizados com tamanhos de até 0,5 mm com formas geralmente ovaladas, alongadas (Figura 28F). A grande maioria dos grãos está cimentada com franjas isópacas.

Observam-se feições de grãos carbonáticos aglutinados com limites diversos: contornos irregulares, muitas vezes em geometria amebóide, ovalada, arredondada, mais alongada. Seus tamanhos variam entre 0,5 a 2,5 mm. Apresentam-se de forma caótica na lâmina, com níveis diferentes de envelopamento. O grau de envelopamento pode chegar a seis camadas finíssimas de micrita intercaladas delicadamente com microesparita homogênea, apesar do contorno irregular do grão, essas camadas micríticas são uniformes e regulares (Figura 28A, B, C, G e H). Esse conjunto de envelopes mais exteriores marcam a “membrana” do grão. Em seu interior existem vários grãos envelopados aglutinados. Os pequenos núcleos estruturam-se da mesma forma, porém em miniatura e menor quantidade de envelopes micríticos. O interior desses grãos nucleares é preenchido por microdoloesparita. Existem formas de grãos simples coexistindo com os grãos aglomerados.

Essas formas são muito semelhantes aos *Vesicularites* (MASLOV 1953 apud BERTRAND-SARFATI 1972). Segundo Berstrand-Sarfati (1972), *Vesicularites* são grãos constituídos por pequenas vesículas subesféricas, ovais ou irregulares, que podem formar agregados.

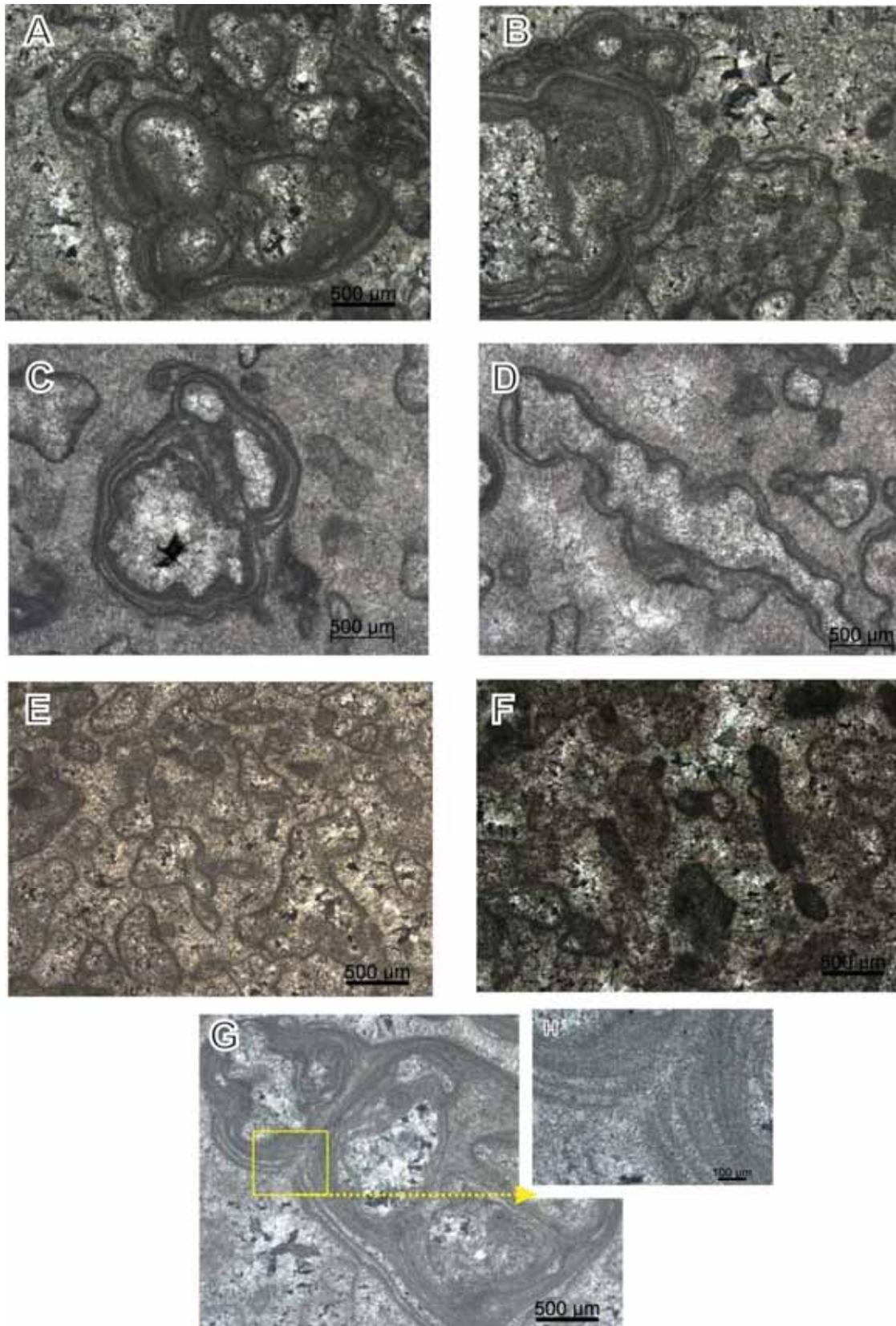
Esses grãos aparecem associados geralmente aos estromatólitos estratiformes, e às camadas de dolarenito com estratificações cruzadas de baixo ângulo; depositando-se, portanto, em ambientes mais rasos. As formas reentrantes e amebóides dos grãos sugerem local associado à baixa energia, ou quase nenhuma, o qual permitiria a preservação de todas as reentrâncias dos mesmos. Dessa maneira são o resultado de incrustação de sedimentos por biofilmes microbiais em um aglomerado polinucleado – “grãos globulosos”- ou apenas em um grão envelopado em ambiente relativamente “protegido”.

## **3) Microfácies intercolunar**

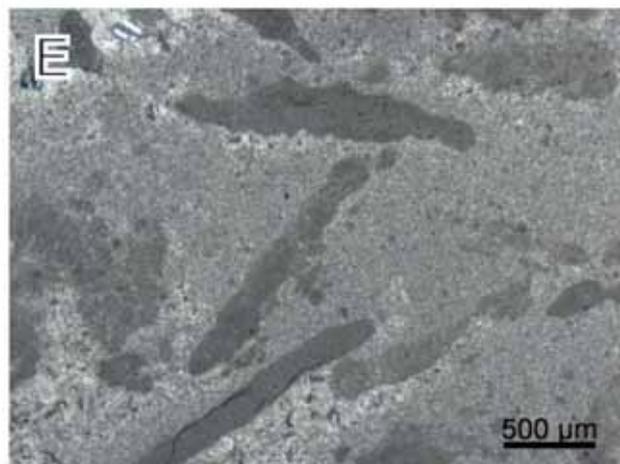
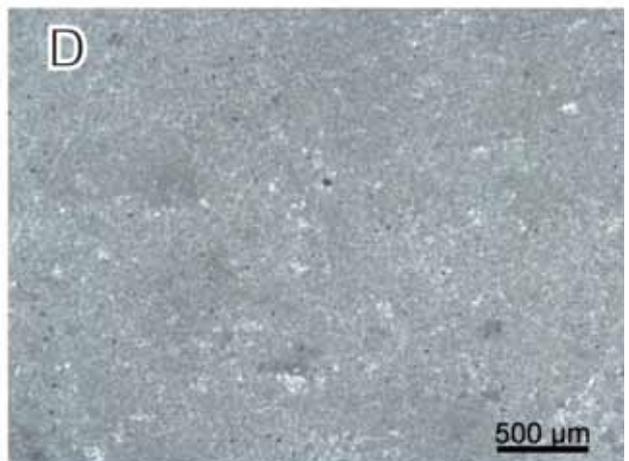
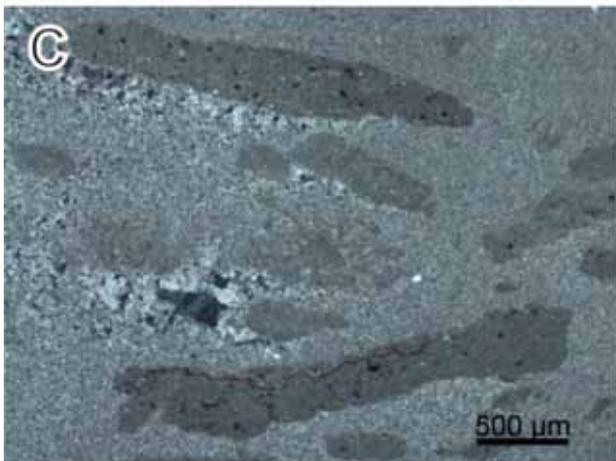
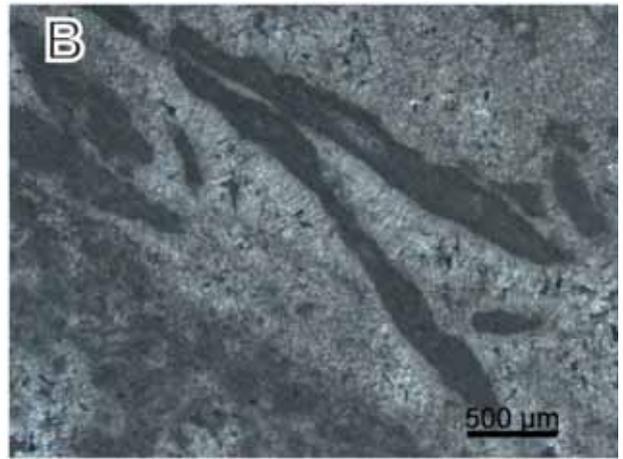
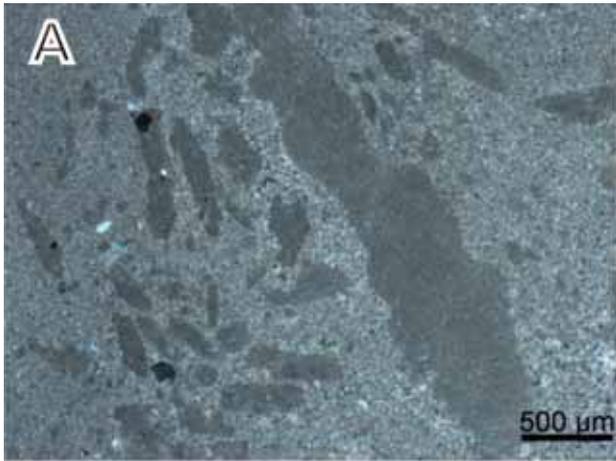
A microfácies intercolunar é formada por intraclastos compostos por fragmentos de microbialitos retrabalhados durante exposições e depositados posteriormente junto à lama carbonática entre as colunas. Os sedimentos entre as colunas classificam-se como *wackestone*, entretanto, a grande maioria se denomina *mudstone* (Figura 29D).

Os intraclastos microbiais geralmente possuem resquícios da laminação encontrada nas colunas dos estromatólitos, possuem formatos retangulares micríticos da ordem de 1 – 2 mm de extensão e iguais ou menores que 0,8 mm de espessura. Normalmente dispõem-se de maneira caótica, não denotando qualquer orientação por corrente, dessa maneira a grande maioria dos fragmentos microbiais são depositados por fluxos gravitacionais sem diferenciação evidente (Figura 29A, B, C e E). Por se tratarem de fragmentos de laminação microbial, muitas vezes nota-se que a ornamentação externa da coluna do qual se originaram, as vezes, está bastante danificada, fragmentada e não raro marcada por feições de dissolução (Figura 26A).

**Figura 28 – Microfácies 2.** A e B- Lâmina LGS-63-a; C e D- Lâmina LGS-30-a; E- Lâmina LGS-38-b-A; F - Lâmina - LGS-66-b; G- Lâmina - LGS 53-b-B; H- Detalhe na lâmina correspondente a foto G. As fotomicrografias A, B, C e G representam os aglomerados carbonáticos de origem microbial polinucleados; D e E - apresentam os de núcleo simples; F apresenta corpúsculos micríticos, delimitados por um biofilme mais contrastante.



**Figura 29** – *Microfácies 3*. **A, B, C e E** - são *wackestones* com clastos de estromatólitos; **D**- *mudstone*. **A** - Lâmina LGS-14-c; **B**- Lâmina LGS-18-d-A; **C**- Lâmina LGS-46-c; **D**- Lâmina LGS-57-c; **E**- Lâmina LGS-68-a-B.



### 5.3.2. Considerações diagenéticas

A cimentação é um dos principais processos diagenéticos que afetam as rochas carbonáticas e ocorre a partir da precipitação química em cavidades preexistentes nos sedimentos ou rocha (Bathurst 1975). Aragonita, calcita magnésiana, calcita com baixo teor de magnésio e dolomita são os principais minerais que se depositam como cimento.

A caracterização do ambiente diagenético de superfície foi baseada no esquema de Longman (1980), que os define como: vadoso; freático de água doce; freático marinho; misto de água doce e marinho.

O cimento é particularmente bem desenvolvido nas lâminas analisadas. Duas principais gerações de cimento ocorrem: cimentação precoce fibrosa de dolomita e cimentação tardia de dolomita poligonal, espática. O cimento eugênético caracteriza-se por franjas aciculares, bastante fibrosas, drusiformes; isópacas, acastanhadas; miméticas de composição dolomítica (verificada com alisarina Red-S) ao redor dos grãos (Figuras 28, 30C e A). A segunda tendência de cimentação corresponde à dolomita espática, a qual ocorre preenchendo os espaços restantes, cimentação poligonal, em mosaico.

Análise de lâmina correspondente aos estromatólitos estratiformes e a agregados de grãos (denominados de agregados micríticos compostos por "grãos globulosos"– *microfácies 2*) característicos de ambientes mais rasos refletem um padrão de cimentação bastante simétrico (Figura 30; B). Lembrando ciclos de evaporação, onde ocorre: 1) cimentação drusiforme; 2) crosta micrítica, na interrupção da cimentação, intercalando-se simetricamente 1 e 2. De acordo com Longman (1980), as características dos cimentos levam a um ambiente freático marinho; com zonas de possíveis lagunas com alta taxa de evaporação.

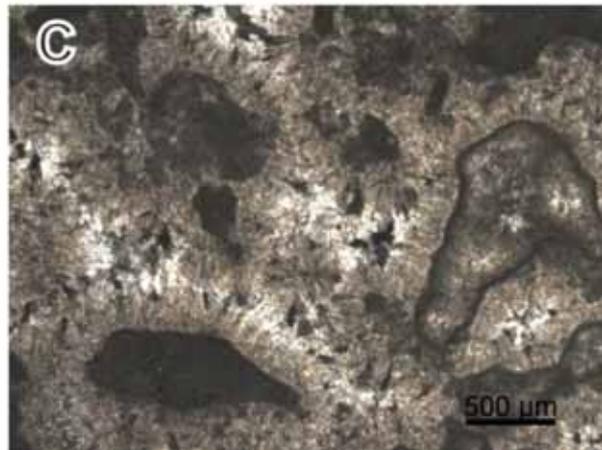
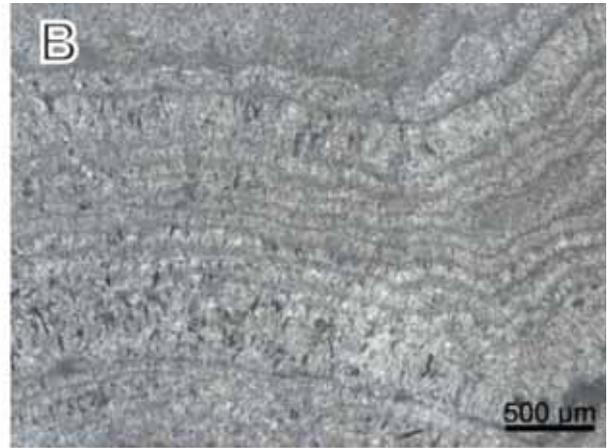
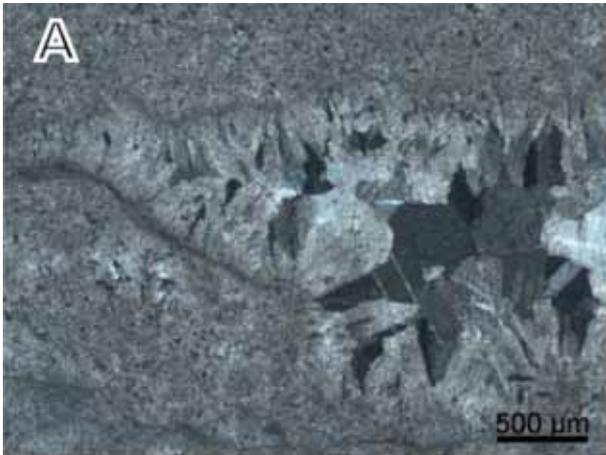
Os estromatólitos, em geral, estão parcialmente silicificados, fato relacionado à diagênese precoce (fonte com suposta origem nos minerais de argila presente na lama); entretanto a grande maioria teve o carbonato de cálcio substituído por dolomita, no processo de dolomitização. Todavia o que mais surpreende é observado nos *grainstones (microfácies 2)*, em que cimentação é semelhante àquela do recente (franjas de calcita ou aragonita fibrosa e mosaicos de calcita), onde as franjas observadas são compostas por dolomita fibrosa radiada e dolomita em mosaico. No estudo das rochas do Fanerozoico, essas feições constituídas de franjas de calcita e/ou aragonita são primárias e, quando passam por um processo de substituição por dolomitização, essas feições fibro-radiadas são pouco preservadas. Se aplicarmos esse conceito ao Pré-cambriano e levarmos em conta o metamorfismo regional nas fácies xisto verde, essas feições seriam provavelmente obliteradas nessas condições.

Então permanece a pergunta: seriam as feições preservadas na microfácies *grainstone* primárias? Tucker (1982) sugere que as dolomitas do Pré-Cambriano diferem majoritariamente das do Fanerozóico, em termos texturais, nas tramas (*fabrics*) e raios isótopos. Dessa forma sua pesquisa propõe que no Pré-Cambriano da região oriental da Califórnia (*Beck Spring Dolomite*), a dolomita era o principal mineral de carbonato precipitado e que seu comportamento era similar ao carbonato de cálcio nos calcários Fanerozoicos. Portanto defende que composição química das águas do oceano Pré-Cambriano difere do Fanerozoico, a qual permitiria a precipitação da dolomita como cimento. Quando comparada a dolomita de *Beck Spring* com a encontrada nessa pesquisa observa-se grandes semelhanças.

Zenger (1982) em réplica a Tucker (1982) defende que a boa preservação dessas feições pode ser resultado de uma substituição muito precoce com preservação efetiva dos isótopos estáveis bem como das estruturas primárias.

Dessa maneira, existem duas tendências para a interpretação dos dolomitos da Fazenda Sumaré: 1) podem ter sido resultado de uma substituição total dos calcários pré-existentes por dolomita de forma precoce, quase sinsedimentar, afetando todo o calcário original. De modo que, substituiriam as franjas isópacas primárias, mantendo a morfologia do cimento original. As franjas fibrosas são formadas por cristais de dolomita que poderiam ter sido substituídas de modo mimético, sendo portanto, pseudomorfos do cimento primário, o qual pode ter sido, ao contrário, de composição aragonítica ou de calcita com alto teor de Mg. 2) as dolomitas fibrosas, aciculares são resultado de uma cimentação primária, assim como as dolomitas descritas em *Beck Spring*.

**Figura 30** - **A**- Cimentação fibrosa (eugenética) e poligonal, tardia; **B**- Cimentação simétrica, característica de ambientes mais rasos, com constante evaporação; **C**- Cimentação mimética acastanhada nos aloquímicos, descritos como *microfácies 2*.



## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

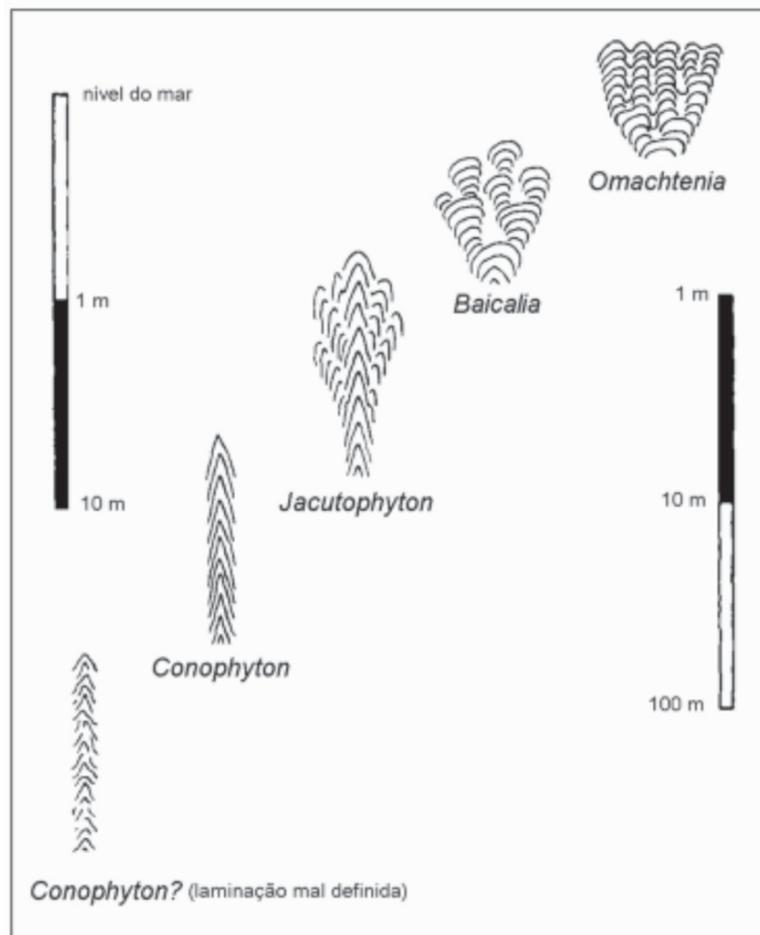
Através do estudo dos estromatólitos da Formação Lagamar na Fazenda Sumaré, pode-se identificar oito morfotipos distintos por diferenças do tipo de coluna, laminação e pela existência de ramificação.

Dessa forma as características dos estromatólitos estudados permitem desenvolver algumas interpretações paleoambientais. Primeiramente pode-se inferir águas relativamente mais profundas para os estromatólitos coniformes do tipo *Conophyton*, mais abundantes na porção basal da coluna estratigráfica, devido à geometria e uniformidade de suas laminações. Assim, a forma cônica deriva de uma intensa competição entre a assembléia microbiana pelo acesso à luz, havendo uma concentração de microorganismos muito grande na ponta da estrutura (WALTER, 1977). Um ambiente mais profundo, entretanto não ultrapassando 10 m de profundidade é sugerido (Figura 31). Na Fazenda Sumaré fluxos relacionados provavelmente a tempestade causaram o tombamento de algumas colunas.

À medida que o ambiente se tornava mais raso (pouco menos do que 10 m de profundidade), os estromatólitos coniformes passaram a apresentar laminações mais parabólicas. Dessa forma, segundo Hoffman (1976), o *Conophyton* passaria para *Jacutophyton* (Figura 31).

Estromatólitos não cônicos, colunares ou não, caracterizados por grande variedade laminar e morfológica, formam-se normalmente em condições mais rasas (menos de 1 m de lâmina d'água) e mais variadas em relação à exposição sub-aérea e agitação da água (HOFFMAN, 1976). Dessa maneira condições gradualmente mais rasas parecem ser indicadas pela sucessão: estromatólito colunar cilíndrico a sub-cilíndrico, com ramificação dicótoma paralela, múltipla levemente divergente ou paralela, turbinadas, estratiformes subverticais e horizontais até aos aglutinados microbianos (semelhantes a *vesicularites*). As fases de raseamento foram evidenciadas, também, na análise petrográfica com a constatação de cimentação simétrica nos carbonatos (Figura 30B), caracterizando um ambiente com altas taxa de evaporação, semelhante a ambiente de salina, evaporítico.

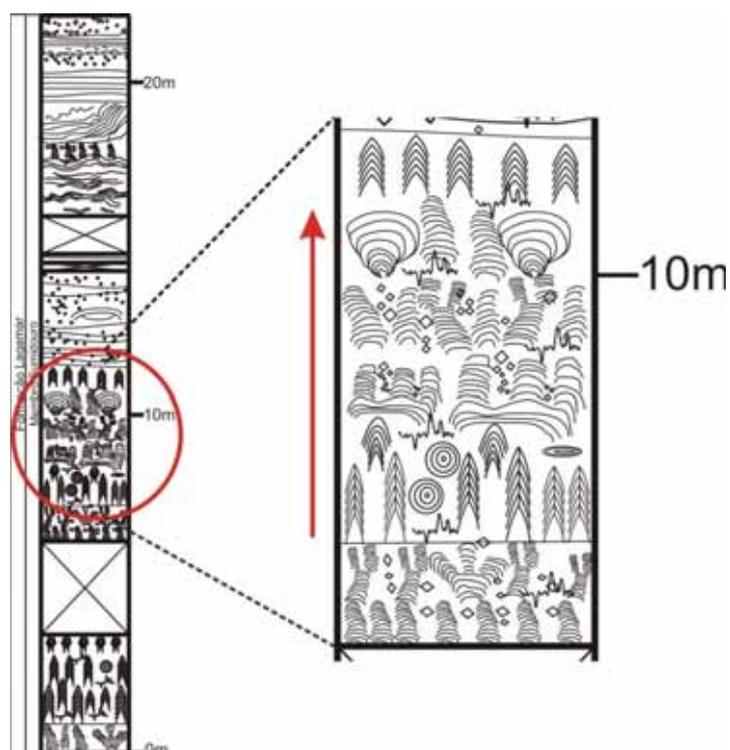
**Figura 31** - Relações de morfotipos de estromatólitos com a profundidade da água para a Formação Taltheilei - Paleoproterozóico do Canadá



Fonte: Hoffman (1976).

Verificou-se então a repetição de intervalos iniciados pelas colunas cônicas, e finalizados por dolarenitos com estratificações cruzadas/dolorruditos que incluem aglutinados carbonáticos de origem microbial. Esta sucessão nem sempre está completa. Apesar das variações, cada intervalo pode ser interpretado como uma sucessão de raseamento, ou seja, os primeiros microbialitos seriam de condições paleoambientais ligeiramente mais profundas, mas ainda suficientemente rasas para a incidência de luz - requisito básico para o desenvolvimento das esteiras microbianas (Figura 32). As colunas decumbentes podem indicar condições muito rasas, nas quais a lâmina de água não permitia o crescimento vertical. Dessa forma, os morfotipos de estromatólitos empilhados sugerem um preenchimento vertical típico, resultante da progradação, onde estromatólitos característicos de ambiente mais profundo, como os estromatólitos cônicos são recobertos por morfotipos de ambientes mais rasos (constituindo os ciclos de raseamento).

**Figura 32** - Ciclo de raseamento em detalhe na coluna; os estromatólitos coniformes localizam-se sempre no início do ciclo caracterizando ambientes mais profundos.

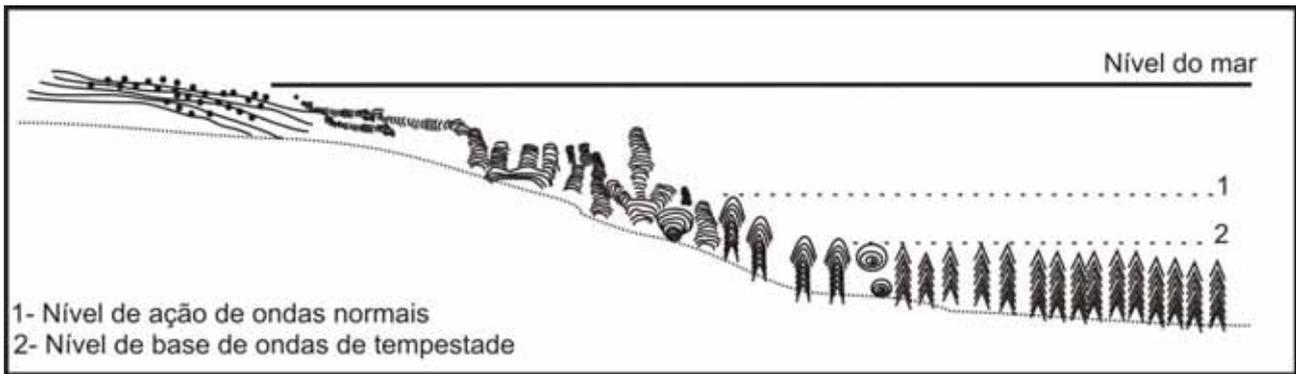


As variações laterais dos microbialitos devem refletir condições distintas de turbulência da água conforme sua posição nas bioermas. Assim, lâminas microbianas subverticais (Figura 14D) podem representar as margens das bioermas (relevo > 2m?) que eram influenciadas por condições frequentes de maior energia.

Por outro lado, os estromatólitos multiramificados divergentes, em contato lateral ou superior concordante com dololulitos, podem indicar porções da bioerma desenvolvidas em condições ligeiramente mais calmas, ainda que muito rasas. Lamas carbonáticas, com eventual desenvolvimento de esteiras microbianas, eram depositadas entre as colunas e provavelmente em áreas mais protegidas entre ou próximo às bioermas, constituindo construções de bioermas mais isoladas dentro de um ambiente de rampa. Os abundantes intraclastos, inclusive nos dololulitos, sugerem exposição frequente e retrabalhamentos episódicos de esteiras por fluxos induzidos por tempestades.

Grotzinger (1989) demonstrou a variação das formas microbianas em ambiente de rampa, característico do Proterozóico, onde morfotipos típicos de águas profundas são estromatólitos cônicos e os de águas rasas, as esteiras microbianas. Propõem-se, então um modelo paleoambiental ideal para a área de estudo, de forma que melhor represente os ciclos de raseamento (Figura 33).

**Figura 33** - Esquema interpretativo da variação das formas estromatolíticas em ambiente de rampa na área estudada



## 7. CONCLUSÕES

A sucessão carbonática estudada assemelha-se as descrições de estromatólitos do Sumidouro do Córrego Carrapato registrada por Dardenne *et al.* (2005), e é provável que as duas ocorrências sejam parte de uma mesma bacia. Portanto, a bacia carbonática de águas rasas e relativamente agitadas estendia-se, no mínimo, por alguns quilômetros. Na Fazenda Sumaré, ao contrário do Sumidouro, não foram encontradas evidências irrefutáveis de marés (e.g., corpos alongados paralelos, quando vistos em planta); aparentemente, há mais evidências de ondas de tempestade. De qualquer modo, o paleoambiente apresentava relativa complexidade ambiental, com regiões diferenciadas em termos de energia da água.

As variações verticais dos microbialitos, a grosso modo, parecem evidenciar pelo menos seis ciclos de raseamento (parassequências), em condições possivelmente mais proximais a cada ciclo. Considerando-se a escassez de afloramentos acima do perfil descrito, mais fases devem ter ocorrido antes da progradação de sedimentos terrígenos sobre a plataforma carbonática.

Aspectos diagenéticos devem ser estudados profundamente a fim da caracterização da origem da dolomita.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. 1944. *Collenia itapevensis sp. n.*- um fósil pré-cambriano do Estado de São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciências e Letras, Univ. De São Paulo. XLV, Geologia. N. 1, p. 89-106.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, n. 8, Campina Grande/PB. Atas...Campina Grande: SBG, p. 363 – 391.

AWRAMIK, S.M. 1991. *Archaean and Proterozoic stromatolites*. In: Riding, R. (ed.) *Calcareous Algae and Stromatolites*. Springer-Verlag. p. 289-304.

BABINSKI, M.; MONTEIRO, L.V.S.; FETTER, A.H.; BETTENCOURT, J.S.; OLIVEIRA, T.F. 2005. *Isotope geochemistry of the mafic dikes from the Vazante nonsulfide zinc deposit, Brazil*. Journal of South American Earth Sciences, 18(2005):293-304.

BATHURST, R. G. C. 1975. *Carbonate sediments and their diagenesis*. 2. ed. Amsterdam, Elsevier. 658p. (Developments in Sedimentology,12).

BERTRAND-SARFATI, J. 1972. *Stromatolites columnaires Du Pre-cambrien superior, Sahara nord-occidental – Inventaire, morphologie et microstructure des laminations, correlations stratigraphiques*. Centre National de La Recherche Scientifique, Centre de Recherches sur les Zones Arides. Sér. Geologie, n.14, 245p.

BURNE, R.V. & MOORE, L.S. 1987. *Microbialites: organosedimentary deposits of benthic communities*. Palaios. 2:241-254.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Programa Geologia do Brasil. Folha Belo Horizonte SE. 23. Escala 1:1 000.000, 2004.

DARDENNE M. A. 2000. *The Brasília Fold Belt*. In: CORDANI U. G. ; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Eds). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, p. 231-263.

DARDENNE, M.A.; CAMPOS NETO, M.C. 1976. Geologia da região de Lagamar, Minas Gerais. Cong. Bras. Geol., 29, Ouro Preto, SBG, Resumos, p.17.

DARDENNE, M.A.; CAMPOS NETO, M.C.; CAMPOS, J.E.G. 2009. Estromatólitos Colunares no Sumidouro do Córrego Carrapato, Lagamar, MG. *In: Sítios Paleontológicos do Brasil. SIGEP 074.* p. 311-320. Disponível em < <http://www.unb.br/ig/sigep> > acesso 11 de maio de 2011.

DARDENNE, M.A., PIMENTEL, M.M., ALVARENGA, C.J.S. 2003. *Provenance of conglomerates of the Bambuí, Jequitaiá, Vazante and Ibiá Groups: Implications for the evolution of The Brasília Belt* In: Boletim de Resumos, IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, pp. 47-49.

DEMICO, R.V. & HARDIE, L.A. 1994. *Sedimentary Structures and Early Diagenetic Features of Shallow Marine Carbonate Deposits.* SEPM Atlas Series, Tulsa. No. 1, p. 118-119.

FAIRCHILD, T.R.; SCHOPF, J.W.; SHEN-MILLER, J.; GUIMARÃES, E.M.; EDWARDS, M.D.; LAGSTEIN, A.; XIAO LI; PABST, M.; MELO-FILHO, L.S. 1996. *Recent discoveries of Proterozoic microfossils in south-central Brazil.* *Precambrian Research.* 80: 125-152.

FUCK, R. A. 1994. A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins. 1994. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, n. 4, Brasília. Anais... Brasília: SBG, p. 184 –187.

Flügel, E. 2004. *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application.* Springer, Heidelberg. 973p.

GUIMARÃES, E.M. & DARDENNE, M.A. 1994. *Proterozoic stromatolites from Cabeceiras, Goiás, Brazil.* In: International Sedimentological Congress 14., Recife, Brazil. Internat. Assoc. Sedimentol., *Abstracts.* pp. G38-G39.

GROTZINGER, J.P. 1989. *Facies and evolution of Precambrian carbonate depositional systems: Emergence of the modern platform archetype.* In: CREVELO, P.D.; WILSON, J.L.; SARG, J.F.; READ, J.F., eds., Controls on carbonate platforms and basin development, Special Publication of Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, 44, p.79-106.

HOFFMANN, P. H. 1976. *Environmental diversity of middle Precambrian stromatolites.* In: Walter, M.R., ed., *Stromatolites*, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, p.599-611.

HOFMANN, H.J. 1969. *Attributes of stromatolites.* Geological Survey Canadian Paper. 69 – 39, 58.

LONGMAN, M.W. 1980. *Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environments*: AAPG Bulletin. 64: 461- 487.

PIMENTEL, M.M.; DARDENNE, M.A.; FUCK, R.A.; VIANA, M.G.; JUNGES, S.L.; FISCHER, D.P.; SEER, H.; DANTAS, E.L. 2001. *Nd Isotopes and the Provenance of Detrital Sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil*. Jour. South Am. Ear. Sci., 14(6):571-585.

RODRIGUES, J.B. 2008. Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí – Um estudo de zircões detríticos e Idades Modelo Sm-Nd. Tese de doutoramento. Universidade de Brasília. Instituto de Geociências. N°90. 128p.

SALLUN FILHO, W. 1999. Análise dos estromatólitos do Grupo Itaiacoca (Proterozóico), ao sul de Itapeva, SP. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 176p.

SALLUN FILHO, W. & FAIRCHILD, T.R. 2005. Estudo Comparativo entre Estromatólitos do tipo *Conophyton* das Faixas Ribeira e Brasília. Revista do Instituto Geológico, São Paulo. 26 (1/2), 1-18.

SANTOS, T. E. S. S. 2007. Caracterização estrutural de um segmento da rampa lateral de Capitólio, limite Norte da Nappe de Passos-MG. 2007. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SIMÕES, L.S.A. & VALERIANO, C.M. 1990. Porção Meridional da Faixa de Dobramentos Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Anais...Natal: SBG, v.6, p. 2564 – 2575.

SRIVASTAVA, N.K. 2004. Estromatólitos. In: Carvalho, I.S. (ed.). Paleontologia. 3, (Ed). Editora Interciência, 171-195.

TUCKER, M.E. 1982. Precambrian dolomites: Petrographic and isotopic evidence that they differ from Phanerozoic dolomites. *Geology*. 10:7-12.

VALERIANO, C. M.; DARDENE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. 2004. A Evolução Tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, p. 575-592.

VALERIANO, C. M.; ALMEIDA, J. C. H. de; SIMÕES, L. S. A.; DUARTE, B. P.; ROIG, H. L.; HEIBRON, M. 1995. Evolução Estrutural do Domínio Externo da Faixa Brasília no Sudoeste de Minas Gerais: Registro de uma Tectônica Pré-Brasílica. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 25, p.221-234, dez.

WALTER, M.R. 1976. *Stromatolites. Developments in Sedimentology* 20. Elsevier, Amsterdam, 790p.

ZENGER, D.H. 1982. *Comments and Reply on "Precambrian dolomites: Petrographic and isotopic evidence that they differ from Phanerozoic dolomites"*. *Dez. Geology*, p. 662-665.