



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**MICROFÓSSEIS ORGÂNICOS DA FORMAÇÃO SETE LAGOAS,  
MUNICÍPIO DE JANUÁRIA, ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL:  
TAXONOMIA E ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA**

Matheus Denezine

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Geologia.

Área de Concentração: Bioestratigrafia e Paleocologia.

**Orientador:** Dr. Dermeval Aparecido do Carmo

**Banca Examinadora:** Dr. Carlos José Souza de Alvarenga (UnB)

Dr. Lucas Veríssimo Warren (UNESP)

Brasília, março de 2018

**MICROFÓSSEIS ORGÂNICOS DA FORMAÇÃO SETE LAGOAS,  
MUNICÍPIO DE JANUÁRIA, ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL:  
TAXONOMIA E ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geologia,  
Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em  
Geologia.

Área de Concentração: Bioestratigrafia e Paleoecologia.

---

Dr. Dermeval Aparecido do Carmo – Orientador  
Universidade de Brasília – UnB

---

Dr. Carlos José Souza de Alvarenga – Membro interno  
Universidade de Brasília – UnB

---

Dr. Lucas Veríssimo Warren – Membro externo  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Brasília, março de 2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas instituições que participaram do desenvolvimento desta pesquisa: Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Petróleo Brasileiro S. A. (PETROBRAS), Universidade de Brasília (UnB), Universidade de Montpellier, Instituto Politécnico e a Universidade Estadual da Virgínia (VirginiaTech), a Universidade Federal do Paraná (UFPR), a Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC).

Aos professores do Instituto de Geociências (IG), UnB que de alguma forma contribuíram durante o período do meu mestrado, em especial: Dra. Adriana Chatack Carmelo, Dra. Edi Mendes Guimarães, Dr. Jérémie Garnier, Dr. Martino Giorgioni e Dra. Roberta Mary Vidotti e o Dr. Shuhai Xiao, Virginia Tech. As pesquisadoras Dra. Norma Maria da Costa Cruz e Dra. Milene Freitas Figueiredo pelas discussões acerca da geologia e microfósseis do Neoproterozoico. Aos funcionários do IG, especialmente a equipe de laminação.

Aos meus amigos das Geociências pelo companheirismo, discussões acerca deste trabalho. Em especial, agradeço a MSc. Amanda Moreira Leite, geólogo Guilherme Miranda Caixeta e ao estagiário Lívio Reily de Oliveira Gonçalves, pelo companheirismo durante os trabalhos de campo, bem como nas ajudas diárias durante esses dois anos; a MSc. Livia Cardoso da Silva Rodrigues, MSc. Marcos Cristóvão Baptista, MSc. Rodrigo Rodrigues Adorno e MSc. Thaís Cardoso Tobias pelas discussões sobre os fósseis e geologia deste trabalho; geólogo Ricardo Guimarães Paiva pelas importantes trocas de conhecimento sobre geologia e pelas noites viradas estudando e produzindo, um amigo muito importante no meu trajeto dentro desta universidade; Gabriella Fazio, Guilherme Neiva Rodrigues Oliveira e Vinícius de Souza Ribeiro pelas ajudas. Aos estagiários do Laboratório de Micropaleontologia, em especial o Arthur Siqueira Reis e Luísa de Aguiar Paniago de Sousa.

Aos meus familiares e amigos que a vida me presenteou, que me ouvem falar sobre meus estudos com tanta empolgação mesmo não entendendo nada sobre o assunto. Em nome da minha irmã, Anna Louiza Denezine e minhas amigas, Cláudia Bezerra da Silva e Márcia Roberta Vieira Matos, agradeço todo o carinho e preocupação comigo.

Aos que não foram citados, mas que participaram direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho. Muito obrigado!

“Uma mente que se abre para uma nova ideia nunca retorna ao seu tamanho normal.”

Albert Einstein.

## RESUMO

Treze espécies de microfósseis orgânicos foram recuperadas em amostras da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí: *Arctacellularia januarensis* sp. nov., *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986, *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter et al., 2003, *Myxococcoides* sp., *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968), Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 e Gen. 2 sp. 2. As amostras estudadas são provenientes do afloramento situado na pedreira Santa Luzia, próxima à comunidade do Barreiro, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. A seção litoestratigráfica foi dividida em quatro associações de fácies. A partir das espécies recuperadas, permitiu-se a identificação da Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* proposta para o Ediacarno inferior por Grey (2005) nas duas associações de fácies mais basais da seção. Além da identificação da Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa*, apresenta-se um ensaio de zoneamento bioestratigráfico para a parte superior do afloramento, compreendendo as duas associações de fácies superiores da seção. Esta foi denominada Zona *Leiosphaeridia minutissima* - *Leiosphaeridia ternata*. Foi observado uma maior riqueza de espécies concentradas nas duas primeiras associações de fácies. Estudos de evolução termal nos microfósseis orgânicos apresentam índice entre 3 e 4-, remetendo a uma elevada maturação termal, ou seja, a fase de geração de óleo à geração de gás.

**Palavras-chave:** Ediacarano, Neoproterozoico, Formação Sete Lagoas, taxonomia, bioestratigrafia.

## ABSTRACT

Thirteen species of organic microfossils were recovered from samples of Sete Lagoas Formation, Bambuí Group: *Arctacellularia januarensis* sp., *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986, *Leosphaeridia crassa* (Timofeev, 1966), *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter et al., 2003, *Myxococcoides* sp., *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968), Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 and Gen. 2 sp. 2. The studied samples are from the outcrop located in the Santa Luzia quarry near the community of Barreiro, Municipality of Januária, State of Minas Gerais, Brazil. The lithostratigraphic section was divided in four facies associations. The covered species allow the identification of the *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* zone proposed for the early Ediacaran by Grey (2005) in the first facies associations. In addition, a biozone assay was proposed for an upper part of the outcrop, comprising both two upper facies associations. This biozone is *Leiosphaeridia minutissima*- *Leiosphaeridia ternate* zone. It was observed a greater richness of species concentrated in the first two basal facies associations. In addition, the thermal evolution was analysed using the thermal index alteration. The organic microfossils thermal alteration index values are between 3 and 4+, indicating a maturation of the oil-gas generation phase.

**Key words:** Ediacaran, Neoproterozoic, Sete Lagoas Formation, taxonomy, biostratigraphy.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	III
<b>RESUMO</b> .....	V
<b>ABSTRACT</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VIII
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	X
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. FORMAÇÃO SETE LAGOAS</b> .....	13
<b>3. ÁREA E MATERIAL DE ESTUDO</b> .....	19
<b>4. METODOLOGIA DE TRABALHO</b> .....	21
4.1. Microscopia.....	21
4.2. Preparação para microfósseis orgânicos.....	22
4.3. Colorimetria.....	23
<b>5. DESCRIÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA</b> .....	24
<b>6. PALEONTOLOGIA</b> .....	30
6.1. Taxonomia.....	30
6.2. Maturação térmica.....	57
6.3. Análise da sucessão fossilífera.....	58
6.4. Análise bioestratigráfica.....	60
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	66
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa geológico da bacia do São Francisco com o posicionamento da pedreira Santa Luzia sinalizada com ponto vermelho (modificado de Alkmim, 2004; Alkmim *et al.*, 2006, Reis & Alkmim, 2015, Reis & Suss, 2016).....13
- Figura 2:** Mapa de localização da pedreira Santa Luzia, próxima à Comunidade do Barreiro, oeste do Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....19
- Figura 3:** Cronograma explicativo da realização do protocolo da preparação palinológica do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade de Brasília.....23
- Figura 4:** Perfil litoestratigráfico da seção de estudo na pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....25
- Figura 5:** Afloramento da primeira bancada na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, 1ª associação de fácies.....26
- Figura 6:** Fotomicrografias de seções delgadas referentes às amostras na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí.....27
- Figura 7:** Afloramento da segunda bancada na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, segunda associação de fácies.....28
- Figura 8:** Fotomicrografias de seções delgadas referentes às amostras do afloramento exposto acima da segunda bancada da seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí.....29
- Figura 9:** Espécies de cianobactérias recuperadas na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil...37
- Figura 10:** Espécies de protistas recuperadas na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....51
- Figura 11:** Fotomicrografias no campo claro de espécimes de *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986 recuperadas, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....54
- Figura 12:** A-C) Espécimes de microfósseis orgânicos vasiformes recuperados na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Minas Gerais, Brasil. D-F) Espécies de quitinozoários do Paleozoico (Nestor, 2011).....56

<b>Figura 13:</b> Índice de alteração termal de microfósseis orgânicos (Modificado de Traverse, 1988).....	58
<b>Figura 14:</b> Distribuição das ocorrências por espécie ao longo da seção na pedreira Santa Luzia da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. As ocorrências estão discriminadas por associação de fácies.....	61
<b>Figura 16:</b> Configuração paleogeográfica dos crátos no Ediacarano (Merdith <i>et al.</i> , 2017).....	64

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Divisões cronoestratigráfica e litoestratigráfica da bacia do São Francisco (Alvarenga <i>et al.</i> , 2014).....	14
<b>Tabela 2.</b> Evolução da divisão estratigráfica das rochas do Grupo Bambuí.....	16
<b>Tabela 3:</b> Espécies recuperadas da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, bacia do São Francisco.....	17
<b>Tabela 4:</b> Tombamento das amostras deste trabalho junto à Coleção de Paleontologia, Acervo Residual do Museu de Geociências, Universidade de Brasília.....	20
<b>Tabela 5:</b> Relação entre os espécimes ilustrados e amostra proveniente com nível no perfil litoestratigráfico.....	30
<b>Tabela 6:</b> Ocorrências de <i>Siphonophycus robustum</i> (Schopf, 1968), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	34
<b>Tabela 7:</b> Ocorrências de <i>Myxococcoides</i> sp., Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	35
<b>Tabela 8:</b> Ocorrências de <i>Arctacellularia januarensis</i> sp. nov., Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	36
<b>Tabela 9:</b> Ocorrências de <i>Leiosphaeridia crassa</i> (Naumova, 1949), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	42
<b>Tabela 10:</b> Ocorrências de <i>Leiosphaeridia jacutica</i> (Timofeev, 1966), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	44
<b>Tabela 11:</b> Ocorrências de <i>Leiosphaeridia minutissima</i> (Naumova, 1949), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.....	46
<b>Tabela 12:</b> Ocorrências de <i>Leiosphaeridia tenuissima</i> (Eisenack, 1958), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	49

<b>Tabela 13:</b> Ocorrências de <i>Leiosphaeridia ternata</i> (Timofeev, 1966), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	50
<b>Tabela 14:</b> Ocorrências de <i>Bonniea</i> aff. <i>Bonniea dacruchares</i> Porter <i>et al.</i> , 2003, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.....	52
<b>Tabela 15:</b> Ocorrências de <i>Germinosphara bispinosa</i> Mikhailova, 1986, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	54
<b>Tabela 16:</b> Ocorrências de Gen. 1 sp. 1, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	55
<b>Tabela 17:</b> Ocorrências de Gen. 2 sp. 1, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	56
<b>Tabela 18:</b> Ocorrências de Gen. 2 sp. 2, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	57
<b>Tabela 19:</b> Ocorrências das treze espécies recuperadas, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado do Minas Gerais, Brasil.....	59

## 1. INTRODUÇÃO

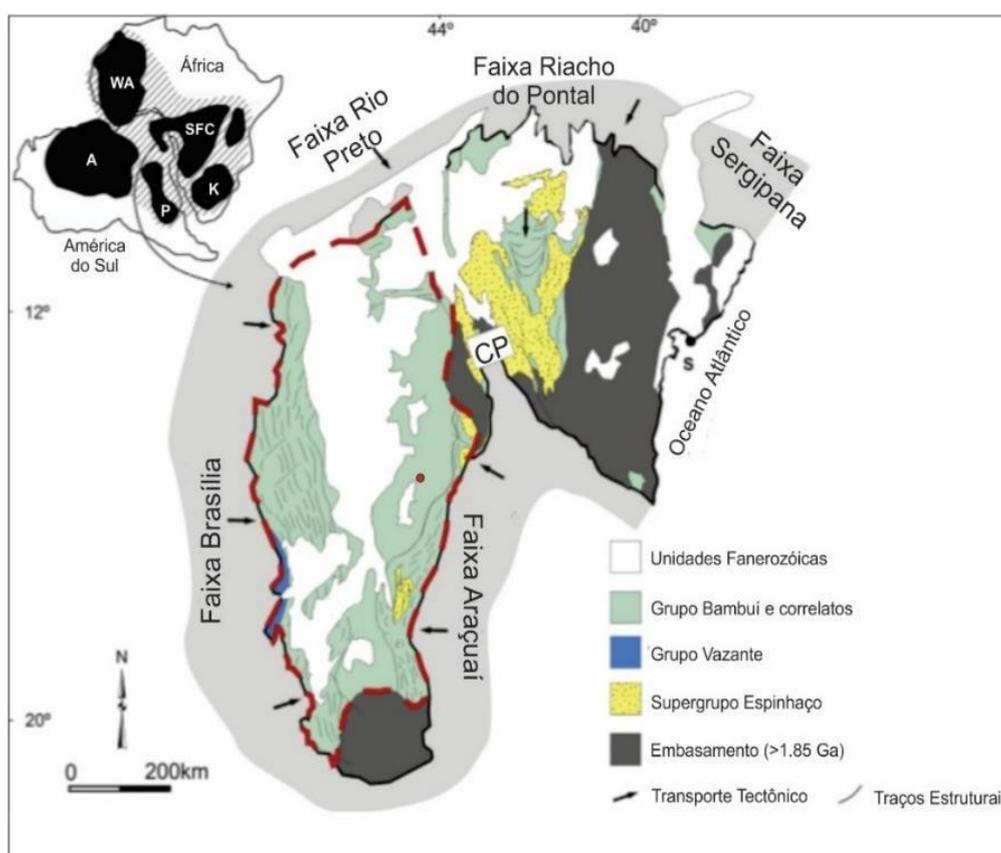
O presente trabalho apresenta o estudo da taxonomia e da análise bioestratigráfica das espécies de microfósseis orgânicos da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. Adicionalmente, a seção litoestratigráfica foco do presente estudo foi caracterizada por meio de descrições macro e microscópicas. Este trabalho visa contribuir para a ampliação do conhecimento acerca da biodiversidade do Neoproterozoico do Brasil, de forma a permitir o desenvolvimento de estudos de correlação bioestratigráfica.

O final do Neoproterozoico é representado pelo Período Ediacarano que abrange o intervalo de tempo entre 635 a 541±1 milhões de anos. O termo Ediacarano refere-se aos montes Ediacara na Austrália, considerado o estratotipo deste período (Knoll *et al.*, 2004). O Sistema Ediacarano, além da diversidade de microfósseis orgânicos (Huntley *et al.*, 2006), também abrange as mais antigas ocorrências de invertebrados e, portanto, muito importante para estudo acerca da evolução da vida (Fatka *et al.*, 2012; Steiner *et al.*, 2007; Weber *et al.*, 2007). Adicionalmente, no Ediacarano registram-se as mais antigas ocorrências de invertebrados dotados de exoesqueletos biomineralizados: cloudinídeos e corumbellídeos (Germs, 1972; Hahn *et al.*, 1982; Hua *et al.*, 2005; Walde *et al.*, 2015; Adôrno *et al.*, 2017).

O registro fóssil é uma importante ferramenta para datação de depósitos sedimentares devido ao caráter de irreversibilidade da evolução. Alguns fósseis podem ser úteis para análises bioestratigráficas entre outras aplicações. Em vista disso, o estudo da taxonomia e bioestratigrafia das espécies da Formação Sete Lagoas recuperadas no presente trabalho, auxilia o posicionamento cronoestratigráfico desta formação, bem como para ampliação do conhecimento acerca da biodiversidade do Neoproterozoico do Brasil. Com base nestes dados é possível o desenvolvimento de estudos cronobioestratigráficos e correlação desta formação com outras do Neoproterozoico.

## 2. FORMAÇÃO SETE LAGOAS

A porção oeste do cráton São Francisco compreende uma sucessão de rochas siliciclásticas e carbonáticas depositadas entre 1,77-0,56 Ga (Pimentel *et al.*, 2011, Alvarenga *et al.*, 2012). A faixa Brasília foi formada durante a orogenia BrasilianaPan-Africana entre 790-540 Ma (Pimentel & Fuck, 1992) (Fig. 1). Esta faixa de dobramentos tem sido separada em três domínios tectônicos: i) não deformado que cobre o cráton São Francisco; ii) parte externa da faixa Brasília o qual somente os estratos superiores estão deformados; iii) tanto o embasamento e cobertura sedimentar foram deformados (Alvarenga *et al.*, 2014). Uma espessa camada de rochas sedimentares foi depositada ao longo da margem oeste do cráton São Francisco durante o Meso e Neoproterozoico. Estas rochas foram separadas em três unidades estratigráficas, da base para o topo: Grupo Paranoá (Barbosa, 1963), Formação Jequitai (Oliveira & Leonardos, 1943), e Grupo Bambuí (Rimann, 1917) (Tab. 1).



**Figura 1:** Mapa geológico da bacia do São Francisco com o posicionamento da pedra Santa Luzia sinalizada com ponto vermelho (modificado de Alkmim, 2004; Alkmim *et al.*, 2006, Reis & Alkmim, 2015, Reis & Suss, 2016). **Legenda:** Crátons: **A** - Amazônico; **P** - Rio de la Plata; **K**- Kalahari; **AW**- África Oeste e **SFC**- São Francisco-Congo. Cidade: **S** - Salvador. **CP**: Corredor do Paramirim.

**Tabela 1.** Divisões cronoestratigráfica e litoestratigráfica da bacia do São Francisco (Alvarenga *et al.*, 2014).

<b>Eratema</b>	<b>Grupo</b>	<b>Formação</b>	<b>Litotipo</b>
Neoproterozoico	Bambuú	Três Marias	Siltito e arenito arcoseano
		Serra da Saudade	Siltito
		Lagoa do Jacaré	Argilito, calcário
		Serra de Santa Helena	Siltito e arenito fino
		Sete Lagoas	Dolomito, calcário e margas
	-	Jequitaiá	Diamictito, argilito e arenito
Mesoproterozoico	Paranoá	Ritmito Superior	Ritmito, estromatólito dolomítico
		Nível Arcoseano	Arenito arcoseano
		Ritmito 4	Ritmito, lente de calcário/dolomito
		Quartzito 3	Arenito
		Unidade Ardósia	Arenito, argilito e lente de calcário
		Qzt. 1,2 e Rmt 1, 2	Arenito e ritmito
		São Miguel	Conglomerado

Os primeiros estudos que englobaram as rochas do Grupo Bambuí data de 1832 e foram realizados pelo geólogo Wilhelm Ludwig Freiherr von Eschwege (*in Costa et al.*, 1970). A partir de uma seção carbonática/siliciclástica, foi denominado de terrenos de transição *Ubergangsgerbirge* (von Eschwege, 1832 *in Costa et al.*, 1970). Posteriormente, tal sequência passou-se a ser classificada como Série São Francisco (Derby, 1879). Em 1917 que o termo Bambuí passou a ser utilizado para se referir a esta unidade litoestratigráfica como Série Bambuí (Rimann, 1917). Da base para o topo, a primeira subdivisão desta série foi em três formações: Carrancas, Sete Lagoas e Rio Piracicaba (Costa & Branco, 1961). Almeida (1967) reclassifica esta série como Grupo Bambuí (Tab. 2). Diversas formações foram atribuídas a este grupo, porém, uma síntese da sucessão litoestratigráfica foi proposta com seis formações, da base para o topo: Jequitaiá, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias (Dardenne, 1978). Posteriormente, a Formação Jequitaiá foi excluída do arcabouço cronoestratigráfico do Grupo Bambuí e que desde então, é reconhecido pelas outras cinco formações supracitadas (Ulhein *et al.*, 1995). Este arcabouço cronoestratigráfico modificado de Dardenne (1978) é aquele adotado no presente trabalho.

A Formação Sete Lagoas, unidade basal do Grupo Bambuí na região de estudo, é constituída por uma sucessão carbonática que aflora nas serras dos municípios de Januária, Minas Gerais, na margem esquerda do rio São Francisco. Além destas exposições, esta formação aflora também na região Itacarambi no mesmo estado.

A Formação Sete Lagoas na área de estudo é composta por uma sucessão de calcários e dolomitos, por vezes com finas camadas siliciclásticas, e foi subdividida em sete litofácies por Iglesias & Uhlein (2009). Da base para o topo: A primeira litofácies constituída por dolomito, laminado; a segunda litofácies representada por calcários argilosos, microcristalinos, frequentemente dolomíticos, finamente laminados, com camadas argilosas de pequenas espessuras; a terceira litofácies representada por calcários escuros, finamente cristalinos, bem estratificados São comuns horizontes com presença de nódulos escuros e marcas onduladas, estratificações cruzadas e *hummocky*; a quarta litofácies engloba as brechas intraclásticas; a quinta litofácies compreende calcarenitos dolomíticos, oolíticos e, por vezes, intraclásticos; a sexta litofácies engloba dolomitos fortemente brechados e localmente oolítico, estromatolítico ou intraclástico; por último, a sétima litofácies é caracterizada por dolomito, sublitográfico, bem laminado, com estromatólitos e oólitos (Iglesias & Uhlein, 2009).

O paleoambiente da Formação Sete Lagoas foi interpretado como uma plataforma carbonática. No início da evolução do paleoambiente, o relevo irregular propiciou uma conexão limitada com o ambiente marinho aberto, constituindo, portanto, um ambiente restrito com deposição de leques de aragonita. Esta conexão dependia da variação do nível do mar e, durante períodos transgressivos, observam-se estruturas sedimentares tipo hummocky e marcas onduladas, bem como houve o desaparecimento dos leques aragoníticos (Vieira *et al.*, 2015).

O Grupo Bambuí foi originalmente atribuído ao Cretáceo (Liais, 1872 *in* Couto *et al.*, 1981) e, posteriormente, passou por várias unidades geocronológicas até a mais atual, Neoproterozoico (Babinski *et al.*, 2007; Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.*, 2011). A formação basal do Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas, foi datada em ~740 Ma pelo método Pb-Pb em dolomito (Babinski *et al.*, 2007). A Formação Três Marias foi datada em ~620 Ma pelo método U-Pb de zircões detríticos (Rodrigues, 2008; Pimentel *et al.*, 2011). Em 2014, bem como em trabalhos posteriores foi relatada a ocorrência de fósseis-guia do Ediacarano superior, *Cloudina* sp. e *Corumbella weneri*, na Formação Sete Lagoas, formação basal do Grupo Bambuí (Warren *et al.*, 2014; Perrela-Júnior *et al.*, 2017). Além disso, novas datações de zircão detrítico sugerem uma idade máxima de deposição da Formação Sete Lagoas em torno de ~557 Ma (Paula-Santos *et al.*, 2015). O posicionamento cronoestratigráfico desta formação será melhor discutida no item 6.4.

**Tabela 2.** Evolução da divisão estratigráfica das rochas do Grupo Bambuí.

Autor	Ano	Nomenclatura	Cronoestratigrafia
von Eschwege	1832	Terrenos de Transição Übergangsgerberge	-
Liais	1872	-	Cretáceo
Derby	1879	Série São Francisco	Siluriano
Rimann	1917	Série Bambuí	-
Branner	1919	-	Permiano
Beurlen	1956	-	Ordoviciano
Almeida	1967	Grupo Bambuí	-
Cloud & Dardenne	1973	-	Rifeano Médio
Marchese	1974	-	Rifeano Superior
Babinski <i>et al.</i>	2007	-	Neoproterozoico
Warren <i>et al.</i>	2014	-	Ediacarano

Atualmente, os estudos que abrangem o conteúdo fóssilífero do Neoproterozoico que abordam a recuperação e identificação de fósseis dessa era estão em pleno progresso. Há principalmente relatos de ocorrências de microfósseis orgânicos (Schopf & Klein, 1992; Fairchild *et al.*, 1996; Tobias, 2014; Denezine *et al.*, 2017). Além destes, há também registros dos primeiros metazoários (Beurlen & Sommer, 1957; Germs, 1972; Hahn *et al.*, 1982; Adorno *et al.*, 2017), estromatólitos (Fantinel *et al.* 2015; Sanchez, 2015), embriões fósseis (Xiao & Knoll, 2000) e também de fósseis moleculares, ou seja, biomarcadores (Sousa Júnior *et al.*, 2016). Todas categorias supracitadas, com exceção dos embriões fósseis, foram reportadas em unidades litoestratigráficas do Neoproterozoico do Brasil.

A Formação Sete Lagoas possui um registro fóssil, com trabalhos que abordam o conteúdo fóssilífero da Formação Sete Lagoas constam principalmente trabalhos de estromatólitos e esteiras microbianas, os tipos mais comuns de fósseis, seguidos de palinórfos e poucos registros de microfósseis mineralizados (Sanchez, 2015). Com isso, compreende uma malha de ocorrência de espécies que fornece subsídios para estudos de correlação bioestratigráfica. Na Formação Sete Lagoas há registros de cianobactérias, protistas e metazoários que sugerem que esta formação seja do Ediacarano (Tab. 3).

A primeira tentativa de posicionar cronoestratigraficamente a Formação Sete Lagoas a partir de fósseis foi realizada por Marchese (1974). Marchese descreveu estromatólitos que afloram na rodovia BR040 próxima ao município de Sete Lagoas, em Minas Gerais, e os identificaram como *Gymosolenides* sp., deixando a espécie em nomenclatura aberta. A partir destas ocorrências, Marchese (op. cit.) inferiu uma idade do Rifeano tardio para a Formação Sete Lagoas, ou seja, Toniano tardio. Em seguida, outros estudos analisaram e descreveram diversas estruturas estromatolíticas, enfatizando uma

grande diversidade de morfotipos (Lopes, 1995; Lopes & Coimbra, 2000; Fantinel *et al.* 2015; Sanchez, 2015).

**Tabela 3:** Espécies recuperadas da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, bacia do São Francisco. Legenda: **1:** Sommer (1971) **2:** Marchese (1974); **3:** Fairchild & Dardenne (1978); **4:** Simonetti & Fairchild (1989); **5:** Zaine (1991); **6:** Simonetti (1994); **7:** Fairchild *et al.* (1996); **8:** Simonetti & Fairchild (2000); **9:** Sanchez (2010); **10:** Warren *et al.* (2014); **11:** Perrella Júnior *et al.* (2017).

Espécies	Trabalhos										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Archaeotrichion contortum</i> Schopf, 1968							X		X		
<i>Bambuites erichsenii</i> Sommer, 1971	X										
cf. <i>Biocatenoides</i> sp. Schopf, 1968							X		X		
<i>Cloudina</i> sp.										X	X
<i>Corumbella wernerii</i> Hahn <i>et al.</i> , 1982										X	
<i>Eoentophysalis</i> sp. Hofmann, 1976									X		
<i>Eomycetopsis</i> sp. A				X							
<i>Eomycetopsis</i> sp. B				X							
<i>Eosynechococcus medius</i> (Hofmann, 1976)						X		X			
<i>Eosynechococcus moorei</i> Hofmann, 1976				X					X		
<i>Gymosolenides</i> sp.		X									
cf. <i>Gymnosolen</i>			X								
<i>Glenobotrydion aenigmatic</i> Schopf, 1968				X							
<i>Gloeodiniopsis lamellosa</i> Schopf, 1968				X					X		
<i>Gloeodiniopsis</i> sp.							X				
<i>Huroniospora</i> sp.								X			
<i>Leiosphaeridia</i> sp. 1							X	X			
<i>Leiosphaeridia</i> sp. 3								X			
<i>Leiosphaeridia</i> sp. A						X					
<i>Myxococcoides grandis</i> Horodyski & Donaldson, 1980									X		
<i>Myxococcoides reticulata</i> Schopf, 1968									X		
<i>Myxococcoides</i> sp.							X		X		
<i>Myxococcoides</i> cf. <i>M. cantabrigensis</i> Knoll, 1982				X							
<i>Myxococcoides</i> sp. A				X							
<i>Myxococcoides</i> sp. B				X							
<i>Oscillatoriopsis</i> sp.							X				
<i>Palaeophycys</i> sp.										X	
<i>Paleolynghya catenata</i> Hermann, 1974									X		
<i>Rugosoopsis</i> sp.							X				
<i>Siphonophycus kestron</i> Schopf 1968							X				
<i>Siphonophycus robustum</i> Schopf 1968							X		X		
<i>Siphonophycus septatum</i> Schopf 1968							X		X		
<i>Siphonophycus</i> sp.				X							
<i>Trachyhystrichosphaera aimica</i> Hermann, 1981					X						
<i>Veteronostocale amoenum</i> Schopf & Blacic, 1971									X		

Os primeiros relatos de microfósseis orgânicos na Formação Sete Lagoas foram de vesículas esféricas, opacas e foram descritas por Sommer (1971) como *Bambuites erichsenii* Sommer, 1971. Esta espécie foi atribuída pelo seu proponente com afinidade a algas unicelulares. Em trabalhos posteriores foram ampliadas as ocorrências de microfósseis orgânicos na Formação Sete lagoas (Zaine, 1991; Simonetti, 1994, Simonetti & Fairchild, 2000; Sanchez, 2010).

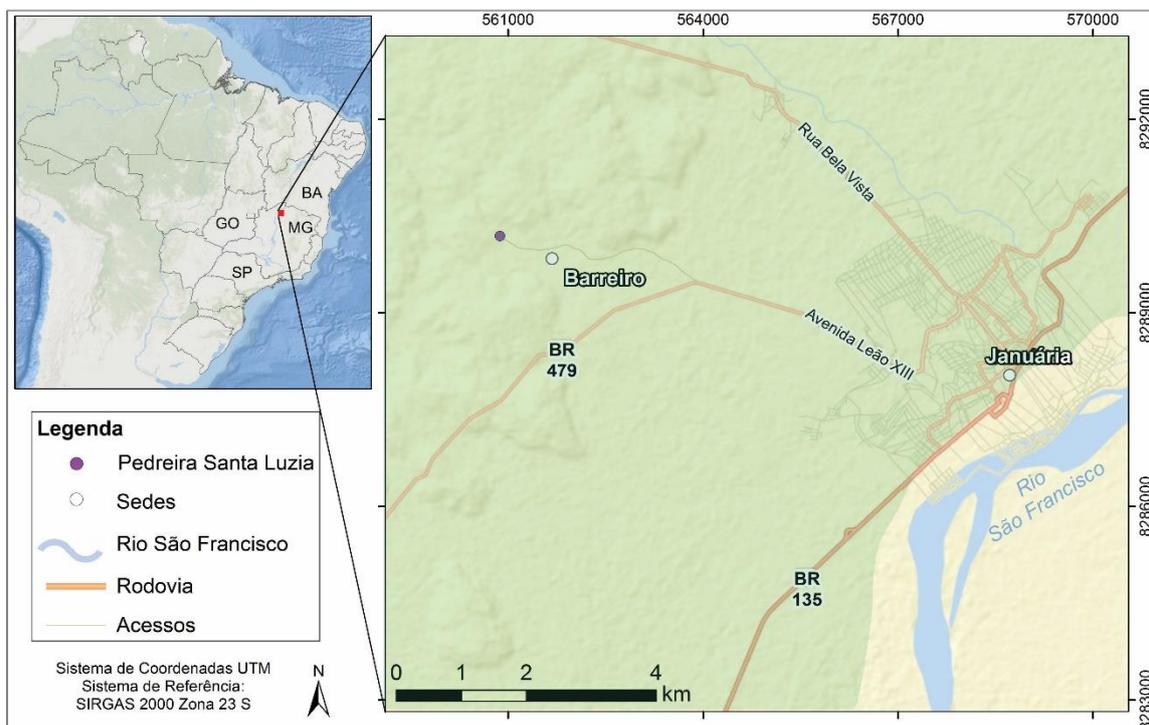
Posteriormente, Simonetti & Fairchild (2000) traz um primeiro estudo micropaleontológico sistemático de microfósseis orgânicos de rochas do Pré-Cambriano do Brasil. Este estudo analisou amostras de cilindros de sondagem em um furo localizado na cidade de Montalvânia, Minas Gerais, próxima a região ora estudada neste trabalho. A pesquisa realizada por Simonetti & Fairchild (2000) englobou recuperações de fósseis da Formação Sete Lagoas, bem como de outras formações do Grupo Bambuí, compreendendo as formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade. Além destas unidades, o conteúdo fossilífero do Grupo Conselheiro Mata também foi analisado. Neste trabalho são identificadas nove espécies na Formação Sete Lagoas e compreendem espécies filamentosas, colônias cocoidais e esferomorfos, no entanto, mal preservados. Embora a baixa recuperação de espécimes nesta unidade, foi possível identificar um domínio de espécimes do Gênero *Leiosphaeridia*, bem como ausência de espécimes acantomorfos.

Hidalgo (2007) trabalho com microfósseis orgânicos da Formação Sete Lagoas com foco nas glaciações do Neoproterozoico e como estas influenciaram a paleobiota, o que auxilia na criação de modelos bioestratigráficos. A partir deste estudo, Hidalgo (op. cit.) corrobora a interpretação de que a Formação Sete Lagoas foi depositada após uma glaciação.

As ocorrências de metazoários mineralizados na Formação Sete Lagoas restringem-se as ocorrências relatadas por Warren *et al.*, (2014) e Perrella-Júnior *et al.* (2017). No entanto, há estromatólitos silicificados identificados como cf. *Gymnosolen* (Fairchild & Dardenne, 1978). Fairchild & Schorscher (1985) também registra organismos filamentosos e alguns cocoidais, sendo que os espécimes de ambos morfotipos apresentavam-se silicificados, no entanto, mal preservados. Posteriormente, outros estudos também englobaram microfósseis silicificados da Formação Sete Lagoas. Simonetti & Fairchild (1989) descreve onze espécies com ocorrência nesta unidade, sendo estes organismos cocoides, alguns solitários, outros coloniais e raros eucariontes ou procariontes filamentosos.

### 3. ÁREA E MATERIAL DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho localiza-se na pedreira Santa Luzia, próxima à Comunidade do Barreiro, oeste do Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil (Fig. 2). A pedreira Santa Luzia é utilizada para fabricação de lajotas de calcário para a pavimentação do Município de Januária e região.



**Figura 2:** Mapa de localização da pedreira Santa Luzia, próxima à Comunidade do Barreiro, oeste do Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. Coordenada UTM: 560875 E, 8290191 N; Zona: 23L; Datum: WGS84. Legenda: No mapa de detalhe, **em verde**, Formação Sete Lagoas; **em amarelo**: cobertura do Quaternário.

O perfil litoestratigráfica de 69,5 m de espessura foi levantado nos afloramentos da pedreira Santa Luzia em duas diferentes bancadas de lavra e em exposições na morraria onde a pedreira está situada, considerando as ocorrências fossilíferas e estruturas sedimentares identificadas em campo. Ao total foram coletadas 79 amostras (Tab. 4) seção da Formação Sete Lagoas na área estudada foi dividida em quatro associações de fácies. Todas amostras coletadas foram tombadas e armazenadas na Coleção de Paleontologia, Acervo Residual do Museu de Geociências da Universidade de Brasília conforme o padrão do Laboratório de Micropaleontologia IG/UnB (Do Carmo *et al.*, 2015).

**Tabela 4:** Tombamento das amostras deste trabalho junto à Coleção de Paleontologia, Acervo Residual do Museu de Geociências, Universidade de Brasília.

Amostra	Nível	Litotipo	Microfósseis orgânicos	Seção Delgada
MP2977	0 m	Calcário	X	-
MP2978	0,15 m	Calcário	X	-
MP2979	0,3 m	Calcário	X	-
MP2980	0,4 m	Calcário	X	-
MP2982	0,53 m	Calcário	X	-
MP2983	0,9 m	Calcário	X	-
MP2984	1,3 m	Calcário	X	-
MP2985	1,9 m	Calcário	X	-
MP2986	2,15 m	Calcário	X	-
MP2987	2,2 m	Calcário	X	-
MP2988	2,25 m	Calcário	X	-
MP2989	2,5 m	Calcário	X	-
MP2990	2,8 m	Calcário	X	-
MP2991	3,25 m	Calcário	X	-
MP2992	3,4 m	Calcário	X	-
MP2993	3,8 m	Calcário	X	-
MP2994	4 m	Calcário	X	-
MP2995	4,25 m	Dolomito	X	-
MP2996	5 m	Calcário	X	X
MP3704	5,5 m	Siltito	X	-
MP2997	5,7 m	Calcário	X	-
MP2998	6,3 m	Calcário	X	-
MP2999	6,35 m	Calcário	X	-
MP3000	6,6 m	Calcário	X	X
MP3705	6,8 m	Siltito	X	-
MP3706	7,3 m	Siltito	X	-
MP3001	7 m	Calcário	X	X
MP3002	7,15 m	Calcário	X	-
MP3003	7,7m	Calcário	X	X
MP3004	8,05m	Calcário	X	-
MP3005	8,1 m	Calcário	X	X
MP3006	8,5 m	Calcário	X	-
MP3007	8,9 m	Calcário	X	-
MP3008	9,5 m	Calcário	X	-
MP3061	9,6 m	Calcário	X	-
MP3009	9,82 m	Calcário	X	-
MP3010	10,15 m	Calcário	X	-
MP3011	10,9 m	Calcário	X	-
MP3012	11,6 m	Calcário	X	-
MP3013	12 m	Calcário	X	-

Amostra	Nível	Litotipo	Microfósseis orgânicos	Seção delgada
MP3014	12,5 m	Calcário	X	-
MP3015	12,8 m	Calcário	X	-
MP3016	13 m	Dolomito	X	-
MP3017	13,9 m	Calcário	X	-
MP3707	14,5 m	Calcário	X	-
MP3708	15 m	Calcário	X	X
MP3028	17,2 m	Calcário	X	-
MP3029	17,5 m	Calcário	X	-
MP3030	19 m	Calcário	X	-
MP3031	19,9 m	Calcário	X	X
MP3032	21 m	Dolomito	X	-
MP3033	22 m	Calcário	X	-
MP3034	22,1 m	Calcário	X	-
MP3035	22,15 m	Calcário	X	X
MP3036	23,35 m	Calcário	X	-
MP3037	25,6 m	Sílica	X	-
MP3038	27,5 m	Calcário	X	-
MP3039	28 m	Calcário	X	X
MP3040	28,1 m	Calcário	X	-
MP3709	24 m	Calcário	X	-
MP3710	24,5 m	Calcário	X	-
MP3711	24,7 m	Calcário	X	-
MP3712	25,5 m	Calcário	X	-
MP3713	26 m	Calcário	X	-
MP3714	26,5 m	Calcário	X	-
MP3715	27 m	Calcário	X	-
MP3716	29 m	Calcário	X	-
MP3717	30 m	Calcário	X	-
MP3718	30,6 m	Calcário	X	X
MP3719	31,5 m	Calcário	X	-
MP3720	36,4 m	Calcário	X	X
MP3721	41,5 m	Brecha	X	-
MP3722	46,5 m	Brecha	X	X
MP3723	48 m	Brecha	X	-
MP3724	57,5 m	Brecha	X	-
MP3725	59,5 m	Dolomito	X	X
MP3726	61,5 m	Dolomito	X	-
MP3727	66,5 m	Dolomito	X	X
MP3728	69 m	Dolomito	X	-

## 4. METODOLOGIA DE TRABALHO

Dois trabalhos de campo foram realizados na pedreira Santa Luzia. O primeiro campo ocorreu no período de 06 a 09 de novembro de 2015. Neste primeiro campo foi descrita a seção de estudo, contendo aproximadamente 70 metros de exposição. Foram coletadas 57 amostras nesta seção, todas posicionadas no perfil litoestratigráfico. O segundo e último trabalho de campo ocorreu entre os dias 19 a 22 de fevereiro de 2017. Este último trabalho de campo teve como finalidade completar a amostragem. Desta vez, foram coletadas 22 amostras na mesma seção, todas também posicionadas no perfil.

Para recuperação do conteúdo fossilífero, utilizou-se técnicas de preparação de amostras carbonáticas visando a recuperação de microfósseis orgânicos e mineralizados. Para análise, utilizou-se microscópio estereoscópico, petrográfico e biológico, bem como análise colorimétrica dos microfósseis orgânicos.

### 4.1. Microscopia

As análises microscópicas foram realizadas no Laboratório de Micropaleontologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Todas amostras coletadas no âmbito deste projeto foram analisadas primeiramente utilizando-se microscópio estereoscópico da marca Zeiss, modelo Discovery.V20. Este microscópio também foi utilizado para triagem do produto da preparação visando a recuperação de microfósseis orgânicos.

Após a análise em microscópio estereoscópico, 18 amostras foram selecionadas e 35 lâminas petrográficas confeccionadas a partir destas amostras no Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. As seções foram feitas tanto paralelas quanto perpendiculares ao plano de acamamento. As análises destas lâminas foram realizadas no Laboratório de Micropaleontologia do mesmo instituto, em microscópio petrográfico com luz transmitida da marca Zeiss, modelo Scope.A1. Foram analisadas estruturas sedimentares e fossilíferas. Também foram realizadas análises de lâminas palinológicas no microscópio biológico da marca Zeiss, modelo Axio Imager A.2. Todas imagens registradas pelo mesmo microscópio foram editadas para a confecção de estampas com o programa *Corel Draw X8*.

## 4.2. Preparação para microfósseis orgânicos

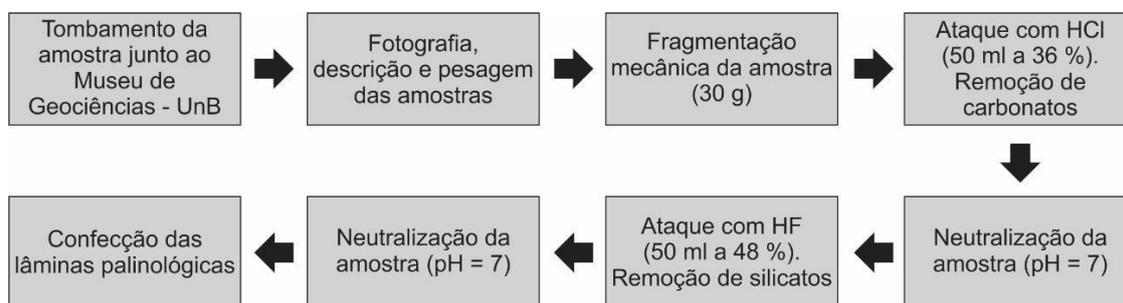
Todos os níveis amostrados da seção estudada foram preparados com a finalidade de recuperação de microfósseis orgânicos. Todas amostras foram preparadas no Laboratório de Micropaleontologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

Todos os níveis amostrados da seção estudada foram preparados com a finalidade de recuperação de microfósseis orgânicos, totalizando 79 lâminas palinológicas. A preparação palinológica seguiu a metodologia clássica aprimorada pelo LabMicro (Fig. 3). Primeiramente, todas amostras foram tombadas no Acervo Residual da Coleção de Paleontologia junto ao Museu de Geociências, Universidade de Brasília. Em seguida, as amostras foram fotografadas, pesadas e 30 g de cada amostra foi fragmentada mecanicamente em tamanhos de poucos centímetros até o tamanho de grânulos (aproximadamente 4 mm). Depois disso, foi realizada a dissolução dos componentes minerais da rocha com a utilização de dois ácidos: ácido clorídrico (HCl) e ácido fluorídrico (HF). Primeiramente as amostras já fragmentadas foram colocadas em 50 ml de HCl a 36 % de concentração durante 24 horas para dissolver os carbonatos. O passo seguinte consistiu em neutralizar a solução ácida com água destilada. Em seguida, adicionou-se 50 ml de HF a 40 % de concentração para dissolver os silicatos, durante 48 horas. Em seguida, repetiu-se o procedimento de neutralização da amostra.

Todos resíduos orgânicos recuperados foram colocados em tubos de polipropileno junto com água destilada com pH 7 para posterior conservação destes resíduos. O total de 79 extratos orgânicos das amostras do projeto estão armazenadas em tubos discriminados com a numeração de tombamento referente à amostra de origem. Vale salientar que todos extratos estão armazenados no Acervo Residual da Coleção de Paleontologia do Museu de Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília e estão sob guarda do Laboratório de Micropaleontologia do mesmo instituto.

Após a dissolução do material, foram confeccionadas lâminas palinológicas permanentes colocando algumas gotas do resíduo orgânico recuperado e água destilada em lamínula de vidro sobre uma chapa aquecedora a 30° C. Após o resíduo secar, acrescentaram-se algumas gotas de resina Entelan® sobre a lâmina e então uma lamínula foi posicionada sobre a resina cuidadosamente, para evitar a formação de bolhas. A resina utilizada tem a função de secar junto com o material montado na lâmina e evitar oxidação da matéria orgânica e sua degradação. Todas lâminas confeccionadas estão tombadas no Acervo Geral da Coleção de Paleontologia do Museu de Geociências, sob guarda do

Laboratório de Micropaleontologia. Os números de tombamento correspondem ao número do Acervo Residual da mesma coleção.



**Figura 3:** Cronograma explicativo da realização do protocolo da preparação palinológica do Laboratório de Micropaleontologia, Universidade de Brasília.

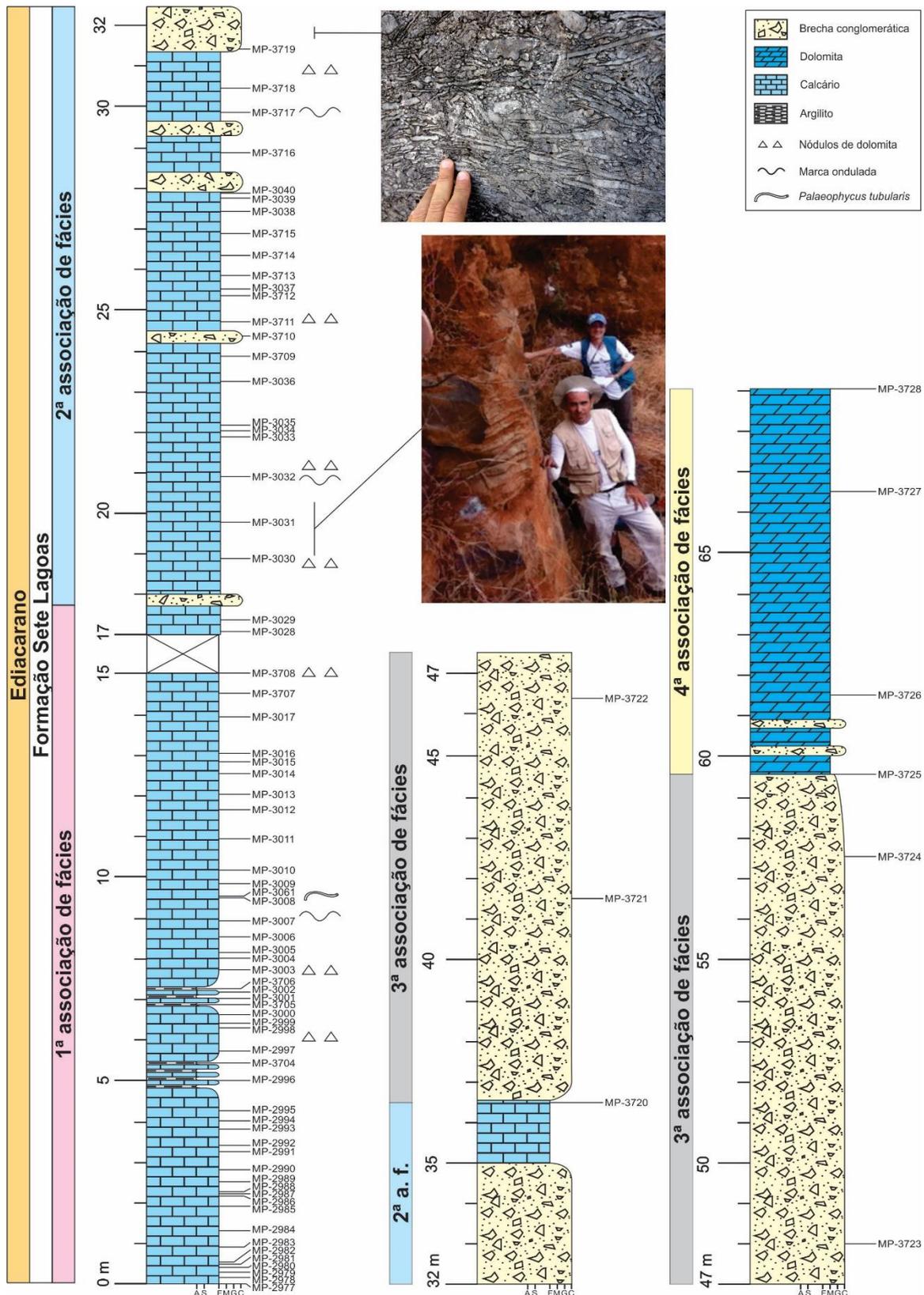
### 4.3. Colorimetria

Nesta análise foram estudados os efeitos da diagênese na coloração dos microfósseis orgânicos. Este estudo foi desenvolvido para verificar a possibilidade da utilização destes constituintes como indicadores térmicos na maturação da matéria orgânica presente nas rochas da Formação Sete Lagoas. Neste trabalho, adotou-se o índice de alteração termal (*thermal alteration index*) (Staplin, 1969). Este índice consiste em uma divisão numérica baseada em cores que variam entre o amarelo claro à preto. Esta variação colorimétrica reflete o grau de maturação térmica a qual as rochas foram submetidas, um importante fator para a geração do petróleo e gás (Staplin, 1969).

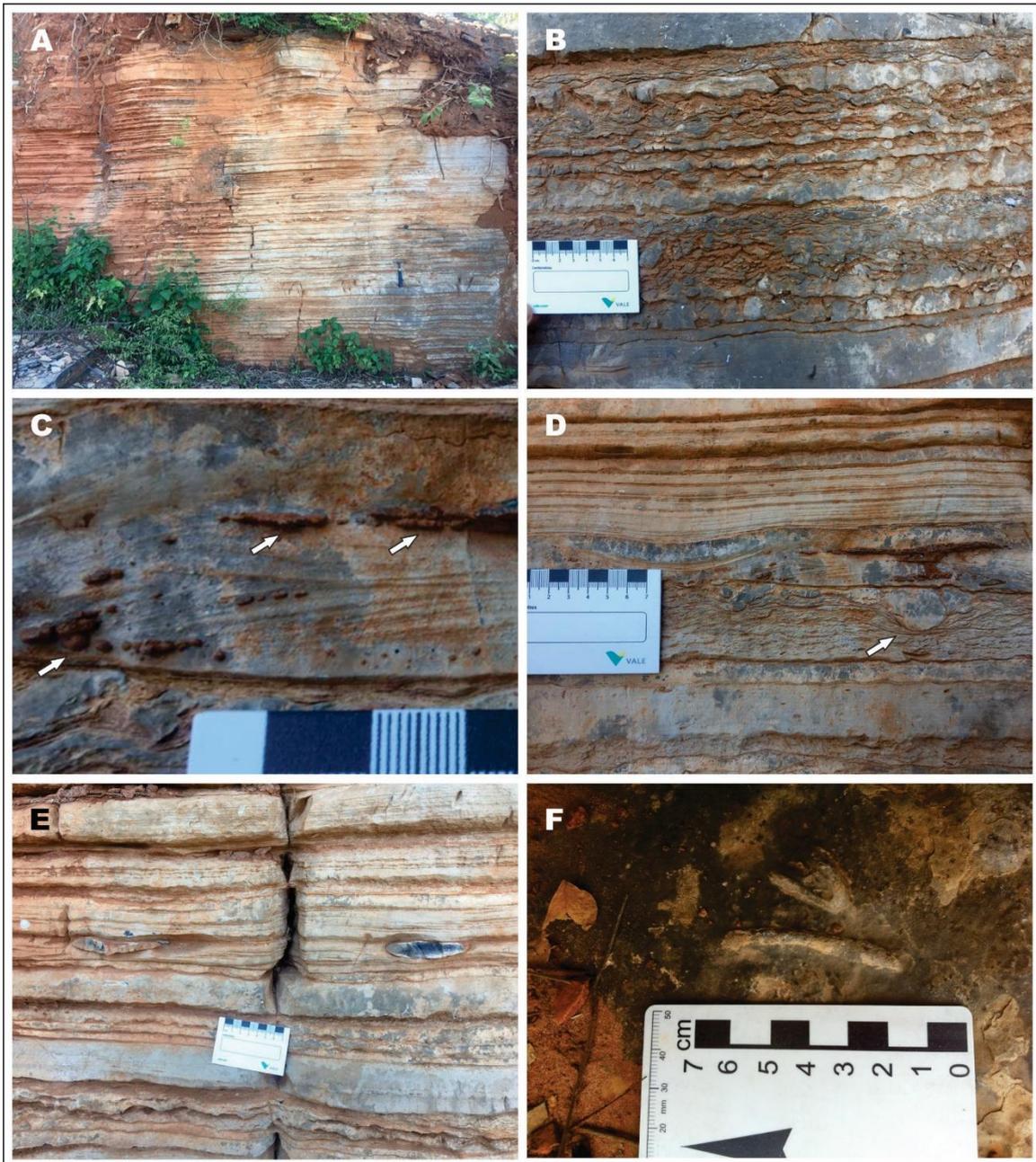
## 5. DESCRIÇÃO DA SEÇÃO ESTUDADA

Neste trabalho foram descritos aproximadamente 70 m de uma seção da Formação Sete Lagoas aflorante na pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais. Esta seção foi dividida em quatro associações de fácies a partir da descrição macro e microscópica (Fig. 4). O afloramento compreende duas bancadas da pedreira, bem como exposições na morraria onde a pedreira está situada.

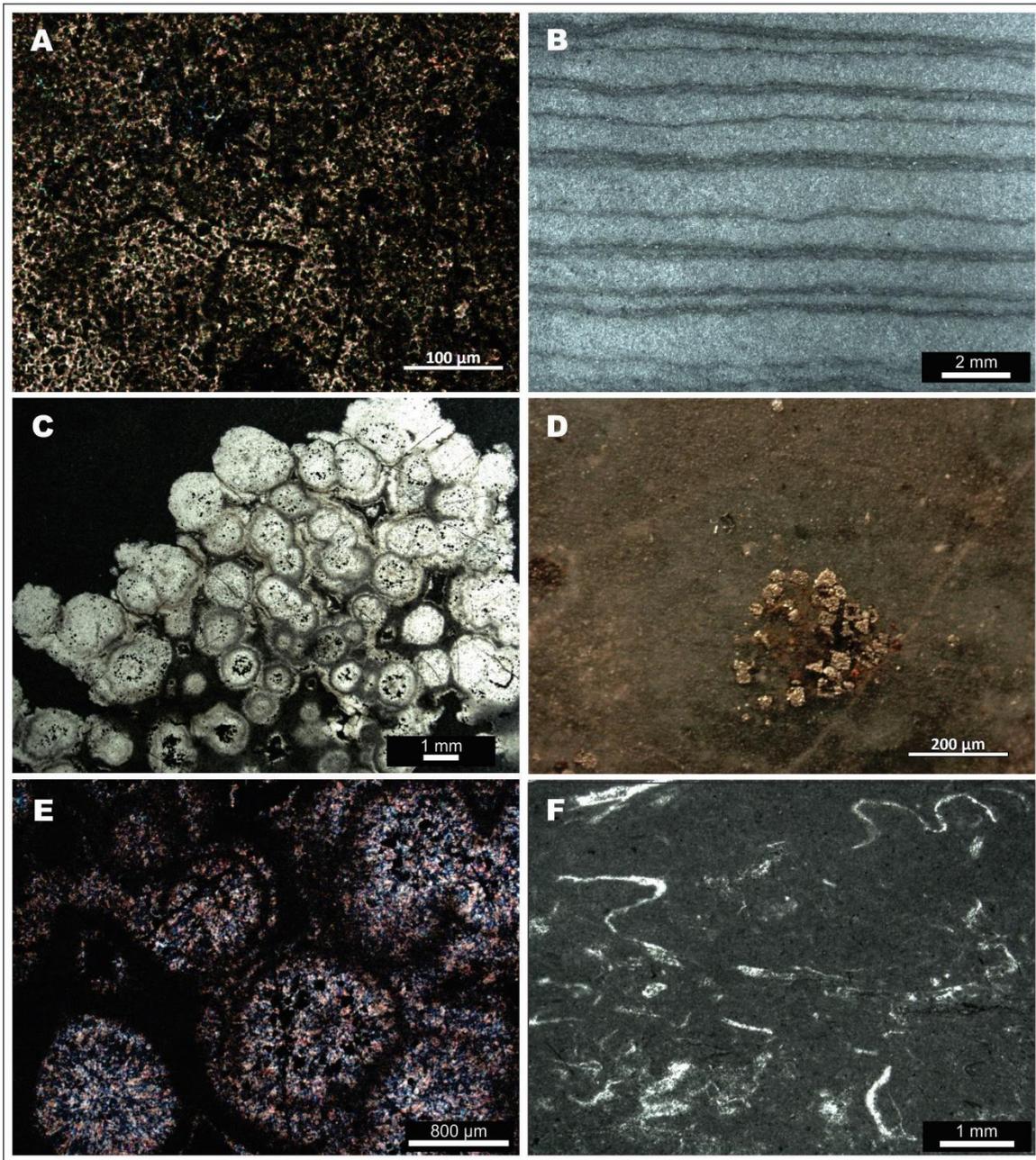
A primeira associação de fácies denominada constitui o intervalo mais basal, representada pelos primeiros 15 m. É constituída principalmente por *mudstones* cinza escuros laminados, finamente cristalinos com predomínio de estratificação plano paralela com esteiras microbianas (Figs. 5A, C-D; 6B), contudo, há laminações cruzadas em camadas de *grainstones* de granulometria fina a muito fina (Fig. 5C). Esteiras microbianas (Figs. 5B, E), oóides silicificados (Figs. 5C-D), nódulos dolomíticos (Figs. 5E; 6A), bem como estilólitos são comuns neste empacotamento. Os oóides descritos ocorrem subordinados às camadas de calcarenito muito fino com estratificações cruzadas, sotopostas às marcas onduladas (Figs. 5C). Além disso, dentro de sua estruturação há cristais de pirita (Figs. 6C-E). Ainda nesta associação de fácies, há presença de finas camadas pelíticas. A sua composição é majoritariamente composta por micrita > 95%, e raros grãos de granulometria areia. São comuns vênulas preenchidas por calcita ou óxidos de ferro. Nesta associação de fácies há ocorrências de icnofósseis bem preservados, identificados como *Paleophycus tubularis* Hall, 1847, caracterizado por estruturas horizontais com formato cilíndrico, geradas por atividades de organismos endobiontes. Estas estruturas podem ser lineares ou sinuosas, não possuem bifurcações (Figs. 5F).



**Figura 4:** Perfil litostratigráfico da seção de estudo na pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Legenda:** 2ª a. f.: 2ª associação de fácies.

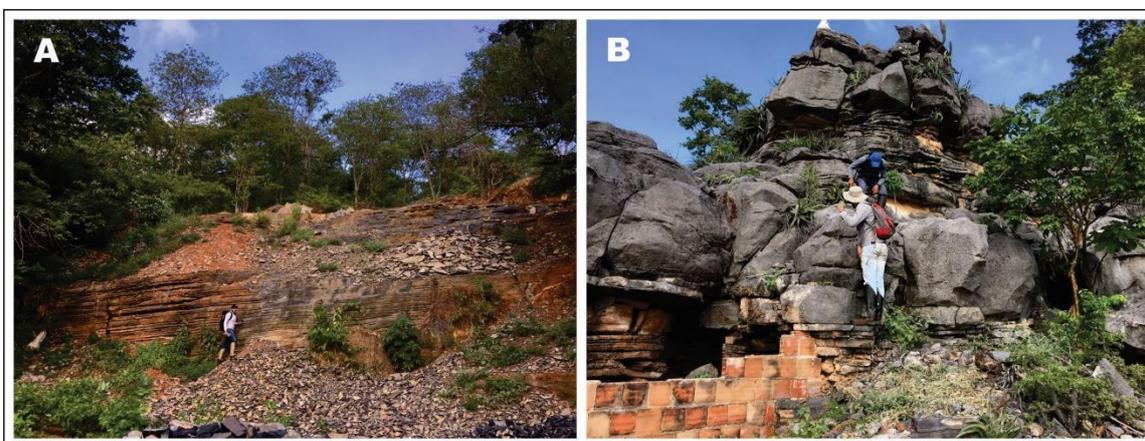


**Figura 5:** Afloramento da primeira bancada na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, 1ª associação de fácies. **A)** Predomínio de estratos laminados com esterias microbianas; **B)** Trombólitos; **C)** Oóides silicificados em *grainstone* com laminação cruzada, vide Fig. 6C-E para detalhe; **D)** Esteira microbiana sotoposta à marca ondulada, por sua vez, sotoposta a estratificação plana paralela. Notar estrutura de carga apontado pela seta; **E)** Nódulos de dolomita, vide Fig. 6A para detalhe; **F)** *Palaeophycus tubularis*, com escavações retilínias e sinuosas.



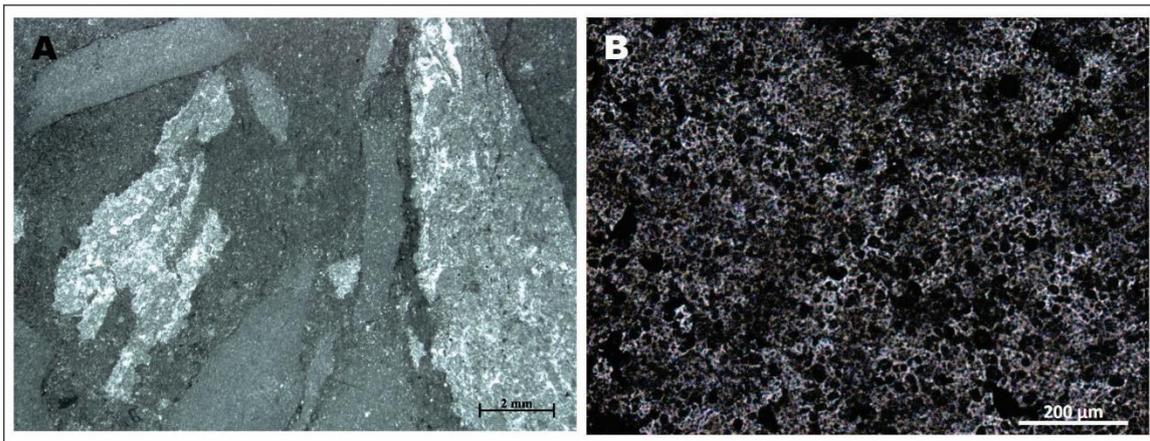
**Figura 6:** Fotomicrografias de seções delgadas referentes às amostras na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. **A-E)** 1ª associação de fácies; **F)** 2ª associação de fácies. **A)** Cristais romboédricos de dolomita dos nódulos escuros (MP2998); **B)** Esteira microbianas; **C, E)** Oóides silicificados (MP3707); **D)** Piratas na estruturação interna dos oóide silicificado em luz refletida (MP3707); **F)** Estruturas de ressecamento preenchidas por calcita, por vezes pliçadas (MP3718). **A, D)** Luz transmitida, nicóis cruzados; **B-C, F)** Luz transmitida, nicóis paralelos; **D)** Luz refletida.

A segunda associação de fácies é constituída por *grainstones* e *mudstones* com estruturas semelhantes àquelas da primeira associação de fácies, no entanto, há camadas de pequena espessura de brechas carbonáticas intraclásticas, com clastos achatados variando de <1 a 50 cm e de matriz micrítica cinza claro (Fig. 7A-B). Neste intervalo, também sucedem camadas de calcários maciços e estratificados, com porções laminadas. Há nódulos de dolomita em horizontes dentro deste pacote. Estilólitos, oóides, marcas onduladas e estratificações cruzadas são comuns nesta associação de fácies. Presentes também estruturas de ressecamento do tipo *bird eye* preenchidas por calcita, por vezes pliçadas (Fig. 6F).



**Figura 7:** Afloramento da segunda bancada na seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, segunda associação de fácies. **A)** Sucessão de *grainstones* e *mudstones* com camadas de calcarenito fino; **B)** Disposição das camadas de brecha carbonática intraclástica.

A terceira associação de fácies aflora na segunda bancada da pedreira e na seção acima desta. A brecha desta associação de fácies possui uma variação na dispersão de clastos, com clastos menores na base da exposição e maiores no topo, contudo bem espaçados. Esta brecha apresenta estrutura maciça, na qual se observa clastos carbonáticos angulosos, alongados e achatados de *mudstone* em matriz micrítica (Fig. 8A). Os clastos têm granulometria variando entre grânulos a bloco, e são contemporâneos à lama carbonática, sendo assim intraclastos carbonáticos. Ocorrem duas modas distintas de granulometria, uma de material grosso, e outra de material criptocristalino o que implica em um selecionamento ruim, a sustentção se dá pela matriz e a textura da rocha é particulada. Ocorrem cerca de 50% de intraclastos carbonáticos e 50% de matriz carbonática. As partículas possivelmente se encontram substituídas por dolomitas.



**Figura 8:** Fotomicrografias de seções delgadas referentes às amostras do afloramento exposto acima da segunda bancada da seção da pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. **A)** Brecha intraclástica (MP3722); **B-D)** *Grainstone* oolítico dolomítico (MP3727).

A última associação de fácies constitui o intervalo superior da seção estudada. É composta por *grainstones* oolíticos dolomíticos cristalinos cinza claros, por vezes com intraclastos espaçados. Tais carbonatos possuem estratificação cruzada. Este empacotamento apresenta estratificação plana incipiente, de cerca de 2 cm de espessura, definidas pela mudança granulométrica e a percentagem na quantidade de constituintes de granulometria areia em relação ao teor de matriz carbonática (Figs. 8B-D). Os constituintes mais grossos são majoritariamente macrocristais euédricos de dolomita. Esta fase varia em tamanho fino a muito fino, sendo que ocorre, restrito a intervalos de partículas mais finas, matriz micrítica. A rocha é constituída por cerca de 80% de cristais de dolomita (granulometria areia muito fina a fina), 15% de cimento e 5% de matriz carbonática. A seleção é regular a moderadamente selecionado, a textura é cristalina com contatos de grãos predominantemente planares e a sustentação da rocha se dá pelos próprios cristais de dolomita. É importante ressaltar que as amostras se encontram fortemente recrystalizadas. Devido à intensa recrystalização destas rochas, que resultou na dolomitização de seus constituintes, na textura cristalina e pelo difícil reconhecimento de estruturas deposicionais, estas rochas são denominadas *grainstones* dolomíticos.

## 6. PALEONTOLOGIA

A taxonomia dos microfósseis identificados será apresentada a seguir. A partir da denominação das espécies e da sucessão fossilífera do afloramento estudado, pôde-se realizar o estudo bioestratigráfico e paleoecológico da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, na localidade do Município de Januária, Minas Gerais. Todas lâminas palinológicas cujos microfósseis foram ilustrados neste trabalho estão tombados na Coleção de Paleontologia, Acervo de Pesquisa do Museu de Geociências do instituto homônimo na Universidade de Brasília (Tab. 5).

A seguir serão apresentados os resultados das preparações palinológicas de 79 amostras coletadas no afloramento da pedra Santa Luzia e recuperadas 13 espécies. Das 79 amostras preparadas, 53 apresentam ocorrências fossilíferas. A taxonomia dos microfósseis orgânicos segue Butterfield *et al.* (1994), Porter *et al.* (2003) e Sergeev & Schopf (2010).

**Tabela 5:** Relação entre os espécimes ilustrados e amostra proveniente com nível no perfil litoestratigráfico.

Acervo de Pesquisa	Amostra	Nível no perfil
CP912	MP2980	0,3 m
CP913	MP2990	2,8 m
CP914	MP3013	12 m
CP915	MP3709	24 m
CP916	MP3710	24,5 m
CP917	MP3714	26,5 m
CP918	MP3720	36,4 m
CP919	MP3723	48 m
CP920	MP3724	57,5 m
CP921	MP3728	69 m

### 6.1. Taxonomia

Treze espécies de microfósseis orgânicos foram recuperadas: Três espécies de cianobactérias, *Arctacellularia januarensis* sp. nov., *Myxococcoides* sp. e *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); seis espécies de protistas, *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003; uma espécie de acritarca, *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986 e três espécies de microfósseis orgânicos não identificados, Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 e Gen. 2 sp. 2.

**Reino** Eubacteria Woese & Fox, 1977  
**Filo** Cyanobacteria Stanier *et al.*, 1978  
**Classe** Hormogoneae Thuret, 1875  
**Ordem** Oscillatoriales Elenkin, 1949  
**Família** Oscillatoriaceae Kirchner, 1900  
**Gênero** *Siphonophycus* Schopf, 1968, emend. Knoll *et al.*, 1991

**Espécie-tipo.** *Siphonophycus kestron* Schopf, 1968, p. 671 (Butterfield *et al.*, 1994).

**Diagnose.** Espécies filamentosas cilíndricas, de parede lisa e fina, sem ornamentações ou ramificações, ocasionalmente solitárias, mas a maioria das vezes formam um emaranhado de espécimes (Sergeev *et al.*, 2012).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuído no Proterozoico (Butterfield *et al.* 1994; Sergeev *et al.*, 2012).

**Discussão.** O Gênero *Siphonophycus*, caracterizado por espécies filamentosas de parede lisa e fina, sem ornamentações, é um taxon de forma artificial que inevitavelmente incluirá uma gama de organismos distintos: bactérias, cianobactérias, fungos (Butterfield *et al.*, 1994). Suas espécies são divididas em classes de tamanhos de diâmetro: *Siphonophycus thulenema* 0,5 µm; *Siphonophycus septatum* 1-2 µm; *Siphonophycus robustum* 2-4 µm; *Siphonophycus typicum* 4-8 µm; *Siphonophycus kestron* 8-16 µm e *Siphonophycus solidum* 16-32 µm; *Siphonophycus punctatum* 32-64 µm; *Siphonophycus gigas* 64-128 µm.

***Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968), emend. Knoll & Golubic, 1979, comb.  
Knoll *et al.*, 1991  
(Fig. 9A)**

- 1968 *Eomycetopsis robusta* Schopf: Pl. 82, Figs. 2-3; Pl. 83, Figs. 1-4;  
1968 *Eomycetopsis filiformis* Schopf: Pl. 82, Fig. 1, 4; Pl. 83, Figs. 5-8;  
1979 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Knoll & Golubic: Figs. 4(A-B);  
1982 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Mendelson & Schopf: Pl. 1, Figs. 9, 10;  
1984 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Sergeev: Figs. 2A-2;  
1985 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Ogurtsova: Pl. 3, Figs. 4, 6; Pl. 10, Fig. 1-6; Pl. 11, Figs. 2-3, 5, 6; Pl. 12, Figs. 1, 3, 5, 7;  
1989 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Golovenok & Belova: Figs. 1(E-K);  
1991 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Knoll *et al.*: Figs. 10(3, 5);  
1992 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Sergeev: Pl. 7, Figs. 9-10; Pl. 16, Figs. 3, 6-7, 10; Pl. 19, Figs. 1, 5-10; Pl. 24, Fig. 7;  
1993 *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968; Golovenok & Belova: Pl. 2, Fig. E.  
1994 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Butterfield *et al.*: Figs. 26(A, G);

- 1994 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Hofmann & Jackson: Fig. 11(5);
- 1994 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev *et al.*: Pl. 3, Fig. 6;
- 1995 *Siphonophycus robustum* Knoll *et al.*, 1991; Kumar & Srivastava: Figs. 14(CE);
- 1995 *Siphonophycus robustum* (Schopf) Knoll *et al.*, 1991; Zang: Figs. 26(A-B); Figs. 32(L-M).
- 1997 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev *et al.*: Fig. 14(A);
- 1997 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev & Mudrenko: Fig. 2(I);
- 1999 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tiwari: Figs. 3(L-M);
- 2001 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev & Seong-Joo: Pl. 1, Figs. 12, 7, 11-12;
- 2001 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev: Figs. 7(8-9);
- 2001 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Samuelsson & Butterfield: Fig. 2(B); Fig. 9(H);
- 2002 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev: Pl. 2, Figs. 1, 3;
- 2003 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Gaucher *et al.*: Fig. 6(C-D); 2003 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Gaucher & Germs: Fig. 7(12); 2004 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sharma & Sergeev: Fig. 3(C); Fig. 4(A); Figs. 6(B, E);
- 2004 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev & Seong-Joo: Pl. 2, Fig. 4;
- 2004 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tiwari & Pant: Fig. 3(I, N);
- 2006 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Srivastava *et al.*: Fig. 6(E); Fig. 8(D);
- 2008 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Kumar & Pandey: Fig. 3(A-B);
- 2009 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tiwari & Pant: Fig. 6(A-C);
- 2010 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev & Schopf: Fig. 6(4);
- 2012 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev *et al.*: Pl. 21, Figs. 2, 4, 8-10;
- 2013 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Pandey & Kumar: Fig. 4(E);
- 2013 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Knoll *et al.*: Fig. 4(C);
- 2013 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tang *et al.*: Fig. 13(B, M);
- 2014 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Babu *et al.*: Fig. 3(Q);
- 2014 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Liu *et al.*: Fig. 110(1);
- 2015 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Vorob'eva *et al.*: Fig. 9(14);
- 2015 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tang *et al.*: Fig. 18(C);
- 2015 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Schopf *et al.*: Fig. 11(11);
- 2016 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Porter & Riedman: Fig. 16(4);
- 2016 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev *et al.*: Fig. 18(4);
- 2016 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Baludikay *et al.*: Fig. 11(N);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Anderson *et al.*: Figs 4(H-J), Fig. 8(B); Fig. 11(N);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Tang *et al.*: Fig. 8(A-C);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Shi *et al.*: Figs. 3(3-5);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Javaux & Knoll: Fig. 5(11);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Beghin *et al.*: Fig. 3(D);
- 2017 *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); Sergeev *et al.*: Figs. 5(10-11).

**Material-tipo.** Holótipo: *Eomycetopsis robusta* Schopf, 1968, p. 685, Pl. 82, Figs. 2-3 (Butterfield *et al.*, 1994).

**Diagnose.** Espécie filamentosa de parede lisa e fina, sem ornamentações ou ramificações. Diâmetro do filamento varia entre 2 e 3  $\mu\text{m}$  (Butterfield *et al.*, 1994).

**Localidade-tipo.** Formação Bitter Springs, Bacia Amadeus, Austrália (Butterfield *et al.*, 1994).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). As espécies do Gênero *Siphonophycus* possuem diferentes diâmetros: *Siphonophycus thulenema* Butterfield, 1994 *in* Butterfield *et al.*, 1994 possui aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$ ; *Siphonophycus septatum* (Schopf, 1968) varia de 1 a 2  $\mu\text{m}$ ; *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968) varia de 2 a 4  $\mu\text{m}$ ; *Siphonophycus typicum* (Hermann, 1974) varia de 4 a 8  $\mu\text{m}$ ; *Siphonophycus kestron* Schopf, 1968 varia de 8 a 16  $\mu\text{m}$ ; *Siphonophycus solidum* (Golub, 1979) varia de 16 a 32  $\mu\text{m}$ , *Siphonophycus punctatum* Maithy, 1975 varia de 32 a 64  $\mu\text{m}$  e *Siphonophycus gigas* Tang *et al.*, 2013 varia de 64 a 128  $\mu\text{m}$ . Logo, devido ao tamanho variando de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de diâmetro dos microfósseis filamentosos recuperados neste trabalho, bem como enquadraram na diagnose do Gênero *Siphonophycus*, os espécimes com ocorrência na localidade estudada foram identificados como *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968).

**Ocorrência.** Austrália (Schopf, 1968; Zang, 1995; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Gaucher *et al.*, 2003 este trabalho (Tab. 6)); Canadá (Hofmann & Jackson, 1994; Samuelsson & Butterfield, 2001; Knoll *et al.*, 2013); Casaquistão (Ogurtsova, 1985; Sergeev & Schopf, 2010; Schopf *et al.*, 2015); China (Tang *et al.*, 2013; Babu *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2014; Tang *et al.*, 2015; Shi *et al.*, 2017); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Estados Unidos da América (Porter & Riedman, 2016); Índia (Kumar & Srivastava, 1995; Sharma & Sergeev, 2004; Tiwari, 1999; Tiwari & Pant; Srivastava *et al.*, 2006; Kumar & Pandey, 2008; Tiwari & Pant, 2009; Pandey & Kumar, 2013; Tang *et al.*, 2017); Quirguistão (Golovenok & Belova, 1989); Mauritania (Beghin *et al.*, 2017); Mongólia (Anderson *et al.*, 2017); Noruega (Knoll *et al.* 1991, Butterfield *et al.*, 1994); Rússia (Mendelson & Schopf, 1982; Sergeev, 1984; Golovenok & Belova, 1993; Sergeev, 1994; Sergeev *et al.*, 1997; Sergeev & Lee Seong-Joo, 2001; Sergeev, 2001; Sergeev, 2002; Sharma & Sergeev, 2004; Sergeev & Lee Seong-Joo, 2004; Sergeev *et al.*, 2012; Vorob'eva *et al.*, 2015; Sergeev *et al.*, 2016; Sergeev *et al.*, 2017); Uruguai (Gaucher *et al.*, 2003).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuído no Proterozoico (Butterfield *et al.*, 1994; Sergeev *et al.*, 2012).

**Tabela 6:** Ocorrências de *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3708	15 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3709	24 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3710	24,5 m	Brecha carbonática intraclástica	2 <sup>a</sup>
MP3040	28,1m	Calcário	2 <sup>a</sup>

**Ordem** Chroococcales? Wettstein, 1924 emend. Rippka *et al.*, 1979

**Família** Incertae Sedis

**Gênero** *Myxococcoides* Schopf, 1968

**Espécie-tipo.** *Myxococcoides minor* Schopf, 1968.

**Material tipo.** *Myxococcoides minor* Schopf, 1968 pp. 674.

**Diagnose.** Células esféricas a elípticas, ocasionalmente distorcidas pela compressão mútua. Solitárias ou agrupadas em colônias globulares, de poucas a muitas células.

Textura superficial lisa a finamente reticulada. Diâmetro de 9 a 18 µm. Bainhas individuais ausentes nas células. Células envolvidas e limitadas por matriz orgânica amorfa comum (Schopf, 1968).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Paleoproterozoico (Hofmann, 1976) ao Ediacarano (Fuxing, 1981).

***Myxococcoides* sp.**

(Fig. 9B)

**Descrição.** Pequenos aglomerados de múltiplas células cocóides. Os conjuntos apresentam cerca de 30 a 50 µm de comprimento, ao passo que os cocóides variam entre 3 a 10 µm de diâmetro. Parede lisa, sem ornamentação. Os espécimes apresentam coloração marrom sendo em sua maior porção translúcidos.

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). Segundo Butterfield *et al.* (1994) a sugestão de mudança de tamanho da espécie tipo entre 8 e 18 µm é mais um ponto de semelhança entre os espécimes encontrados e a espécie tipo de *Myxococcoides minor* Schopf, 1968.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 7)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

**Tabela 7:** Ocorrências de *Myxococcoides* sp., Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP2980	0,4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3013	12 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3033	22 m	Calcário	2 <sup>a</sup>

**Ordem** Nostocales Geither, 1925

**Família** Nostocaceae? Kützing, 1843

**Gênero** *Arctacellularia* Hermann, 1976

**Espécie-tipo.** *Arctacellularia ellipsoidea* Hermann, 1976 (Timofeev *et al.*, 1976).

**Diagnose.** Corrente de células simples, não ramificadas, desprovido de cobertura externa, formada por células em contato próximo, variando em forma elipsoidal, formato de barril ou cilíndrica. Células em zona de contato com espessuras características de forma lenticular. Corrente temporariamente associadas à filamentos, enroladas em forma de laço, em forma de esqueleto alongado. Correntes e filamentos podem ocorrer separadamente um do outro (Timofeev *et al.*, 1976).

**Diagnose emendada.** Cadeia de células simples, sem ornamentação, podem ser ramificadas. Células em formato de esferas, por vezes cilíndricas ou obtendo formato semelhante a poliedros devido às ramificações. Células muitas das vezes apresentam-se amassadas, evidenciadas pelas marcas de dobras. As zonas de contato podem ser retilíneas ou pontuais entre duas células, ou até mesmo formando um contato tríplice entre três células. As células podem apresentar-se em cadeias curtas ou compridas, podem estar associadas à filamentos, e por vezes, ocorrem células isoladas, podendo ainda apresentar estrutura pontual opaca em seu interior.

**Distribuição cronoestratigráfica.** Mesoproterozoico (Hermann & Podkovyrov, 2008; Baludikay *et al.*, 2016) ao Ediacarano.

*Arctacellularia januarensis* sp. nov.

(Figs. 9C-K)

**Origem do nome.** Em referência ao Município de Januária, Minas Gerais, Brasil.

**Material-tipo.** Holótipo: *Arctacellularia januarensis* CP916 (Fig. 9C). Parátipos: CP919 (Figs. 9D-I, K), CP920 (Fig. 9J). Espécimes tombados no, Acervo de Pesquisa, Museu de Geociências, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil.

**Diagnose.** Cadeia de células simples, sem ornamentação, podem ser ramificadas. Células em formato de esferas, por vezes cilíndricas ou obtendo formato semelhante a poliedros devido às ramificações (Fig. 9J). Células muitas das vezes apresentam-se amassadas, evidenciadas pelas marcas de dobras. As zonas de contato podem ser retilíneas ou pontuais entre duas células, ou até mesmo formando um contato tríplice entre três células (Fig. 9I). Maiores diâmetros das células variam aproximadamente de 3 a 10  $\mu\text{m}$ .

**Localidade-tipo.** Pedreira Santa Luzia, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.

**Horizonte-tipo.** Brecha carbonática intraclástica da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. Nível do perfil: entre 24,5 m a 48 m.

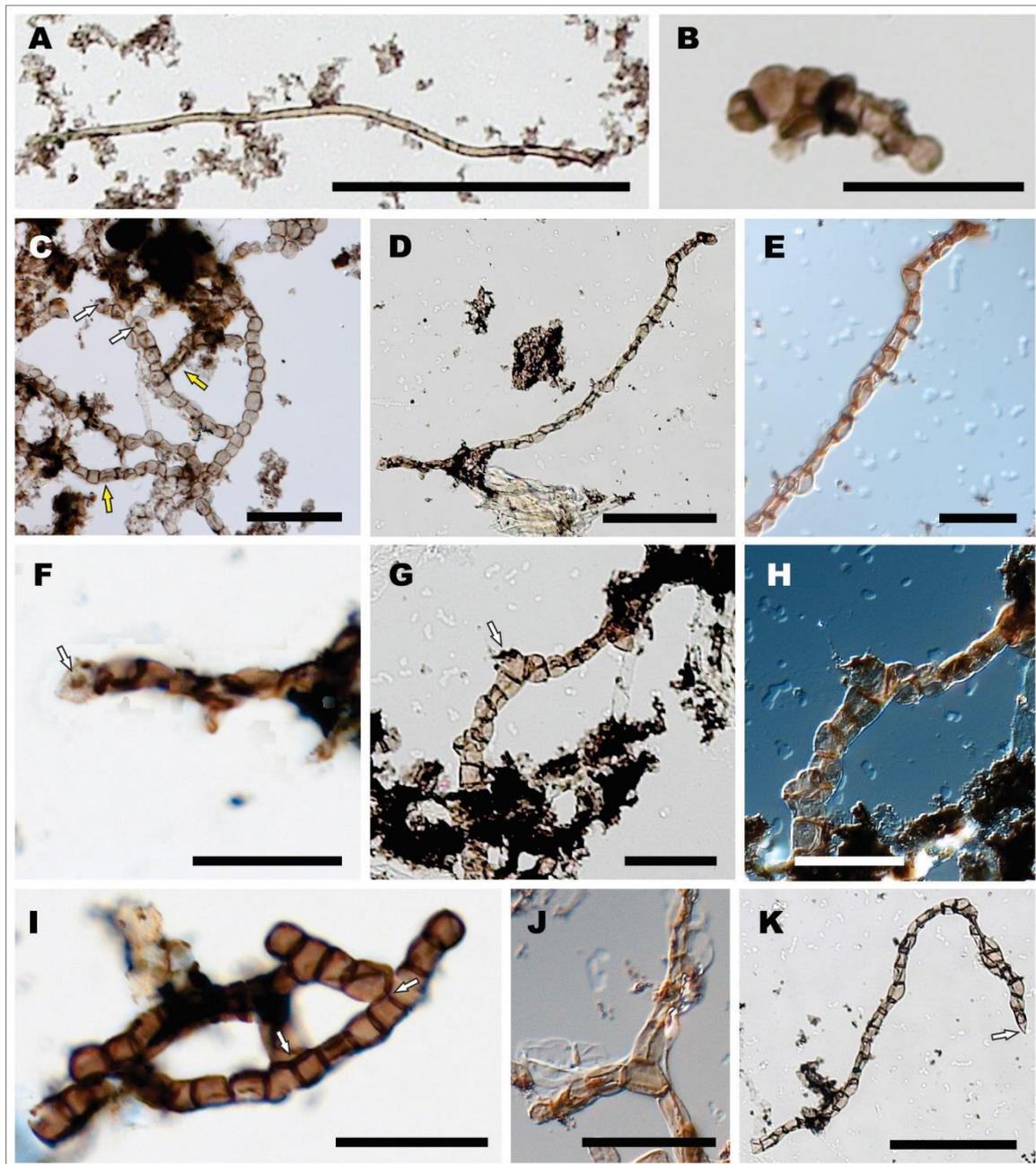
**Discussão.** A espécie proposta neste trabalho assemelha-se às espécies válidas do gênero *Arctacellularia* Hermann, 1976, as quais foram descritas a partir de material do Toniano ao Mesoproterozoico (Baludikay *et al.*, 2016). Contudo, diferem consideravelmente nas dimensões de suas células. Enquanto que as células de *Arctacellularia ellipsoidea* Hermann, 1976 variam de 20 a 25  $\mu\text{m}$ , *Arctacellularia kelleri* Hermann & Yankauskas, 1989 *in* Yankauskas *et al.*, 1989 variam de 30 a 40  $\mu\text{m}$  e *Arctacellularia tetragonala* (Maithy, 1975) variam de 40 a 70  $\mu\text{m}$  *Arctacellularia januarensis* possui suas células consideravelmente menores, variando aproximadamente de 3 a 10  $\mu\text{m}$ . Além da dimensão, outra característica importante para distinção desta espécie é que há evidências de ramificações das cadeias de células, enquanto que nas outras espécies previamente descritas, esta característica é ausente.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 8)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

**Tabela 8:** Ocorrências de *Arctacellularia januarensis* sp. nov., Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP2980	0,4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3013	12 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3015	12,8 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP3710	24,5 m	Brecha carbonática intraclástica	2 <sup>a</sup>
MP3714	26,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3040	28,1m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3718	30,6 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3720	36,4 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3723	48 m	Brecha	3 <sup>a</sup>
MP3724	57,5 m	Brecha	3 <sup>a</sup>



**Figura 9:** Espécies de cianobactérias recuperadas na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. **A-D, F-G, I, K)** Fotomicrografias no campo claro; **H, J)** Fotomicrografia no campo escuro com dique. **A)** Espécimes de *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); CP915, EF: L36/4; **B)** *Myxococcoides* sp., CP912, EF: H40/4; **C-K)**; Espécimes de *Arctacellularia januarensis* sp. nov.; **C)** Holótipo de *Arctacellularia januarensis* sp. nov. CP916, EF: E46. Espécime preservado quase sem nenhuma dobra, notar pontos escuros no interior das células indicados pelas setas brancas. Setas amarelas indicam dobras em células específicas; **DK)** Parátipos de *Arctacellularia januarensis* sp. nov.; **D-I, K)** CP919; **J)** CP920; **D-G, K)** Espécimes completos, todavia com células muito amassadas, com extremidade da primeira célula afilada indicada pela seta, notar nesta célula ponto escuro em seu interior da primeira célula em **F**; **D-F)** EF: E18; **K)** EF: N18/3; **G-H)** Estrutura de cotovelo indicada pela seta, diagnóstica do Gênero *Arctacellularia*, EF: J16; **I)** Ponto de contato tríplice de células, EF: J26; **J)** Ramificações bidirecionais EF: F26/3. Escalas: **A)** 100 µm; **B-C, E-F, H-J):** 20 µm; **D, G, K):** 50 µm.

**Reino** Protista? Whittaker, 1969  
**Filo** Incertae Sedis  
**Classe** Incertae Sedis  
**Ordem** Incertae Sedis  
**Família** Leiosphaeridae Eisenack, 1958  
**Gênero** *Leiosphaeridia* Eisenack, 1958 emend. Downie & Sarjeant, 1963; emend.  
Turner, 1984.

**Espécie-tipo.** *Leiosphaeridia baltica* Eisenack, 1958.

**Diagnose.** Restos orgânicos de forma esférica, parede fina, resistentes ao ataque ácido, cor amarelo claro até o marrom escuro. Geralmente achatados, como finos discos. A parede no estágio adulto não apresenta poros, sendo esta a principal diferença desta espécie com *Tasmanites* (Eisenack, 1958). Vesícula esférica a elipsoidal, sem processos, frequentemente colapsada ou dobrada, com ou sem ficoma. Parede fina granular, com pontos ou lisa. Sem divisões e sem sulcos ou cintura transversal ou longitudinal (Downie & Sarjeant, 1963).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Paleoproterozoico (Lamb *et al.*, 2009; Peng *et al.*, 2009) ao ao Mioceno (Hannah *et al.*, 2000).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). Espécies do gênero *Leiosphaeridia* são muito comuns no Proterozoico com uma distribuição estratigráfica muito ampla, do Paleoproterozoico ao Mesozoico (Lamb *et al.*, 2009), apesar de que há relato de espécies deste gênero até o Mioceno (Hannah *et al.*, 2000). A bibliografia utilizada neste trabalho como referência para a taxonomia das espécies de *Leiosphaeridia* trata este gênero como possuindo afinidade biológica incerta, no entanto muito semelhantes a espécies de protistas (Sergeev & Schopf, 2010). Fensome *et al.* (1990) fez uma revisão das espécies de *Leiosphaeridia* e listou 60 espécies válidas. Yankauskas *et al.* (1989) dividiu as espécies de parede lisa de *Leiosphaeridia* em quatro espécies de acordo com o tamanho e espessura da parede, parâmetros que são seguidos neste trabalho.

***Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), emend. Yankauskas in Yankauskas et al.,  
1989  
(Fig. 10E)**

- 1949 *Leiotriletes crassus* Naumova, 1949; Naumova, 1949: Pl. 1, Fig. 3;  
1973 *Leiosphosphosphaera crassa* Pykhova, 1973: Pl. 2, Fig. 3;  
1986 *Leiosphaeridia* spp.; Damassa & Knoll: Figs. 5(B-D, G);  
1989 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Yankauskas et al.: Pl. 9, Figs. 5-10;  
1992a *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Zang & Walter: Pl. IX, Figs. A-K; Pl. XII, Fig. K; Pl. XIV, Figs. E, H;  
1994 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Butterfield et al.: Figs. 16(F); 23(K);  
1994 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Hofmann & Jackson: Figs. 15(19-29);  
1999 *Leiosphaeridia crassa* (Pykhova, 1973); Yin & Guan: Figs. 3(8); 4(5); 5(3, 5, 7, 11); 6(2-6, 9, 12);  
2004 *Leiosphaeridia crassa* (Yankauskas et al., 1989); Javaux et al.: Figs. 4(E-I);  
2004 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Sergeev & Seong-joo: Pl. 3, Figs. 4-5;  
2004 *Leiosphaeridia crassa*; Tiwari and Pant: Fig. 3(V);  
2005 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Grey: Figs. 63(A-C); 64(A-D);  
2005 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Marshall et al.: Fig. 1(E);  
2006 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Sergeev & Seong-joo: Pl. 2, Figs. 2(A-C); 5;  
2006 *Leiosphaeridia crassa* (Pykhova, 1973); Sergeev: Pl. 30, Figs. 4-5; Pl. 38, Figs. 2A(2, 4-5);  
2008 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Moczydłowska: Fig. 7(A);  
2009 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Bhat et al.: Figs. 5(A, N, P);  
2009 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Yin et al.: Figs. 3(A, H, L); 4(D, F, H), 5(A, C);  
2009 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Tiwari & Pant: Figs. 8(H, O-P);  
2009 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Stanevich et al.: Pl. III, Figs. 3-4;  
2010 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Sergeev & Schopf: Figs. 15(3-6);  
2011 *Leiosphaeridia crassa*; Strother et al.: Figs. 1(A, E);  
2011 *Leiosphaeridia crassa* (Pykhova, 1973); Couëffé & Vecolii: Figs. 6(2), 7(1,7);  
2013 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Tang et al.: Fig. 4(B);  
2014 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Lottaroli et al.: Fig. 10(2);  
2014 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Babu et al.: Fig. 3(F);  
2014 *Leiosphaeridia crassa* (Pykhova, 1973); Tobias: Fig. 19(A);  
2015 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Tang et al.: Fig. 4(D);  
2015 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Nagovitsin & Kochnev: Figs. 1(55, 56);  
2016 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Baludikay et al.: Figs. 8(A-C);  
2016 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Porter & Riedman: Figs. 13(2, 6);  
2016 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Sergeev et al.: Fig. 4(2);  
2016 *Leiosphaeridia crassa*; Tomescu et al.: Fig. 3.9(F);

- 2017 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Javaux & Knoll: Figs. 4(4-6);  
 2017 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Agic *et al.*: Figs. 8(A-C);  
 2017 *Leiosphaeridia crassa*; Sergeev *et al.*: Fig. 3(14);  
 2017 *Leiosphaeridia crassa*; Beghin *et al.*: Pl. 2. Figs. C-D;  
 2017 *Leiosphaeridia crassa*; Suslova *et al.*: Figs. 3(1-4).

**Material-tipo.** Holótipo: *Leiotriletes minutissimus* Naumova, 1949, Pl. I, Fig. 3; coleção paleontológica do *Institute of Precambrian Geology and Geochronology*, St. Petersburg, Rússia, preparação no. 452/1; 44 Cambriano Inferior, Formação Lontova, Estônia (Sergeev & Seong-Joo, 2006). Com a perda do holótipo, foi erigido neótipo por Yankauskas *et al.* (1989: Pl. 9: Fig. 5), LitNIGRI, nº 16-800-2942/9, espécime 2 (Grey, 2005). Não obstante, contrariando as informações anteriores referidas, Porter & Riedman (2016) comentam que Naumova não teria designado holótipo e que um lectótipo teria sido designado por Yankauskas *et al.* (1989).

**Diagnose.** Vesícula esférica de pequeno e médio porte, com superfície lisa e parede espessa. Membranas com tamanho entre 10 - 70 µm (tipicamente 15 - 30 µm), com espessura da parede entre 0,7 - 1,5 µm. Difere de *Leiosphaeridia minutissima* devido à espessura da parede, que no caso de *Leiosphaeridia crassa* é mais espessa que *Leiosphaeridia minutissima*. Além disso, também difere de *Leiosphaeridia tenuissima* e *Leiosphaeridia jacutica* devido ao tamanho (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Localidade-tipo.** Bashkirian Peri-Urals (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Horizonte-tipo.** Vendiano, horizonte Redkino, Formação Bashkibashev, perfuração Sergeevsk-800, intervalo 2.942,4-2.946,4 m (Grey, 2005).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949) foi originalmente denominada *Leiotriletes crassus* Naumova, 1949. Vale salientar que Pykhova (1973) descreveu uma nova espécie de acritarca e a nomeou de *Leiopsophosphaera crassa* Pykhova, 1973. Posteriormente, Yankauskas *et al.* (1989) fez uma revisão de todas as espécies do gênero *Leiosphaeridia* e transferiu a espécie *Leiotriletes crassus* Naumova, 1949 para o Gênero *Leiosphaeridia* bem como alterou o restritivo específico, denominando a espécie proposta por Naumova (1949) de *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949) emend. Yankauskas *et al.*, 1989. Ainda neste trabalho, foi erigido neótipo para a espécie, no entanto, a mudança do nome da espécie não foi explicada, o que foge das regras do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Além disso, Yankauskas *et al.* (1989) não inseriu em sua lista sinonímica a espécie *Leiopsophosphaera crassa* Pykhova, 1973. A partir daí a taxonomia desta espécie perdeu

a continuidade pois não ovedece regras básicas dos códigos de nomenclatura zoológica e botânica. Por fim, Fensome *et al.* (1990), também em um trabalho de revisão taxonômica, alterou a atribuição genérica da espécie descrita por Pykhova (1973), classificando-a como *Leiosphaeridia crassa* (Pykhova, 1973). No entanto, Fensome *et al.* (1990) não levou em consideração os estudos de Yankauskas *et al.* (1989) e colocou a espécie descrita por Naumova (1949) como taxonomicamente incerta (Grey, 2005). Por fim, de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, Artigo 33.2, alterações na grafia do restritivo específico pode ser corrigido somente se este for um erro inadvertido. Portanto, a correção do termo por Yankauskas *et al.* (1989) seria inapropriada. No entanto, como o termo *Leiosphaeridia crassa* já está em ampla utilização na comunidade científica e, observando o Artigo 33.2.3.1 do código supracitado, esta correção deve ser mantida. No Código Internacional de Nomenclatura Botânica, Artigo 14.2, a conservação visa a retenção dos nomes que melhor servem a estabilidade da nomenclatura.É oportuno salientar que Pykhova (1973) não consta na lista sinonímica de *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949) de vários autores, os quais consideram que a publicação de Naumova (1949) tenha sido a primeira a descrever tal espécie (Yankauskas *et al.*, 1989; Sergeev & Seong-Joo, 2006; Sergeev & Schopf, 2010; Porter & Riedman, 2016). No entanto, Pykhova (1973) consta na lista sinonímica de *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949) de outros autores (Yin & Guan, 1999; Grey, 2005). Em vista disso, neste trabalho, optou-se por seguir a emenda de Yankauskas *et al.* (1989), bem como incluir na lista sinonímica a espécie descrita por Pykhova (1973) como feito por Grey (2005).

**Ocorrência.** Austrália (Grey, 2005; Damassa & Knoll, 1986; Javaux *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2005; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Tobias, 2014; este trabalho (Tab. 9)); Canadá (Hofmann & Jackson, 1994); Casaquistão (Sergeev & Schopf, 2010); China (Zang & Walter., 1992a; Yin & Guan, 1999; Marshall *et al.*, 2005; Yin *et al.*, 2006; Tang *et al.*, 2013; Tang *et al.*, 2015; Agic *et al.*, 2017); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Escócia (Stroter *et al.*, 2011); Estados Unidos da América (Porter & Riedman, 2016); Gana (Coueffe & Vecoli, 2011); Índia (Tiwari & Pant, 2004; Tiwari & Pant, 2009; Babu *et al.*, 2014); Mauritânia (Lottaroli *et al.*, 2014; Beghin *et al.*, 2017); Noruega (Butterfield *et al.*, 1994); Polônia (Moczdowska, 2008); Rússia (Sergeev & Seong-Joo, 2004; Sergeev & Seong-Joo, 2006; Stanevich *et al.*, 2009; Nagovitsin & Kochnev, 2015; Sergeev *et al.*, 2016; Sergeev *et al.*, 2017; Suslova *et al.*, 2017).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Esta espécie ocorre em um intervalo de tempo superior a 1 Ga, e se estendendo para o Cambriano (Moczydowska, 2008). Por outro lado, Sergeev

& Schopf (2010) restringe a ocorrência de *Leiosphaeridia crassa* em assemblagens do Meso ao Neoproterozoico.

**Tabela 9:** Ocorrências de *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP 3719	31,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP 3720	36,4 m	Calcário	2 <sup>a</sup>

***Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), emend. Mikhailova & Yankauskas in Yankauskas et al., 1989**  
(Fig. 10F)

- 1966 *Kinidella jacutica* Timofeev; Timofeev; Pl. 7, Fig. 2;  
1989 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Yankauskas et al.: Figs. 3(A-B); 7; 9;  
1994 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Butterfield et al.: Fig. 16(H);  
1994 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Hofmann & Jackson: Figs. 17(1-4);  
1995 *Leiosphaeridia jacutica* Yankauskas, 1989; Kumar & Srivastava: Fig. 11(K);  
2001 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Sergeev: Figs. 8(7-10);  
2004 *Leiosphaeridia jacutica* (Yankauskas, 1989); Javaux et al.: Figs. 4(A-D, M);  
2005 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Grey: Fig. 63(G);  
2005 *Leiosphaeridia jacutica*; Marshall et al.: Fig. 1(C);  
2006 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Sergeev & Seong-joo: Pl. 2, Fig. 6;  
2006 *Leiosphaeridia jacutica*; Javaux & Marshall: Figs. 3(1-3);  
2009 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Stanevich et al.: Pl. III, Fig. 2;  
2009 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Vorob'eva et al.: Fig. 14(13);  
2010 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Nemerov et al.: Figs. 6(8, 9);  
2010 *Leiosphaeridia jacutica* Mikhailova & Yankauskas; Prasad et al.: Pl. 1, Fig. 3;  
2013 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Tang et al.: Fig. 4(D);  
2014 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Babu et al.: Fig. 3(L);  
2015 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Chiglino et al.: Fig. 5(B);  
2015 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Tang et al.: Figs. 4(F-G); 5(A);  
2015 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Nagovitsin & Kochnev: Fig. 4(43);  
2015 *Leiosphaeridia jacutica*; Vorob'eva et al.: Fig. 7(6);  
2016 *Leiosphaeridia jacutica* Timofeev, 1966; Baludikay et al.: Fig. 8(D);  
2016 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Porter & Riedman: Fig. 13(3);  
2016 *Leiosphaeridia jacutica*; Sergeev et al.: Figs. 4(1, 6-7);  
2016 *Leiosphaeridia jacutica*; Tomescu et al.: Fig. 3.9(E);  
2016 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Singh & Sharma: Pl. 1, Figs. 9-10;  
2017 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Javaux & Knoll: Figs. 4(4-6);  
2017 *Leiosphaeridia jacutica*; Sergeev et al.: Figs. 3(1, 9-11);  
2017 *Leiosphaeridia jacutica*; Beghin et al.: Pl. 2, Figs. C-D;

- 2017 *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949); Tang *et al.*: Fig. 3(C).  
2017 *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966); Tang *et al.*: Fig. 3(D).

**Material-tipo.** Holótipo: IGD Academia Russa de Ciências n.452/1 (Grey, 2005).  
Lectótipo. IGD Academia Russa de Ciências n.1821/1 (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Diagnose.** Grande vesícula rígida, com parede mais espessa, densa, fracamente transparente, com dobras lanceoladas pequenas a grandes. Diâmetro de 70 - 800 µm. Frequentemente observa-se o citoplasma colapsado no interior da carapaça. Em comparação com *Leiosphaeridia crassa* difere apenas pelo tamanho maior (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Localidade-tipo.** Região Uchur-Maya, Oeste da Rússia (Grey, 2005).

**Horizonte-tipo.** Nível Kumahinskaya, Série Lahandinskaya (Grey, 2005).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). O tamanho de *Leiosphaeridia jacutica* corresponde aos espécimes mais finos de *Chuarina circularis*, no sentido mais lato do diagnóstico deste último. No entanto, Mikhailova & Yankauskas (1989 *in* Yankauskas *et al.*, 1989) limitaram o tamanho dos espécimes de *Chuarina circularis* em 1.000 µm e mantiveram as carapaças (vesículas) menores na diagnose preliminar de *Leiosphaeridia jacutica*. Na lista sinonímica de Yankauskas *et al.* (1989) consta *Leiosphaeridia warsanofiewii* (Naumova, 1950) *in* Shepeleva (1963), sendo a sinonímia apenas do espécime ilustrado em Shepeleva (*op. cit.*) e não a espécie proposta por Naumova (1950). O espécime ilustrado por Tang *et al.* (2017) na Fig. 3(C) não é *Leiosphaeridia crassa* mas sim *Leiosphaeridia jacutica* devido ao tamanho do diâmetro da vesícula em torno de 97 µm.

**Ocorrência.** Austrália (Cotter, 1997; Javaux *et al.*, 2004; Grey, 2005; Marshall *et al.*, 2005; Javaux & Marshall, 2006; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Chigolino *et al.*, 2015; este trabalho (Tab. 10)); Canadá (Hofmann & Jackson, 1994; Hofmann & Jackson, 1996); China (Marshall *et al.*, 2005; Tang *et al.*, 2013; Tang *et al.*, 2015); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Estados Unidos da América (Porter & Riedman, 2016); Groelândia (Hofmann & Jackson, 1996); Índia (Kumar & Srivastava, 1995; Prasad *et al.*, 2010; Babu *et al.*, 2014; Tang *et al.*, 2017); Mauritânia (Beghin *et al.*, 2017); Noruega (Butterfield *et al.*, 1994); Rússia (Sergeev, 2001; Sergeev & Seong-Joo, 2006; Stanevich *et al.*, 2009; Vorob'Eva *et al.*, 2009; Nemerov *et al.*, 2010; Nagovitsin & Kochev, 2015; Vorob'eva *et al.*, 2015; Sergeev *et al.*, 2016; Sergeev *et al.*, 2017).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuída em assemblagens do Mesoproterozoico ao Cambriano (Grey, 2005).

**Tabela 10:** Ocorrências de *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP2990	19,8 m	Calcário	1 <sup>a</sup>

***Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), emend. Yankauskas in Yankauskas et al., 1989**  
(Fig. 10A-C)

- 1949 *Leiotriletes minutissimus* Naumova, 1949; Naumova: Pl. 1, Fig. 1;  
1989 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Yankauskas et al.: Pl.9, Figs. 1-4, 11;  
1992 *Leiosphaeridia minutissima* (Yankauskas, 1989); Butterfield & Chandler: Figs. 3(A, I);  
2003 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Gaucher & Germs: Figs. 6(10-12);  
2005 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Grey: Fig. 63(D);  
2005 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Blanco & Gaucher: Fig. 11(B)  
2008 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Gaucher et al.: Fig. 3(A);  
2008 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Moczydłowska: Fig. 8(H);  
2009 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Bhat et al.: Fig. 5(D, L-M);  
2010 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Nemerov et al.: Fig. 6(7);  
2011 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Couëffé & Vecolii: Fig. 7(3);  
2013 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Tang et al.: Fig. 4(A);  
2015 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Chiglino et al.: Fig. 5(A);  
2015 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Tang et al.: Fig. 4(C);  
2015 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Nagovitsin & Kochnev: Figs. 4(57, 58);  
2015 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Schopf et al.: Fig. 13(10);  
2016 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Baludikay et al.: Fig. 8(E);  
2016 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Porter & Riedman: Figs. 13(1, 5);  
2017 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Javaux & Knoll: Figs. 4(7-8);  
2017 *Leiosphaeridia minutissima*; Shi et al.: Figs. 11(6, 7);  
2017 *Leiosphaeridia minutissima*; Beghin et al.: Pl. 2, Fig. G;  
2017 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Tang et al.: Fig. 3(A).  
2017 *Leiosphaeridia minutissima*; Suslova et al. Figs. 3(6-11);  
2017 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Agic et al.: Figs. 8(G-H).

**Material-tipo.** Holótipo *Leiotriletes minutissimus* Naumova, 1949, Pl. 1, Fig. 1.

**Diagnose.** O tamanho diminuto (<70 µm), formato esférico, espessura fina e transparência da parede, além da ausência de processos são as características diagnósticas desta espécie (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Localidade-tipo.** Suíte Lontova (Grey, 2005).

**Horizonte-tipo.** Horizonte Redkino, Formação Bashkibashev, perfuração Sergeevsk-800, intervalo 2.942,4-2.946,4 m (Grey, 2005).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949) foi originalmente denominada *Leiotriletes minutissimus* Naumova, 1949. Posteriormente, Yankauskas *et al.* (1989), além de alterar o gênero, alterou o segundo termo do nome da espécie que, a partir de então, passa a ser referida como *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949) emend. Yankauskas *et al.* (1989). De acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, Artigo 33.2, alterações na grafia do termo intraespecífico pode ser corrigido somente se este for um erro inadvertido, ou seja, um erro por descuido, por exemplo, devido a impressão errada do artigo. Desse modo, a correção do termo por Yankauskas *et al.* (1989) seria inapropriada. No entanto, como o termo *Leiosphaeridia minutissima* já está em ampla utilização na comunidade científica e, observando o Artigo 33.2.3.1 do código supracitado, esta correção deve ser mantida, bem como diz o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, Artigo 14.2, que a conservação visa a retenção dos nomes que melhor servem a estabilidade da nomenclatura.

**Ocorrência.** África do Sul (Gaucher & Germs, 2003); Austrália (Grey, 2005; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Chiglino *et al.*, 2015; este trabalho (Tab. 11)); Canadá (Butterfield & Chandler, 1992; Hofmann & Jackson, 1994); Casaquistão (Schopf *et al.*, 2015); China (Tang *et al.*, 2013; Tang *et al.*, 2015; Shi *et al.*, 2017; Agic *et al.*, 2017); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Estados Unidos da América (Porter & Riedman, 2016); Gana (Coueffe & Vecoli, 2011); Índia (Tang *et al.*, 2017); Mauritânia (Beghin *et al.*, 2017); Namíbia (Gaucher & Germs, 2003; Gaucher *et al.*, 2005); Polônia (Moczydłowska, 2008; Nagovitsin & Kochnev, 2015); Rússia (Yankauskas *et al.*, 1989; Nemerov *et al.*, 2010; Suslova *et al.*, 2017); Uruguai (Gaucher & Germs, 2003; Blanco & Gaucher, 2005; Gaucher *et al.*, 2008).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuída em assemblagem do Mesoproterozoico ao Cambriano (Grey, 2005).

**Tabela 11:** Ocorrências de *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.

<b>Amostra</b>	<b>Nível</b>	<b>Litotipo</b>	<b>Associação de fácies</b>
MP2977	0 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2979	0,15 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2980	0,3 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2983	0,4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2985	1,9 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP2986	2,15 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2987	2,2 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2988	2,25 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2992	3,4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2993	3,8 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2994	4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2995	4,25 m	Sílex	1 <sup>a</sup>
MP2998	6,3 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2999	6,35 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3705	6,8 m	Silito	1 <sup>a</sup>
MP3002	7,15 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP3004	8,05 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3005	8,1 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3006	8,5 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3007	8,9 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3009	9,82 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3010	10,15 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP3011	10,9 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3012	11,6 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3013	12 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3015	12,8 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP3016	13 m	Sílex	1 <sup>a</sup>
MP3707	14,5 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3708	15 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3028	17,2 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3030	19 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3031	19,9 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3033	22 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3034	22,1 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3035	22,15 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3036	26,35 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3709	24 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3710	24,5 m	Brecha carbonática intraclástica	2 <sup>a</sup>
MP3712	25,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3713	26 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3714	26,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3715	27 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3716	29 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3719	31,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3720	36,4 m	Calcário	2 <sup>a</sup>

***Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958**

(Fig. 10D)

- 1958 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Eisenack: Pl. 2, Figs. 1-2;  
1987 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gorka: Pl. IX, Fig. 11;  
1994 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Butterfield *et al.*: Fig. 16(I);  
1994 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Hofmann & Jackson: Fig. 15(16-18);  
1998 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Zhang *et al.*: Figs. 9(7, 9);  
1998 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher *et al.*: Fig. 4.6;  
1999 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Turnau & Racki: Pl. V, Fig. 1;  
2000 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher: Pl. 11, Fig. 5;  
2003 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher & Germs: Fig. 6(6);  
2004 *Leiosphaeridia tenuissima* (Yankauskas *et al.*, 1989); Javaux *et al.*: Figs. 4(J-L);  
2004 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher *et al.*: Fig. 4(D);  
2005 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher *et al.*: Figs. 8(G-H);  
2005 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Blanco & Gaucher: Fig. 11(A);  
2005 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Grey: Figs. 63(H), 65;  
2005 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Marshall *et al.*: Fig. 1(D);  
2006 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher & Germs: Figs. 7(D, F-G);  
8(B-F);  
2008 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Gaucher *et al.*: Figs. 3(B-I);  
2009 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Stanevich *et al.*: Pl. III(5);  
2009 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Bhat *et al.*: Fig. 5(Q);  
2010 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Prasad *et al.*: Pl. 1, Fig. 1;  
2013 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Tang *et al.*: Fig. 4(C);  
2014 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Liu *et al.*: Figs. 101(1-6);  
2014 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Babu *et al.*: Figs. 3(D, K);  
2014 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Tobias: Fig. 21(C);  
2014 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Vorob'eva & Petrov: Fig. 6(B);  
2015 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Schopf *et al.*: Fig. 13(9);  
2015 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Nagovitsin & Kochnev: Fig. 4(59);  
2015 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Chiglino *et al.*: Fig. 4;  
2015 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Tang *et al.*: Fig. 4(E);  
2015 *Leiosphaeridia tenuissima*; Vorob'eva *et al.*: Fig. 7(8);  
2016 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Baludikay *et al.*: Fig. 8(F);  
2016 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Porter & Riedman: Fig. 13(4);  
2016 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Sergeev *et al.*: Fig. 4(2);  
2016 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Singh & Sharma: Pl. 1, Figs. 12, 15;  
2017 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Beghin *et al.*: Pl. 2, Fig. J.  
2017 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Tang *et al.*: Fig. 3(B);  
2017 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Agic *et al.*: Fig. 8(D-F);  
2017 *Leiosphaeridia tenuissima*; Suslova *et al.*: Figs. 3(13, 14);  
2017 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Sergeev *et al.*: Pl. 1, Figs. 7, 9;  
2017 *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949); Sergeev *et al.*: Fig. 3(13);

2017 *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958; Javaux & Knoll: Figs. 4(7, 8).

**Material-tipo.** Holótipo *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, Pl.2, Fig. 1.

**Diagnose.** Vesícula esférica de parede simples, lisa, com dobras compressionais que podem ser concêntricas e curvas, mas geralmente são lineares, com superposição ou interseção (Wright & Meyers, 1981). Vesículas maiores que 70 µm (Yankauskas *et al.*, 1989).

**Localidade-tipo.** Rio Tosna, Leningrado, Rússia (Eisenack, 1958).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). Ambas espécies de *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack e *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949) são esferomorfos simples, lisas, sem nenhum processo e possuem parede fina e translúcida. No entanto, Yankauskas *et al.* (1989) as diferenciou a partir do tamanho da vesícula e definiu que espécimes menores que 70 µm classificados como *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949) e espécimes maiores que 70 µm classificados como *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack. O espécime ilustrado por Sergeev *et al.* (2017) na Fig. 3(13) não é *Leiosphaeridia minutissima* mas sim *Leiosphaeridia tenuissima* devido ao tamanho do diâmetro da vesícula em torno de 105 µm.

**Ocorrência.** África do Sul (Gaucher & Germs, 2006); Austrália (Grey, 2005; Damassa & Knoll, 1986; Javaux *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2005; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Chiglino *et al.*, 2015; este trabalho (Tab. 12)); Canadá (Hofmann & Jackson, 1994); Casaquistão (Schopf *et al.* 2015); China (Marshall *et al.*, 2005; Tang *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2014; Babu *et al.*, 2014; Tang *et al.*, 2015; Tang *et al.*, 2017; Agic *et al.*, 2017; Suslova *et al.*, 2017); Estados Unidos da América (Porter & Riedman, 2016); Índia (Prasad *et al.*, 2010; Tang *et al.*, 2017); Mauritânia (Beghin *et al.*, 2017); Namíbia (Gaucher & Germs, 2003; Gaucher *et al.*, 2005); Noruega (Butterfield *et al.*, 1994); Polônia (Turnau & Racki, 1999); República do Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Rússia (Stanevich *et al.*, 2009; Vorob'eva & Petrov, 2014; Nagovitsin & Kochev, 2015; Vorob'eva *et al.*, 2015; Sergeev *et al.*, 2016, 2017); Suécia (Gorka, 1987); Uruguai (Gaucher & Germs, 2003; Gaucher *et al.*, 2004; Blanco & Gaucher, 2005; Gaucher *et al.*, 2008).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuído geograficamente em unidades do Mesoproterozoico ao Cambriano (Grey, 2005).

**Tabela 12:** Ocorrências de *Leiosphaeridia tenuissima* (Eisenack, 1958), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP2984	1,3 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2992	3,4 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP2998	6,3 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3002	7,15 m	Calcário/Sílica	1 <sup>a</sup>
MP3007	8,9 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3013	12 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3017	14,5 m	Calcário	1 <sup>a</sup>
MP3034	22,1 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3720	36,4 m	Calcário	2 <sup>a</sup>

***Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), emend. Mikhailova & Yankauskas in Yankauskas et al., 1989**

(Fig. 10G)

- 1966 *Turuchanica ternata* Timofeev, 1966; Timofeev: Pl. 9, Fig. 8;  
 1989 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Yankauskas et al.: Pl. XI, Figs. 2–4; Pl. XII, Figs. 4-5, 8;  
 1994 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Hofmann & Jackson: Figs. 17(5-7);  
 1992a *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Zang & Walter: Pl. XII, Figs. F-I;  
 1992b *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Zang & Walter: Pl. 53, Figs. A-E;  
 1995 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Zang: Figs. 28(K, L);  
 1997 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Cotter: Fig. 7(J);  
 2000 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Simonetti & Fairchild: Fig. 8(F);  
 2003 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Ragozina et al.: Pl. II, Fig. 1;  
 2016 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Baludikay et al.: Fig. 8(G);  
 2016 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Strother & Wellman: Figs. 7(A, F, G);  
 2016 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Sergeev et al.: Figs. 4(3-4);  
 2016 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Loron: Pl. IV, Figs. A-E;  
 2016 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Singh & Sharma: Pl. 1, Fig. 11;  
 2017 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Sergeev et al.: Fig. 3(8);  
 2017 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Javaux & Knoll: Fig. 4(9);  
 2017 *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966); Beghin et al.: Pl. 2, Fig. K.

**Material-tipo.** Holótipo *Turuchanica ternata* Timofeev, 1966, Pl. 9, Fig. 8 (Yankauskas et al., 1989).

**Diagnose.** Vesícula amassada, originalmente esférica a elipsoidal, subcircular no seu contorno, opaca, parede fina, usualmente com rachaduras ao redor de sua borda (Yankauskas et al., 1989).

**Localidade-tipo.** Lenigrad, Rússia (Yankauskas et al., 1989).

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966) emend. Mikhailova & Yankauskas (in Yankauskas *et al.*, 1989) foi originalmente denominada *Turuchanica ternata* Timofeev, 1966. Posteriormente, Mikhailova & Yankauskas in Yankauskas *et al.* (1989), alterou a atribuição genérica para *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966) emend. Mikhailova & Yankauskas (in Yankauskas *et al.*, 1989).

**Ocorrências.** Austrália (Cotter, 1997; Zang & Walter, 1992b; Zang, 1995; Javaux & Knoll, 2017); Brasil (Simonetti & Fairchild, 2000; este trabalho (Tab. 13)); Canadá (Hofmann & Jackson, 1994); China (Zang & Walter, 1992a); Escócia (Strother & Wellman, 2016); Mauritânia (Beghin *et al.*, 2017); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Rússia (Yankauskas *et al.*, 1989; Ragozina *et al.*, 2003; Sergeev *et al.*, 2016; Sergeev *et al.*, 2017); Suécia (Strother & Wellman, 2016; Loron, 2016).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Amplamente distribuída no Mesoproterozoico tardio ao Neoproterozoico (Hofmann & Jackson, 1994), bem como no Cambriano (Zang & Walter, 1992a).

**Tabela 13:** Ocorrências de *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

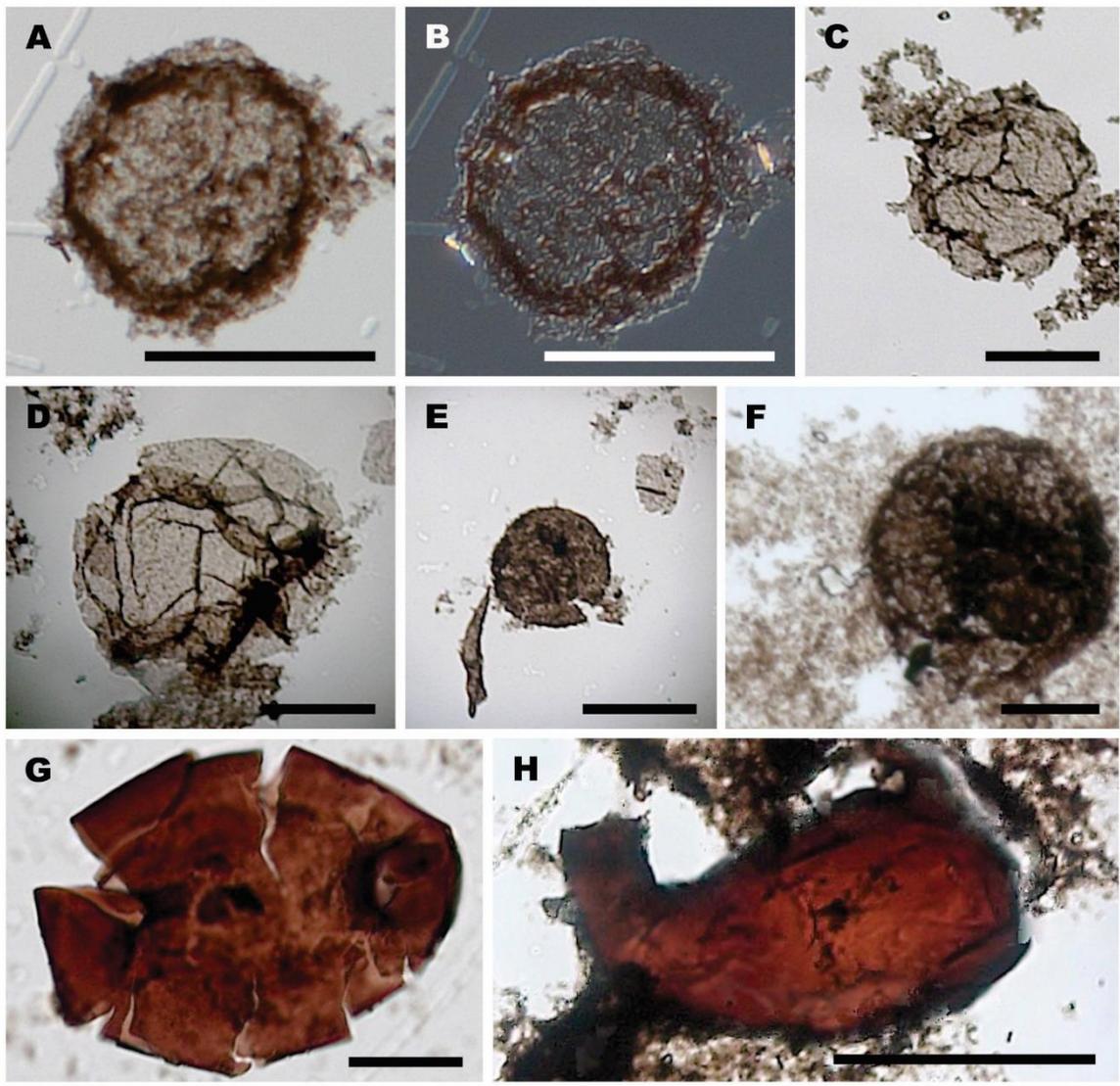
Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3728	69 m	Dolomito	4 <sup>a</sup>

**Família** Incertae Sedis

**Gênero** *Bonniea* Porter *et al.*, 2003

**Espécie-tipo.** *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003.

**Distribuição cronoestratigráfica.** Neoproterozoico (Porter *et al.*, 2003)



**Figura 10:** Espécies de protistas recuperadas na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. **A, C-H)** Fotomicrografias no campo claro; **B)** Fotomicrografia no campo escuro com dique. **A-C)** *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), **A-B)** CP915, EF: Q38/3, **C)** CP916, EF: S30; **D)** *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, CP918, EF: 28/4; **E)** *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), CP918, EF: R29; **F)** *Leiosphaeridia jacutica* Timofeev, 1966, CP913, EF: H29/4; **G)** *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), MP3728, EF: X23/3; **H)** *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003, CP920, EF: Y19. Escalas: A-B: 20  $\mu$ m; C-G: 25  $\mu$ m; H: 50  $\mu$ m.

***Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003**

(Fig. 10H)

**Descrição.** Estruturas vasiformes não uniformes, com maiores tamanhos variando entre 85 a 95  $\mu$ m de maior comprimento por aproximadamente 50  $\mu$ m de maior largura. A extremidade oral possui aproximadamente 13  $\mu$ m. A extremidade oral, também podendo

ser denominada de pescoço, apresenta-se curvada para um dos lados da câmara, porção inferior do espécime. Os espécimes recuperados apresentam coloração marrom, indo de translúcidos a pouco translúcido muito opacos e apresentam marcas de dobras.

**Discussão.** A classificação supragenérica seguiu Sergeev & Schopf (2010). A similaridade de forma, das dimensões, bem como o tamanho da extremidade oral e ângulo de curvatura do pescoço apresentam grande afinidade com *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003, contudo a ausência visível de textura na parede dificulta a classificação como *Bonniea dacruchares*. Microfósseis em forma de vaso já foram reportados no Grupo Bambuí (Quadros, 1987). Sua ocorrência permite acessar informações evolutivas importantes, já que se acredita que o aparecimento de uma teca mineralizada, típica destes microfósseis esteja ligada ao aparecimento da predação.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 14)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

**Tabela 14:** Ocorrências de *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3724	57,5 m	Brecha carbonática intraclástica	3 <sup>a</sup>

**Grupo** Acritarcha Evitt, 1963

**Subgrupo** Acanthomorpha Downie *et al.*, 1963

**Gênero** *Germinosphaera* Mikhailova, 1986, emend. Butterfield *in* Butterfield *et al.*, 1994

**Espécie-tipo.** *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986.

***Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986, emend. Butterfield *in* Butterfield *et al.*, 1994**

(Figs. 11A-C)

- 1976 *Phycomycetes*; Timofeev *et al.*: Pl. VII, Fig. 8;
- 1986 *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova sp. nov.; Mikhailova: Fig. 6;
- 1986 *Germinosphaera unispinosa* Mikhailova sp. nov.; Mikhailova: Fig. 5;
- 1991 *Germinosphaera* sp.; Knoll *et al.*: Fig. 19(6);
- 1994 *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986; Butterfield *et al.*: Figs. 16(D-E);
- 1995 *Germinosphaera* sp. cf. *G. unispinosa* Mikhailova, 1986; Zang: Figs. 26(K-L);

- 1999 *Germinosphaera unispinosa* Yankauskas *et al.*, 1989; Yin & Guan: Figs. 5(2,4,6,9);
- 2001 *Germinosphaera unispinosa* Yankauskas *et al.*, 1989; Prasad & Asher: Pl. 11, Fig. 9; Pl 13, Fig. 11;
- 2007 *Germinosphaera unispinosa* Mikhailova, 1986; Yin & Yuan: Fig. 2(11);
- 2009 *Germinosphaera* sp.; Vorob'eva *et al.*: Figs. 13(13-14);
- 2016 *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986; Baludikay *et al.*: Figs. 6(A-C);
- 2016 *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986; Loron: Pl. I, Figs. C-D.

**Material-tipo.** Holótipo: N° 882/2, Fig. 6 (Mikhailova, 1986).

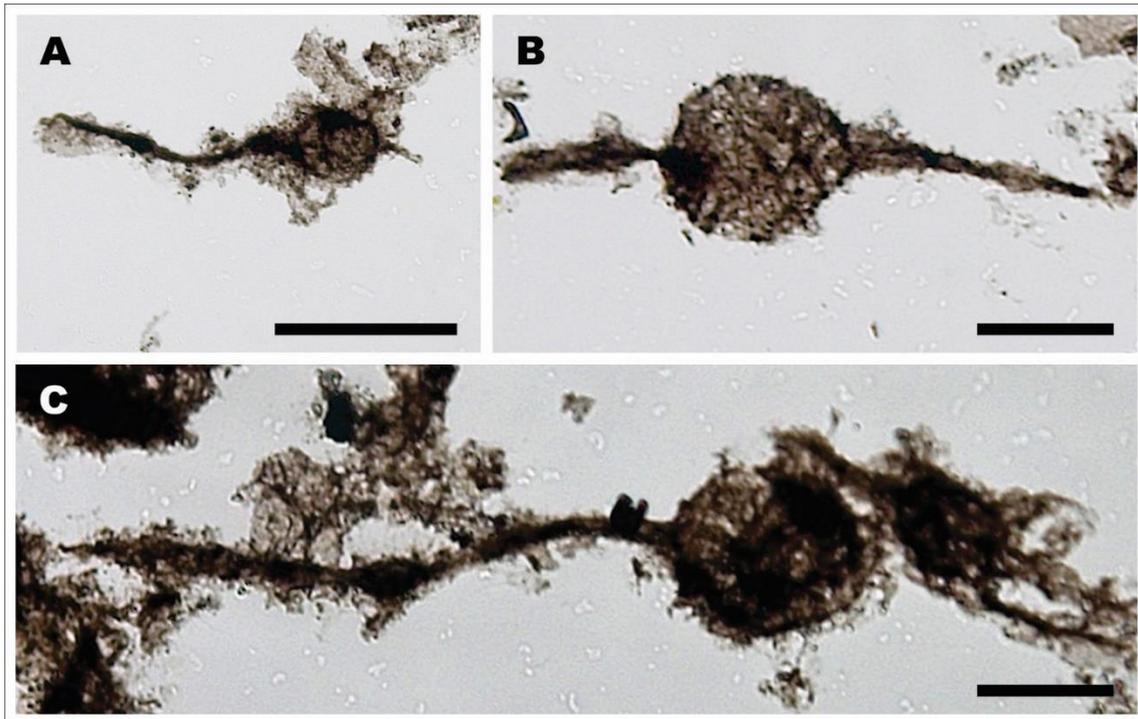
**Localidade-tipo.** Região de Krasnoyarsk, R. Uderei, Suíte Dashkin (Mikhailova, 1986).

**Diagnose.** Microfóssil orgânico acantomorfo. Vesícula esférica de 13 a 35 com  $\mu\text{m}$  de diâmetro com 1 a 6 processos tubulares e ocasionalmente ramificados, que se comunicam com o interior da vesícula. Às vezes restritas à uma porção da parede celular ou distribuídos irregularmente (Butterfield *et al.*, 1994).

**Discussão.** A classificação supragenérica segue Butterfield *et al.* (1994). Butterfield in Butterfield *et al.* (1994) emendou a diagnose da espécie tipo do gênero, *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986, para incluir espécimes com 1 a 6 processos dispostos equatorialmente em vesículas esféricas. As espécies emendadas foram propostas por Mikhailova (1986) como tendo processos simples, *Germinosphaera unispinosa* e outra por processos duplos, *Germinosphaera bispinosa*. As espécies sinonimizadas com novos espécimes observados adicionalmente com até 4 processos foram argumentadas serem de outra forma indistinguíveis morfologicamente em uma vesícula simples (Butterfield *et al.*, 1994). O diâmetro da vesícula definido na diagnose emendada de Butterfield *et al.* (1994) foi de 13 a 35  $\mu\text{m}$ . Os espécimes ilustrados neste trabalho, além de possuírem o diâmetro da vesícula consistente com tal diagnose, há tanto espécimes com um único processo quanto dois processos dispostos equatorialmente em torno da vesícula.

**Ocorrência.** Austrália (Zang, 1995); Brasil (este trabalho (Tab. 15)) China (Yin & Guan, 1999; Yin & Yuan, 2007); Congo (Baludikay *et al.*, 2016); Índia (Prasad & Asher, 2001); Rússia (Timofeev *et al.*, 1976; Mikhailova, 1986; Vorob'eva *et al.*, 2009); Spitsbergen (Knoll *et al.*, 1991; Butterfield *et al.*, 1994); Suécia (Loron, 2016).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Possui uma ampla ocorrência no Mesoproterozoico tardio estendendo-se até o Ediacarano (Butterfield *et al.*, 1994).



**Figura 11:** Fotomicrografias no campo claro de espécimes de *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986 recuperadas, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. CP917. **A)** EF: W43/2; **B)** EF: S26; **C)** EF: O28/3. Escalas: A: 50  $\mu$ m; B-C: 25  $\mu$ m.

**Tabela 15:** Ocorrências de *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3036	23,35 m	Calcário	2 <sup>a</sup>
MP3714	26,5 m	Calcário	2 <sup>a</sup>

**Reino** Incertae Sedis  
**Filo** Incertae Sedis  
**Classe** Incertae Sedis  
**Ordem** Incertae Sedis  
**Família** Incertae Sedis

**Gen. 1 sp. 1**  
 (Fig. 12A)

**Descrição.** Tamanho variando de 100 a 110  $\mu$ m de comprimento, apresenta coloração marrom escuro a totalmente opaco. Possui uma estrutura cônica e flexura inconspícua.

**Discussão.** O espécime recuperado pode ser comparado à espécie *Eisenackitina lagenomorpha* (Eisenack, 1931) (Fig. 12D), tanto pela morfologia quanto pela dimensão.

As espécies de quitinozoários possuem ocorrência a partir do Ordoviciano, embora haja relatos incertos de sua ocorrência a partir do Cambriano (Traverse, 1988), ao Devoniano. Contudo, há relatos de espécimes de morfotipo semelhantes aos quitinozoários em rochas do Proterozoico superior da China (Zang & Walter, 1992a). Os quitinozoários possuem afinidade biológica incerta. Há espécies deste grupo taxonômico que possuem extrema importância para correlações bioestratigráficas, isso devido à sua distinta morfologia, ampla ocorrência geográfica e restritos posicionamentos cronoestratigráficos. As ocorrências descritas neste trabalho de espécimes com afinidades aos quitinozoários, recuperados a partir de material da Formação Sete Lagoas, devem ser melhor analisados para que chegue a conclusões acerca de sua identificação. Caso seja confirmado a ocorrência deste grupo de microfósseis orgânicos na base do Grupo Bambuí, será necessário haver uma discussão acerca do posicionamento cronoestratigráfico destes fósseis. Há ainda a possibilidade destes organismos serem ancestrais evolutivos dos quitinozoários.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 16)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

**Tabela 16:** Ocorrências de Gen. 1 sp. 1, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedra Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3028	17,2 m	Calcário	1 <sup>a</sup>

### **Gen. 2 sp. 1**

(Fig. 12B)

**Descrição.** Tamanho variando de 120 a 150 µm de comprimento, apresenta coloração marrom escuro a totalmente opaco. Possui uma estrutura cônica e flexura conspícua com pescoço cilíndrico curto.

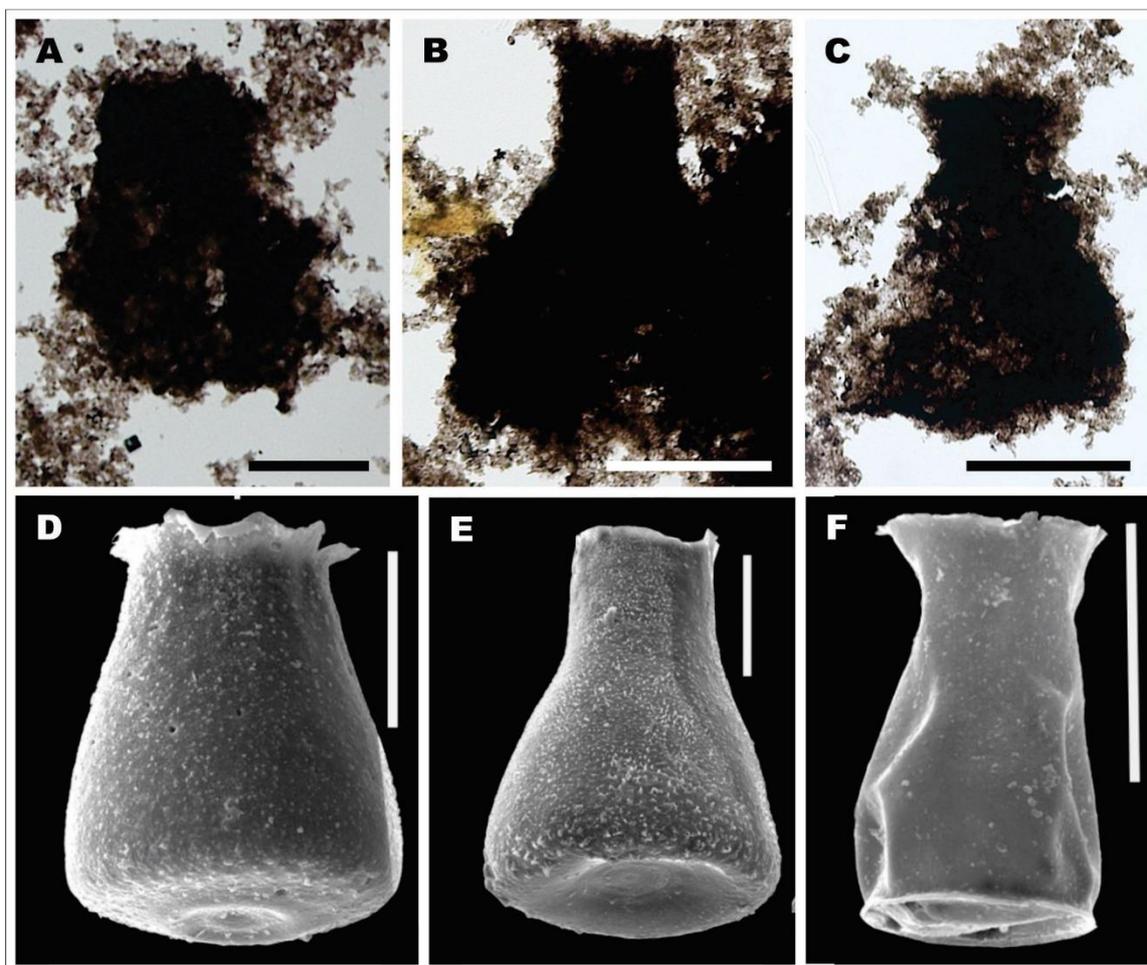
**Discussão.** A morfologia do espécime recuperado pode ser comparada à morfologia da espécie *Eisenackitina clunensis* Miller *et al.*, 1997 (Fig. 12E), embora esta seja do Paleozoico. Gn. 2 sp. 1 devido à presença de flexura conspícua com pescoço prolongado foi descrito como um gênero distinto de Gen. 1 sp. 1.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 17)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

**Tabela 17:** Ocorrências de Gen. 2. sp. 1, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedraira Santa Luzia, Município de Januária, Estado Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3028	17,2 m	Calcário	1 <sup>a</sup>



**Figura 12:** A-C) Espécimes de microfósseis orgânicos vasiformes recuperados na Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedraira Santa Luzia, Município de Januária, Minas Gerais, Brasil. D-F) Espécies de quitinozoários do Paleozoico (Nestor, 2011). A-C) Fotomicrografias no campo claro; E-F) Imagens de Microscópio Eletrônico de Varredura. A) Gen. 1 sp. 1; B) Gen. 2 sp. 1; C) Gen. 2 sp. 2; A-C) CP921; A) EF: T-42; B) EF: R-32; C) EF: Q34/2; D) *Eisenackitina lagenomorpha* (Eisenack, 1931); E) *Eisenackitina clunensis* Miller et al., 1997; F) *Cingulochitina hedei* Laufeld, 1974. Escalas: A-F: 50  $\mu$ m.

**Gen. 2 sp. 2**  
(Fig. 12C)

**Descrição.** Possui tamanho de 120 µm de comprimento, apresenta coloração marrom escuro a totalmente opaco. Possui uma estrutura cônica e flexura conspícua com pescoço cilíndrico curto que se expande na abertura apical.

**Discussão.** O espécime recuperado pode ser comparado à espécie *Cingulochitina hedei* Laufeld, 1974 (Fig. 12F), principalmente devido à característica morfológica do pescoço e da câmara, embora esta seja uma espécie do Paleozoico. Gen 2 sp. 2 foi descrito como pertencente ao mesmo gênero que Gen. 2 sp. 1 devido ao mesmo formato da câmara com estrutura cônica e ambos com flexura conspícua com pescoço prolongado.

**Ocorrência.** Brasil (este trabalho (Tab. 18)).

**Distribuição cronoestratigráfica.** Ediacarano.

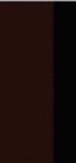
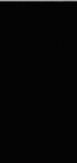
**Tabela 18:** Ocorrências de Gen. 2 sp. 2, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedra Santa Luzia, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Amostra	Nível	Litotipo	Associação de fácies
MP3028	17,2 m	Calcário	1 <sup>a</sup>

## 6.2. Maturação térmica

O estudo da cor dos microfósseis orgânicos foi realizado por meio do índice de alteração termal. Este índice apresenta cinco graus de cor, que varia do amarelo ao preto (Fig. 13). Tanto os microfósseis orgânicos recuperados quanto a matéria orgânica amorfa da seção estudada apresentaram um índice entre 3 e 4-. Estes valores indicam um elevado grau de maturação térmica da matéria orgânica.

Sobre a variação dos valores do índice de alteração termal, Staplin (1969) alertou sobre a subjetividade deste método, pois variações na espessura da parede dos microfósseis orgânicos analisados podem resultar em valores distintos, mesmo quando a matéria orgânica foi submetida à mesma temperatura. Como efeito de reduzir as possibilidades de interpretações equivocadas, Staplin (1982) recomendou analisar as amostras com uma mesma intensidade da iluminação e com a utilização dos mesmos, bem como comparar matérias orgânicas do mesmo tipo entre si. A partir disso, Perrodon (1983) propôs um modelo que correlaciona estágios de evolução térmica, cujas interpretações podem relacionar o índice de alteração termal com hidrocarboneto gerado devido ao grau de maturação da rocha.

Índice de alteração termal	1	1+	2-	2	2+	3-	3	3+	4-	4	5	
Cor do microfóssil orgânico												
Maturidade termal	IMATURO				MATURO Fase principal de geração de petróleo				Gás ou estéril			

**Figura 13:** Índice de alteração termal de microfósseis orgânicos (Modificado de Traverse, 1988).

De acordo com os parâmetros estabelecidos por Perrodon (1983), as amostras da Formação Sete Lagoas na região de Januária, Minas Gerais, atingiram o estágio de catagênese a metagênese, ainda na janela de geração de óleo e gás. Conforme o proposto por Staplin (1982), os valores entre três e quatro indicam que foi atingido o fácies de anquimetamorfismo. Neste fácies, a temperatura do metamorfismo pode ter alcançado em torno de 200°C e o hidrocarboneto, se gerado, em forma de gás.

### 6.3. Análise da sucessão fossilífera

Neste trabalho foram analisadas 79 amostras da Formação Sete Lagoas na seção estudada. Deste total, 53 amostras possuem ocorrências fossilíferas, as quais permitiram a identificação de 13 espécies de microfósseis de parede orgânica. Sendo assim, é possível afirmar que o afloramento estudado é muito importante para a compreensão da sucessão fossilífera da Formação Sete Lagoas.

A análise da distribuição das ocorrências anteriormente relatadas permite constatar uma maior diversidade de espécies nas duas associações de fácies mais basais: calcilito e calcilito/brecha intraclástica. Na primeira associação de fácies há ocorrências de dez espécies: *Arctacellularia januarensis* n. sp., *Leiosphaeridia crassa*, *Leiosphaeridia jacutica*, *Leiosphaeridia minutissima*, *Leiosphaeridia tenuissima*,

*Myxococcoides* sp., *Siphonophycus robustum*, Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 e Gen. 2 sp. 2. Já na segunda associação de fácies há ocorrências de sete espécies: *Arctacellularia januarensis* n. sp., *Leiosphaeridia crassa*, *Leiosphaeridia minutissima*, *Leiosphaeridia tenuissima*, *Germinosphaera bispinosa*, *Myxococcoides* sp. e *Siphonophycus robustum*. As duas associações de fácies superiores não apresentam a mesma diversidade (Tab. 19).

**Tabela 19:** Ocorrências das treze espécies recuperadas, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, pedreira Santa Luzia, Município de Januária, Estado do Minas Gerais, Brasil. Legenda: (+) raro; (++) frequente; (+++) abundante.

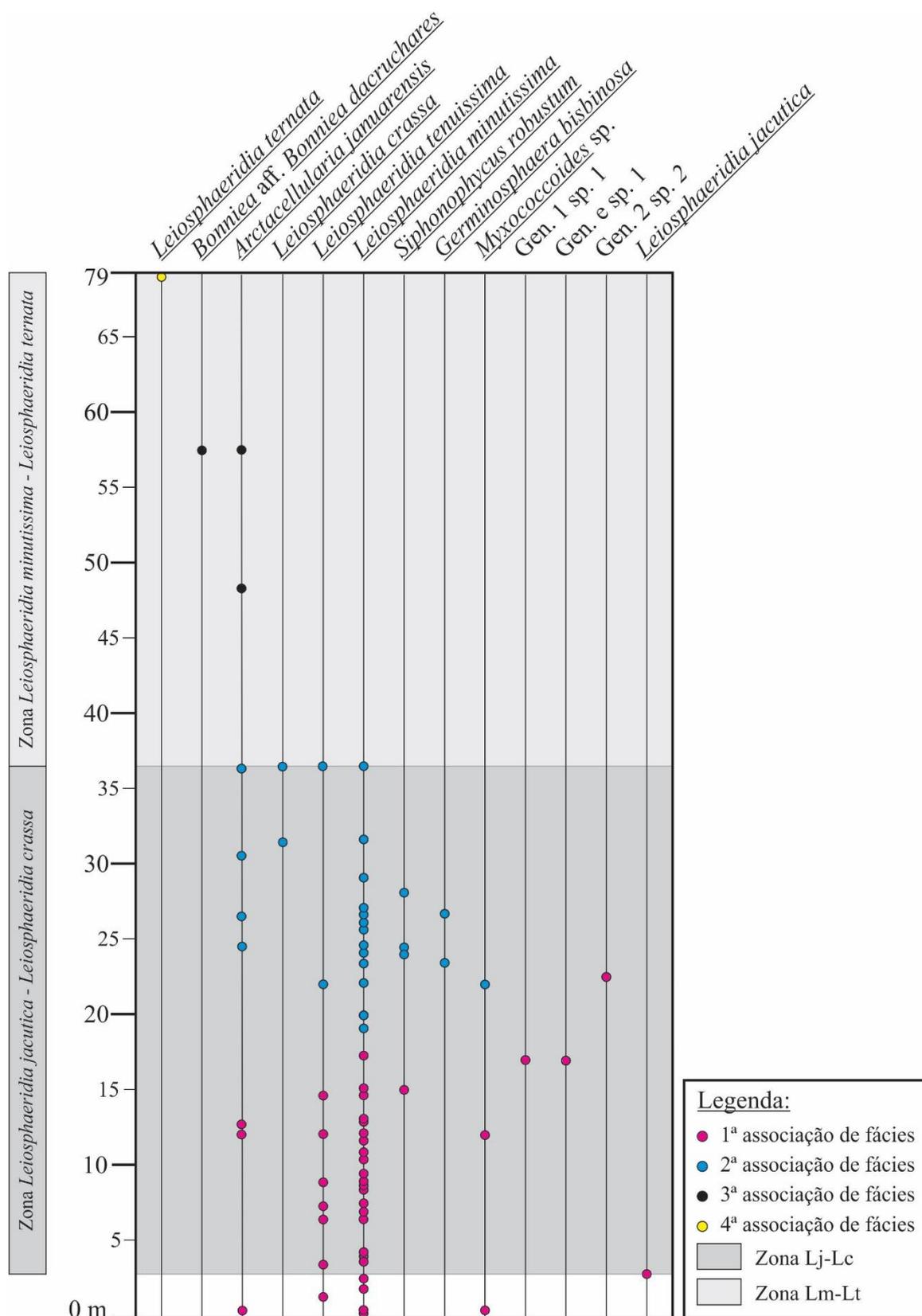
		Associação de fácies			
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
Formação Sete Lagoas	<i>Arctacellularia januarensis</i> n. sp.	+	++	+	
	<i>Leiosphaeridia crassa</i>	+	+		
	<i>Leiosphaeridia jacutica</i>	+			
	<i>Leiosphaeridia minutissima</i>	+++	+++		
	<i>Leiosphaeridia tenuissima</i>	++	+		
	<i>Leiosphaeridia ternata</i>				+
	<i>Germinosphaera bispinosa</i>		+		
	<i>Bonniea</i> aff. <i>Bonniea dacruchares</i>			+	
	<i>Myxococcoides</i> sp.	+	+		
	<i>Siphonophycus robustum</i>	+	+		
	Gen. 1 sp. 1	+			
	Gen. 2 sp. 1	+			
	Gen. 2 sp. 2	+			

A terceira associação de fácies possui ocorrências restrita à duas espécies: *Arctacellularia januarensis* n. sp. e *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter et al., 2003. Por fim, na quarta e última associação de fácies há ocorrências somente de *Leiosphaeridia ternata*, restrita (Tab. 22). Pôde-se constatar uma maior diversidade de espécies nas duas primeiras associações de fácies, sendo que de todas amostras analisadas deste intervalo, 90 % são fossilíferas. Em contrapartida, as amostras das duas últimas litofácies apenas 37% do total das amostras analisadas possuem ocorrência de microfósseis orgânicos. Esta discrepância entre as recuperações entre as duas associações de fácies basais em relação às duas associações de fácies superiores pode ter sido influenciada pela diferença de paleoambiente bem como devido à precipitação de minerais induzido por atividade microbiana formando uma camada que aprisiona instantaneamente microorganismos e os preserva da degradação. A abundância das espécies foi analisada quanto à quantidade de níveis com ocorrências por associação de fácies: de 1 à 4 níveis com ocorrências: raro; de 5 a 10 níveis com ocorrências: frequente; >10: abundante.

#### 6.4. Análise bioestratigráfica

A partir das ocorrências fossilíferas nas duas associações de fácies mais basais observadas no afloramento da Formação Sete Lagoas na pedreira Santa Luzia foi possível identificar a Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa*. Esta unidade bioestratigráfica foi descrita originalmente a partir do Ediacarano da Austrália, bacia Officer. Esta unidade bioestratigráfica é uma zona de assemblagem e é caracterizada pelo aparecimento de *Leiosphaeridia jacutica* em conjunto com outras três espécies do Gênero *Leiosphaeridia*: *Leiosphaeridia crassa*, *Leiosphaeridia minutissima* e *Leiosphaeridia tenuissima*. Nesta unidade bioestratigráfica há um predomínio de espécies de *Leiosphaeridia* e uma ausência de microfósseis orgânicos acantomorfos, ou seja, com processos, com exceção de raras ocorrências de espécies de *Germinosphaera*. O topo desta unidade bioestratigráfica tem sido atribuída ao mesoediacarano, ~580 Ma, e balizada com o impacto de Acraman. Já a base desta zona foi tentativamente posicionada em ~587 Ma (Grey, 2005). Neste mesmo trabalho, Grey (op. cit.) não descarta a possibilidade da Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* se estender à base do Neoproterozoico ou até mesmo ao final do Mesoproterozoico devido às ocorrências das espécies que caracterizam a zona se estenderem a essas idades. Grey *et al.* (2003) notou uma transição de um domínio da assemblagem de acritarcas do Gênero *Leiosphaeridia* para um domínio de acritarcas acantomorfos após o impacto de Acraman, sendo que este poderia ter sido um agente para evolução biológica das espécies daquela região.

A base da Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* foi reconhecida no nível 2,8 m (MP2990) marcada pela primeira ocorrência de *Leiosphaeridia jacutica*, e o topo desta mesma zona da seção no nível 36,4 m da seção (MP3720), marcado pela extinção de *Leiosphaeridia crassa* e desaparecimento de *Leiosphaeridia minutissima* e *Leiosphaeridia tenuissima* (Fig. 14). Além da ocorrência destas duas espécies, ainda no mesmo intervalo há ocorrências de outras nove espécies microfósseis orgânicos *Arctacellularia januarensis*, *Germinosphaera bispinosa*, *Leiosphaeridia minutissima*, *Leiosphaeridia tenuissima*, *Siphonophycus robustum*, *Myxococcoides* sp., Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 e Gen. 2 sp. 2, bem como há registro da espécie de icnofóssil *Palaeophycus tubularis*.



**Figura 14:** Distribuição das ocorrências por espécie ao longo da seção na pedreira Santa Luzia da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Município de Januária, Estado de Minas Gerais, Brasil. As ocorrências estão discriminadas por associação de fácies. **Legenda:** **Lj-Lc:** Zona *Leiosphaeridia jacutica* – *Leiosphaeridia crassa*; **Lm-Lt:** Zona *Leiosphaeridia minutissima* – *Leiosphaeridia ternata*.

Considerando que as quatro unidades bioestratigráficas sobrepostas à Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* propostas por Grey (2005) não terem sido reconhecidas na seção em estudo, foi realizado um ensaio de zoneamento. Este ensaio teve como base as ocorrências das espécies com distribuição estratigráfica acima daqueles níveis atribuídos à Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa*. Assim sendo, propõe-se uma zona diferencial superior. Esta zona tem a base caracterizada pela última ocorrência de *Leiosphaeridia minutissima* e seu topo marcado pela extinção de *Leiosphaeridia ternata* (Fig. 14). Nesta zona, além destas duas espécies, também ocorrem *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter *et al.*, 2003 e *Arctacellularia januarensis*. Esta zona está sobreposta à *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* e, portanto, refere-se à intervalo cronoestratigráfico Mesoediacarano. A possibilidade da Zona *Leiosphaeridia minutissima* - *Leiosphaeridia ternata* ser atribuída ao neoediacarano foi desconsiderada devido à total ausência de espécies de microfósseis conforme definido por Grey (2005) para este intervalo.

## Discussão

A ocorrência de *Cloudina* sp., bem como fragmentos de *Corumbella weneri* na Formação Sete Lagoas em Januária indica que este intervalo é do Ediacarano superior, ou seja, em torno de 550 Ma (Warren *et al.*, 2014). Ambas espécies foram recuperadas no mesmo horizonte, sendo que foram identificados poucos espécimes de *Corumbella weneri*, sendo a sua totalidade pequenos fragmentos.

Atualmente, todas as espécies válidas do Gênero *Cloudina*, bem como *Corumbella weneri* são espécies de invertebrados basais index do Ediacarano tardio (~550 a 541 Ma) (Adorno *et al.*, 2017). No entanto, há uma problemática que circunda esta interpretação. A espécie de *Cloudina* recuperada por Warren *et al.* (op. cit.) foi deixada em nomenclatura aberta, portanto carece de estudo taxonômico detalhado. De fato, todas as espécies válidas de *Cloudina* possuem ocorrência restrita ao Ediacarano superior. No entanto, é prudente considerar que podem haver possíveis ancestrais evolutivos destas espécies, bem como novas espécies ainda não descritas com uma maior amplitude cronoestratigráfica do que restrita ao Ediacarano superior. É importante ressaltar que para realizar correlações bioestratigráficas é recomendável identificar a assemblagem fóssilífera em nível de espécie. Portanto, para se avaliar a hipótese de posicionamento cronoestratigráfico da seção ora estudada, se no mesoediacarano ou no eoediacarano, faz-se necessário um estudo taxonômico detalhado dos espécimes

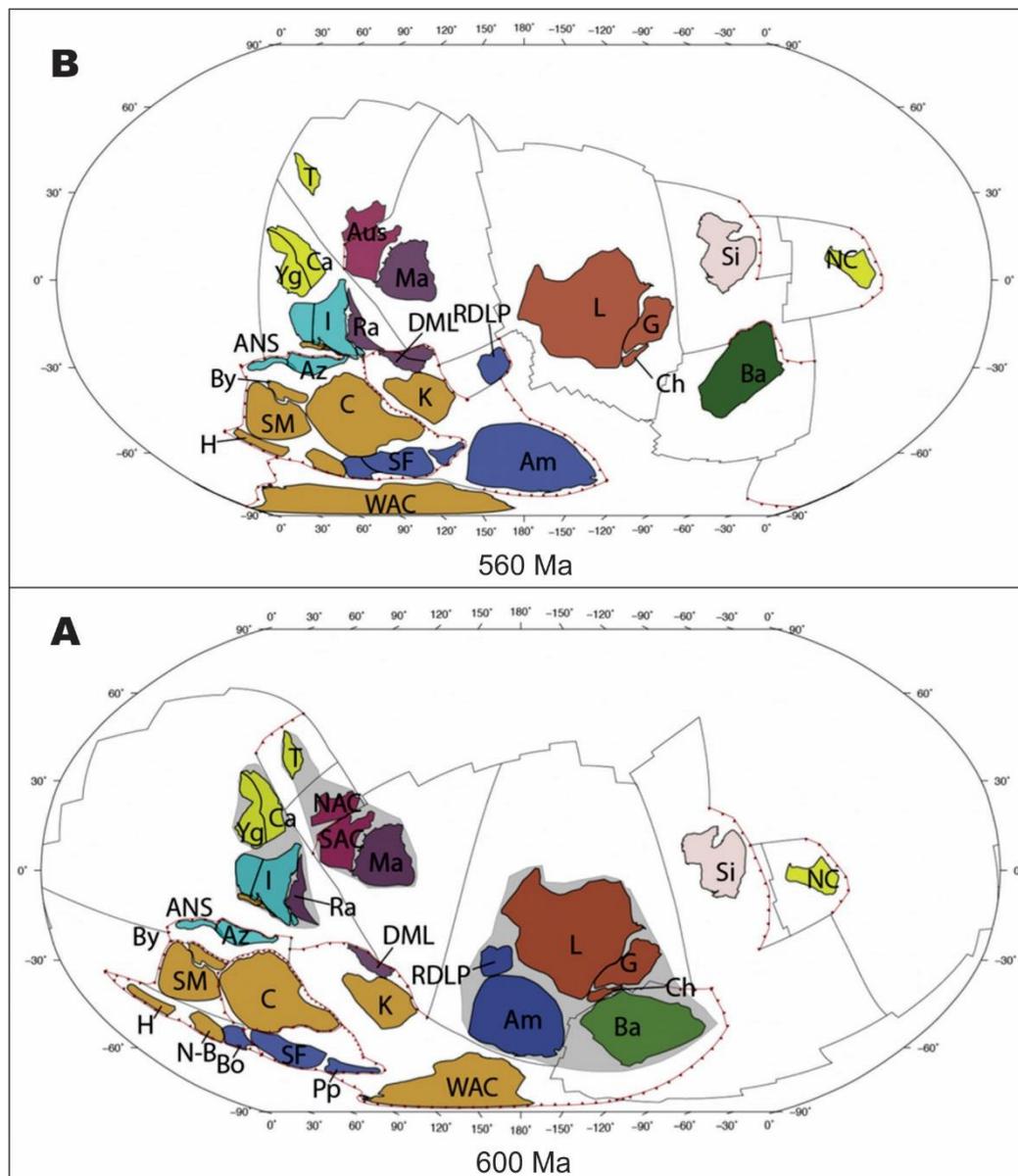
recuperados e coleta de mais material para análise, visto que a fauna tubiforme do Ediacarano é bastante diversificada e de complicada distinção.

Quanto à isotopia, o horizonte em que foi registrado ocorrências de *Cloudina* sp. e de *Corumbella weneri* por Warren *et al.* (2014) possui valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre 0,707436 e 0,707507, valores semelhantes aos de capa carbonática que tem sido considerada como eoediacarano (Caxito *et al.*, 2012). Além disso, estes valores de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  diferem drasticamente daqueles níveis com ocorrência de *Cloudina lucianoi* bem descritos, como na Formação Tamengo, Grupo Corumbá ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre 0.7084 e 0.7086) e no Grupo Nama ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  entre 0.7084 e 0.7085) (Boggiani *et al.*, 2010).

Embora a Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* ser uma ferramenta útil para correlacionar intervalos litoestratigráficos do Ediacarano da Austrália, não é possível descartar a hipótese de que esta zona pode ter uma variação cronoestratigráfica devido a questões paleogeográficas. Ou seja, baseando-se na reconstrução paleogeográfica para o Ediacarano proposta por Merdith *et al.* (2017), as posições dos crátons da Austrália e do São Francisco constam em hemisférios distintos, respectivamente: Norte e Sul (Fig. 15). Assim sendo, há uma considerável distância entre as bacias em questão. A diversificação das espécies de microfósseis orgânicos na região da Austrália devido ao impacto de Acraman pode ter sido restrito às regiões próximas à latitude do cráton da Austrália. Supondo que este impacto seja um fator limitante na mudança do predomínio de espécies de *Leiosphaeridia* para uma ascensão de microfósseis orgânicos acantomorfos, é necessário que haja um intervalo de tempo para a dispersão das novas espécies, bem como conexões entre os paleooceanos.

A ocorrência de *Palaeophycus tubularis* na Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* na seção ora estudada, também gera um questionamento acerca do posicionamento cronoestratigráfico desta zona. Esta icnoespécie foi registrada na Formação Clemente (~600 Ma), México, (McMenamin, 1996) e a amplitude desta icnoespécie se estende até o Fanerozoico (Hu *et al.*, 2014). Além desta icnoespécie relatada no Ediacarano, há também relatos de possíveis icnofósseis no início do Mesoproterozoico (Seilacher *et al.*, 1998). Jensen *et al.* (2005) faz uma revisão destas ocorrências de icnofósseis do Pré-Cambriano e conclui que a maioria das estruturas descritas como icnofósseis, parte são pseudofósseis e outra parte os classifica como dubiofósseis. A ocorrência de *Palaeophycus tubularis* registrada por McMenamin (1996) na Formação Clemente também foi revisada por Jensen *et al.* (2005), no entanto constitui o único registro que foi considerado como possível icnofóssil. Portanto, apesar dos relatos

de icnofósseis mais antigos que 560 Ma, Jensen *et al.* (2005) restringe as primeiras ocorrências confiáveis de icnofósseis a partir de 560-550 Ma, ou seja, neodiácarano.



**Figura 15:** Configuração paleogeográfica dos crátos no Ediacarano (Merdith *et al.*, 2017). **A)** Configuração paleogeográfica em 600 Ma; **B)** Configuração paleogeográfica em 560 Ma Legenda: **Am**, Amazônia; **ANS**, Escudo Árabe-Nubian; **Aus**, Austrália; **Az**, Azania; **Ba**, Báltica; **Bo**, Borborema; **By**, Bayuda; **Ca**, Cathaysia (Sul da China); **C**, Congo; **Ch**, Chortis; **DML**, Dronning Maud Land; **G**, Groelândia; **H**, Hoggar; **I**, Índia; **K**, Kalahari; **L**, Laurentia; **Ma**, Mawson; **NAC**, Cráton Norte Australiano; **N-B**, Nigéria-Benin; **NC**, Norte da China; **Pp**, Paranapanema; **Ra**, Rayner (Antártida); **RDLP**, Rio de la Plata; **SAC**, Cráton Sul Australiano; **SF**, São Francisco; **Si**, Sibéria; **SM**, Sahara Metacraton; **T**, Tarim; **WAC**, Cráton Oeste Africano; **Yg**, Craton Yangtze (Sul da China). As crostas cratônicas estão coloridas conforme a geografia atual: **vermelho**, América do Norte; **azul escuro**, América do Sul; **verde**, Báltica; **cinza**, Sibéria; **azul claro**, Índia e Oriente Médio, **amarelo**, China; **laranja**, África; **rosa escuro**, Austrália; **roxo escuro**, Antártida.

Para avaliar estas hipóteses de posicionamento cronoestratigráfico da seção estudada neste trabalho, são necessários estudos acerca dos invertebrados relatados por Warren *et al.* (2014), bem como identificar possíveis estratos para realizar datações geocronológicas. Além disso, é necessário investigar a natureza real do registro de icnofóssil nesta seção. Por fim, a realização de um estudo bioestratigráfico a partir de microfósseis orgânicos nas seções onde foram registrados os microfósseis mineralizados de Warren *et al.* (2014) pode contribuir para um melhor posicionamento da unidade bioestratigráfica identificada neste trabalho.

## 7. CONCLUSÕES

Dos 79 níveis analisados, 53 possuem ocorrências fossilíferas com treze espécies de microfósseis orgânicos foram identificadas no presente trabalho. Esta assemblagem é composta por três espécies de cianobactérias, *Arctacellularia januarensis* sp. nov., *Myxococcoides* sp. e *Siphonophycus robustum* (Schopf, 1968); seis espécies de protistas, *Leiosphaeridia crassa* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev, 1966), *Leiosphaeridia minutissima* (Naumova, 1949), *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958, *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev, 1966), *Bonniea* aff. *Bonniea dacruchares* Porter et al., 2003; uma espécie de acritarca, *Germinosphaera bispinosa* Mikhailova, 1986 e três espécies de microfósseis orgânicos indeterminados, Gen. 1 sp. 1, Gen. 2 sp. 1 e Gen. 2 sp. 2. Além dos microfósseis orgânicos, uma espécie de icnofóssil também foi identificada: *Paleophycus tubularis* Hall, 1847. Desta assemblagem, exceto *Siphonophycus robustum*, todas as demais espécies são registradas pela primeira vez na Formação Sete Lagoas a partir do presente estudo.

A Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* foi delimitada nas duas associações de fácies basais. A base desta biozona é marcada pela primeira ocorrência de *Leiosphaeridia jacutica* na seção. Já o topo desta biozona é marcada pelo desaparecimento de *Leiosphaeridia crassa*, *Leiosphaeridia minutissima* e *Leiosphaeridia tenuissima*. Na Austrália, esta unidade bioestratigráfica foi atribuída ao mesoediacarano e tentativamente correlacionada à porção basal da seção estudada em Januária.

Sobreposta à Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* foi identificada e proposta a zona diferencial superior *Leiosphaeridia minutissima* - *Leiosphaeridia ternata*. A base desta zona é caracterizada pela última ocorrência de *Leiosphaeridia minutissima* e seu topo marcado pela extinção de *Leiosphaeridia ternata*. Esta zona está sobreposta à *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* e, portanto, refere-se à intervalo cronoestratigráfico mesoediacarano tardio. A hipótese da Zona *Leiosphaeridia minutissima* - *Leiosphaeridia ternata* ser atribuída ao neoediacarano foi refutada devido à ausência de espécies index desta idade para unidades bioestratigráficas sobrepostas à Zona *Leiosphaeridia jacutica* - *Leiosphaeridia crassa* na Austrália.

Quanto à análise da maturação térmica baseada nos microfósseis orgânicos foram obtidos índices de alteração termal entre 3 e 4-. Estes índices indicam que as rochas da Formação Sete Lagoas na localidade estudada atingiram o estágio de catagênese a metagênese. Este estágio situa-se na janela de geração de óleo e gás.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adorno, R.R.; Do Carmo, D.A. Germs, G.; Walde, D.H.G.; Denezine, M.; Boggiani, P.C.; Sousa E Silva, S.C.; Vasconcelos, J.R.; Tobias, T.C.; Guimarães, E.M.; Vieira, L.C.; Figueiredo, M.F.; Moraes, R.; Caminha, S.A.; Suarez, P.A.Z.; Rodrigues, C.V.; Caixeta, G.M.; Pinho, D.; Schneider, G.; Muyamba, R. 2017. *Cloudina luciano* (Beurlen & Sommer, 1957), Tamengo Formation, Ediacaran, Brazil: Taxonomy, analysis of stratigraphic distribution and biostratigraphy. *Precambrian Research*, **301**:19-35.
- Agic, H.; Moczydlowska, M.; Yin, L. 2017. Diversity of organic-walled microfossils from the early Mesoproterozoic Ruyang Group, North China Craton – A window into the early eukaryote evolution. *Precambrian Research*, **297**:101-130.
- Alkmin, F.F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. *In: Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, pp. 17-35.
- Alkmin, F.F.; Marshak, S.; Pedrosa-Soares, A.C.; Peres, G. G.; Cruz, S.C.P.; Whittington, A. 2006. Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. *Precambrian research*, **149**: 43-64.
- Almeida, F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM. *Boletim*, **241**:36 p.
- Alvarenga, C.J.S.; Dardenne, M.A.; Vieira, L.C.; Martinho, C.T. ; Guimarães, E.M. ; Santos, R.V.; Santana, R.O. 2012. Estratigrafia da borda ocidental da Bacia do São Francisco. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **20**:145-164.
- Alvarenga, C.J.S.; Santos, R.V.; Vieira, L.C.; Lima, B.A.F.; Mancini, L.H. 2014. MesoNeoproterozoic isotope stratigraphy on carbonates platforms in the Brasília Belt of Brazil. *Precambrian Research*, **251**:164–180.
- Anderson, R.P.; McMahon, S.; Bold, U.; Macdonald, F.A.; Briggs, D.E.G. 2017. Palaeobiology of the early Ediacaran Shuurgat Formation, Zavkhan Terrane, southwestern Mongolia. *Journal of Systematic Palaeontology*, **15**(11):947-968.
- Babinski, M.; Vieira, L.C.; Trindade, R.I.F. 2007. Direct dating of the Sete Lagoas cap carbonate (Bambuí Group, Brazil) and implications for the Neoproterozoic events. *Terra Nova*, **19**:401–406.
- Babu, R.; Singh, V.K.; Mehrotra, N.C. 2014. Neoproterozoic Age Based on Microbiotas from the Raipur Group of Baradwar Sub-basin, Chhattisgarh. *Journal Geological Society of China*, **84**:442-448.
- Baludikay, B.K.; Storme, J.Y.; François, C.; Baudet, D.; Javaux, E.J. 2016. A diverse and exquisitely preserved organic-walled microfossil assemblage from the Meso-Neoproterozoic Mbuji-Mayi Supergroup (Democratic Republic of Congo) and implications for Proterozoic biostratigraphy. *Precambrian Research*, **281**:166–184.
- Barbosa, O. 1963. Geologia Econômica e Aplicada a uma Parte do Planalto Central Brasileiro. DNPM/PROSPEC, Goiânia, 70 p.
- Beghin, J.; Storme, J.Y.; Blanpied, C.; Gueneli, N.; Brocks, J.J.; Poulton, S.W.; Javaux, E.J. 2017. Microfossils from the late Mesoproterozoic – early Neoproterozoic Atar/El

- Mreïti Group, Taoudeni Basin, Mauritania, northwestern Africa. *Precambrian Research*, **291**:63-82.
- Beurlen, K. 1956. Idade da Série Bambuí. Relatório Anual do Diretor DGM, DNPM, Rio de Janeiro, 96-97.
- Beurlen, K.; Sommer, F.W. 1957. Observações estratigráficas e paleontológicas sobre o calcário Corumbá. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim 168, 35 pp.
- Bhat, G.M.; Hakhoo, N.; Koul, S.; Vecolii, M.; Thusu, B. 2009. Neoproterozoic microflora from rock slices exposed along the back thrust contact between the Sirban limestone and palaeogene sediments. *In: XXVI Convention of Indian Association of Sedimentologists, Abstract*: p. 54.
- Blanco, G.; Gaucher, C. 2005. Estratigrafia, Paleontologia y Edad de la Formacion Las Ventanas (Neoproterozoico, Uruguay). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, **12**:109-124.
- Boggiani, P.C.; Gaucher, C.; Sial, A.N.; Babinski, M.; Simon, C.M.; Ricomini, C.; Ferreira, V.P. & Fairchild, T.R. 2010. Chemostratigraphy of the Tamengo Formation (Corumba Group, Brazil): A contribution to the calibration of the Ediacaran carbon-isotope curve. *Precambrian Research*, **182**:382-401.
- Branner, J.C. 1919. Outlines of the geology of Brazil to accompany the geological map of Brazil. Geological Society of America, *Bulletin*, **30**:189-338.
- Butterfield, N.J.; Chandler, E.W. 1992. Palaeoenvironmental distribution of Proterozoic microfossils, with an example from the Agu Bay Formation, Baffin Island. *Paleontology*, **35**:943-957.
- Butterfield, N.J.; Knoll, A.H.; Swett, K. 1994. Paleobiology of the Neoproterozoic Svanbergfjellet Formation, Spitsbergen. *Fossil Strata*, **34**:1-84.
- Chignolino, L.; Gaucher, C.; Sial, A.N.; Ferreira, V. 2015. Acritarchs of the Ediacaran Frecheirinha Formation, Ubajara Group, Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **87**(2):635-649.
- Cloud, P.; Dardenne, M.A. 1973. Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. Geological Society of America, *Bulletin*, **84**:1673-1676.
- Costa, M.T.; Branco, J.J.R. 1961. Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. *In: Congresso Brasileiro De Geologia*, 14, 1961. *Trabalho completo*, Brasília, 9-62.
- Costa, L.A.M.; Angeiras, A.G.; Valença, J.G.; Stevenazzi, V. 1970. Novos conceitos sobre o Grupo Bambuí e sua divisão em tectonogrupos. *Geologia do Instituto de Geociências, Boletim*, **5**:3-34.
- Cotter, K.L. 1997. Neoproterozoic microfossils from the Officer Basin, Western Australia. *Alcheringa*, **21**(4):247-270.
- Coueffé, R.; Vecolii, M. 2011. New sedimentological and biostratigraphic data in the Kwahu Group (Meso-to Neo-Proterozoic), southern margin of the Volta Basin, Ghana: stratigraphic constraints and implications on regional lithostratigraphic correlations. *Precambrian Research*, **189**:155-175.
- Couto, J.G.P.; Cordani, U.G.; Kawashita, K.; Iyer, S.S.; Moraes, N.M.P. 1981. Considerações sobre a idade do Grupo Bambuí com base em análises isotópicas de Sr e Pb. *Revista Brasileira de Geociências*, **11**:5-16.

- Damassa, S.P.; Knoll, A.H. 1986. Micropalaeontology of the late Proterozoic Arcoona Quartzite Member of the Tent Hill Formation, Stuart Shelf, South Australia. *Alcheringa*, **10**:417-430.
- Dardenne, M.A. 1978. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. *In: XXX Congresso Brasileiro De Geologia, Trabalho completo*, Recife, 597–610.
- Denezine, M.; Cruz, N.; Carmo, D.A.C.; Figueiredo, M.F., Leite, A.M.; Caixeta, G.M. 2017. Microfósseis com afinidades à Chitinozoa recuperados da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Estado de Minas Gerais, Brasil. *In: XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Resumo*, Ribeirão Preto, p. 87.
- Derby, O.A. 1880. Contribuições para o estudo da geologia do vale do São Francisco. Rio de Janeiro. *Archivos do Museu Nacional*, **4**:87-119.
- Do Carmo, D.A.; Walde, D.H.G.; Alvarenga, C.J.S.; Guimarães, E.M.; Nunes, O.O. 2011. A new approach to Neoproterozoic micropaleontology and sedimentology of Brazil. *In: Neoproterozoic Sedimentary Basins Stratigraphy, Geodynamics and Petroleum Potential. Proceedings*. Novosibirsk: Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, p. 22.
- Do Carmo, D.A.; Denezine, M.; Antonietto, L.S.; Pinto, R.L; Chelini, M.J.E. & Ress, C.B. 2015. Metodologia de tombamento, catalogação e curadoria de amostras no Laboratório de Micropaleontologia da Universidade de Brasília. *In: Congresso Brasileiro De Paleontologia*, 24, 2015. Resumo, Crato, URCA, p. 122.
- Downie, C.; Sarjeant, W.A.S. 1963. On the interpretation and status of some hystrichosphere genera. *Palaeontology*, **6**(1):83-96.
- Downie, C.; Evitt, W.R.; Sarjeant, W.A.S. 1963. Dinoflagellates, hystrichospheres and the classification of the acritarchs. *Geological Sciences*, **7**:316.
- Eisenack, A. 1931. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs, I. *Palaeontologische Zeitschrift*, **13**:74-118.
- Eisenack, A. 1958. *Tasmanites* Newton, 1875 and *Leiosphaeridia* n. gen. Als Gattungen der Hystrichosphäeridea. *Paläontographica*, **110**:1-19.
- Elenkin, A.A. 1949. Monographia algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum. *Pars specialis (Syatematica)*, Fasc. II. III. Hormogoneae (Geitl.), 985-1908.
- Evitt, W.R. 1963. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, and acritarchs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **49**(2):158-164.
- Fairchild, T.R.; Schorscher, H.D. 1985. Ocorrência de microfósseis e estromatólitos no Grupo Bambuí, Proterozoico (?) Médio-Superior, na região de Piumhi-Pimenta, SW de Minas Gerais, Brasil. *Paleobotânica Latinoamericana*, **7**(1):14.
- Fairchild, T.R.; Schopf, J.W.; Shen-Miller, J.; Guimarães, E.M.; Edwards, M.D.; LagStein, A.; Li, X.; Pabst, M.; Melo-Filho, L.S. 1996. Recent discoveries of Proterozoic microfossils in south-central Brazil. *Precambrian Research*, **80**:125–152.
- Fantinel, L.M.; Kuchenbecker, M.; Alvarenga, C.J.S.; Guimarães, E.M.; Fairchild, T.R.; Rohn, R.; Sanchez, E.A.M.; Dardenne, M.A. 2015. Microbialitos da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí), Neoproterozoico, estados de Minas Gerais e Goiás. Ed.

- Fairchild, T.R.; Rohn, R.; Dias-Brito, D. - Microbialitos do Brasil do Pré-Cambriano ao Recente, IGCE/UNESP/Rio Claro, Cap. **8**:169-193.
- Fatka, O.; Steiner, M.; Weber, B.; Zhu, M. 2012. The Precambrian-Cambrian biosphere (r)evolution : Insights from the Chinese Yangtze Platform. *Bulletin of Geosciences*, **87**:67–70.
- Fensome, R.A.; Williams, G.L.; Barss, M.S.; Freeman, J.M.; Hill, J.M. 1990. Acritarchs and fossil prasinophytes: an index to genera, species and infraspecific taxa. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, *Contributions*, **25**:771.
- Figueiredo, M.M. 2006. Químioestratigrafia isotópica (C, O, S e Sr), geocronologia (PbPb e K-Ar) e proveniência (Sm-Nd) das rochas da faixa Paraguai Norte, Mato Grosso.  
Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 198 p.
- Fuxing, W. 1981. Sinian microfossils from south-west China. *Nature*, **294**:74-76
- Gaucher, C. 2000. Sedimentology, palaeontology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay). *Beringeria*, **26**:1-120.
- Gaucher, C.; Sprechmann, P.; Montaña, J. 1998. New advances in the geology and palaeontology of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado Group of the Nico Perez Terrane of Uruguay. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie Monatshefte*, **2**:106-118.
- Gaucher, C.; Boggiani, P.C.; Sprechmann, P.; Sial, P.N.; Fairchild, T. 2003. Integrated correlation of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado and Corumbá Groups (Uruguay and Brazil): palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeobiologic implications. *Precambrian Research*, **120**:241-278.
- Gaucher, C.; Germs, G.J.B. 2003. Preliminary Biostratigraphic Correlation of the Arroyo Del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay) with the Cango Caves and Nama Groups (South Africa and Namibia). *Revista de la Sociedad Uruguayana de Geología*, **1**:141-160.
- Gaucher, C.; Chiglino, L.; Peçoits, E. 2004. Southernmost exposures of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay): Palaeogeographic implications for the amalgamation of W-Gondwana. *Gondwana Research*, **7**(3):701-714.
- Gaucher, C.; Frimmel, H.E.; Germs, G.J.B. 2005. Organic-walled microfossils and biostratigraphy of the upper Port Nolloth Group (Namibia): implications for the latest Neoproterozoic glaciations, *Geological Magazine*, **142**(5):539–559.
- Gaucher, C.; Germs, G.J.B. 2006. Recent advances in South African Neoproterozoic Early Palaeozoic biostratigraphy: correlation of the Cango Cavez and Gamtoos Groups and acritarchs of the Sardinia Bay Formation, Saldania Belt. *South African Journal of Geology*, **109**:193–214.
- Gaucher, C.; Chiglino, L.; Blanco, G.; Poiré, D.; Germs, G.J.B. 2008. Acritarchs of Las Ventanas Formation (Ediacaran, Uruguay): Implications for the timing of coeval rifting and glacial events in western Gondwana. *Gondwana Research*, **13**:488-501.
- Geither, L. 1925. Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, **41**:163-294.

- Germis, G.J.B. 1972. New shelly fossil from Nama Group, South West Africa. *American Journal of Science*, **272**:752-761.
- Golovenok, V.K.; Belova M.Y. 1989. Vendian microfossils in cherts from Talas Alatau. *Doklady Akademii Nauk*, **305**(2):443-445. (In Russian)
- Golovenok, V.K.; Belova M.Y. 1993. The microfossils in the cherts from the Riphean deposits of the Turukhansk Uplift. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **1**(3):51-61.
- Golub, I.N. 1979. A new group of problematic microstructures in Vendian deposits of the Orshanka Basin (Russian Platform). In Sokolov, B.S. (ed.) Nauka, Leningrad, *Paleontologiya Dokembriya i Rannego Kembriya*. **147**:1-55. [Em Russo]
- Gorka, H. 1987. Acritarches et prasinophyceae de l'ordovicien moyen (viruen) du sondage de smedsby gård no. 1 (Gotland, Suède). *Review of Paleobotany and Palynology*, **52**(4):257-297.
- Grey, K. 2005. Ediacaran palynology of Australia. *Memoir 31 of the Association of Australasian Palaeontologists*, 439 pp.
- Grey, M.; Pufahl, P.K.; Aziz, A.A. 2011. Using multiple environmental proxies to determine degree of marine influence and paleogeographical position of the Joggins fossil cliffs, UNESCO world heritage site. *Palaios*, **26**:256-263.
- Hahn, G.; Hahn, R.; Leonardos, O.H.; Pflug, H.D.; Walde, D.H.G. 1982. Körperlich erhaltene Scyphozoen – Reste aus dem Jungpräkambrium Brasiliens. *Geologica et Palaeontologica*, **16**:1-18.
- Hall, J. 1847. Containing descriptions of the organic remains of the Lower Division of the New York System (equivalent to the Lower Silurian rocks of Europe). *Palaeontology of New York*, volume 1. C. van Benthuysen, Albany, State of New York. 338 p.
- Hannah, M.J.; Wilson, G.S.; Wrenn, J. 2000. Oligocene and Miocene marine palynomorphs from CRP-2/2A, Victoria Land Basin, Antarctica. *Terra Antarctica*, **7**(4):503-511.
- Hermann, T.N. 1974. Nakhodki massovykh skopleniy trikhomov v rifee. In: B.V. Timofeev (ed.). *Mikrofitofossilii Proterozoya i Rannego Paleozoya*. Leningrad: Nauka, 6-10.
- Hermann, T.N. 1981. Occurrence of filamentous algae from the Miroedikha Formation of Upper Precambrian. *Paleontologicheskii Zhurnal*, **14**:112-118.
- Hermann, T.N.; Podkovyrov, V.N. 2008. On the nature of the Precambrian microfossils Arctacellularia and Glomovertella. *Journal of Paleontology*, **42**:655-664.
- Hidalgo, R.L.L. 2007. Vida após as glaciações globais neoproterozóicas: um estudo microfossilífero de capas carbonáticas dos Crátons do São Francisco e Amazônico. *Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado*, 195 pp.
- Hofmann, H.J. 1976. Precambrian microflora, Belcher Islands, Canada: significance and systematics. *Journal of Paleontology*, **50**(6):1040-1073.
- Hofmann, H.J.; Jackson, G.D. 1994. Shale facies microfossils from the Proterozoic Bylot Supergroup, Baffin Island, Canada. *Paleontological Society Memoir*, **37**:1-39.

- Hofmann, H.J.; Jackson, G.D. 1996. Notes on the geology and micropaleontology of the Proterozoic Thule Group, Ellesmere Island, Canada, and north-west Greenland Bulletin - Geological Survey of Canada, 26 p.
- Horodyski, R.J.; Donaldson, J.A. 1980. Microfossils from the Middle Proterozoic Dismal Lakes Group, Arctic Canada. *Precambrian Research*, **11**:125-159.
- Hu, B.; Wang, Y-Y.; Song, H-B. 2014. The ichnofacies and ichnoassemblages in terrestrial deposits of China. *Journal of Palaeogeography*, **3**(1):61-73.
- Hua, H.; Chen, Z.; Yuan, X.; Zhang, L.; Xiao, S. 2005. Skeletogenesis and asexual reproduction in the earliest biomineralizing animal *Cloudina*. *Geology*, **33**(4):277280.
- Iglesias, M.; Uhlein, A. 2009. Estratigrafia do grupo Bambuí e coberturas fanerozoicas no Vale do São Francisco, Norte de Minas. *Revista Brasileira de Geociências*, **39**(2):256-266.
- Javaux, E.J.; Marshal, C.P. 2006. A new approach in deciphering early protist paleobiology and evolution: combined microscopy and microchemistry of single Proterozoic acritarchs. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 139:1-15.
- Javaux, E.J.; Knoll, A.H.; Walter, M. 2004. TEM evidence for eukaryotic diversity in mid Proterozoic oceans. *Geobiology*, **2**:121–132
- Javaux, E.J.; Knoll, A.H. 2017. Micropaleontology of the lower Mesoproterozoic Roper Group, Australia, and implications for early eukaryotic evolution. *Journal of Paleontology*, **91**(2):199-229.
- Jensen, S.; Drosera, M.L.; Gehling, J.G. 2005. Trace fossil preservation and the early evolution of animals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **220**:19-29.
- Kirchner, O. 1900. Shizophyceae. In: Engler, A. & Prantl, K. (Editors) — Die natürlichen Pflanzenfamilien. I Teil, Abteilung Ia Leipzig: 115-121.
- Knoll, A.H. 1982. Microorganisms from the late Precambrian Draken Conglomerate, Ny Friesland, Spitsbergen. *Journal of Paleontology*, **56**:755-790.
- Knoll, A.H.; Golubic, S. 1979. Anatomy and taphonomy of Precambrian algal stromatolite. *Precambrian Research*, **10**:115–151.
- Knoll, A.H.; Swett, K.; Mark, J. 1991. Paleobiology of a Neoproterozoic tidal flat/lagoonal complex: the Draken Conglomerate Formation, Spitsbergen. *Journal of Paleontology*, **65**(4):531-570.
- Knoll, A.H., Walter, M.R., Narbonne, G.M., Christie-Blick, N. 2004. A new Period for the Geologic Time Scale. *Science*, **305**(80)621–622.
- Knoll, A.H.; Worndle, S.; Kah, L.C. 2013. Covariance of Microfossil Assemblages and Microbialite Textures Across an Upper Mesoproterozoic Carbonate Platform. *Palaios*, **28**:453-470.
- Kumar, S.; Pandey, S.K. 2008. Discovery of organic-walled microbiota from the blackbedded chert, Balwan Limestone, the Bhandar Group, Lakheri area, Rajasthan. *Current Science*, **94**(6):797-800.
- Kumar, S.; Srivastava, P. 1995. Microfossils from the Kheinjua formation, Mesoproterozoic Semri Group, Newari area Central India. *Precambrian Research*, **74**:91–117.

- Kützing, F.T. (1843). *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange*. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. Leipzig: F.A. Brockhaus, 458 p.
- Lamb D.M.; Awramik S. M.; Chapman D.J.; Zhu S. 2009. Evidence for eukaryotic diversification in the ~1800 million-year-old Changzhougou Formation, North China. *Precambrian Research*, **173**:93–104.
- Laufeld, S. 1974. Silurian Chitinozoa from Gotland. *Fossils and Strata*, **5**:1-130.
- Lima, O.N.B. 2005. Grupo Bambuí: Estratigrafia regional no Alto Rio São Francisco e geologia dos depósitos fosfáticos da Serra da Saudade – MG. *Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado*, 142 p.
- Liu, P.; Xiao, S.; Yin, C.; Chen, S.; Zhou, C.; L.I., M. 2014. Ediacaran Acanthomorphic Acritarchs and other Microfossils from Chert Nodules of the Upper Doushantuo Formation in the Yangtze Gorges Area, South China. *Paleontology Memoir*, **72**:1139.
- Lopes, J.N. 1995. Faciologia e gênese dos carbonatos do Grupo Bambuí na região de Arcos, Estado de Minas Gerais. *Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado*, 166 p.
- Lopes, J.N.; Coimbra, A.M. 2000. Microfitólitos associados a construções estromatolíticas do Grupo Bambuí, Proterozoico Superior, na região de Arcos – MG. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(4):589-592.
- Loron, C. 2016. The Biodiversity of Organic-Walled Eukaryotic Microfossils from the Tonian Visingsö Group, Sweden. *Examensarbete vid Institutionen för geovetenskapen*, **366**:1-133.
- Lottaroli, F.; Craig, J.; Thusu, B. 2014. Neoproterozoic–Early Cambrian (Infracambrian) hydrocarbon prospectivity of North Africa: a synthesis. Geological Society, London, *Special Publications*, **326**:137-156.
- Maithy, P.K. 1975. Micro-organisms from the Bushimay System (Late PreCambrian) of Kanshi, Zaire. *The Palaeobotanist* **22**(1):33-149.
- Marchese, H.G. 1974. Estromatólitos *Gymosolenides* en el lado oriental de Minas Gerais y Goiásm, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **4**(3):172-190.
- Marshall, C.P.; Javaux, E.J.; Knoll, A.H.; Walter, M.R. 2005. Combined micro-Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and micro-Raman spectroscopy of Proterozoic acritarchs: a new approach to Palaeobiology. *Precambrian Research*, **138**:208–224.
- McMenamin, M.A.C. 1996. Ediacaran biota from Sonora, Mexico. *Geology*, **93**:4990-4993.
- Mendelson, C.V.; Schopf, J.W. 1982. Proterozoic Microfossils from the Sukhaya Tunguska Shorikha, and Yudoma Formations of the Siberian Plataform, USSR. *Journal of Paleontology*, **56**(1):42-83.
- Merdith, A.S.; Collins, A.S.; Williams, S.E.; Pisarevsky, S.; Foden, J.D.; Archibald, D.B.; Blades, M.L.; Alessio, B.L.; Armistead, S.; Plavsa, D.; Clark, C.; Müller, R.D. 2017. A full-plate global reconstruction of Neoproterozoic. *Gondwana Research*, **50**:84-134.

- Mikhailova, N. S. 1986. New finds of the microfossils from the Upper Riphean deposits of the Krasnoyarsk region. *In: Current problems of modern paleoalgology. Nauka, Kiev*, 31-37.
- Miller, C.G.; Sutherland, S.J.E.; Dorning, K.J. 1997. Late Silurian (Ludlow-Pridoli) microfossils and sedimentation in the Welsh Basin near Clun, Shropshire. *Geological Journal*, **32**:69-83.
- Moczydłowska, M. 2008. New records of late Ediacaran microbiota from Poland. *Precambrian Research*, **167**:71-92.
- Nagovitsin, K. E.; Kochnev, B.B. 2015. Microfossils and biofacies of the Vendian fossil biota in the southern Siberian Platform. *Russian Geology and Geophysics*, **56**:584,593.
- Naumova, S.N. 1949. Spory nizhnego kembriya (Spores from the lower Cambrian). *Izvestiya Akademii Nauk SSSR, Seriya Geologicheskaya*, **4**:49-56. (In Russian)
- Nemerov, V.K.; Stanevich, A.M.; Razvozhayeva, E.A.; Budyak, A.E.; Kornilova, T.A. 2010. Biogenic sedimentation factors of mineralization in the Neoproterozoic strata of the Baikal-Patom region. *Russian Geology and Geophysics*, **51**:572-586.
- Nestor, V. 2011. Chitinozoan biostratigraphy of the Pridoli Series of the East Baltic. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **60**:191–206.
- Ogurtsova, R.N. 1985. The plant microfossils of the Vendian-Lower Cambrian Maly Karatau reference section. *Ilim, Frunze*, 136 p. (In Russian)
- Oliveira, A.I.; Leonardos, O.H. 1943. *Geologia do Brasil*. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 472 p.
- Pandey, S.K.; Kumar, S. 2013. Organic walled microbiota from the silicified algal clasts, Bhandar Limestone, Satna Area, Madhya Pradesh. *Journal Geological Society of India*, **82**:499-508.
- Paula-Santos, G.M.; Babinski, M.; Kuchenbecker, M.; Caetano-Filho, S.; Trindade, R.I.F.; Pedrosa-Soares, A.C. 2015. New evidence of an Ediacaran age for the Bambuí Group in southern São Francisco craton (eastern Brazil) from zircon U–Pb data and isotope chemostratigraphy. *Gondwana Research*, **28**:702–720.
- Peng, Y.; Bao, H.; Yuan, X. 2009. New morphological observations for Paleoproterozoic acritarchs from Chuanlinggou Formation, North China. *Precambrian Research*, **168**:223-232.
- Perrella Júnior, P.; Uhlein, A.; Uhlein, G.J.; Sial, A.N.; Pedrosa-Soares, A.C.; Lima, O.N.B. 2017. Facies analysis, sequence stratigraphy and chemostratigraphy of the Sete Lagoas Formation (Bambuí Group), northern Minas Gerais State, Brazil: evidence of a cap carbonate deposited on the Januária basement high. *Brazilian Journal of Geology*, **47**(1):59-77.
- Perrodon, A. 1983. Dynamics of oil and gas accumulations. *Bulletin des centres de recherches exploration-production ELF-Aquitaine*. Mem. 5, 368 p.
- Pimentel, M.M.; Fuck, R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central. *Geology*, **20**:375-379.
- Pimentel, M.M.; Rodrigues, J.B.; Della Giustina, M.E.S.; Junges, S.; Matteini, M.; Armstrong, R. 2011. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt,

- central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentar provenance data. *Journal of South American Earth Sciences*, **31**:345-357.
- Porter, S.M.; Meisterfeld, R.; Knoll, A.H. 2003. Vase-shaped microfossils from the Neoproterozoic Chuar Group, Grand Canyon: A classification guided by modern testate amoebae. *Journal of Paleontology*, **77**:409-429.
- Porter, S.M.; Riedman, L.A. 2016. Systematics of organic-walled microfossils from the ~780-740 Ma Chuar Group, Grand Canyon, Arizona. *Journal of Paleontology*, **90**:815-853.
- Prasad, B.; Asher, R. 2001. Acritarch biostratigraphy and lithostratigraphic classification of the Proterozoic and Lower Paleozoic sediments (Pre-Unconformity Sequence) of Ganga Basin, India. *Paleontographica Indica*, **5**:1-155.
- Prasad, B.; Asher, R.; Borgohai, B. 2010. Late Neoproterozoic (Ediacaran) Early Paleozoic (Cambrian) Acritarchs from the Marwar Supergroup, Bikaner-Nagaur Basin, Rajasthan. *Journal Geological Society of India*, **75**:415-431.
- Pykhova, N.G. 1973. Dokembriskie akritarhi Moskovskogo graben I Yuzhnogo. *Obshchestva ispitately prirody otdel geologicheskii novaya*, **48**:91-107.
- Quadros, L.P. 1987. Ocorrência de Acritarchae (microfósseis marinhos) em sedimentos do Pré-Cambriano na área de Januária, MG, Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **1**(2):239.
- Ragozina, A.L.; Weis, A.F.; Afonin, S.A. 2003. Colonial Cyanobacteria of the genus Ostiana (*Microcystis*) from the Upper Vendian of Arkhangelsk Region. *Proceedings of SPIE*, **4939**:53-59.
- Reis, H.L.S.; Alkmim, F.F. 2015. Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: the Três Marias saliente, São Francisco basin. *Marine and Petroleum Geology*, **66**:711-731.
- Reis, H.L.S.; Suss, J. F. 2016. Mixed carbonate-siliciclastic sedimentation in forebulge grabens: An example from the Ediacaran Bambuí Group, São Francisco Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, **339**:83-103.
- Rimann, E.T. 1917. A kimberlita no Brasil. Ouro Preto, *Anais da Escola de Minas Gerais*, **15**:27-32.
- Rippka, R.; Deruelles, J.; Waterbury, J.B.; Herdman, M.; Stanier, R.Y. 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of Cyanobacteria. *Journal of General Microbiology*, **111**:1-61.
- Rodrigues, J.B. 2008. Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí – Um estudo de zircões detríticos e idades modelos Sm-Nd. *Universidade de Brasília, Tese de Doutorado*, 128 p.
- Samuelsson, J.; Butterfield, N.J. 2001. Neoproterozoic fossils from the Franklin Mountains, northwestern Canada: stratigraphic and palaeobiological implications. *Precambrian research*, **107**:235-251.
- Sanchez, E.A.M. 2010. Micropaleontologia aplicada na interpretação estratigráfica e paleoclimática da transição entre o Grupo Paranoá e o Supergrupo São Francisco (Neoproterozoico, Cabeceiras, GO). *Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado*, 124 p.

- Sanchez, E.A.M. 2015. Microbialitos e microfósseis da Formação Sete Lagoas, Neoproterozoico, Brasil: implicações geomicrobiológicas em um contexto de mudanças climáticas e evolutivas. *Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado*, 298 p.
- Schopf, J.W. 1968. Microflora of the Bitter Springs Formation, Late Precambrian, Central Australia. *Journal of Paleontology*, **42**(3):651-688.
- Schopf, J.W.; Blacic, J.M. 1971. New microorganisms from the Bitter Springs Formation (Late Precambrian) of the North-Central Amadeus Basin, Australia. *Journal of Paleontology*, **45**(6):925-961.
- Schopf, J.W.; Klein, C. 1992. The Proterozoic Biosphere: A multidisciplinary study. *Cambridge University Press*, Nova York, 1348 p.
- Schopf, J.W.; Sergeev, V.N.; Kudryavtsev, A.B. 2015. A new approach to ancient microorganisms: taxonomy, paleoecology, and biostratigraphy of the Lower Cambrian Berkuta and Chulaktau microbiotas of South Kazakhstan. *Journal of Paleontology*, **89**(5):695-729.
- Sergeev, V.N. 1984. Microfossils in the silicified columnar stromatolites from the Upper Riphean deposits of the Turukhansk Uplift. *Doklady Akademii Nauk*, **278**(2):436440. (In Russian)
- Sergeev, V.N. 1992. Silicified microfossils from the Precambrian and deposits of the southern Ural Mountains and Middle Asia. *Nauka, Moscow*, 134 p. (In Russian).
- Sergeev, V.N. 2001. Paleobiology of the Neoproterozoic (Upper Riphean) Shorikha and Burovaya silicified microbiotas, Turukhansk Uplift, Siberia. *Journal of Paleontology*, **75**:427-448.
- Sergeev, V.N. 2002. Silicified microfossils from the Vendian Yudoma Group, the Uchur-Maya Region of Siberia: Facies dependence and biostratigraphic potential. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **10**(6):547-564.
- Sergeev, V.N. 2006. Precambrian microfossils in cherts: Their paleobiology, classification and biostratigraphic usefulness. *GEOS, Moscow*, 280 p.
- Sergeev, V.N.; Knoll, A.H.; Kolosova, S.P.; Kolosov, P.N. 1994. Microfossils in cherts from the Mesoproterozoic Debengda Formation, the Olenek Uplift, Northeastern Siberia. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **2**(1):23-38.
- Sergeev, V.N.; Knoll, A.H.; Petrov, P.Y. 1997. Paleobiology of the Mesoproterozoic-Neoproterozoic transition: the Sukhaya Tunguska Formation, Turukhansk Uplift, Siberia. *Precambrian Research*, **85**:201-239.
- Sergeev, V.N.; Mudrenko L.M. 1997. Finds of fossilized microbial communities in microphytolites Nubecularites. *Doklady Earth Sciences*, **357**(4):524-528. (In Russian)
- Sergeev, V.N.; Seong-Joo, L. 2001. Microfossils from cherts of the Middle Riphean Svetlyi Formation, the Uchur-Maya Region of Siberia and their stratigraphic significance. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **9**(1):1-10.
- Sergeev, V.N.; Seong-Joo, L. 2004. New data on silicified microfossils from the Satka Formation of the Lower Riphean Stratotype, the Urals. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **12**(1):1-21.

- Sergeev, V.N.; Seongg-Joo, L. 2006. Real eukaryotes and precipitates first found in the Middle Riphean Stratotype, Southern Urals. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **14**(1):1-18.
- Sergeev, V.N.; Schopf, J.W. 2010. Taxonomy, paleoecology and biostratigraphy of the Late Neoproterozoic Chichkan Microbiota of South Kazakhstan: the Marine biosphere on the eve of metazoan radiation. *Journal of Paleontology*, **84**:363-401.
- Sergeev, V.N.; Sharma; M.; Shukla, Y. 2012 Proterozoic fossil cyanobacteria. *The Paleobotanist*, **61**(2):189-358.
- Sergeev, V.N.; Knoll, A.H.; Vorob'eva, N.G.; Sergeeva, N.D. 2016. Microfossils from the lower Mesoproterozoic Kaltasy Formation, East European Platform. *Precambrian Research*, **278**:87-107.
- Sergeev, V.N.; Vorob'eva, N.G.; Petrov, P.Y. 2017. The biostratigraphic conundrum of Siberia: Do true Tonian–Cryogenian microfossils occur in Mesoproterozoic rocks? *Precambrian Research*, **299**:282-302.
- Sharma, M.; Sergeev, V.N. 2004. Genesis of carbonate precipitate patterns and associated microfossils in Mesoproterozoic formations of India and Russia - a comparative study. *Precambrian Research*, **134**(4):317-347.
- Shepeleva, E.D. 1963. Spores from the Lower Devonian Beds of the Podol'ian Dniester River area. In: Material on regional stratigraphy of the USSR, Moskva, Krasnaya Zvezda SSSR, pp. 98-101.
- Shi, M.; Feng, Q.L.; Khan, M.Z.; Awramik, S.; Zhu, S.X. 2017. Silicified microbiota from the Paleoproterozoic Dahongyu Formation, Tianjin, China. *Journal of Paleontology*, **91**(3):369-392.
- Simonetti, C. 1994. Paleobiologia de sedimentos meso e Neoproterozoicos da porção meridional do cráton do São Francisco. Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, USP, Dissertação de Mestrado, 137 pp.
- Simonetti, C.; Fairchild, T.R. 1989. Paleobiologia de uma nova microflórula silicificada do Grupo Bambuí (Proterozoico Superior), da região de Unai, MG. *Boletim IGc USP*, **7**:1-25.
- Simonetti, C.; Fairchild, T.R. 2000. Proterozoic microfossils from subsurface siliciclastic rocks of the São Francisco Craton, south-central Brazil. *Precambrian Research*, **103**:1-29.
- Singh, V.K.; Sharma, M. 2016. Mesoproterozoic organic-walled microfossils from the Chapradih Formation, Chandrapur Group, Chhattisgarh Supergroup, Odisha, India. *Journal of Palaeontological Society of India*, **61**:75-84.
- Sommer, F.W. 1971. Microfósseis do Calcário Bambuí, de Pedro Leopoldo, Estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **43**:135-139.
- Souza Júnior, G.R.; Nogueira, A.C.R.; Neto, E.V.S.; Moura, C.A.V.; Araújo, B.Q.; Reis, F.A.M. 2016. Organic matter in the Neoproterozoic cap carbonate from the Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **72**:7-24.
- Srivastava, P. 2006. Meso–Neoproterozoic coated grains and palaeoecology of associated microfossils: The Deoban Limestone, Lesser Himalaya, India. *Palaeogeology, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **239**:241-252.

- Stanevich, A.M.; Maksimova, E.N.; Kornilova, T.A.; Gladkochub, D.P.; Mazukabzov, A.M.; Donskaya, T.V. 2009. Microfossils from the Arymas and Debengde Formations, the Riphean of the Olenek Uplift: Age and presumable nature. *Stratigraphy and Geological Correlation*, **17**:20-35.
- Stanier, R.Y.; Siström, W.R.; Hansen, T.A.; Whitton, B.A.; Castenholz, R.W.; Pfennig, N.; Gorlenko, V.N.; Kondratieva, E.N.; Eimhjellen, K.E.; Whittenbury, R.; Gherna, R.L.; Truper, H.G. 1978. Proposal to place the nomenclature of the cyanobacteria (bluegreen algae) under the rules of the International Code of Nomenclature of Bacteria. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **28**:335-336.
- Staplin, F.L. 1969. Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, **17**(1):47-66.
- Staplin, F. L. 1982. Determination of thermal alteration index from color of exinite (pollen, spores). In: How to Assess Maturation and Palaeotemperatures. SEPM Short Course, **7**:7-11.
- Steiner, M.; Li, G.; Qian, Y.; Zhu, M.; Erdtmann, B.D. 2007. Neoproterozoic to early Cambrian small shelly fossil assemblages and a revised biostratigraphic correlation of the Yangtze Platform (China). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **254**:67-99.
- Strother, P.K.; Battison, L.; Brasier, M.D.; Wellman, C.H. 2011. Earth's earliest nonmarine eukaryotes. *Nature*, **473**:505-509.
- Strother, P.K.; Wellman, C.H. 2016. Palaeoecology of a Billion-Year-Old Non-Marine Cyanobacterium from the Torridon Group and Nonesuch Formation. *Palaeontology*, **59**(1):89-108.
- Suslova, E.A.; Parfenova, T.M.; Saraev, S.V.; Nagovitsyn, K.E. 2017. Organic geochemistry of rocks of the Mesoproterozoic Malgin Formation and their depositional environments (*southeastern Siberian Platform*). *Russian Geology and Geophysics*, **58**:516-528.
- Tang, Q.; Pang, K.; Xiao, S.; Yuan, Z.; Ou, Z.; Wan, B. 2013. Organic-walled microfossils from the early Neoproterozoic Liulaobei Formation in the Huainan region of North China and their biostratigraphic significance. *Precambrian Research*, **236**:157-181.
- Tang, Q.; Pang, K.; Yuan, X.; Wan, B.; Xiao, S. 2015. Organic-walled microfossils from the Tonian Gouhou Formation, Huaibei region, North China Craton, and their biostratigraphic implications. *Precambrian Research*, **266**:296-318.
- Tang, Q.; Hughes, N.C.; McKenzie, N.R.; Mirow, X. 2017. Late Mesoproterozoic – Early Neoproterozoic Organic walled microfossils from the Madhubani Group of the Ganga Valley, northern India. *Palaeontology*, 1-23.
- Thuret, G. 1875. Essai de classification des nostochinees. *Annales des sciences naturelles, Botanique*, **1**:372-382.
- Timofeev, B.V. 1966. Micropaleophytological Research into ancient strata. Nauka, Leningrad, 147 p. (English translation 1974, British Library-Landing Div., London, 214 p.
- Timofeev, B. V.; Hermann, T.N.; Mikhailova, N.S. 1976. Microphytofossils from the Precambrian, Cambrian and Ordovician. Nauka, Leningrad, 106 p.

- Tiwari, M. 1999. Organic-walled microfossils from the Chert–phosphorite Member, Tal Formation, Precambrian–Cambrian Boundary, India. *Precambrian Research*, **97**: 991-113.
- Tiwari, M.; Pant, C.C. 2004. Organic-walled microfossils from the Neoproterozoic black phosphatic stringers in the Gangolihat Dolomite, Lesser Himalaya, India. *Current Science*, **87**(12):1733-1738.
- Tiwari, M.; Pant, I. 2009. Microfossils from the Neoproterozoic Gangolihat Formation, Kumaun Lesser Himalaya: Their stratigraphic and evolutionary significance. *Journal of Asian Earth Sciences*, **35**:137-149.
- Tobias, T. C. 2014. Micropaleontologia da Formação Tamengo, Eco Parque Cacimba da Saúde, Ediacarano, Grupo Corumbá, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado*, 88 p.
- Tomescu, A.M.F.; Klymiuk, A.A.; Matsunaga, K.K.S.; Bippus, A.C.; Shelton, G.W.K. 2016. Microbes and the Fossil Record: Selected Topics in Paleomicrobiology. Springer International Publishing Switzerland, C.J. Hurst (ed.), Their World: A Diversity of Microbial Environments Advances in Environmental Microbiology, **3**:69-169.
- Traverse, A. 1988. Paleopalynology. 1<sup>o</sup> Edition, London, Unwin Hyman, 600 p.
- Turnau, E.; Racki, G. 1999. Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland). *Review of Paleobotany and Palynology*, **106**:237-271.
- Turner, R.E. 1984. Acritarchs from the type area of Ordovician Caradoc Series, Shropshire, England. *Palaeontographica Abteilung*, **190**:87-157.
- Uhlein A.; Trompette R.; Egydio-Silva M. 1995. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton do São Francisco. *Geonomos*, **3**(1):99-107.
- Vieira, L.C.; Nédélec, A.; Fabre, S.; Trindade, R.; Almeida, R.P. 2015. Aragonite Crystal fans in Neoproterozoic cap carbonates: a case study from Brazil and implications for the Post–Snowball Earth Coastal Environment. *Journal of Sedimentary Research*, **85**:285-300.
- Vorob'eva, N. G.; Sergeev, V. N.; Knoll, A. H. 2009. Neoproterozoic microfossils from the northeastern margin of the East European Platform. *Journal of Paleontology*, **83**:161–196.
- Vorob'eva, N. G.; Petrov, P.Y. 2014. The Genus *Vendomyces* Burzin and Facies–Ecological Specificity of the Staraya Rechka Microbiota of the Late Vendian of the Anabar Uplift of Siberia and Its Stratigraphic Analogues. *Paleontological Journal*, **48**(6):655-666.
- Vorob'eva, N. G.; Sergeev, V. N.; Petrov, P.Y. 2015. Kotuikan Formation assemblage: a diverse organic-walled microbiota in the Mesoproterozoic Anabar succession, northern Siberia. *Precambrian Research*, **256**:201–222.
- Walde, D.H.G.; Do Carmo, D.A.; Guimarães, E.M.; Vieira, L.C.; Erdtmann, B.D. & Sanchez, E.A.M.; Adorno, R.R.; Tobias, T.C. 2015. New aspects of Neoproterozoic–Cambrian transition in the Corumbá region (state of Mato Grosso do Sul, Brazil). *Annales de Paléontologie*, **101**:213-224.

- Warren, L.V.; Quaglio, F.; Riccomini, C.; Simões, M.G.; Poiré, D.G.; Strikis, N.M.; Anelli, L.E.; Strikis, P.C. 2014. The puzzle assembled: Ediacaran guide fossil *Cloudina* reveals an old proto-Gondwana seaway. *Geology*, **42**:391-394.
- Weber, B.; Steiner, M.; Zhu, M.Y. 2007. Precambrian – Cambrian trace fossils from the Yangtze Platform (South China) and the early evolution of bilaterian lifestyles. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **254**:328-349.
- Wettstein, R. 1924. Handbuch der Systematischen Botanik. Leipzig, Wien, 1024 p.
- Whittaker, R.H. 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science*. **163**(3863):150–160.
- Woese, C.R.; Fox, G.E. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **74**(11):5088-5090.
- Wright, R.P.; Meyers, W.C. 1981. Organic-walled microplankton in the subsurface Ordovician of Northeastern Kansas. Kansas geological survey. *Subsurface geology series*, **4**:1-53.
- Xiao, S.; Knoll, A.H. 2000. Phosphatized animal embryos from the Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng'an, Guizhou, South China. *Journal of Paleontology*, **74**(5):767-788.
- Yankauskas, T.V.; Mikhailova, N.S.; German, T.N. 1989. Mikrofossilii dokembriya SSSR (Precambrian Microfossils of the USSR), Leningrad: Nauka, 191 p.
- Yin, L.; Guan, B. 1999. Organic walled microfossils of Neoproterozoic Dongjia Formation, Lushan County, Henan province, North China. *Precambrian Research*, **94**:121-137.
- Yin, L.; Yuan, X. 2007. Radiation of Meso-Neoproterozoic and early Cambrian protists inferred from the microfossil record of China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **254**:350–361.
- Yin, L.; Yang, R.; Peng, J.; Kong, F. 2009. New data regarding acritarch biostratigraphy from the Early-Middle Cambrian Kaili Formation in Chuandong, Guizhou Province, China. *Progress in Natural Science*, **19**(1):107-114.
- Zaine, M.F. 1991. Análise dos fósseis de parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e seu contexto temporal e paleoambiental. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 215 p.
- Zang, W.L.; Walter, M.R. 1992a. Late Proterozoic and Early Cambrian microfossils and biostratigraphy, northern Anhui and Jiangsu, central-eastern China. *Precambrian Research*, **57**:243-323.
- Zang, W.; Walter, M.R. 1992b. Late Proterozoic and Cambrian microfossils and biostratigraphy, Amadeus Basin, central Australia. *Association of Australian Palaeontologists Memoirs*, **12**:132.
- Zang, W.L. 1995. Early Neoproterozoic sequence stratigraphy and acritarch biostratigraphy, eastern Officer Basin, South Australia. *Precambrian Research*, **74**:119-175.
- Zhang, Y.; Yin, L.; Xiao, S.; Knoll, A.H. 1998. Permineralized fossils from the terminal Proterozoic Doushantuo Formation, south China. *Paleontological Society Memoir*, 52 p.