

ESTROMATÓLITOS COLUNARES NA BASE DO GRUPO MACAÚBAS, NORDESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO (MG): PALEONTOLOGIA E AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO.

Lucio Mauro Soares Fraga¹; Soraya de Carvalho Neves²; Gabriela Luiza Pereira Pires³;
Adriano Luiz Tibães²; Alexandre Uhlein⁴.

Recebido em 7 de março de 2013; aceito em 29 de agosto de 2013

1 – Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFMG e Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. luciofraga@dout.edu.br

2 – Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. soraneves@yahoo.com.br; adrianotibaes@yahoo.com.br

3 - Programa de Pós-Graduação em Geologia da UFMG. gabriela@lopan.eti.br

4- Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia e Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa. auhlein@gmail.com

RESUMO: Na região nordeste da Serra do Espinhaço Meridional são encontrados metassedimentos da base do Grupo Macaúbas, constituídos por quartzitos, camadas de metapelitos e rochas metacarbonáticas, depositadas em diferentes ambientes de sedimentação: continental, transicional e marinho. Na Formação Domingas ocorrem camadas de metapelitos contendo lentes isoladas de dolomitos com um rico conteúdo paleontológico formado por estruturas estromatolíticas colunares. Em trabalhos de campo recentes foram encontradas e descritas duas lentes de dolomitos na região de Inhaí (região da Fazenda Boqueirão) e uma lente já conhecida, localizada na calha do Rio Jequitinhonha. Nestas regiões foram descritas a morfologia e a geometria das estruturas biogênicas, além da petrografia das rochas carbonáticas e das rochas metapelíticas associadas. Este estudo concentra-se na descrição dos morfotipos de estromatólitos, classificados de acordo com sua macro e mesoestrutura, conforme o grau de herança laminar e o tipo de ramificações encontradas. Desta forma, foram identificados dois morfotipos distintos de estromatólitos onde, as formas cônicas sem ramificações, apresentaram alto grau de herança laminar, sendo então classificados como *Conophyton garganicum*. As formas ramificadas, geralmente com dicotomas paralelos e de crescimento muito convexo, foram classificadas como *Jacutophyton*. A geometria dos corpos dolomíticos, o conteúdo paleontológico e sua posição estratigráfica associada a sedimentação pelítica, sugerem que estas rochas foram formadas a partir de precipitações bioquímicas em águas pouco profundas (submaré rasa) dentro de um ambiente costeiro.

Palavras Chaves: Estromatólito; Grupo Macaúbas; Proterozóico; *Conophyton*; *Jacutophyton*.

ABSTRACT: COLUMNAR STROMATOLITES AT THE BASE OF MACAÚBAS GROUP, NORTHEAST OF ESPINHAÇO RIDGE (MG): PALEONTOLOGY AND SEDIMENTARY ENVIRONMENT- The rocks at the base of the Macaúbas Group that outcrop in the northeastern of Espinhaço Ridge are constituted mainly by quartzites followed by layers of metapelites and metacarbonates rocks, deposited in fluvial, marine and coastal environments, of Neoproterozoic age. At the top of metapelites layers of the Domingas Formation, occur isolated lens of dolomites containing a rich paleontological content composed of columnar stromatolitic structures. After recently field trips where they were identified new lenses of dolomites in the Boqueirão Farm (Inhaí/Diamantina region) and the lens already know, in the Jequitinhonha river, trough was described the morphology and geometry of biogenic structures found, besides the petrography of carbonates and metapelitic rocks associated. In this study the stromatolites were classified by the macro and mesostructures, depending on the degree of laminar and heritage branch type found. In this way, were described two distinct morphotypes of stromatolites where conical shapes without branches, showed a high degree of laminar heritage, being so classed as *Conophyton garganicum*. The branched shapes, usually with parallel dicotomas and convex growth were classified as *Jacutophyton*. The geometry of the dolomitic bodies, the paleontological content and stratigraphic position association of pelitic sedimentation, suggest that these rocks were formed from biochemical precipitation in waters sufficiently deep (subtidal shallow) within a coastal environment.

Keywords: Stromatolites; Macaúbas Group; Proterozoic; *Conophyton*; *Jacutophyton*.

1. INTRODUÇÃO

Na região nordeste da Serra do Espinhaço mineira ocorrem diversos corpos de rochas dolomíticas, na forma de lentes isoladas, contendo estruturas estromatolíticas colunares, relacionadas à Formação Domingas, base do Grupo Macaúbas. Análises isotópicas de C, O e Sr, realizadas nestas mesmas lentes, correlacionam estas rochas com a curva isotópica para o período Neoproterozóico (Fraga et al., 2011). Os estromatólitos representam estruturas biogênicas primitivas desenvolvidas por cianobactérias em atividade desde o Arqueano, com maior expansão no Proterozóico, final do Rifeano, entre 950 e 650 Ma (Cloud & Semikhatov, 1969; Walter et al., 1992).

Em Minas Gerais, estromatólitos neoproterozóicos são encontrados em rochas carbonáticas dos Grupos Bambuí e Paranoá

(Dardenne et al., 1972; Dardenne & Campos Neto, 1975; Nogueira e Dardenne, 1992) e Grupo Vazante (Cloud e Dardenne, 1973; Dardenne, 2005), já extensamente estudados.

Destacam-se também importantes trabalhos sobre estromatólitos em outros estados do Brasil: na Formação Caboclo, Grupo Chapada Diamantina (Srivastava e Rocha, 1999a e b) e na Formação Salitre, Grupo Una (Srivastava, 1982), ambos na Bahia; nos Grupos Açungui e Itaiacoca em São Paulo e Paraná (Guimarães et al., 2002; Sallun Filho & Fairchild, 2004; Silva, 2010); Formação Bocaina, Grupo Corumbá (Zaine, 1991; Boggiani, 1997) no Mato Grosso do Sul. Entretanto, poucos são os registros na literatura sobre os estromatólitos em rochas carbonáticas do Grupo Macaúbas.

Nesta pesquisa foram descritas, a partir de critérios morfológicos (ramificações, laminação interna e microestruturas), as estruturas

estromatolíticas encontradas nas lentes dolomíticas, assim como a descrição litológica e estruturas sedimentares encontradas nas rochas metapelíticas associadas do Grupo Macaúbas. Para a descrição das estruturas estromatolíticas foram utilizados os trabalhos de Srivastava (2004), Sallun Filho & Fairchild (2005) e Silva (2010).

Este trabalho vem contribuir para o conhecimento sobre a paleogeografia da bacia Macaúbas, assim como no registro paleontológico de novas ocorrências de formas primitivas de vida, no Estado de Minas Gerais.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO DA REGIÃO NORDESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO

O Grupo Macaúbas compreende o domínio da Faixa Araçuai (Neoproterozóico), estrutura orogênica desenvolvida durante o Ciclo Brasileiro (Uhlein, 1991; Pedrosa Soares *et al.*, 1992; Uhlein *et al.*, 1995) Geograficamente a área situa-se na porção nordeste da Serra do Espinhaço, onde ocorrem as rochas da base do Grupo Macaúbas (Formações

Duas Barras e Domingas).

A Formação Domingas (Noce *et al.*, 1997) aflora de forma descontínua ao longo da calha do Rio Jequitinhonha e próximo ao distrito de Inhaí, na localidade da Fazenda Boqueirão. Os afloramentos desta unidade são constituídos por camadas de metassiltitos maciços e metapelitos laminados, contendo no topo, lentes de dolomito cinzento composto por estruturas estromatolíticas.

Na calha do Rio Jequitinhonha aflora uma lente, com cerca de 20 metros de espessura e 50 metros de extensão, descrita pela primeira vez em Schöll (1976). Neste trabalho, serão descritas duas novas lentes menores e alinhadas, encontradas na Fazenda Boqueirão, intercaladas no topo de pacote de metapelitos laminados. Os corpos de dolomitos descritos neste trabalho serão identificados, respectivamente, por Lente A e Lente B, localizados na Figura 1 (Coordenadas UTM 23K da Lente A: 659415E – 8022593N e Lente B: 652083E – 8022630N; 651840E – 8023408N, datum SAD 69).

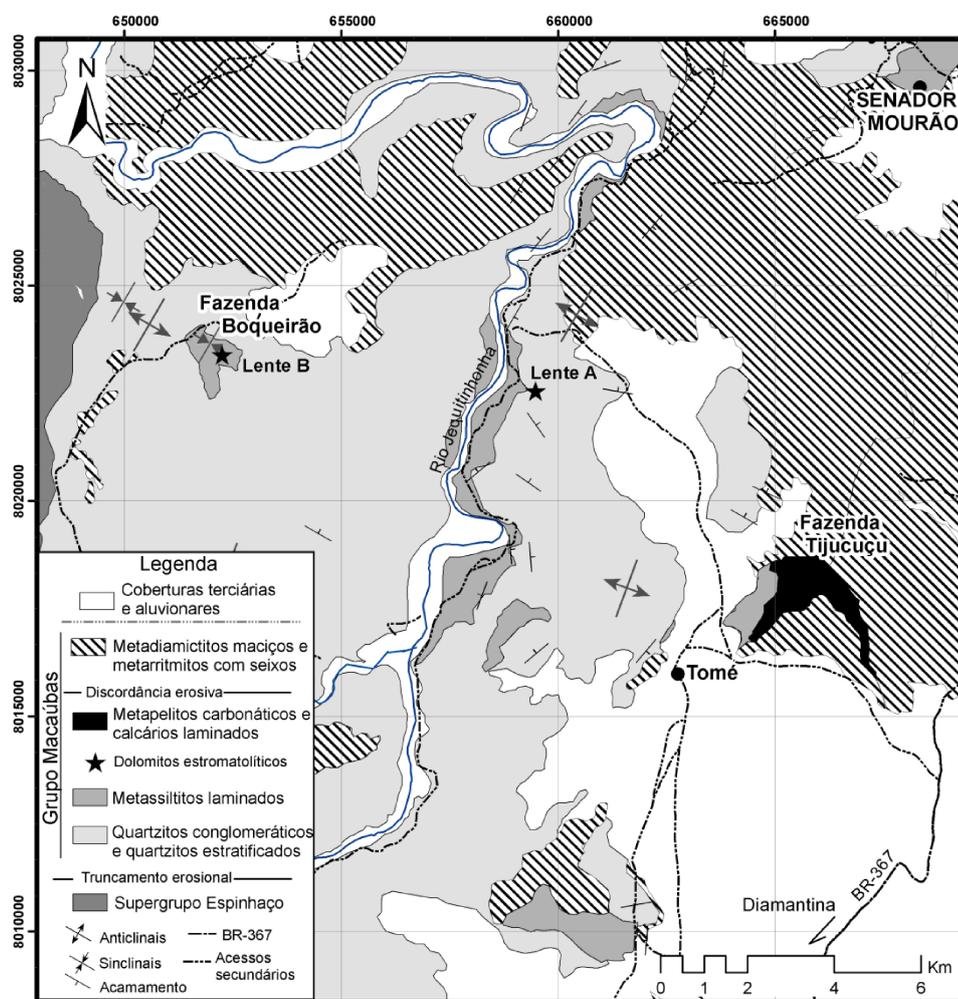


Figura 1 - Mapa geológico simplificado da região nordeste da Serra do Espinhaço Meridional, destacando a localização das lentes dolomíticas (lentes A e B), contendo os estromatólitos estudados (modificado de Fraga, 1999).

A base do Grupo Macaúbas é constituída essencialmente por quartzitos conglomeráticos e estratificados depositados em sistema fluvial, relacionado à Formação Duas Barras (Noce *et al.*, 1997; Fraga, 1999). A Formação Domingas é constituída por camada de metassiltito contendo no topo, corpos isolados de rocha dolomítica. Fraga *et al.* (2010) descreve novas camadas de metassedimentos siliciclásticos e metassedimentos carbonáticos laminados sobre a Formação Domingas, encontrados na região da Fazenda Tijucuçu (Figura 1).

O registro glacial na bacia Macaúbas é marcado por camadas de metadiamicritos maciços da Formação Serra do Catuni, depositados sobre uma profunda discordância erosiva, cortando todas as formações encontradas na base do Grupo Macaúbas (Karfunkel & Hoppe, 1988; Noce *et al.*, 1997; COMIG, 1997 – Projeto Espinhaço; CPRM-CODEMIG, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A base desta pesquisa consistiu de trabalhos de campo com o objetivo de mapeamento e delimitação das lentes carbonáticas, existentes entre a região de Inhaí e a calha do Rio Jequitinhonha (Couto de Magalhães de Minas), região nordeste da Serra do Espinhaço. Os levantamentos utilizaram GPS de navegação, cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens de satélites. As descrições foram feitas *in situ*, explorando as porções marginais e centrais dos afloramentos com o objetivo de caracterizar a geometria e as variações faciológicas.

No local foram realizados croquis de detalhes, em tamanho real, destacando a laminação e as ramificações nas estruturas dos estromatólitos. Para isto foi necessária, inicialmente, a limpeza dos afloramentos, quando então foi retirado o limo impregnado na rocha, possibilitando a observação mais clara das estruturas. Sobre as principais variações das estruturas ou em diferentes posições de crescimento dos estromatólitos, foi fixada uma lâmina plástica, as linhas de crescimento e ramificações foram copiadas para posterior comparação com a literatura e identificação dos morfotipos envolvidos nestas colônias.

No laboratório as amostras foram cortadas e analisadas em lupa binocular para descrição macroscópica. Parte do material coletado foi enviada ao Laboratório de Laminação do Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa-CPMTC/IGC/UFMG, onde foram serradas e confeccionadas as lâminas delgadas para as descrições microscópicas. Os resultados obtidos foram comparados com a literatura existente, para conclusão sobre os morfotipos existentes na área.

4. RESULTADOS

4.1. Descrição da sucessão sedimentar

As lentes de dolomito estromatolítico estão intercaladas no topo do pacote de rochas metapelíticas da Formação Domingas. Na região estudada, estas camadas podem ser encontradas com até mais de 50 metros de espessura, ocorrendo desde regiões próximas ao contato com Supergrupo Espinhaço até afloramentos isolados ao longo da calha do Rio Jequitinhonha.

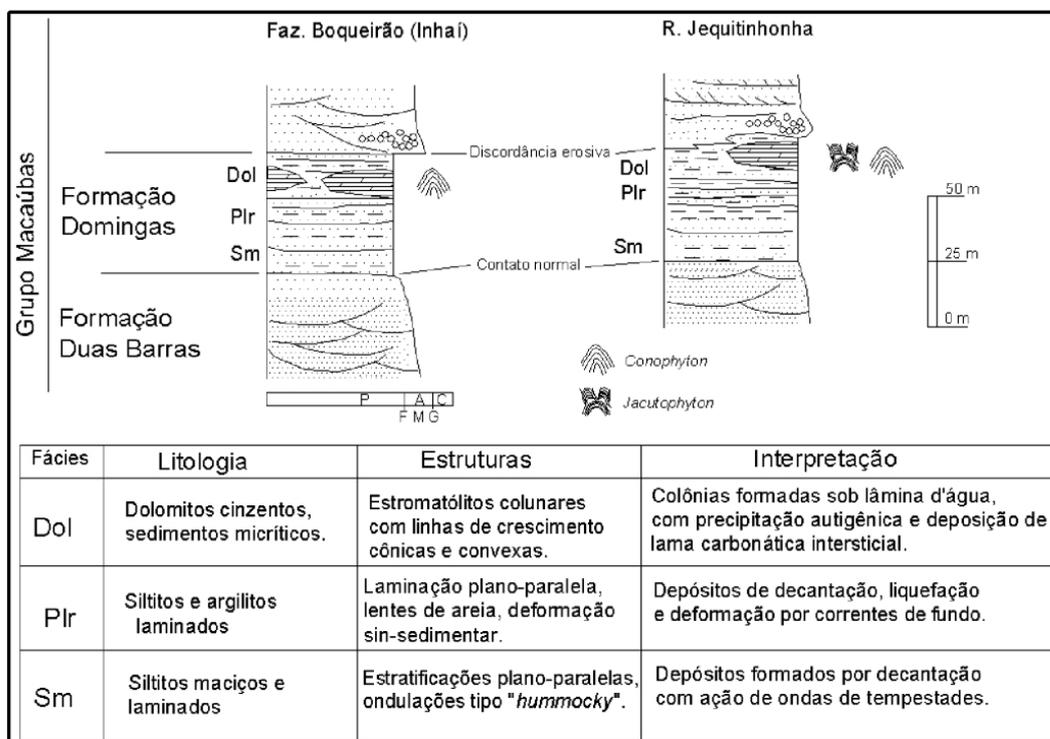


Figura 2 - Estratigrafia da Formação Domingas a partir da interpretação das estruturas e litologias sedimentares. Colunas levantadas na região da Fazenda Boqueirão/Inhaí (lente B) e na calha do Rio Jequitinhonha (lente A).

Este pacote de rochas foi originalmente depositado como camadas de siltitos maciços (Sm), em contato normal sobre os arenitos fluviais da Formação Duas Barras (Figura 2). Estas rochas formam camadas tabulares com espessura variável onde, nas camadas mais espessas (até 30 cm), foram identificadas possíveis estratificações convexas do tipo *hummocky* (estratificações cruzadas por ação de ondas de tempestade). Acima dos siltitos maciços, afloram camadas de siltitos e argilitos com laminação plano-paralela (Plr), localmente com níveis arenosos e carbonáticos (margas). Dentro destas camadas encontram-se preservadas diversas estruturas sin-depositacionais entre elas: estruturas de carga e fluidização, brechas e dobramentos convolutos. Acima destas camadas ocorrem lentes de dolomitos cinzentos, isoladas, contendo estruturas estromatolíticas colunares (Dol). Em direção ao topo, retornam as fácies fluviais (arenitos grossos com estratificações cruzadas) em contato erosivo. As camadas de metadiamicititos da Formação Serra do Catuni encontram-se depositada sobre uma paleosuperfície erosiva que corta todas as camadas de rochas da base do Grupo Macaúbas (Figura 1).

4.2. DESCRIÇÃO DOS ESTROMATÓLITOS DO GRUPO MACAÚBAS

Os estromatólitos encontrados na Formação Domingas constituem um importante acervo de estruturas biogênicas, com predominância de estromatólitos colunares. Representam o primeiro registro de vida Neoproterozóica na Bacia Macaúbas.

Em ambos os afloramentos (lentes A e B), as macroestruturas dos morfotipos básicos estão distribuídas em colunas pontiagudas, lateralmente contínuas, de forma cônica, normalmente sem ramificações. Entretanto, na lente que aflora na calha do Rio Jequitinhonha (lente A, Figura 3A) ocorre estromatólitos lateralmente descontínuos e ramificados, caracterizados pelo desenvolvimento e crescimento de dicotomas geralmente paralelos em colunas sinuosas.

Na região da Fazenda Boqueirão ocorrem duas lentes alinhadas (lente B) uma com 10 metros de altura e 20 metros de extensão lateral e a outra com 20 metros de altura e 50 metros de extensão lateral.

Nestas lentes os morfotipos pontiagudos, em relação ao contorno em planta, apresentam estruturas elipsoidais interligadas, com diâmetros variando entre 20 e 12 centímetros. Na mesoestrutura predomina o perfil laminar pontiagudo, com zona axial e estrutura laminar marginal infletida. Mostram superposição parcial das linhas de crescimento, com médio a alto grau de herança laminar (Figura 3b), o que caracteriza o tipo *Conophyton*.

Na lente encontrada na calha do Rio Jequitinhonha ocorrem estromatólitos ramificados e não-ramificados juntos, no mesmo nível estratigráfico. Os estromatólitos colunares não-ramificados mostram macroestrutura e mesoestrutura idênticas àquelas encontradas na lente da Fazenda Boqueirão, ou seja, lateralmente contínuos e pontiagudos. Este morfotipo foi classificado por Schöll (1976) como *Conophyton metula* Kirichenko.

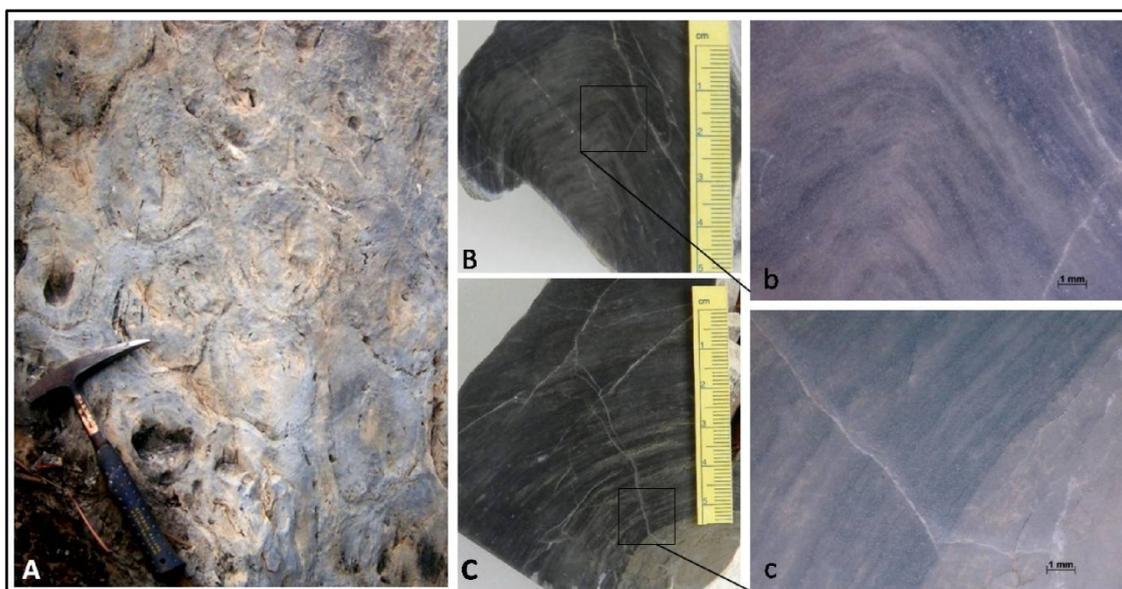


Figura 3 - (A) Afloramento de dolomito estromatolítico encontrado na calha do Rio Jequitinhonha (Lente A). (B) linhas de crescimento lateral e (b) alto grau de herança laminar (seção basal, aumento 65x). (C) linhas de crescimento radial e (c) variação na espessura dos níveis de cinza no início de crescimento (seção basal, aumento 65x).

Os estromatólitos colunares ramificados, lateralmente descontínuos, formam ramificações dicotomas paralelas e, mais raramente, ramificações moderadamente divergentes (Figura 4A). Compõem colunas de poucos centímetros até 1,5 metros de altura, ligeiramente inclinadas, com espaçamento de 1 a 5 centímetros entre as colunas, preenchido por sedimento micrítico. Dentro dos sedimentos micríticos não são encontradas feições erosivas ou fragmentos detríticos entre as bioconstruções (Figura 4).

Os morfotipos ramificados quando vistos em planta, apresentam uma diminuição no diâmetro elíptico da laminação, em direção ao topo das

colunas. O maior diâmetro medido na base foi de 26 centímetros e o menor diâmetro, medido na base, foi de 15 centímetros (Figura 5). A média de medidas de espessura da laminação cinza claro foi de 0,5 centímetros e, na média da laminação cinza-escuro, foi de 0,3 centímetros.

Na mesoestrutura, estes morfotipos apresentam perfil laminar, moderadamente convexos a muito convexo, moderado grau de herança laminar e estrutura laminar marginal infletida, com superposição parcial (Figura 4B e C). As características estruturais encontradas nestes estromatólitos os identificam como do tipo *Jacutophyton* (Figura 5 e 6).

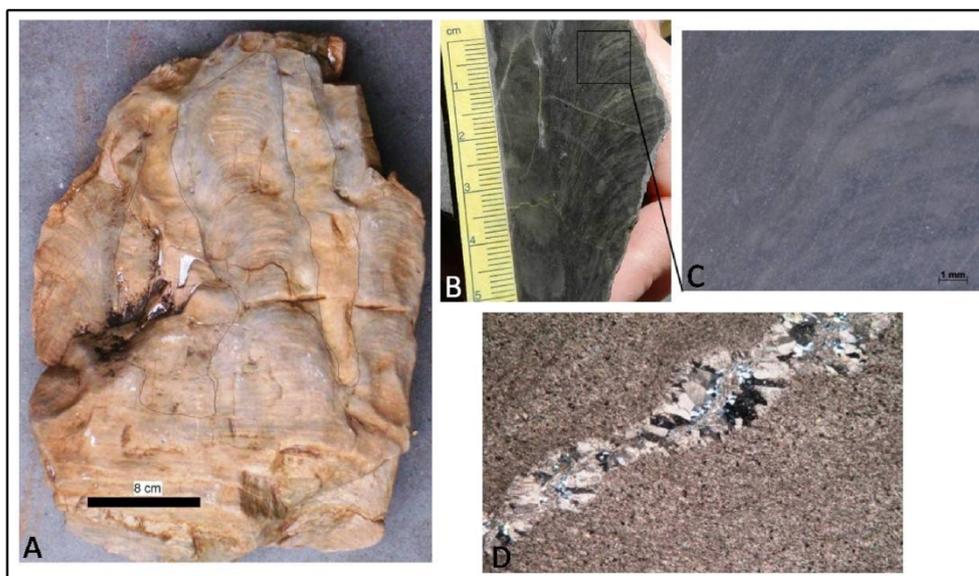


Figura 4 - (A) amostra de estromatólito *Jacutophyton* encontrado na Lente A. (B) Linhas de crescimento vertical e (c) estrutura marginal infletida (Seção vertical, aumento 65x). (D) Matriz de sedimentos micríticos com recristalização de quartzo e sericita nos planos de clivagem.

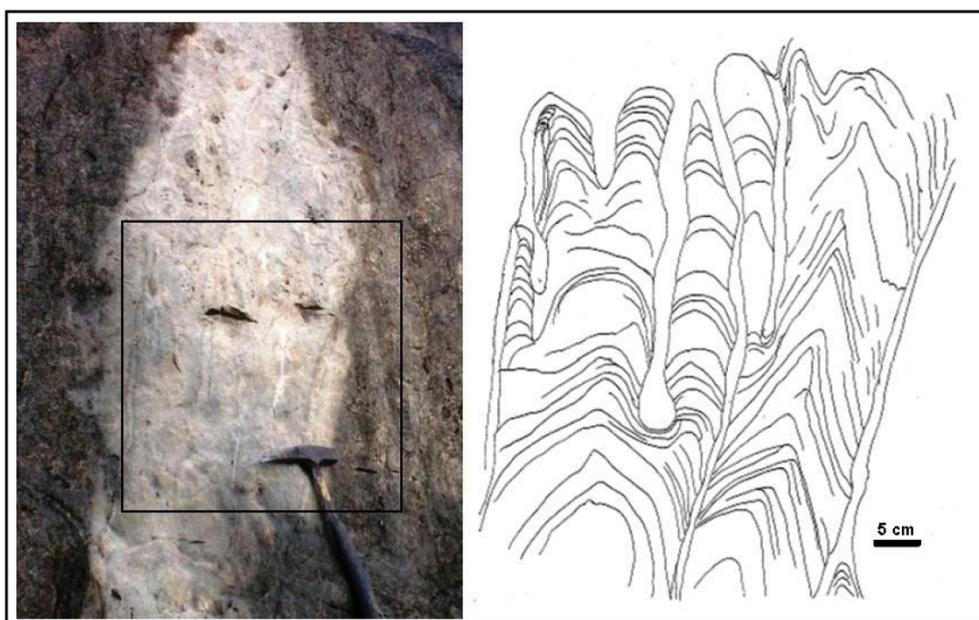


Figura 5 - Detalhe dos estromatólitos colunares ramificados da Lente A, contendo colunas bifurcadas e forma muito convexa (*Jacutophyton*). Entre as colunas ocorre sedimento micrítico sem fragmentos esqueletais.

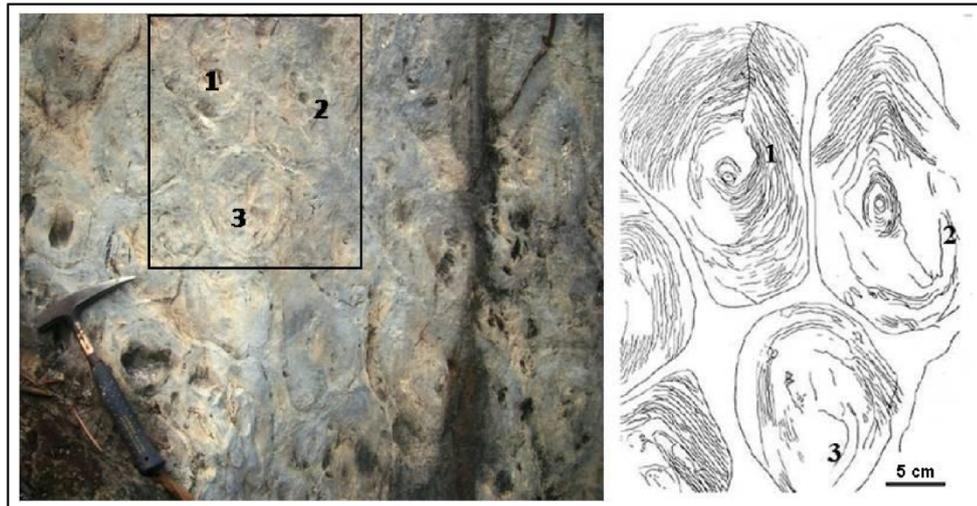


Figura 6 - Detalhe da seção basal dos estromatólitos da Lente A, onde pode ser observada a forma elíptica e o espaçamento (de 1 a 3 centímetros) entre as colunas, preenchido por micrita.

Estromatólitos colunares, principalmente do tipo *Conophyton*, são comuns em ambientes marinhos, plataformais ou de planície de maré, em pontões e baías expostas na porção intermaré inferior (Srivastava, 2004). A altura das colunas indica a disputa pela zona fótica, formadas em ambiente de baixa energia, abaixo da ação de ondas e marés (Knoll, 1985).

Sallun Filho & Fairchild (2005) caracterizam diferentes morfotipos de estromatólitos através das características morfológicas e o grau de herança laminar das linhas de crescimento. Neste sentido, o alto grau de herança laminar apresentado pelos estromatólitos do tipo *Conophyton* do Grupo Macaúbas (Figura 3B e 3b) demonstram semelhanças com as formas atribuídas ao *Conophyton garganicum*, descritos da Faixa Ribeira (Pires & Tibães, 2010; Sallun Filho & Fairchild, 2005).

4.3. Interpretação paleoambiental

Os estromatólitos são estruturas biogênicas muito distintas e possuem grande distribuição em estratos do Pré-cambriano. Eles são especialmente abundantes no proterozóico e em conjunto com outros morfotipos, formam uma importante associação de estromatólitos colunares podendo ser encontrados desde o Rifeano inferior (1650 – 1350 Ma) até o Rifeano superior (950 – 670 Ma.) (Srivastava, 2004).

Uma das principais características dos estromatólitos do Grupo Macaúbas é a coexistência de *Conophyton* e *Jacutophyton* na mesma camada de calcário dolomítico, formando uma associação específica.

Esta associação *Conophyton-Jacutophyton* tem como principal característica ambiental a falta de fornecimento sedimentar externo, ou seja, não há intercalações pelíticas entre eles, sendo que todo o

espaço inter-colunar é representado por micrita, preenchendo os espaços vazios (Bertrand-Sarfati & Moussine-Pouchkine, 1985).

A ausência de feições de dissecação ou brechas, junto com o constante fornecimento de lama carbonática, indica sua posição de submaré rasa, dentro de um sistema costeiro protegido de ondas, mas dominado pelo avanço de marés. Dentro das lentes dolomíticas ocorrem truncamentos sub-horizontais nas colunas estromatolíticas, indicando sua exposição em vários episódios sem deposição de camada pelítica entre eles.

O evento responsável por estas feições implica num importante aumento temporário na energia do ambiente. No topo das lentes ocorre um evento mais significativo, associado a uma mudança no nível do oceano ou a uma variação climática, seguido de mudança no tipo de sedimento depositado, passando de carbonatos para pelitos e arenitos.

Tais situações ambientais podem ser encontradas dentro do ambiente costeiro dominado por marés com águas pouco profundas (submaré rasa). Os canais da intermaré inibem o crescimento das ligações laterais entre as estruturas, formando as lentes isoladas. A ação do ciclo de marés, onde o recuo da maré baixa corre a somatório de fluxos oscilatórios provocados pela maré e por fluxos unidirecionais provenientes do continente, provocam o isolamento dos pacotes estromatolíticos.

5. CONCLUSÕES

As lentes dolomíticas que ocorrem na Fazenda Boqueirão e a lente que ocorre na calha do Rio Jequitinhonha, apresentam o mesmo conteúdo de estruturas estromatolíticas e ocorrem encaixadas no

topo das camadas de metapelitos laminados da Formação Domingas.

Os pacotes isolados de dolomitos estromatolíticos, lateralmente contíguos a camadas de metapelitos laminados indicam que, originalmente, estes sedimentos desenvolveram-se numa plataforma carbonática caracterizada por um complexo sistema de planície de maré. As lentes arenosas na base do pacote pelítico, foram formadas por influência de correntes de fundo na zona intermaré inferior, possivelmente por canais descendentes de maré, separando lagunas dentro da plataforma carbonática.

Na submaré rasa, fora da ação das correntes de maré e abaixo da lâmina d'água, instalaram-se colônias de estromatólitos colunares caracterizados pela associação dos morfotipos *Conophyton-Jacutophyton*.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG e PRPG/UFVJM pelo apoio financeiro e logístico. Agradecem também aos Laboratórios: GEMA e LAEP – Núcleo de Geociências / CITec – UFVJM; CPMTC-IGC/UFMG, pela confecção das lâminas petrográficas. Os autores agradecem ao Professor Narendra Srivastava e ao geólogo William Sallun Filho pela revisão e importantes contribuições a este trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertrand-Sarfati J. & Moussine-Pouchkine A. 1985. Evolution and environmental conditions of *Conophyton-Jacutophyton* association in Atar Dolomite (Upper Proterozoic, Mauritania). *Precambrian Research*, 29: 207-234.
- Boggiani P.C. 1997. Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozóico) – Mato Grosso do Sul. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências – USP, 181 p.
- Cloud P. & Dardenne M. 1973. Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 1673-1676.
- Cloud P. & Semikhatov M.A. 1969. Proterozoic stromatolitic zonation. *American Journal of Science*, 267: 1017-1061.
- COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais 1997 (Belo Horizonte). Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos e anexos), escala 1:100.000. Coord. e Edit. Gossi-Sad J.M., Lobato L.M., Pedrosa-Soares A.C., Soares-Filho B.S. Belo Horizonte, 2693p.
- CPRM-CODEMIG 2003. Mapa Geológico de Minas Gerais, escala 1:1.000.000. Belo Horizonte, Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, CD-ROM.
- Dardenne, M.A., Mello S.M.G., Moeri E. 1972. *Conophyton*: um fóssil index do Precambriano no Grupo Bambuí. *Ciênc. Cult.*, 24 (2):199-203.
- Dardenne M.A. & Campos Neto M.C. 1975. Estromatólitos colunares na Série Minas (MG). *Revista Brasileira de Geociências*, 5:99-105.
- Dardenne M.A. 2005. *Conophyton* de Cabeludo, Grupo Vazante (MG). In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Queiróz E.T., Winge M., Berbert-Born M. (ed) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio073/sitio073.htm>, acesso em 13/12/2012.
- Fraga L.M.S. 1999. O Supergrupo Espinhaço e o Grupo Macaúbas no nordeste da Serra do Espinhaço Meridional, região de Domingas-Inhaí, Diamantina, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. IGC/UFMG, 140 p.
- Fraga L.M.S., Neves S.C., Uhlein A. 2010. Ocorrências de estromatólitos em rochas calcárias do Grupo Macaúbas na região nordeste da Serra do Espinhaço Meridional, Couto de Magalhães de Minas, MG. In: *Anais 45 Cong. Bras. Geol. Belém (PA) CD room*
- Fraga, L.M.S., Neves S.C., Uhlein A., Sial A.N., Souza F.P., 2011. Dados preliminares sobre a quimioestratigrafia de rochas carbonáticas do Grupo Macaúbas, região nordeste da Serra do Espinhaço Meridional (MG). In: *Anais XIII Cong. Bras. Geoquímica, Gramado (RS)*. 1: 1223-1226.
- Guimarães S.B., Reis Neto J.M., Siqueira R.B. 2002. Caracterização dos estromatólitos da Formação Capiru (Proterozóico) nas regiões de Morro Azul e Morro Grande, leste do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba*, 51:77-88.
- Karfunkel J. & Hoppe A. 1988. Late Proterozoic glaciation in central – eastern Brazil: Synthesis and model. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 65:1–21.
- Knoll A. H. 1985. The distribution and evolution of microbial life in the late Proterozoic Era. *Annual Review of Microbiology*, 39:319-417.
- Noce C.M., Pedrosa-Soares A.C., Grossi-Sad J.H., Baars J.R., Guimarães M.L.V., Mourão M.A.A., Oliveira M.J.R. & Roque N.C. 1997. Nova divisão estratigráfica regional do Grupo Macaúbas na Faixa Araçuaí: registro de uma bacia neoproterozóica. In: *Simp. Geol. Minas Gerais*, 9, Ouro Preto. *Bol.* 14: 29-31.
- Nogueira G.M.S., Dardenne M.A. 1992. Caracterização dos dolomitos biohermais estromatolíticos da região de Lagamar, MG. *Bol. Res. Exp., Cong. Bras. Geol.*, 37, SBG, São Paulo, 1: 70-71.
- Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M., Vidal P., Monteiro R.L.B.P. 1992. Discussão sobre novo modelo tectônico para a Faixa Araçuaí. *Revista Escola de Minas - REM, Ouro Preto*, v. 45, n. 1/2: 38-49.
- Pires G.L.P. & Tibães A.L. 2010. Estudo Paleontológico dos calcários estromatolíticos do Grupo Macaúbas na Serra do Espinhaço Meridional (MG). Trabalho de conclusão de curso – UFVJM, Diamantina. 52 p.
- Silva I.E. 2010. Estromatólitos Neoproterozóicos registrados no Conjunto litológico Rio Branco (Formação Capiru, Grupo Açungui). DEGEO/Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado, 99 p.
- Sallun Filho W. & Fairchild T. R. 2004. Os estromatólitos do Grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, São Paulo. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7 (3):359-370.
- Sallun Filho W. & Fairchild T. R. 2005. Estudo comparativo entre estromatólitos do tipo *Conophyton* das Faixas Ribeira e Brasília. *Rev. do Instituto Geológico*. 26(1/2):1-18.
- Schöll W.U. 1976. Estromatólitos (*Conophyton*) em dolomitos no Grupo Macaúbas. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Ouro Preto, *Anais*, 2: 67-73.
- Srivastava N. K. 1982. Algumas observações sobre os estromatólitos dos Grupos Una (Bahia) e Vaza Barris (Sergipe), nordeste do Brasil. *Ciências da Terra*, 3: 7-11.

- Srivastava N. K. & Rocha A.J.D. 1999a. Fazenda Cristal, BA – Estromatólitos Mesoproterozóicos. In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Queiróz E.T., Winge M., Berbert-Born M. Eds. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio093/sitio093.htm> ; acesso em 13/12/2012
- Srivastava N. K. & Rocha A.J.D. 1999b. Fazenda Arrecife, BA – Estromatólitos Neoproterozóicos. In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Queiróz E.T., Winge M., Berbert-Born M. (ed) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio061/sitio061.htm>; acesso em 13/12/2012
- Srivastava N.K. 2004. Estromatólitos. In: I. S. Carvalho Ed. *Paleontologia*. Interciência, Rio de Janeiro, p. 119-136.
- Uhlein A. 1991. Transição cráton-faixa dobrada: exemplo do Cráton do São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais. Tese de doutoramento, USP, 295 p.
- Uhlein A., Trompette R., Egydio-Silva M. 1995. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton São Francisco. *Geonomos*, 3 (1):99-107.
- Walter M.R., Grotzinger J.P., Schopf J.W. 1992. Proterozoic stromatolites. In: Schopf, J.W. e Klein, C. Eds. *The Proterozoic Biosphere – A multidisciplinary study*, Cambridge University Press, p. 253-260.
- Zaine M.F. 1991. Análise dos fósseis de parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e seu contexto temporal e paleoambiental. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências/USP, 218 p.