



**Considerações sobre Estromatólito do Tipo Domal da
Lagoa Salgada, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**
Domal Type Stromatolite from Lagoa Salgada,
Rio de Janeiro State, Brazil

Loreine Hermida Silva e Silva¹; Anderson Andrade Cavalcanti Iespa² &
Cynthia Moreira Damazio-Iespa³

¹ Núcleo de Geomicrobiologia, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO),
Avenida Pasteur nº 458, laboratório 409, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil CEP: 22.290-240.

E-mail: loreineh@unirio.br

² Programa de Pós Graduação em Geologia (Doutorado), Instituto de Geociências,
Universidade do Brasil (UFRJ). 21.949-900. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-mail: iespa.bio@uol.com.br

³ Programa de Pós Graduação em Geologia (Mestrado), Instituto de Geociências,
Universidade do Brasil (UFRJ). 21.949-900. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-mail: acdamazio@uol.com.br

Recebido em: 30/03/2007 Aprovado em: 27/07/2007

Resumo

A lagoa Salgada localiza-se no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra, a 41°00'30" W e 21°54'10" S. Nas porções marginais da lagoa verificou-se a presença de construções estromatolíticas. Os estromatólitos podem ser definidos como estruturas biossedimentares litificadas, crescem através do acréscimo de lâminas de sedimentos aprisionados pela precipitação de carbonato como resultado da atividade de organismos microbianos. Os objetivos desse trabalho foram descrever e determinar a morfologia interna do estromatólito do tipo domal da lagoa Salgada. Através de corte nas amostras foram observados em seus interiores três estágios distintos: o primeiro (base) apresenta-se como um estágio trombolítico com laminações difusas; o segundo (intermediário) é um estágio estromatolítico-trombolítico com laminações difusas e contínuas; o terceiro (topo) é o estágio mais recente da estrutura e estromatolítico, pois apresenta laminações contínuas e com raras interrupções. Além da presença de cianobactérias e conchas de moluscos, foram observados também palinórfos no interior dos estromatólitos domais. Com isso, pode-se observar que as cianobactérias filamentosas contribuíram para a formação das laminações dos estromatólitos domais e os microgastrópodes contribuíram para a destruição das laminações.

Palavras-chave: Estromatólito; trombólito; cianobactéria; lagoa Salgada

Abstract

The lagoa Salgada is situated on the north coast of the State of Rio de Janeiro, between the districts of Campos dos Goytacazes and São João da Barra, at 41°00'30" W and 21°54'10" S. In the margins of the lagoon the presence of recent stromatolitic constructions was verified. The stromatolite may be defined as lithified bi-osedimentary structure, growing through the increase of sediment blade trapping by the carbonate precipitation as result of microbial organism activity. The objective of this study was to describe and to determine the internal morphology of domal type stromatolite of the lagoa Salgada. Through cutting, three different stages were observed: the first (base) is present as a thrombolitic stage with spread blade; the second (intermediary) is a thrombolitic-stromatolitic stage with spread and continuous blade; the third (top) is stromatolitic and the most recent stage of the structure, presenting continuous blade and with interruptions rare. Besides the presence of cyanobacteria and mollusk shells, were observed also interne palinomorphs inside the domal stromatolite. It was possible to observe that filament cyanobacteria contributed to the formation of blade of domal stromatolite and the microgastrópod contributed for the destruction of the blade.

Keywords: Stromatolite; thrombolite; cyanobacteria; lagoa Salgada

1 Introdução

Os estromatólitos podem ser definidos como estruturas biossedimentares litificadas, que crescem através do acréscimo de lâminas de sedimentos aprisionados pela precipitação de carbonato como resultado da atividade de organismos microbianos (Altermann & Kazmierczak, 2003).

São estruturas conhecidas desde o Arqueano até o Holoceno, resultantes da ação biológica (Srivastava, 2004). Adicionalmente, as construções estromatolíticas dão informações valiosas para a análise de bacias sedimentares. Em tal contexto, estas estruturas são utilizadas para correlações bioestratigráficas, tanto no nível regional, como no internacional no Pré-cambriano (Srivastava, 1997).

Vanyo & Awramik (1985) consideram que os estromatólitos pretéritos podem fornecer informações fundamentais sobre a dinâmica dos tempos primordiais da Terra e do sistema Sol-Terra-Lua, tais como número de dias por ano, taxa da rotação da Terra, inclinação do eixo da Terra, número de dias por mês no período de rotação lunar, paleolatitudes das camadas hospedeiras dos estromatólitos, periodicidade de marés, frequências sazonais de tempestades e possíveis feições gerais sobre o clima.

Atualmente raras são as ocorrências holocênicas (Walter *et al.*, 1974; Neumann *et al.*, 1988; Srivastava, 1997; Silva e Silva 2002; Carvalhal, 2003; Damazio, 2004; Iespa, 2006).

Apresentam biolaminações produzidas por cianobactérias e controladas por fatores climáticos como, por exemplo, umidade e salinidade. Podem ser estratiforme, domal, nodular, colunar e biscuit (Gerdes & Krumbein, 1994).

Por outro lado, os trombólitos têm todas as características dos estromatólitos, exceto a laminação interna, bem definidas (Srivastava, 2004). Trombólitos são considerados como um produto de distúrbio ou alterações na estrutura do estromatólito (Braga & Martins, 1995). Podem ser formados por partículas de aglutinação, bem como calcificação microbiana (Silva e Silva *et al.*, 2006). Desenvolvem-se sobre a borda da plataforma onde águas turbulentas fornecem partículas sedimentares insuficientes e onde alta luminosidade estimula a encrustação em lacu-

nas nos domais bentônicos (Braga & Martins, 1995). Apresentam estruturas coaguladas que são formadas por cianobactérias esféricas (Silva e Silva *et al.*, 2006), de 0,5 a 1 µm de diâmetro e raras cianobactérias filamentosas de 4 a 5 µm de comprimento (Westall, 2003).

Nas áreas que ocorre trombólitos o fornecimento de sedimento é irregular com baixa variação. A superfície do trombólito é colonizada por cianobactérias. As conchas encrustadas no trombólito são distribuídas ao acaso. A estrutura trombolítica apresenta perfurações e partes destruídas devido à ação de pastadores (Braga & Martins, 1995).

Estes dados podem ser úteis para o estudo de outras formações estromatolíticas e, especialmente, de grande valia nas extrapolações para o registro fossilífero, onde os diferentes tipos de esteiras e sua estruturação em lâminas podem ser utilizados na avaliação das variações de salinidade do meio, profundidade das águas e variações eustáticas do nível do mar pretéritas (Damazio & Silva e Silva, 2006).

A ocorrência das estruturas estromatolíticas no Rio de Janeiro está diretamente relacionada à presença das cianobactérias e condições físico-químicas extremas associadas à sedimentação carbonática (Damazio, 2004). Sua relevância geológica relaciona-se à reconstrução paleoambiental destes registros fossilíferos apontando que condições ambientais semelhantes prevaleciam no passado (Silva e Silva *et al.*, 2004b).

A lagoa Salgada, que se assemelha às demais lagoas do sistema lagunar de Araruama, apresenta estromatólitos holocênicos, como foi caracterizado por Silva e Silva (2002). A presença de estruturas estromatolíticas nas lagoas fluminenses ocorrem na lagoa Salgada (Lemos, 1996; Silva e Silva 2002), na lagoa Pitanguinha (Damazio, 2004) e na lagoa Pernambuco (Silva e Silva *et al.*, 2004b). O estudo destas estruturas particularmente focando a formação de depósitos carbonáticos (dolomita), na lagoa Vermelha, têm repercussão internacional (Vasconcelos, 1988).

Os estudos realizados na lagoa Salgada já foram realizados por Lemos (1996), que abordou o contexto estratigráfico das ocorrências através de testemunhos sem, contudo, descrever estrutura estromatolítica interna.

Posteriormente Srivastava & Almeida (2000) e Silva e Silva (2002) descreveram morfológicamente as estruturas estromatolíticas presentes na lagoa, sendo que Silva e Silva (2002) determinou a composição e taxonomia cianobacteriana e os fragmentos de conchas das estruturas estromatolíticas.

Com isso os estudos até o momento enfatizaram a relação microbiana na gênese dos estromatólitos na lagoa, os quais foram estudados apenas do ponto-de-vista morfológico e taxonômico. Os objetivos desse trabalho foram descrever e determinar a morfologia interna do estromatólito do tipo domal da lagoa Salgada.

2 Área de Estudo

A lagoa Salgada localiza-se no Sudeste do Brasil, litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra (Figura 1). As coordenadas geográficas são 41°00'30" W e 21°54'10" S (Silva e Silva, 2002).

A região caracteriza-se por apresentar uma evolução geológica vinculada às oscilações do nível relativo do mar durante o Neogeno, associada à evolução do complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul. Fica isolada na planície arenosa siliciclástica formada pelas cristas de praia, caracterizando o delta atual do Rio Paraíba do Sul, que se apresenta em forma de cúspide (Dias & Gorini, 1980). A idade oscila em torno de 2.000 anos A.P. e pode ser classificada como uma lagoa de planície de restinga (Sofiaty, 1998).

A lagoa possui uma conexão com o mar através do rio Açu, que apresenta salinidade de 42,3 ‰ e pH de 8,2. A extensão superficial deste corpo aquático é de 16 km², com 1,9 km de largura e 8,6 km de comprimento. Os parâmetros físico-químicos fornecem os seguintes valores médios: pH de 8,74; condutividade de 50.000 µS/cm; salinidade de 64,7‰; temperatura da água de 26,91°C; e taxa de oxigênio dissolvido de 3,7 mg/L. A água é classificada como clara, com visibilidade de 0,63 cm (Silva e Silva, 2002).

Sua principal característica é a presença de estruturas biogênicas, produzidas por processos sedimentológicos e biológicos, relacionados ao desen-

volvimento e crescimento de comunidades microbianas bentônicas (Srivastava, 1997).

3 Materiais e Métodos

O estudo na área se baseou em coletas mensais realizadas na região marginal da lagoa, nas porções de inframaré; intermarés e supramaré, no período de março de 2006 até dezembro de 2006. No entorno dessa lagoa foram amostrados as estruturas estromatolíticas com o auxílio de espátula de pedreiro e martelo de geólogo, em 10 estações distintas.

A amostragem deu-se durante a maré baixa, ao longo de superfície desde a zona de inframaré até a de supramaré.

As estruturas estromatolíticas serão selecionadas segundo os seguintes critérios: integridade da amostra, coloração e tamanho.

Para analisar as microestratificações e a ciclicidade nas sucessões das microfácies das estruturas estromatolíticas foram preparadas lâminas petrográficas.

4 Resultados

Os estromatólitos do tipo domal coletados apresentaram comprimento de 10 cm a 73 cm. Apresentam-se como uma estrutura compacta, coesa, porosa, litificada com formato de domo ou couve-flor com pequenos domos no topo (Figura 2).

Através de corte transversal foi observado em seu interior três estágios distintas (Figura 3): A primeira (base) apresenta-se como um estágio trombolítico com laminações difusas e destruídas, com grande quantidade de gastrópodes (Figura 4); a segunda (intermediária) é um estágio estromatolítico-trombolítico com laminações plano paralelas a onduladas, difusas e contínuas (Figura 5); a terceira (topo) é o estágio mais recente da estrutura e estromatolítico, pois apresenta laminações côncavas contínuas, com raras interrupções e poucas conchas de gastrópodes entre as laminações (Figura 6).

Além da presença de cianobactérias, conchas de moluscos da espécie *Anomalocardia brasiliiana* Gmelin, 1791 e gastrópodes da espécie *Heleobia*

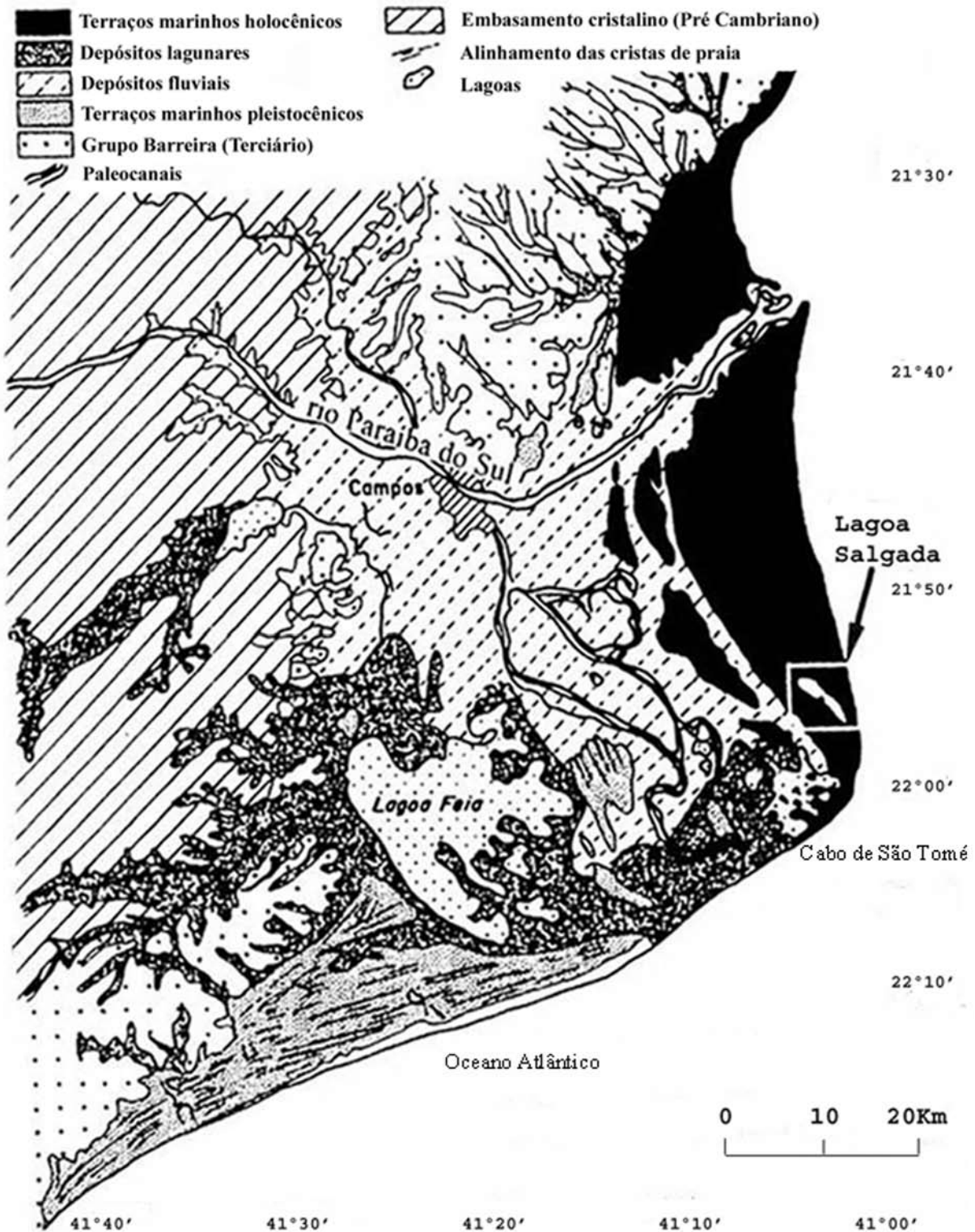


Figura 1 Mapa geológico com a localização da lagoa Salgada (Toledo, 1998).



Figura 2 Fotografia do estromatólito do tipo domal da lagoa Salgada do ponto 3

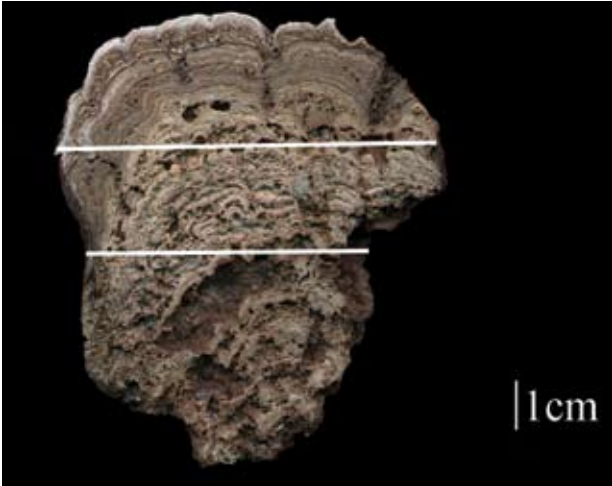


Figura 3 Corte vertical do estromatólito do tipo domal da lagoa Salgada do ponto 5.

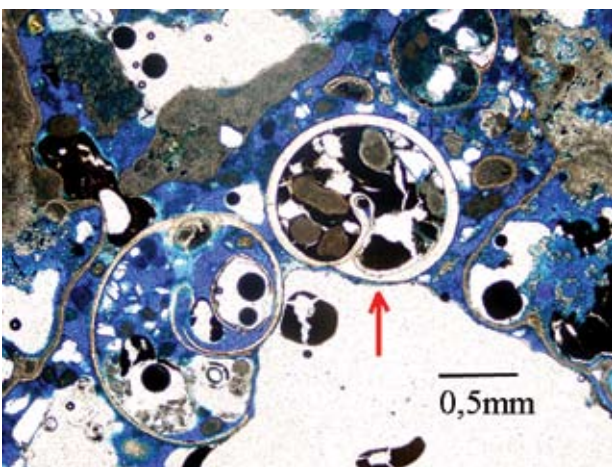


Figura 4 Fotomicrografia de uma lâmina petrográfica da base do estromatólito domal. A seta em vermelho indica um gastrópode da espécie *Heleobia australis* d'Orbigny, 1835.

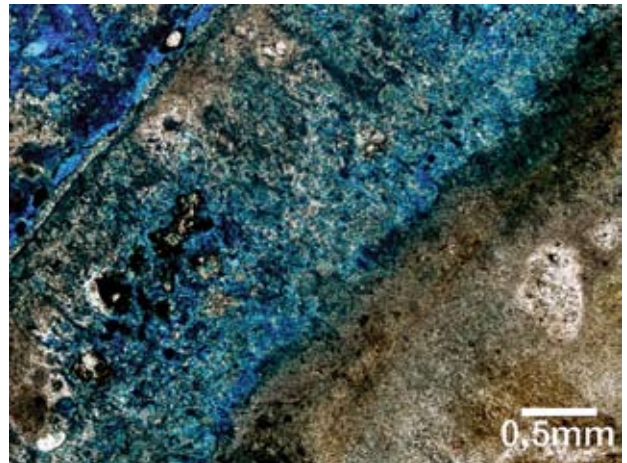


Figura 5 Fotomicrografia de uma lâmina petrográfica do estágio intermediário do estromatólito domal.

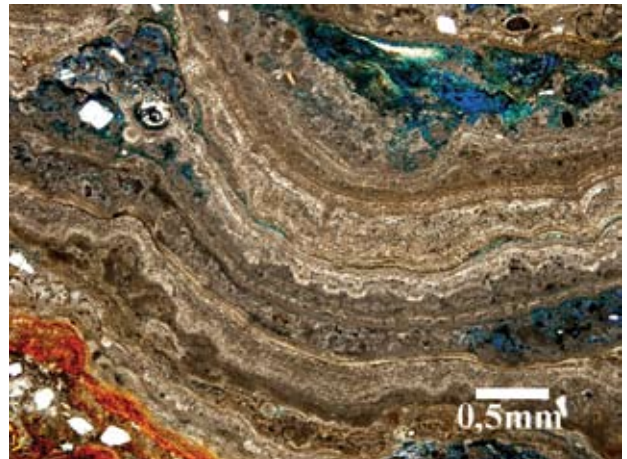


Figura 6 Fotomicrografia de uma lâmina petrográfica do topo do estromatólito domal.

australis d'Orbigny, 1835 e ostracodes do gênero *Cyprideis* Jones, 1857, foram observados também palinomorfos no interior dos estromatólitos domais, como por exemplo, os palinoforaminíferos.

5 Discussão e Conclusão

Verificou-se que na lagoa Salgada os estromatólitos individuais estão dispersos nas porções marginais, não sendo verificadas estruturas estromatolíticas no interior da lagoa. A ocorrência das estruturas estromatolíticas na região de supra-maré da lagoa indica que ela já foi mais extensa e apresentou maior espelho d' água segundo observações de Silva e Silva *et al.* (2005c).

As cianobactérias são responsáveis pela união e aprisionamento dos grãos sedimentares nestas construções, similar ao verificado por Konhauser *et al.* (2001) e Silva e Silva *et al.* (2005b).

A presença de conchas de moluscos indicam que esses animais habitaram esse ambiente anteriormente e não há registro desses animais vivos na lagoa atualmente.

Os restos esqueléticos que aparecem associados às construções estromatóliticas apresentam-se na localidade como uma das fontes de carbonato de cálcio segundo observações de Silva e Silva *et al.* (2004a) para lagoa Pernambuco.

Na base do estromatólito domal (estágio trombolítico) apresenta grande quantidade de gastrópodes dulcícolas indicando que no início da formação do estromatólito o ambiente do entorno da lagoa era úmido e salinidade era salobra, devido ao aporte de água doce dos rios e água salgada através da transgressão marinha.

A espécie *Heleobia australis* d'Orbigny, 1835 tem sua ocorrência na lagoa relacionada aos rios que desembocavam próximo a lagoa e à época de chuvas desta região, alterando a salinidade e aumentando a circulação de água.

Pode ser observado na base do estromatólito partes erodidas, devido à ação de pastadores, como, por exemplo, *Heleobia australis* d'Orbigny, 1835, que destruíram as laminações da estrutura, também observado por Silva e Silva *et al.* (2005a) para lagoa Pitanguinha.

Em construções trombolíticas há necessidade de um ambiente de alta energia, onde as cianobactérias esféricas teriam mais facilidade de formar coágulos segundo Silva e Silva *et al.* (2005a).

Esteiras microbianas laminadas ou não com predomínio de cianobactérias esféricas deram origem aos trombolitos conforme constatado por Iespa (2006).

Os estromatólitos para serem construídos precisam de um ambiente de baixa energia, onde as cianobactérias produzem as laminações conforme observado por Braga & Martin (1995).

Os estromatólitos do tipo domal foram originados por esteiras microbianas laminadas dominadas por cianobactérias filamentosas de acordo com Iespa & Silva e Silva (2005).

As laminações claras nos estromatólitos mostram o período seco na lagoa e as laminações escuras demonstram período mais úmido semelhante ao observado por Silva e Silva *et al.* (2004b).

O topo do estromatólito apresenta poucos gastrópodes e laminações contínuas, indicando um ambiente mais seco, lagoa hipersalina e baixa circulação de água.

Os estromatólitos são importantes do ponto de vista evolutivo, pois são freqüentemente objetos de discussão a respeito da origem da Terra. A descoberta de estruturas contemporâneas que se assemelham aos estromatólitos pretéritos fornece a oportunidade de investigar o relacionamento entre as comunidades microbianas modernas e o ambiente, além de desvendar se os estromatólitos recentes são análogos aos antigos, possibilitando a melhor compreensão destas estruturas e dos paleoambientes de acordo com Silva e Silva *et al.* (2005c).

Com isso pode-se observar que as cianobactérias filamentosas contribuíram para a formação das laminações dos estromatólitos domais. Já os microgastrópodes contribuíram para a destruição das laminações. Durante o crescimento dos estromatólitos domais, o ambiente passou de úmido para atualmente seco, a lagoa passou de salobra para hipersalina atualmente e a circulação da água de alta para baixa.

6 Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e pela FAPERJ (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro), através do IVP (Instituto Virtual de Paleontologia).

7 Referências

Altermann, W. & Kazmierczak, J. 2003. Archean microfossils: a reappraisal of early life on Earth. *Research in Microbiology*, 154:611-617.

- Braga, J.C. & Martin, J. M. 1995. Controls on microbial dome fabric development along a carbonate-siliciclastic shelf-basin transect, Miocene, SE Spain. *Palaios*, 10: 347-361.
- Carvalho, S.B.V. 2003. *Bioestratificação cianobacteriana das esteiras microbianas recentes da Lagoa Vermelha*, Rio de Janeiro, Brasil. Programa de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Monografia de Bacharelado, 80p.
- Damazio, C.M. 2004. *Tipificação e bioestratificação cianobacteriana das esteiras microbianas da borda noroeste da Lagoa Pitanguinha, Holoceno do Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Monografia de Bacharelado, 171p.
- Damazio, C. M. & Silva e Silva, L. H., 2006. Cianobactérias em Esteiras Microbianas Coliformes da Lagoa Pitanguinha, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9(1):165-170.
- Dias, G.T.M. & Gorini, M.A. 1980. A baixada campista. Estudo morfológico dos ambientes litorâneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Santa Catarina, 1980. Resumos, Santa Catarina, SBG, p.588-602.
- Gerdes, G. & Krumbein, W. E. 1994. Peritidal potential stromatolites – A synopsis. In: BERTRAND-SARFATI, J. & MONTY, C. (eds.). Phanerozoic Stromatolites II. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, p. 101-129.
- Iespa, A.A.C. 2006. *Estudo Geomicrobiológico da lagoa Pernambuco, Região dos Lagos (Estado do Rio de Janeiro)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 116 p
- Iespa, A.A.C. & Silva e Silva, L. H. 2005. Laminitos Microbianos e Cianobactérias na Lagoa Pernambuco, Neogeno do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências*, X(6):5-10.
- Konhauser, K.O.; Phoenix, V.R.; Bottrell, S.H.; Adams, D.G. & Head, I.M. 2001. Microbial-silica interactions in Icelandic hot spring sinter: possible analogues for some Precambrian siliceous stromatolites. *Sedimentology*, 48:415-433.
- Lemos, R.M.T. 1996. *Estudo das fácies deposicionais e das estruturas estromatolíticas da Lagoa Salgada - Rio de Janeiro*. Programa de Pós-graduação em Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 122p.
- Neumann, A.C.; Bebout, B.M.; Mcneese, L.R.; Paull, C.K. & Paerl, H.A. 1988. Modern stromatolites and associated mats: San Salvador, Bahamas. In: MYLROL, J. (ed.). SYMPOSIUM ON THE GEOLOGY OF BAHAMAS, 4, San Salvador, 1988. Bulletin, San Salvador, p. 235-251.
- Silva e Silva, L.H. 2002. *Contribuição ao conhecimento da composição microbiana e química das estruturas estromatolíticas da Lagoa Salgada, Quaternário do Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 176p.
- Silva e Silva, L.H.; Iespa, A.A.C. & Damazio, C.M. 2006. Trombólitos e cianobactérias da Lagoa Pernambuco, Holoceno do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6(2):243-250.
- Silva e Silva, L. H.; Damazio, C.M. & Iespa, A. A. C. 2005a. Composição cianobacteriana em trombólitos da lagoa Pitanguinha (Holoceno), Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *GAEA*, 1(2):75-81.
- Silva e Silva, L.H.; Damazio, C.M.; Iespa, A.A.C. 2005b. Identificação de Cianobactérias em Sedimentos da Lagoa Pitanguinha, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 28(1):92-100
- Silva e Silva, L.H.; Iespa, A.A.C.; Damazio, C.M.; Carvalho, S.B.V. & Alves, S.A.P.M.N. 2005c. Confronto entre estruturas estromatolíticas domais (composição cianobacteriana) das lagoas Pernambuco e Salgada, Brasil. *Revista de Geologia*, 18(2):159-165.
- Silva e Silva, L.H.; Senra, M.C.E.; Faruolo, T.C.L.M.; Carvalho, S.B.V.; Alves, S.A.P.M.N.; Damazio, C.M.; Shimizu, V.T.A.; Santos, R.C. & Iespa, A.A.C. 2004a. Estruturas microbianas recentes da Lagoa Pernambuco, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(2):189-192.
- Silva e Silva, L.H.; Senra, M.C.E.; Faruolo, T.C.L.M.; Carvalho, S.B.V.; Alves, S.A.P.M.N.; Damazio, C.M.; Shimizu, V.T.A.; Santos, R.C. & Iespa, A.A.C. 2004b. Composição Paleobiológica e Tipos Morfológicos das Construções Estromatolíticas da Lagoa Vermelha, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(2):193-198.

- Soffiati, A. 1998. Aspectos históricos das lagoas do norte do Estado do Rio de Janeiro. *In*: ESTEVES, F.A (ed.) Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro, Editora Universidade Federal do Rio de Janeiro, p.8-13.
- Srivastava, N. K. 2004. Estromatólito. *In*: CARVALHO, I.S. (ed.). Paleontologia. Interciência, p. 171-195.
- Srivastava, N.K. 1997. Os mais antigos fósseis. *Ciência Hoje*, 22(130):18-19.
- Srivastava, N.K. & Almeida, L.B. 2000. Lagoa Salgada (Rio de Janeiro): recent stromatolites. *In*: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, Rio de Janeiro, 2000. Field Trip Guide, Rio de Janeiro, p.1-10.
- Toledo, M.B. 1998. *Evolução ambiental da Lagoa Salgada, sudeste do Brasil, com base em estudos palinológicos*. Programa de Pós-graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 32p.
- Vanyo, J.F. & Awramiik, S.M. 1985. Stromatolites and earth-sun-moon dynamics. *Precambrian Research*, 29:121-142.
- Vasconcelos, C.O. 1988. *Sedimentologia e geoquímica da Lagoa Vermelha – um Exemplo de formação e diagênese de carbonatos*. Programa de Pós-graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 63p.
- Walter, M.R.; Golubic, S. & Preiss, W.V. 1974. Recent stromatolites from hydromagnesite and aragonite depositing lakes near the Coorong Lagoons, South Australia. *Journal of Sedimentary Petrology*, 43:1021-1030.
- Westall, F. 2003. 3,45 B. Y. – old microbial associations in cherts from the Pilbara: Lessons for potential martian life. *Geophysical Research Abstracts*, 5:4958.