



Estudo Sedimentológico e Geomicrobiológico das Esteiras Microbianas Tipo Filme da Lagoa Pitanguinha, Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Sedimentology and Geomicrobiology of the Algal Matts from Lagoa Pitanguinha, Rio de Janeiro State, Brazil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Cynthia Moreira Damazio-Iespa & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO),
Escola de Ciências Biológicas. Núcleo de Geomicrobiologia. Avenida Pasteur nº 458, laboratório 409.
22.290-240. Urca, Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: acdamazio@uol.com.br

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

Resumo

A lagoa Pitanguinha possui aproximadamente área de 0,55 km², sendo 1,5 km de comprimento e 0,75 km de largura, está localizada entre as latitudes 22°55'42" e 22°56'00"S e longitudes 42°20'45" e 42°21'30"W, na Restinga de Massambaba, próximo ao município de Araruama. As esteiras microbianas são estruturas organosedimentares laminadas e têm sido chamadas de "esteiras algais", "esteiras de cianobactérias" e "estromatólito em potencial", porque ocorre a predominância de espécies de cianobactérias, que são responsáveis pela formação da estrutura sedimentar laminada. As esteiras são os ecossistemas mais antigos conhecidos. O objetivo do trabalho é determinar a composição geomicrobiológica e sedimentológica das esteiras microbianas tipo filme da lagoa Pitanguinha. A esteira em filme ocorreu disposta na região de entremarés e apresenta forma de lâmina plana, com aspecto coeso e poroso, sendo composta por sedimentos litificados com incrustações cristalinas. Em seu interior podem ser observados fragmentos de conchas de bivalvíos, microgastrópodes, ostracodes e grãos de quartzo tamanho areia. A principal cianobactéria formadora da esteira microbiana tipo filme é *Entophysalis granulosa* Kützing 1843. Nas camadas mais superficiais das esteiras microbianas em filme, os grãos sedimentares são mais unidos devido à presença das cianobactérias filamentosas, que aprisionam e unem os sedimentos. O espaço restante é preenchido por cianobactérias esféricas. Nas camadas mais profundas das esteiras microbianas filme, os grãos sedimentares são mais dispersos, devido à presença de poucas cianobactérias filamentosas e muitas esféricas.

Palavras-chave: Esteira microbiana; cianobactérias; lagoa Pitanguinha

Abstract

The lagoa Pitanguinha has an area of approximately 0.55 km², of which 1.5 km are in length, it is located between the latitudes of 22° 55'42" and 22° 56'00" S and longitudes of 42°20'45" and 42°20'30" W, at the restinga de Massambaba, near the district of Araruama. The microbial mats are laminate organosedimentary structures and have been called "algal mat", "cyanobacteria mat" and "potential stromatolite", because there is the predominance of cyanobacteria species that are responsible for the formation of the laminate sediment structure. These mats are the oldest known ecosystem. The aim of this study is to determine the geomicrobiology and sedimentary composition of film microbial mats at lagoa Pitanguinha. The film mat appeared to be placed at the intertidal region and has the form of a flat laminae, with a porous and coherent aspect, being composed of lithified sediment compound with crystalclear incrustation. In its inner side the presence shell fragment of bivalve, microgastropod, ostracod and quartz grains of sand size. The main species of cyanobacteria present in the film microbial mat is *Entophysalis granulosa* Kützing 1843. On the superficial layers of the film microbial mats, sediment grains are much more united due to the presence of filament cyanobacteria that traps and unites the sediment. The rest of the space is filled by spherical cyanobacteria. On deeper layers of the film microbial mats, sediment grains are much more scattered, due to the presence of few filament cyanobacteria and many spherical ones.

Keywords: Microbial mats; cyanobacteria; Pitanguinha lagoon

1 Introdução

Lagoas são corpos rasos de água, situados em planícies costeiras e comumente separados do mar por bancos arenosos ou ilhas-barreira, porém com canais de comunicação mais ou menos eficientes (Suguio, 2003). A ocorrência de hipersalinidade nas lagoas costeiras pode ter sido originada por mudanças climáticas, ciclos globais e impacto humano. A salinidade é responsável por mudanças lentas na precipitação e evaporação nas lagoas, devido principalmente a uma longa residência e o grande volume de água (Turcq, 2000).

Na região dos lagos, as rochas do relevo continental são proterozóicas constituídas de migmatitos heterogêneos representados por biotita, plagioclásio e gnaiss com granulação de média a fina, e corpos métricos de anfíbolitos (Schimitt, 2001). Ela apresenta ainda os mais diversos problemas ambientais como aterros de lagoas e brejos; desmatamento; invasão de terrenos; destruição de sítios arqueológicos, da flora e das dunas (Cunha, 2003).

Segundo Almeida *et al.* (2001) a restinga de Massambaba é constituída de sedimento quaternário composto basicamente de areias quartzosas localmente misturadas à argila e à matéria orgânica, proveniente das lagoas e de áreas pantanosas.

As esteiras microbianas, comumente observadas nesta região, têm sido chamadas de “esteiras algais”, “esteiras de cianobactérias”, “tapete algal” e “estromatólito em potencial”, porque ocorre a predominância de espécies de cianobactérias responsáveis pela formação de estrutura sedimentar laminada (Stolz, 2000). São compostas de calcita, aragonita e magnésio calcita (Giralt *et al.*, 2001).

As esteiras estão entre os ecossistemas mais antigos na história da vida (Bottjer, 2005). Aparecem na borda de continentes desde 3500 milhões de anos. As esteiras são formadas por comunidades microbianas, geralmente são multilaminadas e constituídas de organismos fototróficos, aeróbicos quimiotróficos, anaeróbicos e heterotróficos (Guerrero & Berlanga, 2003).

As esteiras são formadas apenas em poucos locais, como reservatórios rasos de água, em climas

secos e quentes. Sua abundância no registro fóssil é evidência de que tais condições ambientais eram prevalentes no passado, quando as cianobactérias desempenhavam um importante papel na elevação do nível de oxigênio da atmosfera, no início da vida na Terra (Raven *et al.*, 2001). São depósitos organosedimentares de acreção sendo o resultado do aprisionamento e união de sedimentos exercidos pelas comunidades cianobacterianas bentônicas, *Schizothrix* (Kützing) Gomont 1892, *Phormidium* (Kützing) Gomont 1892 e *Synechococcus* Nägeli, 1849 (Gautret *et al.*, 2004).

O EPS (substâncias poliméricas extracelular) substância produzida pelas cianobactérias, é de importância central na formação de carbonatos microbianos. O EPS acumulado no exterior da célula confere proteção e adesão da matriz sedimentar que se junta ao substrato microbiano fornecendo proteção física e química, e ajuda também na absorção de nutrientes.

As bactérias, cianobactérias e diatomáceas podem secretar EPS. O EPS promove diretamente a acreção e preservação das esteiras microbianas e contribui para união dos sedimentos e preservação mineral. Muitas cianobactérias obtêm nutrientes e energia pela degradação mineral, essa atividade é facilitada quando estas ficam aderidas no sedimento ou na superfície das rochas. Essa íntima relação entre cianobactérias, sedimentos e rochas têm importância global no ciclo de elementos biogeoquímicos (Riding, 2000).

O objetivo deste trabalho é o estudo sedimentológico e geomicrobiológico das esteiras microbianas tipo filme da lagoa Pitanguinha

2 Área de Estudo

A lagoa Pitanguinha (Figura 1) possui aproximadamente de 0,55 km², sendo 1,5 km de comprimento e 0,75 km de largura, está localizada entre as latitudes 22°55'42" e 22°56'00" S e longitudes 42°20'45" e 42°21'30" W, próximo ao Município de Araruama (Damazio & Silva e Silva, 2006).

Está inserida no cordão arenoso litorâneo que teve sua formação relacionada a transgressões e regressões marinhas, que isolaram um braço



Figura 1 Vista parcial da lagoa do Pitanguinha ponto 3.

do Atlântico. Em um segundo avanço do mar desenvolveu-se lagunas na depressão intercordões (Damazio, 2004).

Localiza-se entre duas faixas de areia que formam a Restinga de Massambaba, a leste da cidade de Araruama e a oeste da cidade de Cabo Frio, cerca de 100 km da cidade do Rio de Janeiro, litoral nordeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (Damazio, 2004). É cercada por salinas em mais de dois terços de seu perímetro, contendo marnéis em seu interior que a segmentam em vários pedaços (Primo & Bizerril, 2002).

É um corpo aquático, costeiro e hipersalino, ameaçado pelo avanço da urbanização e pela atividade salineira. Seus usos estão relacionados, basicamente, a exploração paisagística, extração do sal e recreação, estando protegida através da Lei Orgânica da Câmara Municipal de Araruama de 1996, que declarou a lagoa da Pitanguinha como área de Preservação Permanente (Art. 180, I), além de considerá-la “Área de Relevante Interesse Ecológico” (Art. 180, § 1º, II) (Silva e Silva *et al.*, 2005a).

3 Materiais e Métodos

Foram realizadas coletas na porção marginal da lagoa em 5 estações de coleta pré-estabelecidas durante o ano de 2006. A amostragem sedimento realizou-se em 05 quadrantes de 1 m² distanciados

em 15 m, com tubos de PVC, apresentando diâmetro interno de 1,5 cm e comprimento de 6 cm. Posteriormente a coleta, o material acondicionado em frascos plásticos opacos. Para fixação das cianobactérias presentes no sedimento, foi adicionada solução aquosa de formol a 4% com água da lagoa, mantido na ausência de luz.

Antes do processamento da esteira em filme se fez necessária à dissolução do material, separando-o em 3 partes segundo a cor predominante no estrato, em líquido de Perenyi. Este consiste em três volumes de ácido crômico a 0,5%, quatro volumes de ácido nítrico a 10% e três volumes de álcool a 70°, por apresentar sedimentos litificados com incrustações cristalinas.

O processamento da análise taxonômica envolveu a confecção de lâminas frescas e permanentes, com realização de medidas em microscópio, com o auxílio de uma ocular milimetrada. Foram observadas as características morfológicas clássicas. Para cada espécime foram realizadas 6 mensurações, sendo averiguado o diâmetro dos filamentos, diâmetro das colônias, diâmetro dos tricomas, espessura das bainhas, comprimento e largura das células, obtendo-se os valores médios.

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

4 Resultados

A esteira em filme (Figura 2) foi encontrada disposta na região de intremarés, e tem uma forma de lâmina plana, coesa, porosa e é composta por



Figura 2 Esteira microbiana tipo filme do ponto 2.

**Estudo Sedimentológico e Geomicrobiológico das Esteiras Microbianas Tipo Filme da Lagoa Pitanguinha,
Região dos Lagos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**

Loreine Hermida da Silva e Silva; Cynthia Moreira Damazio-Iespa & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa

sedimentos litificados com incrustações cristalinas. Em seu interior podem ser observados fragmentos de conchas de bivalves, microgastrópodes, ostracodes, grãos de quartzo tamanho areia e calcita.

A esteira filme apresentou o estrato superficial com coloração esbranquiçada, o intermediário com coloração violácea e o mais profundo com coloração esverdeada.

Esteira	Espessura total (mm)	Espessura Estrato superficial (mm)	Espessura Estrato médio (mm)	Espessura Estrato profundo (mm)
Filme	12,2	4,3	5,7	2,2

Tabela 1 Espessura média total e de cada estrato encontrado na esteira filme.

Através da lâmina petrográfica (Figura 3) observou-se uma cimentação maior do estrato superior que decresce até o último estrato. O ultimo estrato (mais profundo) que apresenta os grãos basicamente com uma aparência frouxa, bastante diferente do que se observa no estrato superficial (esbranquiçado).

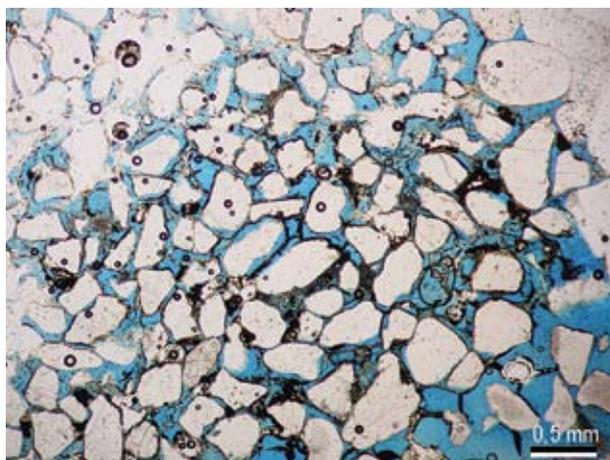


Figura 3 Fotomicrografia de uma lâmina petrográfica da esteira microbiana tipo filme.

5 Discussão

A esteira em filme caracterizou-se pela presença da cianobactéria *Entophysalis granulosa* Kützing 1843, contrariando o trabalho de Hoffmann (1976), que relata que a microalga dominante é a

Espécie	Estrato Esbranquiçado	Estrato Violáceo	Estrato Esverdeado
<i>Aphanothece halophytica</i>	X	X	
<i>Aphanothece marina</i>	X		
<i>Aphanothece salina</i>	X		X
<i>Aphanothece saxicola</i>		X	
<i>Bacularia caerulea</i>	X		
<i>Chroococcus dispersus</i>	X		
<i>Chroococcus giganteus</i>	X		
<i>Chroococcus membraninus</i>	X	X	
<i>Chroococcus microscopicus</i>	X		X
<i>Chroococcus minimus</i>		X	X
<i>Chroococcus minor</i>		X	X
<i>Chroococcus minutus</i>		X	X
<i>Chroococcus obliteratus</i>	X		
<i>Chroococcus quaternarius</i>	X		
<i>Chroococcus tenax</i>	X		
<i>Chroococcus turgidus</i>	X	X	
<i>Cyanosarcina thalassia</i>	X		
<i>Entophysalis conferta</i>	X		
<i>Entophysalis granulosa</i>		X	
<i>Gloeocapsa punctata</i>			X
<i>Gloeocapsopsis magma</i>		X	
<i>Gloeothece linearis</i>	X	X	X
<i>Gloeothece subtilis</i>		X	X
<i>Kyrtuthrix maculans</i>		X	
<i>Leptolynbya tenuis</i>	X	X	
<i>Microcoleus vaginatus</i>	X		X
<i>Oscillatoria lacustris</i>	X		
<i>Phormidium acuminatum</i>		X	X
<i>Phormidium breve</i>	X		
<i>Phormidium hamelli</i>	X		
<i>Phormidium okenii</i>	X		
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i>	X	X	
<i>Pseudocapsa dubia</i>		X	X
<i>Pseudocapsa sphaerica</i>		X	
<i>Schizothrix friesii</i>	X	X	
<i>Spirulina subtilissima</i>		X	X
<i>Synechococcus elongatus</i>	X		X
<i>Xenococcus schousboei</i>		X	
<i>Xenotholus kernerii</i>	X		
TOTAL PARCIAL	25	20	13
TOTAL DE ESPÉCIES		39	

Tabela 2 Distribuição das espécies de cianobactérias nos estrato da esteira tipo filme.

Hormathonema violaceo-nigrum Ercegović 1930. Ressalta-se aqui, portanto, que elas pertenciam a mesma Subfamília Hormatonematoides Anagnostidis 1968, atualmente após a revisão estas algas estão alocadas em famílias diferentes mesmo apresentando características semelhantes, corroborando com os dados obtidos por Iespa (2006).

Durante a análise por estrato pode ser observada uma diminuição gradativa da quantidade de cianobactérias igualmente observado para a lagoa Vermelha por Carvalhal (2003), bem como a substituição das espécies filamentosas por esféricas justificando o grau de maturação das camadas.

Nas camadas mais profundas das esteiras laminadas ocorre predomínio de formas esféricas e na região superficial ocorre predomínio das

filamentosas. Isso ocorre devido a fatores como intensidade luminosa e temperatura que podem ser limitantes para as cianobactérias, ocorrendo à morte de parte das filamentosas e aumento das formas esféricas, adaptáveis às fracas intensidades luminosas em estratos profundos (Silva e Silva *et al.*, 2005b).

As esteiras encontram-se associadas a microgastrópodes, ostracodes e bivalves em concordância com Srivastava & Almeida (2000), apresentando-se na localidade como mais uma fonte de carbonato de cálcio corroborando com Silva e Silva (2002).

6 Conclusões

A esteira microbiana filme é composta predominantemente por *Entophysalis granulosa* Kützing 1843. Na análise taxonômica foram identificadas 39 espécies de cianobactérias.

Nas camadas mais superficiais da esteira microbiana em filme, os grãos sedimentares são mais unidos devido à presença das cianobactérias filamentosas que aprisionam e unem os sedimentos. O espaço restante é preenchido por cianobactérias esféricas. Nas camadas mais profundas das esteiras microbianas tipo filme, os grãos sedimentares são mais dispersos, devido à presença de poucas cianobactérias filamentosas e muitas esféricas.

A constituição mineralógica da esteira filme é basicamente composta por calcita. Esta apresentou grande quantidade de grãos de quartzo litificados e estratificação nas cores esbranquiçada, violácea e esverdeada, em ordem de profundidade.

A distribuição das esteiras na área está provavelmente relacionada à umidade e a ação dos ventos, que movimenta e distribui o sedimento.

7 Agradecimentos

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

Janeiro) por conceder o laboratório para análise das amostras e pela UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) por conceder auxílio financeiro para os estudos de campo.

8 Referências

- Almeida, R.M.R.; Silva, G.C.J. & Tubbs, D.F. 2001. Caracterização hidrogeológica básica do Município do Rio de Janeiro. *ReSub Lagos*. 47p.
- Bottjer, D.J. 2005. Geobiology and the fossil record: eukaryotes, microbes and their interactions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 219(1-2):5-21.
- Carvalho, S.B.V. 2003. *Bioestratificação cianobactériana 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.
- Cunha, A.C.B. 2003. *Uma Análise do Sistema Lagunar de Araruama - RJ. Com Enfoque Hidrodinâmico*. Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 163p.
- Damazio, C.M. 2004. *Tipificação e bioestratificação cianobactériana 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.
- Gautret, P.; Camoin, G.; Golubic, S. & Sprachta, S. 2004. Biochemical control of calcium carbonate precipitation in modern lagoonal microbialites, Tikehan atoll, french Polynesia. *Journal of Sedimentary Research*, 74(4): 462-478.
- Giralt, S.; Julia, R. & Klerkx, J. 2001. Microbial Biscuit of Vaterite in Lake Issyk – Kul (Republic of Kyrgyzstan) *Journal of Sedimentary Research*, 71(3):430-435.
- Guerrero, R. & Berlanga, M. 2003. El planeta

- simbiótico: contribución de los microorganismos al equilibrio de los ecosistemas. *Actualidad*, 36:16-22.
- Hoffman, P. 1976. Stromatolite morphogenesis in Shark Bay, Western Australia. In: WATER, M.R. (ed.) *Developments in sedimentology*, New York, Elsevier Scientific Publishing Company, p.261-271.
- 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, 116p.
- Primo, P.B.S. & Bizerril, C.R.S.F. 2002. *Lagoa de Araruama. Perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo*. Rio de Janeiro, SEMADS, p.33-35.
- Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. 2001. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 279-282.
- Riding, R. 2000. Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. *Sedimentology*, 47(1):179-214.
- Schmitt, R.S. 2001. *A orogenia Búzios – Um evento tectono-metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no domínio tectônico de Cabo Frio. Faixa Ribeira, sudeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 273p.
- 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.; Damazio, C.M. & Iespa, A.A.C. 2005a. Composição cianobacteriana em trombólitos da lagoa Pitanguinha (Holoceno), Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *G&EA*. 1(2):75-81.
- Silva e Silva, L.H.; Damazio, C.M. & Iespa, A.A.C. 2005b. Registro de biolaminóides poligonais na lagoa de Araruama, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Geologia*, 18(2):153-158.
- 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.
- Stolz, J.F. 2000. Structure of microbial mats and biofilms. In: RIDING, R.E. & AWRAMIK, S.M. (ed.) *Microbial Sediments*. Heidelberg, Springer-Verlag, p.1-8.
- Suguio, K. 2003. *Geologia sedimentar*. São Paulo, Editora Edgard Blücher. 1ª ed, 400p.
- Turcq, P.F.M. 2000. Impact of a low salinity year on the metabolism of hypersaline coastal lagoon (Brazil). *Hydrobiologia*, 429:133 -140.