



**Chroococcales em Esteiras Microbianas em Bolha do Brejo do  
Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brasil**  
Chroococcales in Blister Microbial Mats at Brejo do  
Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brazil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Frederico Alves dos Santos Lopes;  
Deise de Oliveira Delfino & Fabiane Feder

*UNIRIO, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,  
Avenida Pasteur nº458, laboratório 409, Urca, Rio de Janeiro, Brasil.*

*E-mail: loreineh@unirio.br; derico.rj@uol.com.br;  
d\_odelfino@yahoo.com.br; fabianefeder@yahoo.com.br.*  
Recebido em: 30/03/2007 Aprovado em: 27/07/2007

### Resumo

O brejo do Pau Fincado (22° 55' 56,75" S e 42° 16' 54,7" W) é um corpo aquático costeiro natural. Está localizado no complexo lagunar de Araruama, formado há aproximadamente 7000 anos atrás. O clima da região induz à baixa precipitação e elevadas taxas de evaporação. Com isso as lagoas tendem a ser hipersalinas. Esteiras microbianas são estruturas organossedimentares compostas principalmente por cianobactérias. Durante a realização da fotossíntese as cianobactérias induzem a mudança no ambiente, que culmina com a precipitação do carbonato de cálcio. Este trabalho teve por objetivo tipificar e identificar as cianobactérias presentes na esteira microbiana em bolha. Foram realizadas onze coletas e aferições dos parâmetros ambientais de agosto de 2005 até julho de 2006. As amostras foram processadas e analisadas utilizando o microscópio óptico. A esteira em bolha mostrou-se composta por doze espécies de cianobactérias dispostas em uma massa amorfa e frágil. O domínio qualitativo e quantitativo nesta estrutura é da ordem Chroococcales Weststein 1924. As aferições demonstraram que o local apresenta baixo teor de oxigênio dissolvido, pH elevado e varia de salobro a hipersalino. O ambiente é bastante seletivo, e as cianobactérias demonstram bastante resistência e adaptabilidade, pois são formas que obtiveram sucesso sobrevivendo as mais diversas mudanças que ocorreram na Terra desde o início da vida e história evolutiva.

**Palavras-chave:** Chroococcales; esteiras microbianas; brejo do Pau Fincado

### Abstract

Chroococcales in blister microbial mats at brejo do Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brazil.  
Brejo do Pau Fincado (22° 55' 56,75" S e 42° 16' 54,7" W) is a natural natural coastal aquatical body. It is located at the Lagoa de Araruama complex, formed at least 7000 years ago. The local climate is characterized by low precipitation rates and high evaporation rates; due to this, the lagoons tend to become hypersaline. Microbial mats are organic-sedimentary structures composed mainly of cyanobacteria. Whilst the photosynthesis process cyanobacteria induct an environmental change, which leads to calcium carbonate precipitation. The aim of this study was to typify and identify the cyanobacteria at the blister microbial mat. Samples were processed and analyzed using an optical microscope. The blister mat is composed of twelve species of cyanobacteria disposed in a fragile and amorphous mass. In this structure, both quantitative and qualitative domains belong to Chroococcales Weststein 1924. Measurement has shown that the place is very selective, and cyanobacteria presented great resistance and adaptability, because they are forms which had got success surviving to big changes occurred on Earth since the beginning of life and the evolutionary history.

**Keywords:** Chroococcales; microbial mat; brejo do Pau Fincado

## 1 Introdução

A restinga da Massambaba teve sua formação entre 5000 a 7000 anos, durante as transgressões e regressões marinhas responsáveis pelo aparecimento de duas séries de cordões de restinga, que isolaram um braço do Atlântico. Em um segundo avanço do mar desenvolveram-se lagunas na depressão intercordões (Barroso, 1987; Turcq *et al.*, 1999). As lagoas costeiras caracterizam-se por serem ambientes rasos e sofrerem intensa ação dos ventos, que acarreta em uma maior homogeneidade da coluna d'água (Petruccio, 1998). Ao longo de sua evolução, as lagoas formadas por processos marinhos tendem a seccionar a sua extensão em várias pequenas lagoas com redução gradativa do seu espelho d'água até o seu desaparecimento (Silva & Fernandes, 1994). Segundo Roland (1998), as lagoas podem variar tanto em tamanho quanto em salinidade. Em diferentes lagoas hipersalinas da restinga da Massambaba ocorrem esteiras microbianas: lagoa Vermelha (Silva e Silva, 2004a), lagoa Pernambuco (Silva e Silva 2004b), lagoa Pitanguinha (Damazio & Silva e Silva, 2006), brejo do Espinho (Delfino & Silva e Silva, 2005).

Esteiras microbianas são os ecossistemas mais antigos conhecidos. Elas margeavam totalmente o continente da superfície da Terra a 3,5 bilhões de anos (Urmeneta & Navarrete, 2000). Esteiras microbianas compreendem o primeiro estágio de desenvolvimento das estruturas estromatolíticas (Silva e Silva, 2002; Decho & Kawaguchi, 2003) e são compostas principalmente por cianobactérias (Silva e Silva *et al.*, 2003) associadas também a diatomáceas e bactérias (Turcq *et al.*, 1999). Foram tipificadas por Hoffman em 1976 e a cada tipo associou-se uma cianobactéria como principal formadora. Apresentam laminações verticais (Damazio & Silva e Silva, 2006; Stolz, 2000), possuindo carbonato microcristalino (Visscher *et al.*, 2000). A combinação das reações bióticas e suas reações geoquímicas complementares são determinantes para definir a função de cada grupo cianobacteriano: precipitação ou dissolução (Visscher & Stolz, 2005). A camada mais superficial das esteiras usualmente são as mais saturadas de clorofila (Zavarzin, 2003). Uma matriz formada de EPS (polímeros extra-celulares) secretado pelas

cianobactérias propicia o crescimento e estabilidade para a estrutura (Decho & Kawaguchi, 2003; Zavarzin, 2003).

As cianobactérias ou algas azuis são organismos microscópicos com características tanto de bactérias quanto de algas. Não apresentam núcleo e a parede celular é semelhante à das bactérias, mas contem clorofila *a* e realizam fotossíntese (Bouvy, 1999) e possuem alta capacidade adaptativa o que as permitiu sobreviverem, crescer e dominar ambientes salinos e hipersalinos. Elas suportam salinidade elevada e temperatura alta. A presença significativa das cianobactérias é justificada pela salinidade e temperatura da água e pela baixa competição (Silva e Silva *et al.*, 1999).

O brejo do Pau Fincado (Figuras 1 e 2) é um corpo aquático costeiro natural situado no interior da Reserva Ecológica de Massambaba, no município de Arraial do Cabo, possui clima semi-árido com pluviosidade média anual de 750mm e a evaporação da ordem de 900mm, sendo que este clima está relacionado à ressurgência de Cabo Frio (Primo & Bizerril, 2002). Está localizado sob as coordenadas 22° 55' 56,75" – 22° 55' 58,37" S e 42° 16,33' 52" – 42° 16' 54,7" W possui dimensões pequenas e efêmeras e bastante variáveis, inclusive podendo variar de salobras à hipersalinas (Lopes & Silva e Silva, 2005; Lopes *et al.*, 2006).



Figura 1 Vista parcial do brejo do Pau Fincado, localizado na Restinga de Massambaba, Arraial do Cabo.

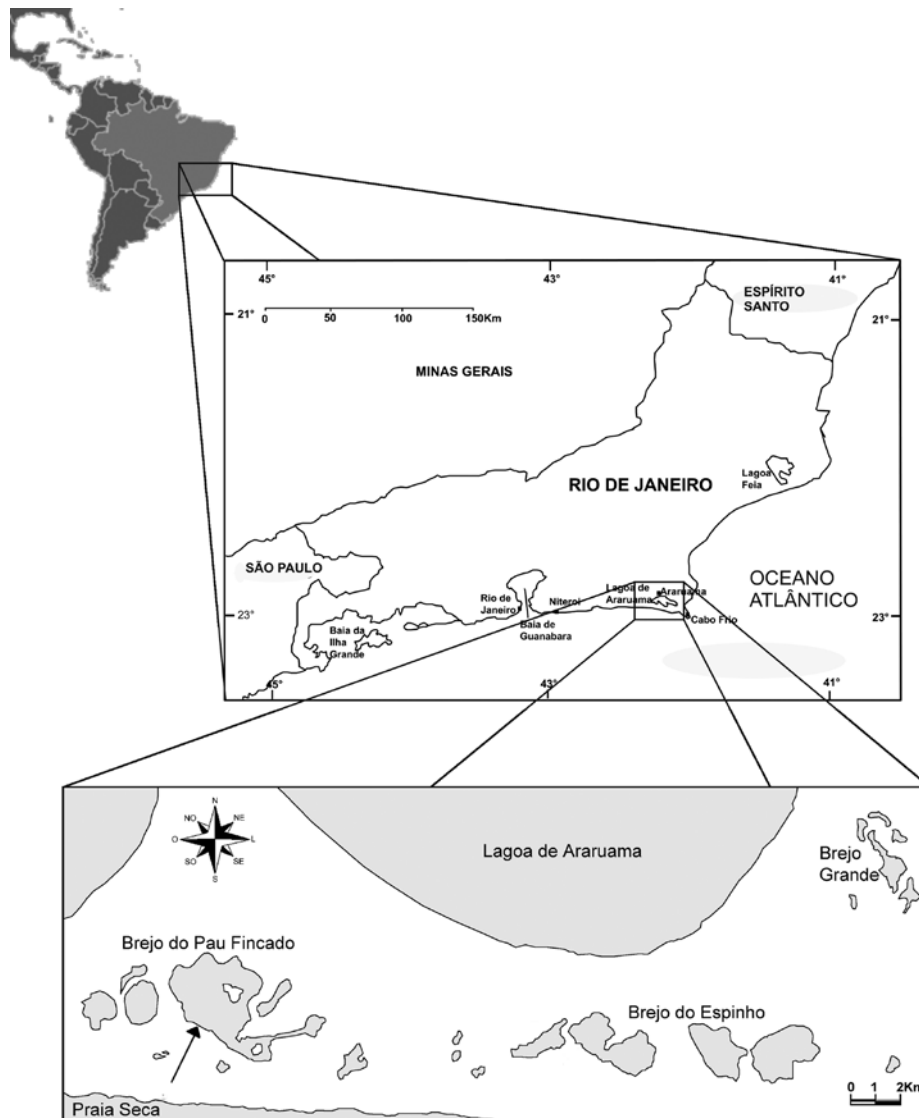


Figura 2 Mapa com a localização do brejo do Pau Fincado, na região de Arraial do Cabo.

## 2 Materiais e Métodos

Entre os anos de 2004 e 2005 foram realizadas coletas mensais nas margens da lagoa, percorrendo cinco estações. As amostras foram extraídas manualmente com auxílio de espátula, e acondicionadas em frascos opacos que continham solução neutra de formol 4%. A partir deste material, foram confeccionadas lâminas a fresco, semi-permanentes e permanentes para a identificação das cianobactérias componentes da estrutura.

A análise ficológica compreendeu no mínimo seis medições por estrutura considerada sendo estas o diâmetro dos filamentos, diâmetro das colônias, diâmetro dos tricomas, espessura das bainhas, comprimento e largura das células, obtendo-se além da média, os valores mínimo e máximo. Os sistemas utilizados foram Anagnostidis & Komárek (1988), Komárek & Anagnostidis (1999) e Pescott (1975).

Durante o estudo foram medidos os parâmetros físico-químicos do local, como pH, salinidade e taxa de oxigênio dissolvido.

### 3 Resultados

As análises revelaram doze espécies de cianobactérias compoendo as esteiras em bolha (Figuras 3 e 4): *Aphanothece saxicola* Nägeli 1849, *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braun in Rabenhorst 1863, *Aphanothece halophytica* Frémy 1933, *Chroococcus minutus* (Meneghini) Nägeli 1849, *Chroococcus membraninus* (Meneghini) Nägeli 1849, *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli 1849, *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann 1904, *Chroococcus prescottii* Drouet & Daily 1942, *Chroococcus microscopicus* Komarková – Legnerová & Cronberg 1994, *Spirulina meneghiniana* Zanardini ex Gomont 1892, *Pseudocapsa sphaerica* (Proskina – Lavernko) Kovaák 1988, *Merismopedia warminigiana* Lagerheim 1883. As esteiras estavam presentes na região de intra-marés, o seu aspecto é de uma massa sem forma definida e sem laminações com impregnações de carbonato de cálcio. Apesar de estar localizada superficialmente não possuía coloração verde. Há a predominância de formas esféricas, representadas pelas famílias Chroococcaceae Nägeli 1849 (58,33%), Synechococcaceae Komárek & Anagnostidis 1995 (25%) e Merismopediaceae Elenkin 1933 (8,33%) em detrimento das formas filamentosas que foram somente representadas pela família Phormidiaceae Komárek & Anagnostidis 1995 com 8,33%.

Em relação às variáveis ambientais estudadas, observou-se em valores médios: pH 7,96, salinidade 37,3 ‰, taxa de oxigênio dissolvido 3,36 mg/L.

### 4 Conclusões

As cianobactérias são os principais componentes das esteiras em bolha. A sua presença restrita à região de inframarés denota a sua dependência do contato com a água. A ausência de laminações pode ser um indicio de um estado de prematuridade da estrutura conforme sugerido por Damazio (2004). A localidade ainda apresenta dois tipos de esteiras microbianas e um tipo de estrutura estromatolítica litificada.

A descrição feita por Hoffman (1976) define *Microcoleus chthonoplastes* Thuret 1875 como a principal constituinte das esteiras em bolha, fato não observado para as estruturas do brejo do Pau Fincado. Carvalho (2003) também cita a presença de

um maior número de formas filamentosas formando a esteira em bolha da lagoa Vermelha.

A única forma filamentosa foi *Spirulina meneghiniana* Zanardini ex Gomont 1892, as demais onze formas são formas esféricas.

A fragilidade da estrutura, ausência de laminações e baixo grau de litificação diminui as suas possibilidades de preservação.

A presença de estruturas já litificadas no local demonstra que a atividade microbiana não é fato restrito somente ao presente.

Os fatores físico-químicos antes de incidirem na estrutura, incidem sobre a comunidade cianobacteriana. A alteração da comunidade interfere posteriormente no desenvolvimento da estrutura estromatolítica, essas alterações geram, portanto, diferentes formas de esteiras microbianas.

Estudos de estruturas microbianas recentes podem auxiliar a compreensão das diferentes situações paleoambientais que se formaram estruturas estromatolíticas.

### 5 Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado financeiramente para estudos de campo pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela FAPERJ (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro), através do IVP (Instituto Virtual de Paleontologia) e pela UNIRIO (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro).

### 6 Referências

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern Approach to the classification system of cyanophytes 3 – Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie Algological Studies*, 80 (1-4):327-472.
- Barroso, L. V. 1987 Diagnóstico ambiental da lagoa de Araruama – RJ. *B. FBCN*. Rio de Janeiro. 22: 30 – 65 .
- Bouvy, M.; Molica, R.J.R. & Nascimento, S. M.

1999. Cianobactérias: risco em águas de abastecimento. *Ciência Hoje*, 19: 67-69.
- 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. & Silva e Silva, L. H. 2006. Cianobactérias em esteiras microbianas coliformes da lagoa Pitanguinha, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9 (1) 15 – 26.
- Damazio, C. M. 2004. *Tipificação e bioestratificação cianobacteriana das esteiras microbianas recentes 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.
- Decho, A. W. & Kawaguchi, T. 2003. Extracellular Polymers (EPS) and calcification within modern marine stromatolites. *Fossil and Recent Biofilms – A natural History of life on Earth*, p. 227-240.
- Delfino, D. O. & Silva e Silva, L. H. 2005. Cianobactérias em biolaminóides poligonais holocênicos do brejo do Espinho, RJ, Brasil. *In: Jornada de Iniciação Científica*, 4, Rio de Janeiro, 2005. *Resumos expandidos*, Rio de Janeiro, UNIRIO, p. 18-20.
- Hoffman, P. 1976. Stromatolite morphogenesis in Shark Bay, Western Australia. *In: WATER, M. R. (ed.) Developments in sedimentology*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, p. 261-271.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. *Süßwasserflora von mitteleuropa band 19/1: Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales*. Stuttgart, Gustav Fisher. 548p.
- Lopes, F.A.S. & Silva e Silva, L.H. 2005. *Composição cianobacteriana dos laminitos microbianos do Brejo do Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brasil*. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UNIRIO*, 4, Rio de Janeiro, p.32-34
- Petrucio, M. M. 1998. Caracterização das lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, O<sub>2</sub> dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. *In: F. A. ESTEVES (ed.) Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Juturnaíba e do município de Macaé (RJ)*, Editora Universidade federal do Rio de Janeiro, p. 109-112.
- Prescott, G.W. 1975. *Algae of the western great lakes area*. 6ª ed. Iowa, W.M.C. Brown Company, 977 p.
- Primo, P.B.S. & Bizerril, C.R.S.F. 2002. *Lagoa de Araruama. Perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo*. SEMADS, Rio de Janeiro, p.33-35.
- Roland, F. 1998. Produção Fitoplanctônica em diferentes classes de tamanho nas lagoas de Imboassica e Cabiúnas. *In: ESTEVES, F. A. (ed.) Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Juturnaíba e do município de Macaé (RJ)*, Editora Universidade federal do Rio de Janeiro, p. 159-160.
- Silva, E. P. & Fernandes, F. C. 1994. A vida no Sal. *Ciência Hoje*, 18: 74-75.
- 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.; 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. 2004. Composição Paleobiológica e tipos morfológicos das construções estromatolíticas da lagoa Vermelha, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7 (2): 193 – 198.
- 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. 2004. 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. & Iespa, A. A. C. Distinção entre as esteiras microbianas da lagoa Pitanguinha, Quaternário do Rio de Janeiro, Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 18, Brasília, 2003. *Anais*, Brasília, SBP, p. 271.
- Silva e Silva, L. H.; Senra, M. C. E. & Srivastava,

- N. K. 1999. Composição faciológica dos testemunhos dos estromatólitos estratiformes e das esteiras algais com biodetritos associados na Lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil. *In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO*, 7, Porto Seguro, 1999, *Anais*, Porto Seguro, ABEQUA, viiabequa\_zco073.pdf.
- Stolz, J. F. 2000. Structure of microbial mats and biofilms. *In: RIDING, R. E. & AWRAMIK, S. M. (eds.) Microbial Sediments*. Springer-Verlag, p. 1-8.
- Turcq, B.; Martin, L.; Flexor, M. ; Suguio, K. ; Pierre, C. & Ortega, L. T. 1999. Origin and Evolution of the Quaternary Coastal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. *In: KNOPPERS, B.; BIDONE, E. D. & ABRÃO, J. J. Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil. Série Geoquímica Ambiental*, 6: 25 – 46.
- Turcq, P. F. M.; Barbosa, J. A. & Pereira, J. R. 1999. Chemical, physical and biological characterization of surficial sediments in the Araruama Lagoon. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES*, 3, Nova Friburgo, 1999, p. 4.
- Urmeneta, J. & Navarrete A. 2000. Mineralogical composition and biomass studies of the microbial mats sediments from the Ebro Delta, Spain, *International Microbiology*, 3: 97-101.
- Visscher, P. T.; Reid, R. P. & Bebout, B.M. 2000. Microscale observations of sulfate reduction: correlation of microbial activity with lithified micritic laminae in modern marine stromatolites. *Geology*, 28 (10): 919-922.
- Visscher, P. T.; Stolz, J. F. 2005. Microbial mats as bioreactors: populations, processes, and products. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 219: 87-100.
- Zavarzin, G. A. 2003. Diversity of cyanobacterial mats. *Fossil and Recent Biofilms – A natural History of life on Earth*, p.141-150.