



**Análise da Composição Cianobacteriana das Esteiras Pustulares em Salina, Araruama, Rio de Janeiro**  
Analysis of Cyanobacterial Composition in Pustuled Microbial Mats in Saline, Araruama, Rio de Janeiro

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

*Departamento de Botânica, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Avenida Pasteur n° 458, laboratório 409, Urca, Rio de Janeiro, Brasil.*  
*E-mail: loreineh@unirio.br; fabianefeder@yahoo.com.br; d\_odelfino@yahoo.com.br; derico.rj@uol.com.br*  
Recebido em: 30/03/2007 Aprovado em: 27/07/2007

### Resumo

A salina Julieta localiza-se no Estado do Rio de Janeiro, a leste da cidade de Araruama e a oeste da cidade de Cabo Frio, entre as latitudes 22° 49' e 22° 57' S e as longitudes 42° 00' e 42° 23' W. Apresenta uma série de tanques de terra, obtidos por escavação, onde a água se concentra lentamente pela evaporação natural até a precipitação do sal. Esses reservatórios podem ser divididos em três tipos, segundo sua função: carga, evaporação e cristalização. A impermeabilização destes reservatórios é assegurada por uma fina camada de algas que se forma naturalmente com o tempo. O estudo baseou-se em coletas mensais no período de maio de 2004 a outubro de 2004, ao longo de três estações de coleta estabelecidas em diferentes reservatórios da salina. Para identificação da composição microbiana, foram realizadas lâminas frescas, semipermanentes e permanentes e sua análise foi realizada por microscopia óptica. Nos reservatórios, as esteiras pustulares apresentaram-se homogêneas. A análise revelou um total de vinte espécies de cianobactérias. Em todas as camadas foi observada a predominância quantitativa de formas esféricas. O predomínio das cianobactérias se justifica pelo fato destas serem portadoras de alta plasticidade morfológica, o que lhes permite sobreviver em vários tipos de ambientes e predominar nos ambientes hipersalinos.

**Palavras-chave:** Esteiras microbianas; cianobactérias; salina Julieta

### Abstract

Julieta saline receives water from lagoa de Araruama, which is located in the state of Rio de Janeiro, to the East of the city of Araruama and to the west of the city of Cabo Frio, between 22° 49' and 22° 57' S latitude and 42° 00' and 42° 23' W longitude. It is composed by a series of soil tanks obtained by natural excavation, where water gradually concentrates through natural evaporation until salt precipitation. The reservoirs can be divided in three types, according to their activity: cargo, evaporator and crystallizer tanks. The process of making such reservoirs waterproof is enabled by a fine layer of algae which is formed naturally with the passing of time. This study is based on monthly collects within the period ranging from May, 2004 to October, 2004, along three collection stations set up in different saline reservoirs. To identify the microbic composition, fresh, semi-permanent and permanent laminae were obtained and their analysis were performed by means of optical microscopy. The analysis revealed a total of twenty cyanobacterial types. In all layers, a predominant amount of oval spherical forms was observed. The predominance of cyanobacteria is justified by the fact that they are carriers of high morphological adaptations which enables them to survive in various types of environments and be predominant in hypersaline sites.

**Keywords:** Algae mat; cyanobacteria; Julieta saline

## 1 Introdução

As salinas do estado do Rio de Janeiro localizam-se no sistema lagunar de Araruama, que tem sua origem ligada às subidas sucessivas relativamente recentes do nível do mar. Esses avanços foram responsáveis pelo surgimento de duas séries de cordões litorâneos de idades distintas, responsáveis pelo fechamento da lagoa e o aparecimento de pequenas lagunas existentes entre a lagoa e o mar (Coe Neto, 1984). O micro-clima da região é semi-árido, com precipitação anual de 700 mm e evaporação de 1.400 mm/ano (Silva e Silva *et al.*, 2004).

As salinas estão relacionadas com esse tipo de ambiente e são definidas como um corpo d'água salgado artificial, em que há precipitação do cloreto de sódio, devido a evaporação das águas. A evaporação ocorre através de estágios sucessivos, num processo em que a concentração de sais aumenta gradativamente (Silva & Santos, 1997).

O desenvolvimento de esteiras microbianas nos reservatórios das salinas favorece o incremento da taxa de evaporação da água, acelerando a seqüência de precipitação de minerais, retirando partículas em suspensão e clareando a coluna d'água, proporcionando melhor qualidade do sal resultante (López-Cortés, 1998).

As esteiras microbianas são descritas como comunidades microbianas bentônicas que se desenvolvem na interface entre a água e o substrato sólido (Dermegasso *et al.*, 2003). A composição microbiana dessas estruturas é dominada por cianobactérias, que adquiriram especialização e adaptação devido à pressão do meio. Estas condições garantem a sobrevivência em ambientes inóspitos com elevadas taxas de salinidade e alcalinidade (Golubic, 1973).

As esteiras microbianas pertencem ao primeiro estágio do desenvolvimento das construções estromatolíticas (Silva e Silva, 2002). As estruturas estromatolíticas podem ser definidas como construção 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).

A importância geológica destas estruturas associa-se ao fato de comporem o primeiro substrato consolidado para formação de estromatólitos recentes. Os estromatólitos recentes caracterizam reservatórios rasos de água, implantados sob climas quentes e secos, propiciando reconstruções paleoambientais e deduções paleoclimáticas (Silva e Silva & Senra, 2000).

O objetivo deste estudo foi a identificação da composição cianobacteriana constituinte das esteiras pustulares encontradas na salina Julieta.

## 2 Área de Estudo

A salina Julieta (Figuras 1 e 2) recebe água da lagoa de Araruama, que se localiza no Estado do Rio de Janeiro, a leste da cidade de Araruama e a oeste da cidade de Cabo Frio, entre as latitudes 22° 49' e 22° 57' S e as longitudes 42° 00' e 42° 23' W (Barroso, 1987).



Figura 1 Fotografia da salina Julieta, localizada no município de Araruama, onde são encontradas as esteiras pustulares.

Esta salina é constituída por diversos reservatórios de alguns centímetros de profundidade que recebem nas bordas água da lagoa de Araruama através de canais de salinas, que são escavados paralelamente à orla (Primo & Bizerril, 2002).

A salmoura da lagoa de Araruama apresenta uma densidade média de 5° Bé (53.6 ‰), onde 1 Bé representa 10.72 ‰, sendo uma medida utilizada para o aumento parcial do gradiente de salinidade.

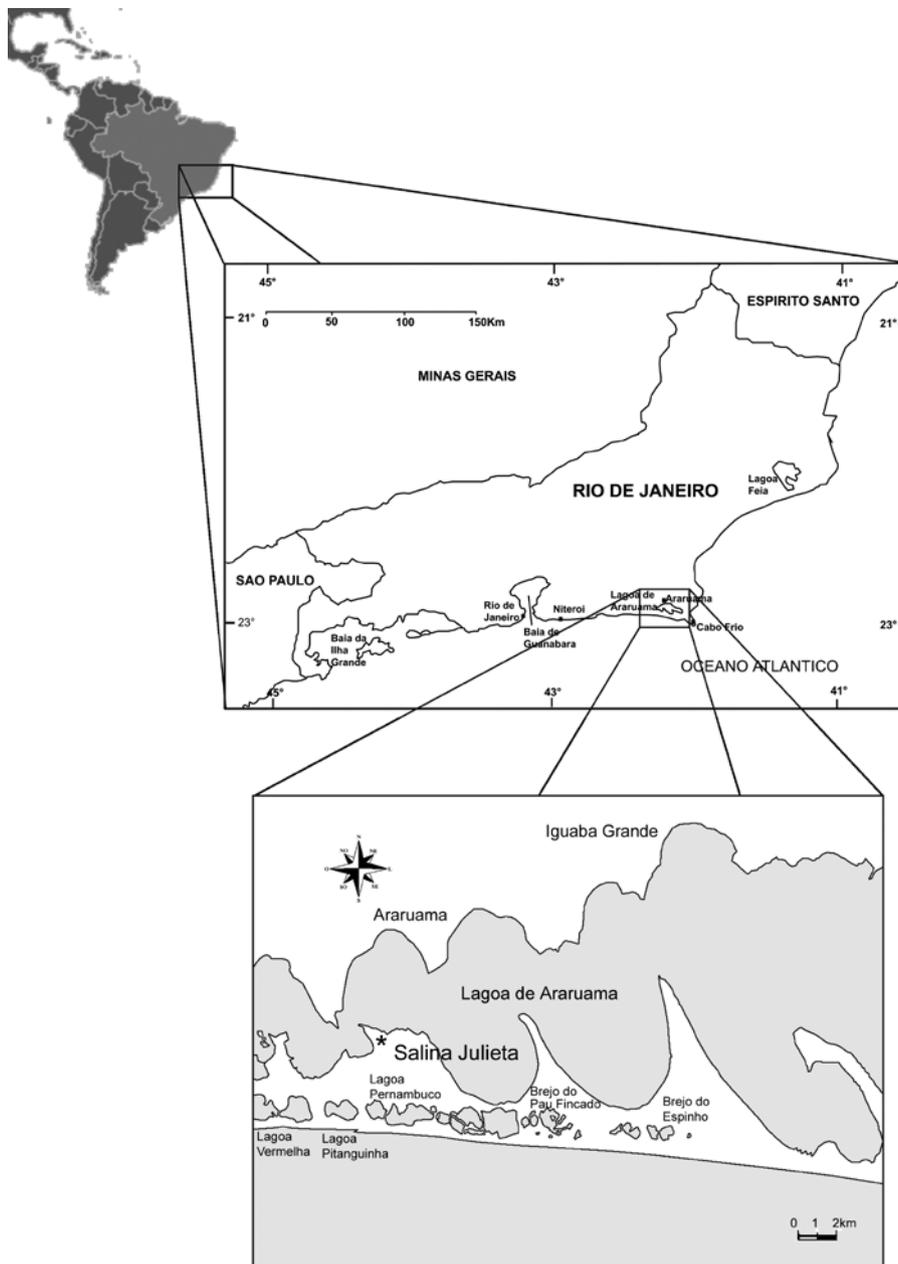


Figura 2 Mapa com a localização da salina Julieta, município de Araruama, estado do Rio de Janeiro.

De acordo com Baeta Neves & Casarin (1990), primeiramente, a água se concentra em um reservatório de água com profundidade de 30 cm, onde obtém-se uma densidade média de 7° Bé (75.04 %). Posteriormente, a salmoura percorre as bacias concentradoras com lâmina d'água entre 10 a 15 cm. A água nesta etapa alcança uma densidade que varia de 16° Bé (171.52 %) e 24° Bé (257.28%). Finalmente, a salmoura segue para as bacias cristalizadoras, com profundidade de 2 a 2,5 cm, onde ocorre a precipitação do cloreto de sódio de 25° Bé (273.36 %), até o máximo de 28° Bé (305.52 %).

### 3 Materiais e Métodos

Foram realizadas seis coletas mensais entre os meses de maio a outubro de 2004, ao longo de três reservatórios de evaporação da salina Julieta. As amostras foram retiradas manualmente com auxílio de espátula de pedreiro. Posteriormente, acondicionadas em recipientes plásticos opacos e conservadas em solução aquosa de formol a 4% tamponada com bórax.

As esteiras microbianas foram identificadas e classificadas morfológicamente. Em seguida,

foi realizada a caracterização da composição taxonômica, sendo confeccionadas lâminas frescas, semipermanentes e permanentes.

As medições executadas foram no mínimo de dez por estrutura considerada, sendo estimados os diâmetros das colônias, o comprimento e a largura das células, o comprimento e a largura dos tricomas, a espessura das bainhas, obtendo-se além da média, os valores mínimos e máximos, com auxílio de ocular micrométrica. A identificação taxonômica das cianobactérias seguiu os sistemas de Anagnostidis & Komárek (1988), Komárek & Anagnostidis (1999) e Prescott (1975).

Paralelamente, diversos parâmetros físico-químicos da água e das esteiras microbianas como temperatura do sedimento e da água, pH e teor de oxigênio dissolvido foram medidos.

#### 4 Resultado

As esteiras pustulares (Figura 3) identificadas nas três estações de coleta nos reservatórios de evaporação são constituídas por laminação vertical verde e espessa. Externamente, apresentam elevações em forma de pústulas desorganizadas revestidas por precipitados de halita.

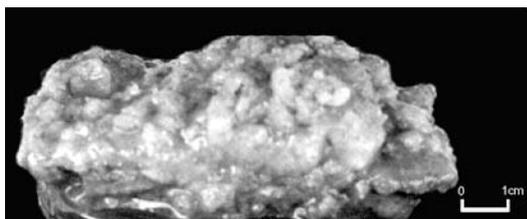


Figura 3 Corte em laboratório da esteira pustular, da localidade de Araruama, estado do Rio de Janeiro.

No conjunto, foram identificados 20 taxa, sendo a composição cianobacteriana: *Aphanocapsa litoralis* (Hansgird) Komárek & Anagnostidis 1995; *Aphanocapsa salina* Voronichin 1929; *Aphanothece castagnei* (Brébisson) Rabenhorst 1865; *Aphanothece halophytica* Frémy, 1933; *Aphanothece salina* Elenkin & Danilov 1915; *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braun 1863; *Chroococcus microscopicus* Komárková-Legnerová & Cromberg 1994; *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann 1904; *Chroococcus minutus* (Kützinger)

Nägeli 1849; *Chroococcus turgidus* (Kützinger) Nägeli 1849; *Gloeothece confluens* Nägeli 1849; *Gloeothece vibrio* N. Carter 1922; *Microcoleus chthonoplastes* (Thuret) Gomont 1875; *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont 1890; *Pseudocapsa sphaerica* (Proškina – Lavrenko) Kováčik 1988; *Schizothrix friesii* Gomont 1892; *Spirulina subtilissima* Kützinger 1843; *Spirulina subsalsa* (Oersted) Gomont 1892; *Synechococcus salinarum* Komárek, 1956; *Xenotholos kernerii* (Hansgird) Gold – Morgan, Montejano & Komárek 1994.

Nas esteiras microbianas pustulares a família Synechococcaceae qualitativamente foi a mais representativa com 35 % das espécies, seguido pela Chroococcaceae 25 %; Phormidiaceae 20 %, Merismopediaceae 10%, Xenococcaceae e Schizotricaceae 5% (Figura 4).

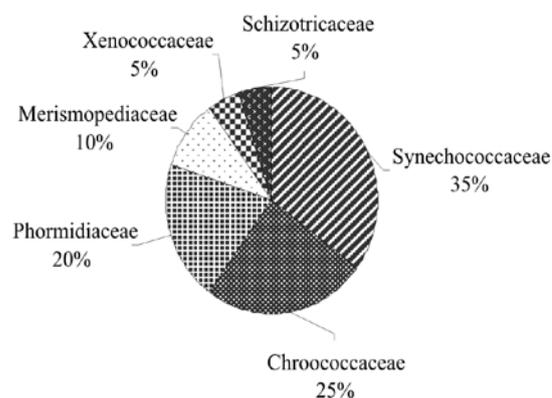


Figura 4 Análise qualitativa da esteira pustular da localidade de Araruama, estado do Rio de Janeiro.

As espécies predominantes quantitativamente foram *Chroococcus microscopicus*, *Chroococcus minimus*, *Chroococcus turgidus*, *Gloeothece vibrio* e *Spirulina subsalsa*.

Dos parâmetros físico-químicos encontrados a temperatura da água das esteiras microbianas, taxa de oxigênio dissolvido e o pH demonstraram valores médios de 29,3 °C, 27,7 °C; 5,04 mg/L e 8,2 unidades de pH, respectivamente.

#### 5 Conclusão

O estabelecimento e crescimento de esteiras microbianas nas salinas são influenciados

por parâmetros ambientais, como a oscilação de oxigênio dissolvido, o acúmulo prolongado da água, elevadas taxas de sedimentação, e participação de microorganismos, em especial as cianobactérias. A precipitação de halita impossibilita o desenvolvimento de outras camadas nas esteiras pustulares da salina Julieta.

Corroborando com Baeta Neves (1993), as cianobactérias presentes nas esteiras microbianas da salina Julieta são portadores de alta plasticidade morfológica, permitindo sobreviver em ambientes com déficit de chuvas e intensa evaporação.

As esteiras pustulares analisadas no presente estudo foram também identificadas em outros ambientes hipersalinos localizados no Estado do Rio de Janeiro, como lagoa Vermelha (Silva e Silva & Carvalhal, 2005) e lagoa Pitanguinha (Damazio *et al.*, 2005).

As esteiras pustulares da salina Julieta são dominadas pelas espécies *Chroococcus minimus*, *C. turgidus*, *Gloeothece vibrio* e *Spirulina subsalsa*, portanto, diferem das encontradas por Hoffmann (1974) e Silva e Silva & Carvalhal (2005) quanto a cianobactéria dominante, fato possivelmente associado ao ambiente artificial.

De acordo com Damazio & Silva e Silva (2006), este estudo contribui para ampliar o entendimento de outras estruturas estromatolíticas e esteiras microbianas, sendo de grande importância nas extrapolações para o registro de fóssilífero, onde os vários tipos de esteiras microbianas são utilizados na avaliação das variações de salinidade do meio, profundidade das águas e alterações eustáticas pretéritas do nível do mar.

## 6 Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio financeiro da UNIRIO (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) para a realização dos estudos de campo.

## 7 Referências

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

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3. Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algological Studies*, 50-53: 327-472.
- Baeta Neves, M.H.C. 1993. Estudo do crescimento de cianofíceas (Chroococcales) Halofítica em função da temperatura e da salinidade. *Acta Biologica Leopoldinense*, 15 (1): 119 -132.
- Baeta Neves, M.H.C & Casarin, A. J. 1990. As cianofíceas das salinas de Cabo Frio – Brasil. *Acta Biologica Leopoldinense*, 12 (1): 99 -123.
- Barroso, L.V. 1987. Diagnóstico ambiental da lagoa de Araruama – RJ. *Boletim da Fundação Brasileira para Conservação da Natureza*. Rio de Janeiro, p. 30-65.
- Coe Neto, R. 1984. Algumas considerações sobre origem do sistema lagunar de Araruama. In: SIMPÓSIO SOBRE AS RESTINGAS BRASILEIRAS, 2, Niterói, 1984. *Resumo*, Niterói/RJ, CEUFF/UFF, p. 61-63.
- Damazio, M.C & 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.; Silva e Silva, L.H. & Iespa, A.A.C. 2005. Correlações entre cianobactérias endolíticas e esteiras microbianas hipersalinas da lagoa Pitanguinha, Neóquaternário do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos - Geociências*, 10 (6): 11-16.
- Demergasso, C.; Chong, C.; Galleguillos, P.; Escudero, L.; Martinez-Alonso, M. & Esteves, I. 2003. Tapetes microbianos Del Salar de ILLIMANI, norte Del Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 485-499.
- Golubic, S. 1973. The relationship between the blue-green algae and carbonate deposits. In: CARR, N.G. & WHITTON, B.A. (eds.) *The biology of blue-green algae*. Oxford, Blackwell, p. 434-764.
- Hoffmann, P. F. 1974. Shallow and deepwater stromatolites in Lower Proterozoic platform-to-basin facies change, Great Slave Lake, Canada. *American Associated Petroleum Geologists Bulletin*, 58: 856-867.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa band 19/1: Cyanoprocarvota 1. Teil: Chroococcales*. Stuttgart, Gustav Fischer, 548 p.
- Prescott, G.W. 1975. *Algae of the western great lakes area*. Iowa, W.M.C. Brown Company, 977p.

- Lee, R.E. 1999. *Phycology*. USA, Cambridge University Press, p. 67-110.
- López-Cortés, A. 1998. Ecologia y biotecnología de las comunidades microbianas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA, México, 1998. *Resumo*, México, p. 31.
- 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. 77-82.
- 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. & Carvalho, S.B. 2005. Biolaminóides calcários holocênicos: o caso da lagoa Vermelha, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 28: 63-75.
- Silva e Silva, L.H.; Senra, M.C.E.; Farulo, 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 de Paleontologia*, 7 (2): 193-198.
- Silva e Silva, L.H. & Senra, M.C.E. 2000. Estudo comparativo de esteiras microbianas presentes em duas lagoas hipersalinas. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências*, 5: 225-227.
- Silva, M.A.M & Santos, C.L. 1997. Halitas das salinas de Cabo Frio: reconhecimento das morfologias como subsídios para o entendimento das halitas pretéritas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 11 (1/2): 74-83.