

## CORRELAÇÕES ENTRE CIANOBACTÉRIAS ENDOLÍTICAS E ESTEIRAS MICROBIANAS HIPERSALINAS DA LAGOA PITANGUINHA, NEOQUATERNÁRIO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

### *CORRELATION AMONG ENDOLITHIC CYANOBACTERIA AND HYPERSALINE MICROBIAL MATS OF PITANGUINHA LAGOON, NEOQUATERNARY OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL*

Cynthia Moreira DAMAZIO<sup>1,2</sup>; Loreine Hermida da SILVA E SILVA<sup>1,3</sup>; Anderson Andrade Cavalcanti IESPA<sup>4</sup> & Maria Célia Elias SENRA<sup>1,5</sup>

**Resumo:** A Lagoa Pitanguinha é um corpo aquático costeiro hipersalino, caracterizado pela presença de esteiras orgânicas que resultam de atividades microbianas. Está localizada entre os municípios de Saquarema e Araruama, no nordeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. O presente trabalho deriva de estudos realizados em amostras de esteiras microbianas, nas quais foram identificadas 65 espécies de cianobactérias endolíticas. Nesta lagoa ocorrem sete tipos de esteiras microbianas: coloforme, filme, gelatinosa, lisa, poligonal, pustulada e tufada, produzidas principalmente por cianobactérias filamentosas (*Lyngbya aestuarii*, *Microcoleus chthonoplastes*; *Schizothrix friesii*). A Família Chroococcaceae Nägeli, 1849 é a de maior frequência para área. As outras famílias são Synechococcaceae com 24,62%; Phormidiaceae com 18,46%; Oscillatoriaceae com 7,69%; Entophysalidaceae com 4,61%; Pseudanabaenaceae com 4,61%; Merismopediaceae com 3,08%; Schizothricaceae com 3,08%; Xenococcaceae com 3,08%; Hyellaceae com 1,54%; Microcystaceae com 1,54%; Nostocaceae com 1,54%. Os restos esqueletais incluem bivalvíos, gastrópodes, ostracodes e foraminíferos. Por sua elevada frequência, as cianobactérias endolíticas desempenham o principal papel na formação das esteiras microbianas hipersalinas.

**Palavras-chave:** Cianobactérias Endolíticas; Esteiras Microbianas; Lagoa Pitanguinha; Estado do Rio de Janeiro.

**Abstract:** Pitanguinha Lagoon is a hypersaline coastal aquatic body, characterized by organic mats, which resulted from microbial activity. It is located between the municipalities of Saquarema and Araruama, in the northeast of the Rio de Janeiro State, Brazil. The present paper is based on studies carried out in samples from microbial mats, where sixty-five species of endolithic cyanobacteria were identified. In this lagoon seven types of microbial mats are found: colloform, film, gelatinous, smooth, polygonal, pustuled and tufted, produced mainly by the filamentous cyanobacteria *Lyngbya aestuarii*, *Microcoleus chthonoplastes* and *Schizothrix friesii*. The family Chroococcaceae Nägeli 1849 is the most frequent in the area. Other families are: Synechococcaceae (24,62%); Phormidiaceae (18,46%); Oscillatoriaceae (7,69%); Entophysalidaceae (4,61%); Pseudanabaenaceae (4,61%); Merismopediaceae (3,08%); Schizothricaceae (3,08%); Xenococcaceae (3,08%); Hyellaceae (1,54%); Microcystaceae (1,54%) e Nostocaceae (1,54%). Skeletal remains include bivalves, gastropods, ostracods and foraminifers. The high frequency of the endolithic cyanobacteria allowed to recognize its mayor role in the formation of the hypersaline microbial mats.

**Keywords:** Endolithic Cyanobacteria; Microbial Mats; Pitanguinha Lagoon; Rio de Janeiro State.

## INTRODUÇÃO

Existe um setor litorâneo brasileiro, de orientação leste-oeste, que vai de Cabo Frio à entrada da Baía de Guanabara, o qual é caracterizado por um sistema lagunar que se encontra entre as formações marinhas do Quaternário e rochas cristalinas pré-cambrianas (Martin *et al.*, 1997). Conforme Turcq *et al.* (1999), existem dois tipos distintos de sistemas lagunares for-

mados em períodos diferentes. O primeiro, interno, é formado pelos sistemas lagunares principais, de origem paralela à da barreira arenosa (restinga) interna e externa, que os separa do Oceano Atlântico. O segundo sistema, externo, é formado por lagunas menores, brejos e consiste no sistema mais recente na escala geológica (7.000 anos A.P.).

No litoral do Estado do Rio de Janeiro, entre Maricá e Cabo Frio, ocorrem inúmeras lagoas costeiras com profundida-

1- Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Escola de Ciências Biológicas. Núcleo de Geomicrobiologia. Avenida Pasteur no 458, laboratório 409. Urca, Rio de Janeiro, Brasil. CEP-22.290 -240. Tel: (21) 2244-5573 ramal 29. Fax: (21) 22445547.

2- E-mail: loreineh@unirio.br

3- E-mail: acdamazio@uol.com.br

4- Programa de Pós Graduação em Geologia. Instituto de Geociências, Universidade do Brasil (UFRJ). E-mail: iespa.bio@uol.com.br

5- E-mail: esenra@unirio.br

des médias entre 1 e 2 m, que podem ser classificadas como sufocadas de acordo com Kjerfve (1994). A sua pequena profundidade e reduzida coluna d'água, potencializam mais ainda o papel do sedimento no funcionamento do ecossistema (Petruccio & Faria, 1998). São freqüentemente sujeitas à hipersalinidade devido ao baixo aporte de água doce, ao balanço hídrico negativo e alta taxa de evaporação (Souza, 1997).

## ÁREA ESTUDADA

A Lagoa Pitanguinha (Figura 1) está localizada no Estado do Rio de Janeiro, próximo ao Município de Araruama, cercada por salinas em mais de dois terços de seu perímetro, contendo marnéis em seu interior que a segmentam em vários pedaços. O clima da região é semi-árido, com média de chuvas baixa, da ordem de 890 mm/ano, destacando-se que a evaporação (1.372 mm/ano) é maior que a precipitação, gerando um déficit hídrico. O vento de maior freqüência é o noroeste (37%), predominando durante todo o ano com velocidades de 4 a 6 m/s. Possui área de 0,55 km<sup>2</sup>, perímetro de 3,5 km, largura máxima de 0,75 km e comprimento de 1,5 km e, comunica-se por meio de um canal com a Lagoa de Araruama (Primo & Bizerril, 2002). Apresenta pH cerca de 8,7, taxa de oxigênio dissolvido de 21,2 mg/L, salinidade de 84‰ e temperatura média da água de 30,4° C.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo na área baseou-se em coletas mensais realizadas na região marginal da lagoa, nas porções de inframaré, intermarés e supramaré, no período de fevereiro de 2002 até março de 2004. Foram retiradas amostras de sedimento em cinco quadrantes de 1 m<sup>2</sup>, distanciados em 15 m, com auxílio de espátula de pedreiro. Para a fixação das cianobactérias presentes no sedimento, foi adicionada solução neutra de formol a 4%, tamponado com bórax e mantido na ausência de luz.

A análise taxonômica envolveu a confecção de lâminas permanentes, com realização de medidas em microscópio, observando-se as características morfológicas clássicas das cianobactérias, além de serem confeccionados desenhos com câmara clara. Para cada espécime foram realizadas 06 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, mínimos e máximos.

## RESULTADOS

A Lagoa Pitanguinha é um corpo aquático costeiro hipersalino, alcalino, de pouca profundidade. Suas areias são quartzosas, composta por grãos muito finos a grossos, subangulosos à sub-arredondados, com fragmentos de foraminíferos, ostracodes, moluscos (gastropodes e bivalvíos), que parecem ter pouco impacto na distribuição das esteiras microbianas hipersalinas.

Nesta lagoa foram verificados sete tipos distintos de esteiras microbianas. A esteira coliforme (Figura 2) foi encontrada

na porção de inframaré; apresentando montículos laminados organizados em fileiras, sendo estas laminações espessas e de coloração variada ocorrendo raramente expostas. As esteiras em filme (Figura 3) estão dispostas na região de inframaré e são compostas por sedimentos litificados com incrustações cristalinas apresentando manchas violáceas e esverdeadas. A esteira gelatinosa (Figura 4) apresenta fendas poligonais prismáticas, consistência gelatinosa, é pouco consolidada e homogênea. As esteiras lisas (Figura 5) também são encontradas na porção de inframaré e possuem laminações bastante distintas com espessuras variáveis. As poligonais (Figura 6) são freqüentes e verificadas nas porções de infra, supra e intermarés; apresentando gretas de contração e laminações que variam em cor e espessura. As esteiras pustulares (Figura 7) são encontradas na região de intermarés, formadas por pequenos montes sem regularidade na distribuição, com coloração verde-oliva intensa. Podem estar sobrepostas às esteiras lisas e poligonais. As tufadas (Figura 8) apresentam impressões dos talos das cianobactérias filamentosas, organizadas em pequenos tufos.

Foram constatadas as seguintes espécies: *Aphanocapsa litoralis* (Hansgirg) Komárek & Anagnostidis, 1995; *A. salinarum* Hansgirg, 1887; *Aphanothece castagnei* (Brébisson) Rabenhorst, 1865; *A. conglomerata* Rich, 1932; *A. halophytica* Frémy, 1933 (Figura 9); *A. marina* (Ercegovic) Komárek & Anagnostidis, 1995; *A. pallida* (Kützing) Rabenhorst, 1863; *A. salina* Elenkin & Danilov, 1915; *A. saxicola* Nägeli, 1849; *A. stagnina* (Sprengel) A. Braum, 1863 (figura 10); *Bacularea caerulescens* Borzi, 1905; *Chroococcus dispersus* (Keissler) Lemmermann, 1904; *C. giganteus* W. West, 1892; *C. membraninus* (Meneghini) Nägeli, 1849; *C. microscopicus* Komárková-Legnerová & Cronberg, 1994; *C. minimus* (Keissler) Lemmermann, 1904; *C. minor* (Kützing) Nägeli, 1849; *C. minutus* (Kützing) Nägeli, 1849; *C. obliterated* Richter, 1886; *C. prescottii* Drouet & Daily, 1942; *C. quaternarius* Zalessky, 1926; *C. tenax* (Kirchner) Hieronymus, 1892; *C. turgidus* (Kützing) Nägeli, 1849; *Cyanosarcina thalassia* Anagnostidis & Pantazidou, 1991; *Entophysalis conferta* (Kützing) Drouet & Daily, 1948; *E. granulosa* Kützing, 1843; *Gloeocapsa punctata* Nägeli, 1849; *Gloeocapsopsis crepidinum* (Geitler) Komárek, 1993; *G. magma* (Brébisson) Komárek & Anagnostidis, 1986; *Gloeothece confluens* Nägeli, 1849; *G. linearis* Nägeli, 1849; *G. subtilis* Skuja, 1964; *G. vibrio* N. Carter, 1922; *Johanesbaptistia pellucida* (Dickie) Taylor & Drouet, 1938; *Kyrtuthrix maculans* (Gomont) Umezaki, 1958; *Leptolyngbya komarovii* (Anissimova) Anagnostidis & Komárek, 1988; *L. tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988; *Lithocapsa fasciculata* Ercegovic, 1925; *Lyngbya aestuarii* (Liebman) Gomont, 1892; *L. fragilis* (Meneghini) Compère, 1974; *Microcoleus chthonoplastes* (Thuret) Gomont, 1875; *M. vaginatus* (Vaucher) Gomont, 1890; *Oscillatoria lacustris* (Klebahn) Geitler, 1925; *O. limnetica* Lemmermann, 1900; *O. pseudogeminata* G. Schmid, 1914; *Phormidium acutum* (Briehl & Biswas.) Anagnostidis & Komárek, 1988 (Figura 11); *P. acuminatum* (Gomont), Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. breve* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. formosum* (Gomont)

Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. hamelii* (Frémy) Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. okenii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. terebriforme f. amphigranulata* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988; *P. willei* (Gardner) Anagnostidis & Komárek, 1988; *Planktolingbya subtilis* (W. West) Anagnostidis & Komárek, 1988; *Pleurocapsa fuliginosa* Hauck, 1885; *Pseudocapsa dubia* Ercegovic, 1925; *P. sphaerica* (Proškina-Lavrenko) Kováčik, 1988; *Schizothrix arenaria* (Berkeley) Gomont, 1892; *S. friesii* Gomont, 1892; *Spirulina subtilissima* Kützing, 1843 (Figura 12); *S. subsalsa* (Oersted) Gomont, 1892; *Synechococcus elongatus* Nägeli, 1849; *S. salinarum* Komárek, 1956; *Xenococcus schousboei* Thuret, 1880; *Xenotholus kernerii* (Hansgirg) Gold-Morgan *et al.*, 1994.

Na camada escura, abaixo do estrato superficial, estão distribuídas as cianobactérias cocóides e filamentosas e ocorrem três espécies de sulfobactérias: *Chromatium salexigens* Caumette *et al.*, 1989, *Rhodospirillum salinarum* Nissen & Dudas, 1985 e *Thiocapsa halophyla* Caumette *et al.*, 1991, sendo que o gênero *Chromatium* Imhoff *et al.*, 1998 já foi mencionado como componente das esteiras microbianas para a Lagoa Vermelha por Vasconcelos (1988).

Associadas a estas esteiras, na superfície, são encontradas macroalgas, principalmente clorofíceas (*Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing, 1849, *Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Van den Hoek, 1963 e *Enteromorpha linza* (Linnaeus) Agardh, 1883).

Agregados aos diversos tipos de esteiras, foram verificados restos esqueléticos que incluem bivalvíos, destacando-se *Anomalocardia brasiliana* Gmelin, 1791, *Heleobia australis* D'Orbigny, 1835 e *Rissoina cancellata* Philippi, 1847, além de ostracodes e foraminíferos já relatados para ambientes semelhantes, para Lagoa Salgada por Silva e Silva (2002).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Formando os sete tipos distintos de esteiras microbianas, coliforme, em filme, gelatinosa, lisa, poligonal, pustular e tufada, foram identificadas 65 espécies de cianobactérias como principal conteúdo biótico, indicando uma alta diversidade para a localidade. Em algumas das esteiras foram constatadas laminações que, geralmente, indicam a presença de um biosistema dominado por microorganismos. A presença ou ausência das laminações está diretamente baseada em fenômenos fundamentados em princípios biológicos e biogeoquímicos. Além disso, estruturas laminadas são uma importante fronteira para se distinguir os micro e macroorganismos, embora esta distinção seja relativa. As laminações mais espessas estão relacionadas à ficoflórula cianobacteriana filamentosas e as laminações delgadas relacionam-se com formas esféricas corroborando com os resultados obtidos na Lagoa Salgada por Silva e Silva (2002).

As esteiras retêm água em seus interstícios, permitindo as cianobactérias se interiorizarem à procura de umidade. Devido à sedimentação rápida, estes microorganismos são soterrados (endolíticos) e uma nova colonização pode ocorrer na

superfície. Este dinamismo acarreta uma relação produção orgânica versus deposição de sedimento que determina o tempo de resistência de uma esteira numa dada camada.

A Família Chroococcaceae Nägeli, 1849 foi a mais frequente respondendo por 24,62%. As demais famílias observadas apresentam os seguintes percentuais: Synechococcaceae Komárek & Anagnostidis, (1995) com 24,62%; Phormidiaceae Anagnostidis & Komárek, (1988) com 18,46%; Oscillatoriaceae Geitler, (1933) com 7,69%; Entophysalidaceae Geitler, (1925) com 4,61%; Pseudanabaenaceae Anagnostidis & Komárek, (1988) com 4,61%; Merismopediaceae Elenkin, (1933) com 3,08%; Schizothricaceae Elenkin, (1934) com 3,08%; Xenococcaceae Ercegovic com 3,08%; Hyellaceae Borzì, (1914) com 1,54%; Microcystaceae Elenkin, (1933) com 1,54% e Nostocaceae Bourrelly, (1970) com 1,54%. As formas esféricas, de vida livre ou colonial, apareceram em quantidade superior à das formas filamentosas.

As espécies *Lyngbya aestuarii* e *L. fragilis* apresentam-se dominantes formando as esteiras lisas e tufadas, enquanto *Microcoleus chthonoplastes* apareceu em maior quantidade e formando as esteiras poligonais e coliformes. As esteiras pustulares e em filme são compostas principalmente por *Entophysalis conferta* e *E. granulosa*, já a gelatinosa caracterizou-se pela presença de *Phormidium willei*.

Os talos das cianobactérias formam arranjos que determinam sua disposição no sedimento, sendo este episódio um dos fatores responsáveis pela ocorrência de várias formas de esteiras. Assim sendo, pode-se inferir que existe uma relação entre a comunidade de cianobactérias e a morfologia das esteiras microbianas. Destaca-se que as esteiras lisa, pustular e coliforme são capazes de formar estromatólitos colunares, ainda não constatados na área conforme verificado por Stolz (2002).

As sulfobactérias reveladas são comuns em meios hipersalino e ocorrem em todos os tipos de esteiras da Lagoa Pitanguinha. Estas bactérias estão também relacionadas com a precipitação do CaCO<sub>3</sub>.

As macroalgas presentes funcionam como elemento de coesão entre os sedimentos.

Os bioclastos que aparecem associados às esteiras são fonte de CaCO<sub>3</sub> e muitas vezes são partes constituintes das mesmas. Ainda nas esteiras, observou-se a presença de ostracodes, que são crustáceos pastadores seletivos, o que sugere limitar a proliferação dos gêneros de cianobactérias *Synechococcus* Nägeli, 1849 e *Oscillatoria* (Vaucher) Gomont, 1892. Os gêneros *Microcoleus* (Desmazières) Gomont, 1892, *Lyngbya* (G. Agardh) Gomont, 1892, *Phormidium* (Kützing) Gomont, 1892 e *Spirulina* (Turpin) Gomont, 1892 já foram verificados como componentes de esteiras microbianas de Ebro Delta na Espanha (Urmeneta & Navarrete, 2000), da Lagoa Mormona no México (Horodyski, 1977), das salinas de San-ya e Hai-nan Island na China (Zhang & Hoffmann, 1992), da Lagoa Pernambuco (Silva e Silva *et al.*, 2004a), da Lagoa Vermelha (Silva e Silva *et al.*, 2004b) e da Lagoa Salgada (Silva e Silva, 2002) no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HORODYSKY, R.J. 1977. Lyngbya mats at Lagoa Mormona, Baja California, Mexico: comparison with proterozoic stromatolites. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 47, n. 3. p. 1305-1320.
- KJERFVE, B. 1994. *Coastal lagoon processes*. Elsevier, Amsterdam, 577p. (Elsevier Oceanography Series)
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUES, J.M.L.; FLEXOR, J.M. 1997. *Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM, 112p.
- PETRUCIO, M.M.; FARIA, B.M. 1998. Concentrações de carbono orgânico, nitrogênio total e fósforo disponível no sedimento das lagoas Cambiúnas e Comprida. In: ESTEVES, F.A. (ed.). *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, p.135-136.
- 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. 160 p.
- 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*. 176 p. (Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- SILVA E SILVA, L.H.; SENRA, M.C.E.; FARUOLO, T.C.L.M.; CARVALHAL, 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*, v.7, n. 2, p. 189-192.
- SILVA E SILVA, L.H.; SENRA, M.C.E.; FARUOLO, T.C.L.M.; CARVALHAL, 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*, v. 7, n.2, p. 193-198.
- SOUZA, W.F.L. 1997. *Dinâmica dos nutrientes na laguna hipersalina de Araruama, RJ*. 174p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geoquímica da Universidade Federal Fluminense).
- STOLZ, J. F. 2000. Structure of microbial mats and biofilms. In: RIDING, R. E. & AWRAMIK, S. M. (eds). *Microbial Sediments*. Springer-Verlag Heidelberg, p. 1-8.
- TURCQ, B.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; SUGUIO, K.; PIERRE, C.; TASAYCO ORTEGA, L. 1999. Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between in Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B.; BIDONE, E.D. & ABRÃO, J.J. (eds). *Environmental geochemistry of coastal lagoon systems of Rio de Janeiro, Brazil*. Niterói, UFF, v.6, p.25-46. (Série Geoquímica Ambiental).
- URMENETA, J.; NAVARRETE, A. 2000. Mineralogical composition and biomass studies of the microbial mats sediments from the Ebro Delta, Spain. *International Microbiology*, Springer-Verlag Ibérica, v. 3, p. 97-101.
- VASCONCELOS, C.O. 1988. *Sedimentologia e geoquímica da Lagoa Vermelha - um Exemplo de formação e diagênese de carbonatos*. 63p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geoquímica da Universidade Federal Fluminense).
- ZHANG, Y.; HOFFMANN, L. 1992. Blue-green algal mats of the salinas in San-ya, Hai-nan Island (China): structure, taxonomic composition, and implications for the interpretation of Precambrian stromatolites. *Precambrian Research*, Amsterdam, v. 56, p. 275-290.



FIGURA 1: Vista parcial da Lagoa Pitanguinha  
FIGURE 1: Partial view of Pitanguinha, lake.

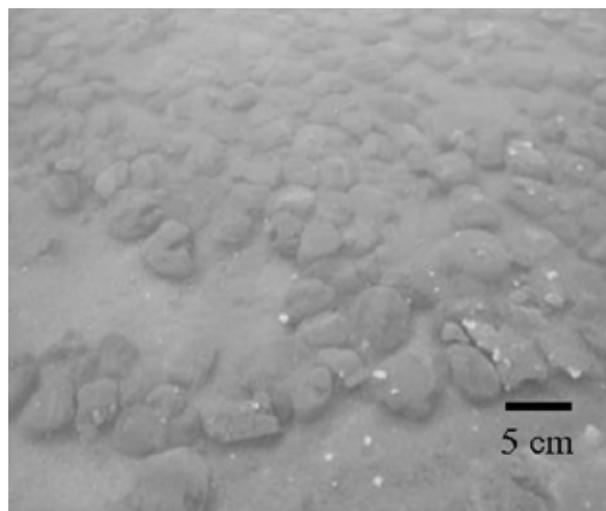


FIGURA 2: Esteira microbiana coloforme.  
FIGURE 2: Coloform microbial mat.

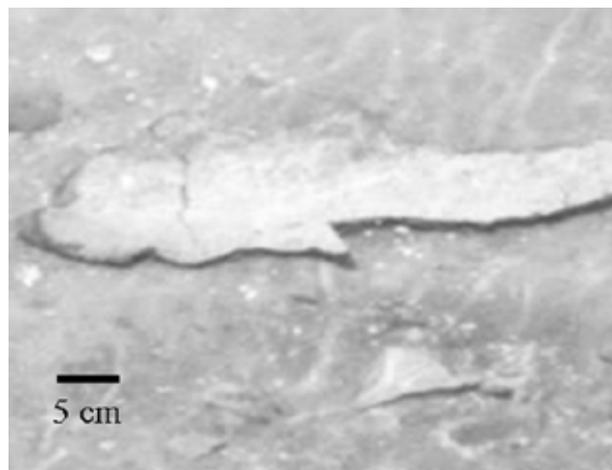


FIGURA 3: Esteira microbiana em filme.  
FIGURE 3: Film microbial mat.

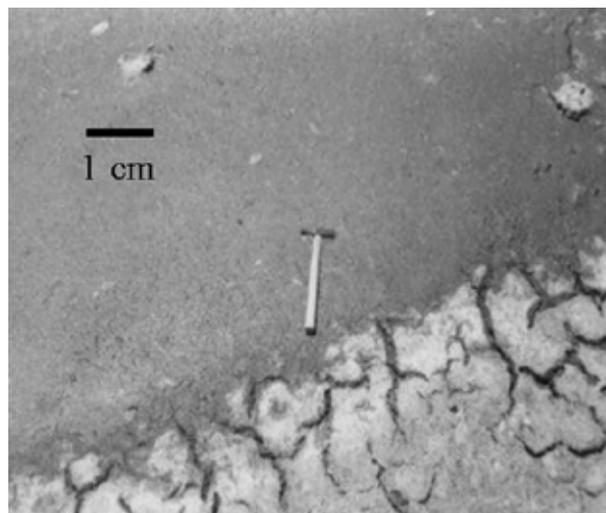


FIGURA 4: Esteira microbiana gelatinosa.  
FIGURE 4: Gelatinous microbial mat.

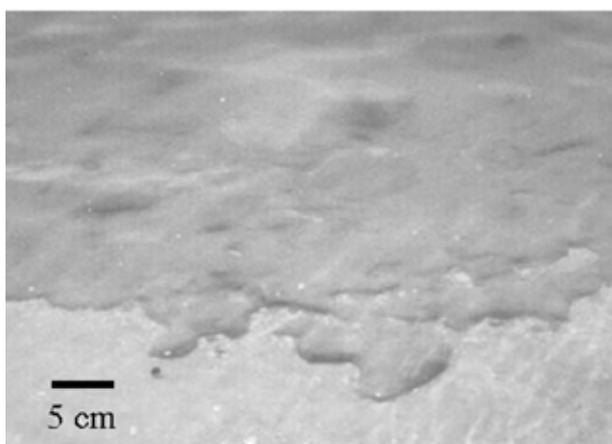


FIGURA 5: Esteira microbiana lisa.  
FIGURE 5: Smooth microbial mat.

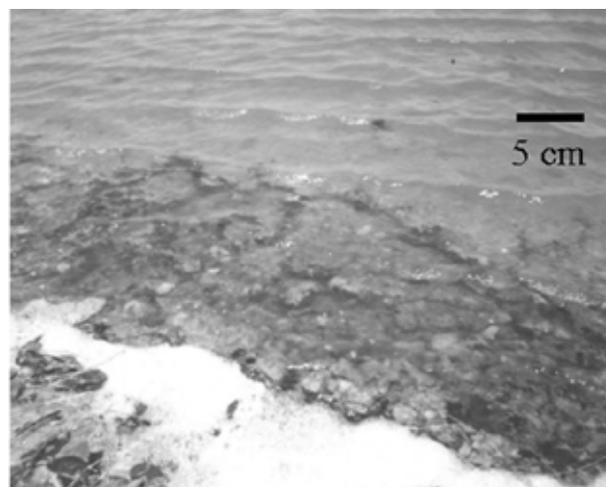


FIGURA 6: Esteira microbiana poligonal.  
FIGURE 6: Polygonal microbial mat.

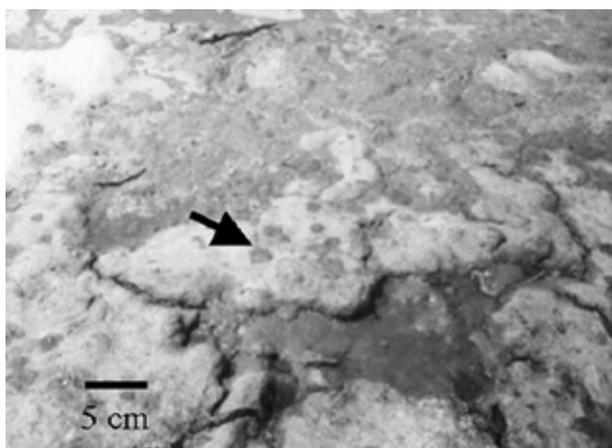


FIGURA 7: *Esteira microbiana pustular*.  
FIGURE 7: Pustuled microbial mat.

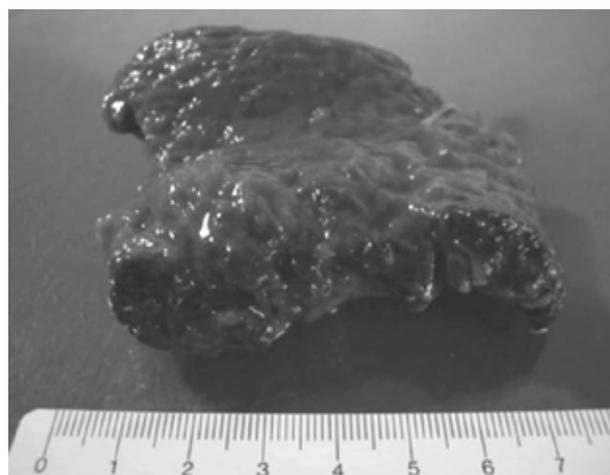


FIGURA 8: *Esteira microbiana tufada*.  
FIGURE 8: Tufted microbial mat.

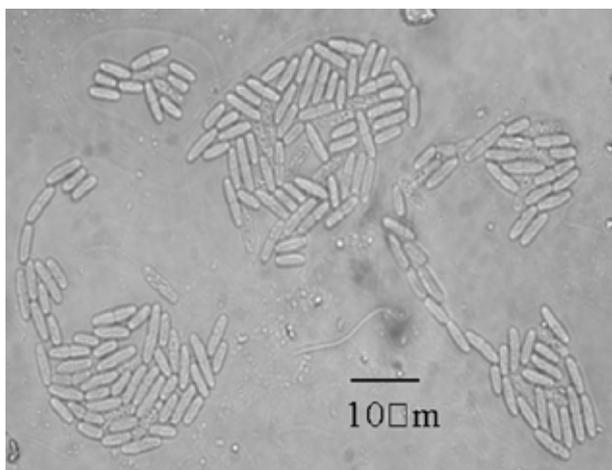


FIGURA 9: *Aphanothece halophytica* Frémy 1933.  
FIGURE 9: *Aphanothece halophytica* Frémy 1933.

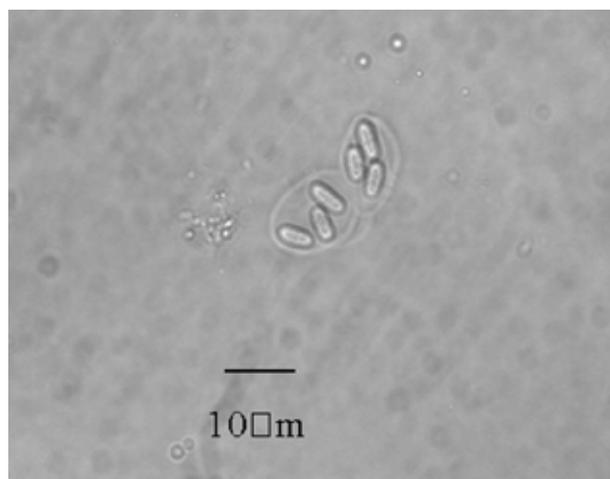


FIGURE 10: *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braum 1863.  
FIGURE 10: *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braum 1863.

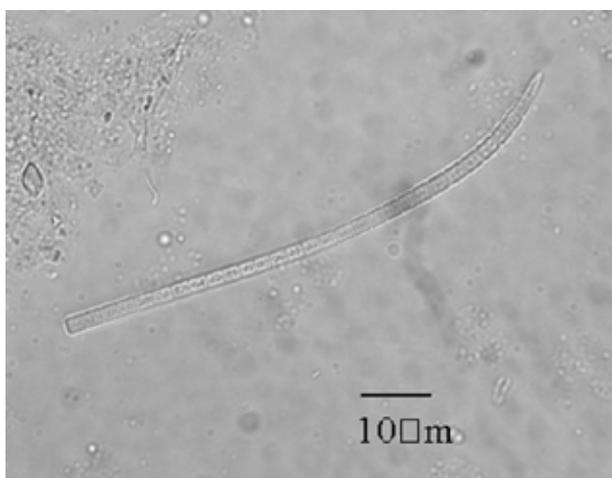


FIGURA 11: *Phormodium acutum* (Briehl & Biswas.) Anagnostidis & Komárek 1988.  
FIGURE 11: *Phormodium acutum* (Briehl & Biswas.) Anagnostidis & Komárek 1988.

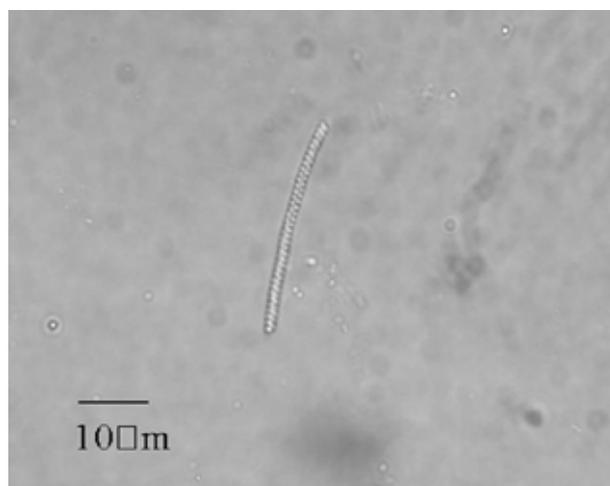


FIGURA 12: *Spirulina subtilissima* Kützing 1843.  
FIGURE 12: *Spirulina subtilissima* Kützing 1843.