



Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Determination of Cyanobacteria in the Subsurface Sediments of Marginal at Brejo do Pau Fincado Lagoon Complex Araruama, RJ, Brazil

Loreine Hermida da Silva e Silva¹; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves¹;
Fernanda Campante Magina¹; Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes²;
Deise de Oliveira Delfino² & Frederico Alves dos Santos Lopes²

¹Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Instituto de Biociências. Núcleo de Geomicrobiologia. Avenida Pasteur n°458, 4º andar, laboratório 409, Urca. 22290-255, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. Avenida Athos da Silveira Ramos, n° 274, Cidade Universitária – Ilha do Fundão, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: loreineh@unirio.br; siglia@gmail.com; fernandamagina@gmail.com;

sinda@gmail.com; deise.odelfino@gmail.com; derico.rj@uol.com.br

Recebido em: 25/08/2011 Aceito em: 29/09/2011

Resumo

O brejo do Pau Fincado é um corpo aquático natural, localizado no Complexo Lagunar de Araruama, que apresenta variações de salinidade em uma amplitude de hipersalina a salobra. Visando acrescentar informações à distribuição e ecologia dos táxons cianobacterianos, este estudo apresenta um levantamento das cianobactérias de subsuperfície do brejo do Pau Fincado. Para este fim, foram realizadas coletas mensais no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009, no período de vazante e de cheia. O processamento da análise taxonômica envolveu a confecção de lâminas frescas e permanentes, com realização de medidas em microscópio, onde foram observadas as características morfológicas clássicas. Baseando-se na análise sob microscopia óptica foram identificadas 19 espécies de cianobactérias de subsuperfície. O gênero *Aphanothece* é mais representativo qualitativamente, com 31,58% da frequência. As espécies *Aphanothece stagnina*, *A. halophytica* e *Spirulina subsalsa* são visualmente as mais expressivas quantitativamente, estando bem adaptadas a um elevado gradiente de salinidade e sendo também os representantes mais halotolerantes e eurialinos desta comunidade.

Palavras-chave: Cianobactérias de subsuperfície; Brejo; Complexo lagunar de Araruama

Abstract

Brejo do Pau Fincado is a natural aquatic body located at the Araruama's Lagoon Complex, presenting a great variability in salinity with range from hypersaline to brackish. Intending to add information to the distribution and ecology of cyanobacterial taxons, this study shows a survey of the subsurface cyanobacteria in brejo do Pau Fincado. Within this objective, samples were collected monthly from december 2008 to october 2009, the period of ebb and flood tide. The taxonomic analysis processing involved the preparation of permanent and fresh slides, through optic microscope measurement, that allowed to observe its classic morphological characteristics. Based on optical microscopy analysis identified 19 species of cyanobacteria subsurface were conducted monthly collections of superficial water and the analysis were based in optical microscopy, and revealed 19 psammic cyanobacterial species. The genus *Aphanothece* is the most representative qualitatively with a frequency of 31,58%. The species *Aphanothece stagnina*, *A. halophytica* and *Spirulina subsalsa* were the most expressive visually, being well adapted to a high salinity gradient and they are also the species more halotolerants and eurialine of this community.

Keywords: Cyanobacteria subsurface; Swamp; Complex Araruama Lagoon

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

1 Introdução

A crescente degradação da qualidade da água, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, tem elevado os custos de tratamento e encarecido a produção de água potável (Tundisi, 2003).

Em áreas fortemente impactadas pela ocupação humana, traz como consequência um maior aporte de nutrientes, oriundo de esgotos clandestinos, que propicia o crescimento excessivo da comunidade cianobacteriana, chegando em certos casos, a tornar tóxicas as águas dos sistemas, dependendo da linhagem das cianobactérias (Silva *et al.*, 2007). Esse desenvolvimento em massa diminui, ainda, a qualidade cênica de águas recreacionais (Cronberg & Annadotter, 2006).

O sucesso ecológico das cianobactérias decorre de sua longa história evolutiva e de suas características fisiológicas e estruturais. Entre estas, destaca-se a eficiente cinética de captação de carbono e nutrientes, a capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e a presença de aerótopos em muitas espécies planctônicas (Walsby, 1994).

Os brejos são ecossistemas que ocupam principalmente as zonas baixas que separam os terraços arenosos internos dos externos e os vales dos rios e riachos (Andrade & Dominguez, 2002). No primeiro caso, trata-se de áreas anteriormente ocupadas por lagunas, enquanto que no segundo, estes sistemas estão associados às planícies de inundação dos rios e riachos. São áreas permanentemente inundadas ou sujeitas às inundações sazonais, podendo permanecer secos em períodos de estiagem prolongada.

Entre os organismos presentes nos brejos, as cianobactérias se destacam por sua grande adaptabilidade às condições do meio. Estes organismos são um grupo de procariotos gram-negativos extraordinariamente diversos, que se originaram há 3,5 bilhões de anos e, cuja distribuição atual no mundo, é somente superada pelas bactérias (Adams, 2000).

Representam os mais velhos organismos com metabolismo fotossintético oxigênico, e apesar de sua longa história evolutiva não perderam sua vitalidade, sendo capazes de colonizar todos os habitats possíveis, incluindo ambientes extremos, como

fontes termais com até 80°C, desertos extremamente quentes ou frios nos trópicos e Antártica, lagos hipersalinos, pântanos, regiões vulcânicas e outros habitats hostis (Komárek & Anagnostidis, 1999).

Seu envoltório, porém, é consideravelmente mais espesso que o das demais bactérias assim classificadas. Exibe grande variação de acordo com a espécie e pode atingir até 700 nm de espessura (Hoiczky *et al.*, 2000). Sua estrutura é complexa e compõe-se de uma bicamada lipídica externa com carotenóides (protetores de estresse oxidativo), do sáculo de mureína constituído de peptidoglicanas, do espaço periplásmico e da membrana plasmática (Dignum *et al.*, 2005). Externamente à parede celular, muitos representantes do grupo secretam polissacarídeos, que formam desde uma mucilagem parcialmente hidrossolúvel, fracamente associada às células (Drews & Weckesser, 1982), até uma bainha de estrutura fibrilar (por vezes cristalina) fortemente unida às mesmas (Hoiczky, 1998). Sua função está associada à proteção contra dessecação, agentes antibacterianos (antibióticos, anticorpos, surfactantes, etc.) e predação por protozoários. Além disso, os exopolissacarídeos ainda exercem atividade aderente em substratos sólidos, floculam partículas de argila em águas turvas, aumentando a disponibilidade luminosa, captam elementos essenciais como ferro e cálcio e imobilizam metais deletérios aos organismos (De Phillipis & Vicenzini, 1998). Alguns gêneros de cianobactérias possuem a capacidade de produzir celulose. A função desta relaciona-se com a proteção contra o dessecação, ligação com o organismo simbiote nas relações simbióticas e motilidade dos hormogônios (Nobles *et al.*, 2001).

Estes organismos são bem conhecidos por apresentarem, sob certas condições, proliferações excessivas em ambientes aquáticos, com consequências negativas para os ecossistemas. Os principais problemas decorrem das toxinas liberadas no ambiente, já que algumas espécies produzem toxinas potentes com efeitos em humanos e animais (Dietrich & Hoeger, 2005). Contudo, também há espécies benéficas ao homem sendo passíveis de serem utilizadas na maricultura, alimentação, produção de rações, combustíveis, fertilizantes, corantes, vitaminas, toxinas, enzimas, fármacos e redução de poluição (Thajuddin & Subramanian, 2005).

As cianobactérias que se desenvolvem entre os grãos de sedimento são chamadas de

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

psâmicas ou de subsuperfície. O hábito psâmico indica a relação desse grupo com as condições de umidade, ao ressecamento, à natureza do substrato, à temperatura e à reação do movimento da água, mostrando as exigências ecológicas multiformes das cianobactérias (Magina & Silva e Silva, 2008). É necessário ressaltar a influência do sedimento sobre a comunidade cianobacteriana. Grande quantidade de formas cocóides se instala desde a superfície até 10 cm de profundidade. As formas filamentosas de cianobactérias constituem um grupo importante de organismos que compõem comunidades aderidas em habitats submersos, na camada mais superficial, até 5 cm (Silva e Silva *et al.*, 2011).

Seu crescimento torna-se intenso, a ponto de alterar a coloração da areia (Garcia-Baptista & Baptista, 1992). Elas podem viver livres, agregadas aos grãos de sedimento ou em tubos de mucilagem secretados em suas atividades metabólicas (Round, 1983).

A relevância geológica das cianobactérias psâmicas está relacionada ao fato de comporem o primeiro substrato inconsolidado para a formação das esteiras microbianas, estruturas fundamentais na conservação deste grupo (Magina & Silva e Silva, 2008).

No Brasil a ação antrópica, em muitos corpos aquáticos, tem favorecido a proliferação excessiva de organismos e cianobactérias, tendo um considerável impacto na qualidade da água de uso para o abastecimento e recreação. Desta forma, inúmeros trabalhos têm sido realizados no sentido de identificar cianobactérias potencialmente tóxicas em ambientes de água doce. Entretanto, há uma carência de estudos de cianobactérias psâmicas nas regiões tropicais (Komárek, 2003), especialmente em habitats costeiros de elevada salinidade. Assim, esta pesquisa visa ampliar o conhecimento das cianobactérias de subsuperfície em habitats salinos brasileiros, acrescentando informações a distribuição geográfica e ecologia deste grupo.

1.1 Área de Estudo

O brejo do Pau Fincado (Figuras 1 e 2) é um corpo aquático costeiro natural, localizado no Complexo lagunar de Araruama, no Município de Arraial do Cabo, no estado do Rio de Janeiro.

Está situado na restinga da Massambaba que 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).

Está situado em uma área de microclima semi-árido, com baixa precipitação e elevada evaporação, o que somado à suas dimensões efêmeras ocasiona grandes variações no seu espelho d'água e na salinidade, em uma escala de salobra a hipersalina (Silva e Silva *et al.*, 2007a). Embora localizado em área de preservação ambiental (Restinga da Massambaba) florações, principalmente de cianobactérias, tornaram-se frequentes neste corpo d'água (Lopes, 2009).

Tal sistema encontra-se compartimentado, sendo abordado neste estudo apenas dois bolsões localizados entre 22°55'53,6" e 22°55'56,7" S e 42°16'41,2" e 42°16'46,7" W. possui dimensões pequenas e efêmeras e bastante variáveis, inclusive podendo variar de salobras à hipersalinas (Lopes & Silva e Silva, 2005).

2 Materiais e Métodos

Foram executadas coletas mensais, em quatro pontos de amostragens, no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009, cobrindo o período de vazante e de cheia, objetivando compreender os ciclos hidrológicos e as possíveis variações na microflora.

As amostras foram retiradas através de tubos de PVC, com diâmetro interno de 1,5 cm e comprimento de 6 cm, e fracionadas em três segmentos distando 2 cm.

Posteriormente, as amostras foram colocadas em frascos plásticos opacos referentes a cada segmento e conservadas em solução aquosa de formol a 4%, num total de 40 amostras.

O processamento da análise taxonômica envolveu a confecção de lâminas frescas e permanentes, com realização de medidas em microscópio, onde foram observadas as características morfológicas clássicas.

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

Na fixação das cianobactérias o procedimento foi o mesmo (solução aquosa de formol a 4%), com posterior tamponamento com bórax.

Foram confeccionadas lâminas permanentes para a visualização das cianobactérias sob microscopia óptica. A análise taxonômica envolveu a confecção de 30 lâminas, divididas em números iguais entre frescas, semipermanentes e permanentes. Para a preparação das últimas, foi utilizado Bálamo do Canadá para selamento e, nas semipermanentes, esmalte incolor. Foram no mínimo seis medições por estrutura considerada, sendo

averiguado 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 mínimos e máximos, com auxílio de ocular micrometrada.

O enquadramento taxonômico seguiu os sistemas de Komárek & Anagnostidis (1999) para a ordem Chroococcales Wettstein 1924, Komárek & Anagnostidis (2005) e Prescott (1975) para as ordens Oscillatoriales Elenkin 1934 e Nostocales Bourrelly 1970.

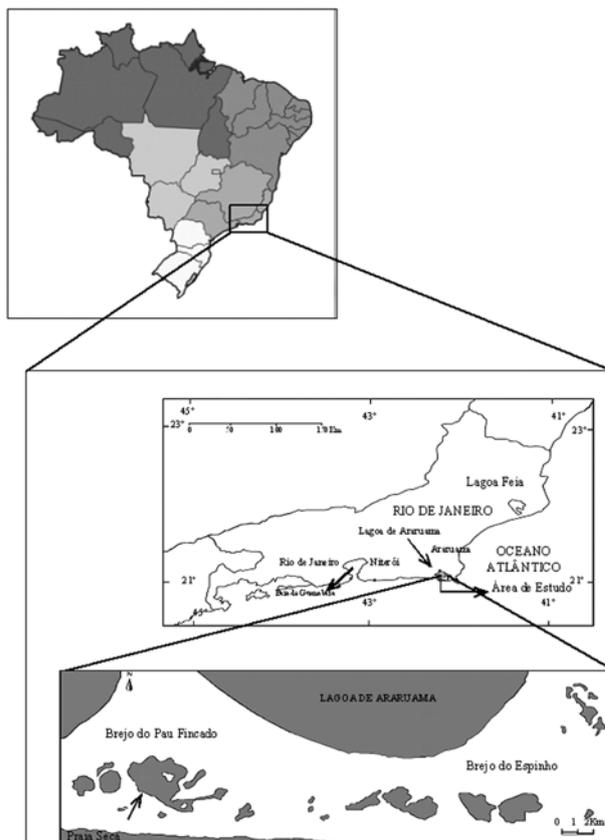


Figura 1 Mapa de localização do brejo do Pau Fincado (modificado de Silva e Silva *et al.*, 2007a).



Figura 2 Vista parcial do brejo do Pau Fincado, localizado na Restinga de Massambaba, Arraial do Cabo (Silva e Silva *et al.*, 2007a).

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

Simultaneamente ao ato da coleta, foram aferidos os parâmetros físico-químicos, como temperatura da água (conductometer Hanylad LF1), pH (microprocessador – pH metter CG867), condutividade elétrica da água (conductometer Hanylad LF1) e salinidade (refratômetro portátil) com escala de 0 a 100‰, construindo-se uma média dos parâmetros. Dados de evaporação e precipitação foram obtidos da estação meteorológica de Iguaba Grande (22°50' S e 42°11' W), situada nas proximidades da área de estudo.

seguidas pelas famílias Merismopediaceae Elenkin 1933 e Pseudanabaenaceae Anagnostidis & Komárek 1988 com 5,26%. *Aphanothece* Nägeli 1849 é o gênero melhor representado qualitativamente, com 31,58% dos táxons identificados. Os percentuais de cada táxon estão representados na Figura 3. Destaca-se que os percentuais indicados foram obtidos a partir das espécies registradas, sendo desta forma uma percentagem absoluta.

3 Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos averiguados no período deste estudo forneceram valores médios de 29,8°C para temperatura da água e 8,3 u. pH para o pH. Salinidade e condutividade foram os dois parâmetros mais instáveis apresentando valor mínimo de 20,4‰ e máximo de 80‰ para a salinidade, mínimo de 31,5 mS.cm⁻¹ e máximo de 123,2 mS.cm⁻¹ para condutividade. A Tabela 1 demonstra a variação dos valores médios dos parâmetros físico-químicos precipitação e evaporação, observados no período de coleta.

Foram identificados 19 táxons de cianobactérias de subsuperfície destes, 13 correspondem a formas esféricas (cocóides) e seis, a filamentosas. A família Synechococcaceae Komárek & Anagnostidis 1995 é a melhor representada, perfazendo 36,84% do total de táxons encontrados. Chroococcaceae Nägeli 1849, Phormidiaceae Anagnostidis & Komárek 1988 e Oscillatoriaceae Gomont 1892 representam 26,32%, 15,79% e 10,53%, respectivamente; sendo

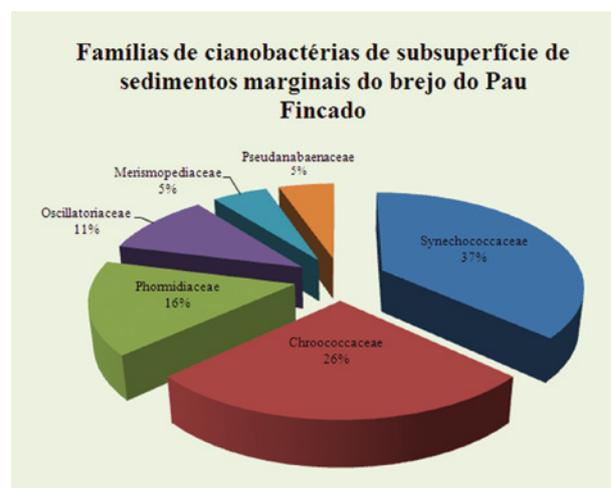


Figura 3 Distribuição das famílias de cianobactérias de subsuperfície de sedimentos marginais do brejo do Pau Fincado.

A análise dos parâmetros ambientais indica um clima bem marcado por uma estação chuvosa (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril) e uma seca (maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro). Entretanto, nos bolsões estudados do brejo do Pau Fincado, os períodos

Meses	*		*	*						*	*
Parâmetros	12/08	01/09	02/09	03/09	04/09	05/09	06/09	07/09	08/09	10/09	11/09
Temperatura da água (°C)	31,1	33,3	32,4	31,4	34,3	27,9	27,5	28,1	24,6	26,1	30,9
pH (u. pH)	8,3	8,5	8,6	8,6	8,1	7,8	8,2	8,6	8,2	7,8	8,3
Condutividade (mS.cm ⁻¹)	52,9	70,3	96,7	123,2	57	33,9	31,5	55,6	69,3	83	103,5
Salinidade (‰)	52,9	43	61,5	80	37	22	20,4	35,3	48,4	61,5	66
Precipitação (mm)	1554	147,9	156,5	135,2	105,3	56,8	28,4	51,2	31,1	58,9	60,9
Evaporação (mm)	141,3	189,4	138,1	-	62,6	94,0	133,1	119,6	152,1	138,9	134,8

* períodos de grande redução do espelho d'água dos bolsões estudados.

Tabela 1 Valores médios dos parâmetros ambientais aferidos no brejo do Pau Fincado no período de dezembro de 2008 a outubro de 2009.

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

de cheia e seca são determinados pelo balanço entre a precipitação, evaporação, influxo de águas do mar, do lençol freático e da lagoa de Araruama, sendo verificada seca nos meses de janeiro, fevereiro e agosto e cheia extrema no mês de junho.

A baixa profundidade somada ao balanço hídrico da área resulta em condições de salinidade que variam de salobra a hipersalina. Tal ambiente apresenta ainda pH alcalino e elevadas temperaturas da água que sofreram grandes variações do espelho d'água, no período estudado.

Foram encontradas 19 espécies de cianobactérias de subsuperfície, distribuídas nos seguintes táxons *Aphanothece castagnei*; *A. conglomerata*; *A. halophytica*; *A. salina* (Figura 4 C); *A. saxicola* (Figura 4 E); *A. stagnina*; *Chroococcus microscopicus*; *C. minimus*; *C. minor* (Figura 4 B); *C. minutus* (Figura 4 A); *C. turgidus* (Figura 4 F); *Lyngbya aestuarii*; *L. fragilis*; *Phormidium breve*; *Planctolyngbya subtilis*; *Spirulina laxissima*; *Spirulina subsalsa*; *S. salina* e *Synechococcus elongatus* (Figura 4 D).

Corroborando com Baeta Neves (1983), *Spirulina subsalsa* dentro do grupo das Oscillatoriaceae distingui-se por uma larga adaptação a variações de salinidade. Contudo, o domínio qualitativo neste ambiente é das Chroococcales, o que mais uma vez ratifica sua adaptação a um ecossistema sujeito a uma crescente salinidade.

Apesar da ausência de um estudo quantitativo, foi possível observar visualmente uma grande representatividade das espécies *Aphanothece stagnina*, *A. halophytica* e *Spirulina subsalsa*, sendo portanto, as espécies mais halotolerantes; fato este também relatado por Baeta Neves & Casarin (1990).

Dos táxons encontrados sete, *Aphanothece conglomerata*, *A. halophytica*, *A. salina*, *A. stagnina*, *Chroococcus minimus*, *C.* e *C. turgidus*, também foram observados por Silva e Silva *et al.* (2007b) no fitoplâncton da lagoa Pitanguinha (uma lagoa hipersalina do Complexo lagunar de Araruama). Iespa (2006) relatou a presença de 18 das espécies aqui observadas (exceto *Spirulina laxissima*)

no plâncton da lagoa Pernambuco (uma lagoa hipersalina próxima ao brejo do Pau Fincado). Treze dos táxons relatados no plâncton cianobacteriano do brejo do Pau Fincado (exceto *Aphanothece salina*, *Lyngbya fragilis*,

Planctolyngbya subtilis, *Spirulina laxissima*, *Synechococcus elongatus* e *Synechocystis salina*), também foram registradas por Lopes (2009) para o bento do referido sistema.

Das 19 espécies aqui relatadas como halotolerantes, suportando períodos de elevada salinidade, 12 (*Aphanothece castagnei*, *A. conglomerata*, *A. saxicola*, *A. stagnina*, *Chroococcus minimus*, *C. minor*, *C. minutus*, *C. turgidus*, *Lyngbya fragilis*, *Planctolyngbya subtilis*, *Spirulina laxissima* e *Synechococcus elongatus*) também foram registradas como componentes de ambientes dulcícolas no Brasil por Delazari-Barroso *et al.* (2007), Huzar *et al.* (1990), Sant'anna *et al.* (1988 e 2004), Senna (1992a/b), Tucci *et al.* (2006), Werner & Rosa (1992). Contudo, sete espécies (*Aphanothece castagnei*, *A. saxicola*, *A. stagnina*, *Chroococcus minor*, *C. turgidus*, *Spirulina subsalsa* e *Synechococcus elongatus*) destas também já foram relatadas para o bento de ambientes hipersalinos no Rio de Janeiro por Baeta Neves (1983, 1991) e Baeta Neves & Casarin (1990).

Nove espécies (*Aphanothece castagnei*, *A. stagnina*, *Chroococcus microscopicus*, *C. minimus*, *C. minor*, *C. minutus*, *C. turgidus*, *Lyngbya aestuarii* e *Spirulina subsalsa*) também foram registradas como componentes do plâncton do Mar Báltico (Olenina *et al.*, 2006) e da lagoa Salgada, no Brasil (Silva e Silva, 2002).

Quatro espécies (*Chroococcus minor*, *C. turgidus*, *Phormidium breve* e *Synechococcus elongatus*) foram descritas por Silva e Silva *et al.* (2011) na Praia das Flexeiras localizada na Ilha de Itacuruçá, Baía de Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro.

A constância destes organismos no sedimento é fundamental, pois atuam na união de grãos e na precipitação carbonática. A íntima relação entre as cianobactérias e o sedimento tem importância global no ciclo de elementos biogeoquímicos conforme observado por Silva e Silva *et al.* (2005). As cianobactérias são fundamentais, pois tem papel na agregação do sedimento além da precipitação de carbono, corroborando com Silva e Silva *et al.* (2011).

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

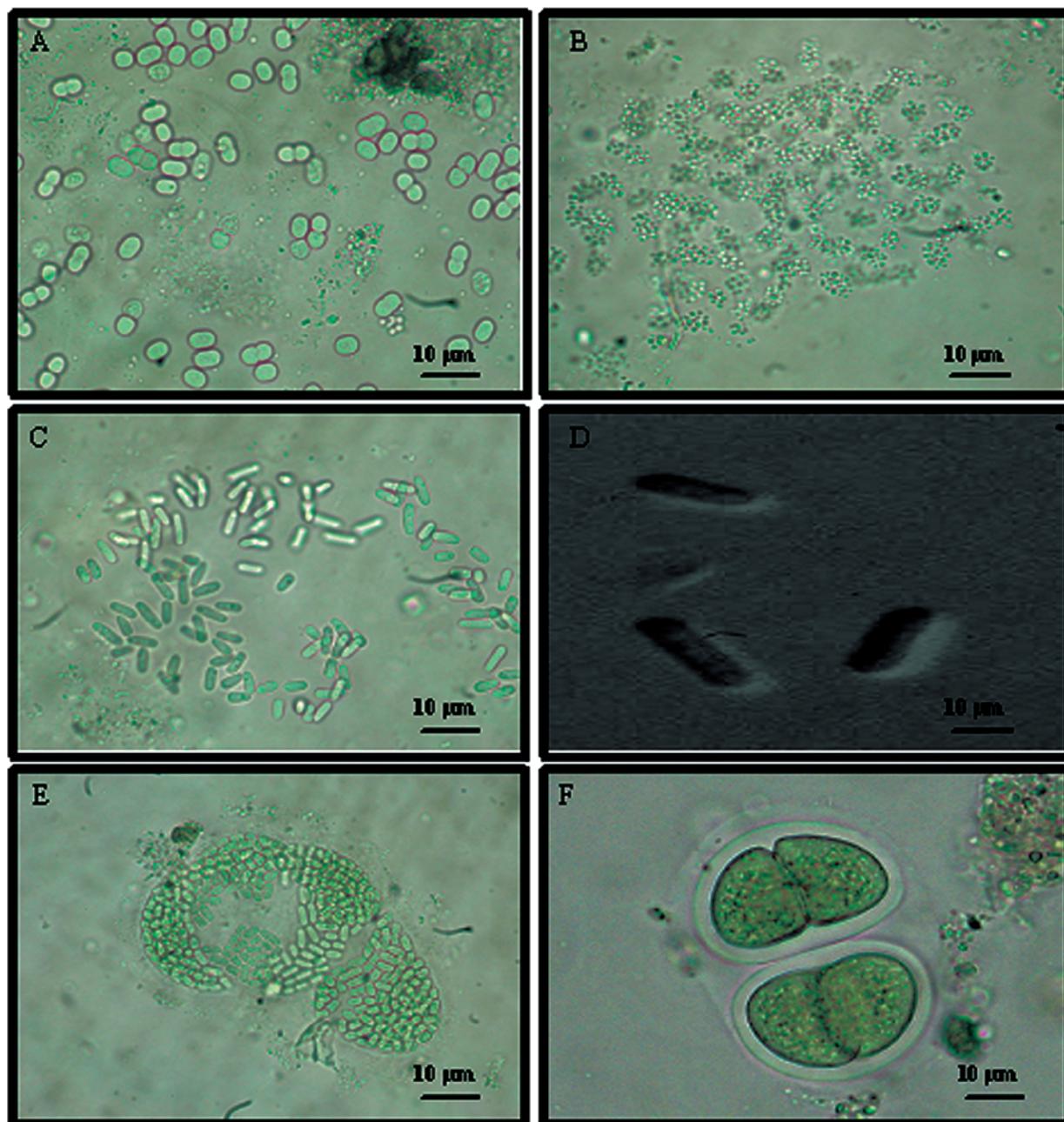


Figura 4 A. *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli 1849; B. *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli 1849; C. *Aphanothece salina* Elenkin et Danilov 1915; D. *Synechococcus elongatus* Nägeli 1849; E. *Aphanothece saxicola* Nägeli 1849; F. *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli 1849.

4 Conclusões

O brejo do Pau Fincado é um ecossistema caracterizado por condições de salinidade que variam em uma escala de salobra a hipersalina, pH alcalino, elevadas temperaturas da água e grandes

variações no espelho d'água. Tais condições ambientais favorecem o amplo desenvolvimento das cianobactérias em subsuperfície, dificultando a competição de outros grupos de organismos e possibilitando o domínio e a presença de espécies de cianobactérias eurihalinas e halotolerantes.

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

A análise taxonômica revelou 19 espécies de cianobactérias psâmicas no brejo do Pau Fincado, onde 13 correspondem a formas esféricas e seis a formas filamentosas. A família Synechococcaceae Komárek & Anagnostidis 1995 é a família melhor representada qualitativamente e dentre os seus gêneros *Aphanothece* é o mais expressivo.

As espécies *Aphanothece stagnina*, *A. halophytica* e *Spirulina subsalsa* são numericamente e visualmente mais expressivas nas 40 amostras analisadas, estando bem adaptadas a um elevado gradiente de salinidade, sendo os representantes mais halotolerantes e eurialinos desta comunidade.

Dentre os táxons encontrados 12 são espécies observadas tanto em ambientes dulcícolas, salinos e salobros, o que demonstra a necessidade de novos levantamentos e estudos ecológicos em ambientes salinos tropicais, a fim de contribuir para o aumento no conhecimento da distribuição geográfica e ecologia deste grupo.

5 Referências

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. *Archiv für Hydrobiologie. Algological studies*, 80(1-4):327-472.
- Andrade, A.C.S. & Dominguez, J.A.L. 2002. Informações geológico-geomorfológicas como subsídios à análise ambiental: O exemplo da planície costeira de Caravelas – Bahia. *Boletim Paranaense de Geociências*, 51: 9-17.
- Adams, D.G. 2000. Cyanobacterial phylogeny and development: Questions and challenges. In: BRUN, Y.V. & SHIMKETS, L.J. (eds). *Prokaryotic Development*. Washington DC: ASM Press, p. 51-81.
- Baeta Neves, M.H.C. 1991. Estudo das cianofíceas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brasil): I – Chroococcales. *Hoehnea*, 18(1): 191-204.
- Baeta Neves, M.H.C. 1983. Flora ficológica da lagoa hipersalina de Araruama (Estado do Rio de Janeiro – Brasil) 2. Cyanophyceae. *Boletim do Instituto de Pesquisas da Marinha*, 149: 1-15.
- Baeta Neves, M.H.C. & Casarin, A.J. 1990. As cianofíceas das salinas de Cabo Frio – Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia*, 12(1): 99-123.
- Barroso, L.V. 1987. Diagnóstico ambiental da lagoa de Araruama – RJ. *Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza*, 22: 30-65.
- Cronberg, G. & Annadotter, H. 2006. *Manual on aquatic cyanobacteria, a photo guide and a synopsis of their toxicology*. Paris: International Society for the Study of Harmful algae and United Nations Educational & Scientific and Cultural Organisation. 106p.
- De Philippis, R. & Vicenzini, M. 1998. Exocellular polysaccharides from cyanobacteria and their possible applications. *FEMS Microbiology Reviews*, 22: 151-175.
- Delazari-Barroso, A.; Sant'anna, C.L. & Senna, P.A.C. 2007. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). *Hoehnea*, 34(2): 211-229.
- Dietrich, D.R. & Hoeger, S.J. 2005. Guidance values for microcystin water and cyanobacterial supplement products (blue-green algae supplements): a reasonable or misguided approach? *Toxicology Apply Pharmacology*, 203: 273–289.
- Dignum, M.; Matthijs, H.C.P.; Pel, R.; Laanbroek, H.J. & Mur, L.R. 2005. Nutrient limitation to freshwater cyanobacteria-tools to monitor phosphorus limitation at individual level. In: HUISMAN, J.; MATTHIJS, H.C.P. & VISSER, P.M. (eds.). *Harmful Cyanobacteria*. 1ª ed., University of Amsterdam: The Netherlands Springer, p. 65-86.
- Drews, G. & Weckesser, J. 1982. Function, structure and composition of cell walls and external layers. In: N.G. CARR & B.A. WHITTON (eds.). *The Biology of Cyanobacteria*. Boston: Blackwell Scientific Publications, p. 333–357.
- Garcia-Baptista, M. & Baptista, L.R.M. 1992. Algas psâmicas de Jardim Beira Mar, Capão da Canoa, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(2): 325-342.
- Hoiczuk, E. & Hansel, A. 2000. Cyanobacterial cell walls: news from an unusual prokaryotic envelope. *Journal of Bacteriology*, 182:

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalhal Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

- 1191-1199.
- Hoiczuk, E. 1998. Structural and Biochemical Analysis of the Sheath of *Phormidium uncinatum*. *Journal of Bacteriology*, 180(15): 3923-3932.
- Huzar, V.L.M.; Silva, L.H.S. & Esteves, F.A. 1990. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do baixo rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 50(3): 585-598.
- 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 do Brasil, Dissertação de Mestrado, 116p.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota II. Teil Oscillatoriales. In: BÜDEL, B.; KRIENITZ, L.; GÄRTNER, G.; & SCHAGERL, M. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 19/2*. Heidelberg: Elsevier/Spektrum. 759p.
- Komárek, J. 2003. Planktic oscillatoriale cyanoprokariotes (short review according to combined phenotype and molecular aspects). *Hydrobiologia*, 502: 367-382.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 19/1: Cyanophyta I. Teil: Chroococcales*. 2ª ed., Stuttgart: Gustav Fischer. 548p.
- Lopes, F.A.S. 2009. *Estudo geomicrobiológico das esteiras microbianas do brejo do Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 71p.
- 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
- Magina, F.C. & Silva e Silva, L.H. 2008. Cianobactérias Psâmicas em Sedimentos Marginais da Lagoa Rodrigo de Freitas, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 31(1): 30-36.
- Nobles, D.R.; Romanovicz, D.K. & Brown Jr., R.M. 2001. Cellulose in Cyanobacteria. Origin of Vascular Plant Cellulose Synthase? *Plant Physiology*, 127: 529-542.
- Olenina, I.; Hajdu, S.; Edler, L.; Andersson, A.; Wasmund, N.; Busch, S.; Göbel, J.; Gromisz, S.; Huseby, S.; Huttunen, M.; Jaanus A.; Kokkonen P.; Ledaine, I. & Niemkiewicz, E. 2006. *Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea*. Latvia: Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission, n. 106, 45p.
- Prescott, G.W. 1975. *Algae of the western Great Lakes area*. 6ª ed., Iowa: W.M.C. Brown Company. 977p.
- Sant'anna, C.L.; Azevedo, M.T.P.; Senna, P.A.C. & Komárek J. & Komárková, J. 2004. Planktic cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(2): 213-227.
- Round, F.E. 1983. *The ecology of algae*. 2ª ed., Cambridge, University Press. 651p.
- Sant'anna, C.L.; Xavier, M.B. & Sormus, L. 1988. Estudo qualitativo do fitoplâncton da represa de Serraria, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(1):83-102.
- Senna, P.A.C. 1992a. Estudo das Nostophyceae (Cyanophyceae) do Distrito Federal: lagoas Joaquim Medeiros e dos Carás, 1. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(2): 259-274.
- Senna, P.A.C. 1992b. Estudo das Nostophyceae (Cyanophyceae) do Distrito Federal: lagoas Joaquim Medeiros e dos Carás, 2. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(3):.461-479.
- Silva, S.C.; Nishimura, P.Y.; Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos, V. 2007. Caracterização limnológica das águas superficiais do reservatório Billings (São Paulo-SP). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, *Anais*, Caxambu, SOCIEDADE DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2p.
- Silva e Silva, L.H.; Alves, S.A.P.M.N.; Magina, F.C.; Gomes, S.B.V.C.; Cardoso, R.S.; Caetano, C.H.S. & Guarino, A.W.S. 2011. Cianobactérias Psâmicas Marinhas da Praia das Flexeiras, Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 34(1): 46-51.

Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil

Loreine Hermida da Silva e Silva; Siglia Andressa Pinto Monteiro do Nascimento Alves; Fernanda Campante Magina; Sinda Beatriz Vianna Carvalho Gomes; Deise de Oliveira Delfino & Frederico Alves dos Santos Lopes

- 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 do Brasil, Tese de Doutorado, 176p.
- Silva e Silva, L.H.; Lopes, F.A.S.; Delfino, D.O. & Feder, F. 2007a. Chroococcales em esteiras microbianas em bolha do brejo do Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 30(1): 188-193.
- Silva e Silva, L.H.; Hayakawa, R.C.S.; Iespa, A.A.C.; Iespa, C.M.D.; Delfino, D.O. & Lopes, F.A.S. 2007b. Cianobactérias planctônicas da lagoa Pitanguinha, RJ, Brasil. *Revista Biociências de Taubaté*, 13(1-2):63-70.
- Thajuddin, N. & Subramanian, G. 2005. Cyanobacterial biodiversity and potential applications in biotechnology. *Current Science*, 89(1): 47-57.
- Tucci, A.; Sant'anna, C.L.; Gentil, R.C. & Azevedo, M.T.P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea*, 33(2): 147-175.
- Tundisi, J.G. 2003. *A água no século XXI – enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 247p.
- 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. (eds.). *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil. Série Geoquímica Ambiental*, 6: 25 – 46.
- Walsby, A.E. 1994. Gas Vesicles. *Microbiological Reviews*, 44(58): 94-144.
- Werner, V.R. & Rosa, Z.M. 1992. Cyanophyceae da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(3): 481-502.