

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE CIANOBACTÉRIAS E MICROALGAS DO CANAL DO PIRAQUÊ, LAGOA RODRIGO DE FREITAS, SUDESTE DO BRASIL

Mariângela Menezes^{1*}, Suema Branco², Renata Ribeiro Guimarães¹, Valéria Lima Marques de Sousa¹, Catharina Alves-de-Souza¹, Weliton José da Silva², Patrícia Domingos³ & Gisele Gômara³

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Museu Nacional, Departamento de Botânica, Laboratório de Ficologia. Quinta da Boa Vista, s/nº, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20940-040.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Museu Nacional, Departamento de Botânica, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica). Quinta da Boa Vista, s/nº, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20940-040.

³ Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Av. Venezuela, 110, Praça Mauá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 20081-312.

E-mail: menezes.mariangela@gmail.com, branco.suema@gmail.com, guimaraes.rr@gmail.com, valeriams@gmail.com, cathsouza@gmail.com, welitondasilva@yahoo.com.br, patvitesse@gmail.com, gisele.alves@inea.rj.gov.br

RESUMO

São apresentadas informações sobre a composição florística e a distribuição espacial e temporal das espécies de cianobactérias e microalgas no Canal do Piraquê, situado na parte nordeste da Lagoa Rodrigo de Freitas, cidade do Rio de Janeiro, com base em 30 amostras quali-quantitativas coletadas nos meses de março, abril, junho, julho, outubro e dezembro de 2007 e em janeiro, fevereiro e março de 2008 na subsuperfície no ponto central do canal. Complementa-se a análise com uma comparação entre a composição florística do canal e do corpo central da lagoa. Foram identificados no canal 86 táxons (68 novos registros para o sistema Lagoa Rodrigo de Freitas) distribuídos principalmente em diatomáceas (39), clorofíceas (19) e cianobactérias (13). *Nitzschia* e *Desmodesmus* apresentaram o maior número de espécies. *Pseudanabaena catenata*, *Synechocystis salina*, *Heterocapsa pygmaea* e *Thalassiosira weissflogii* foram os táxons mais frequentes (70% das amostras). Houve predomínio de espécies limnobiontes (44%), enquanto táxons marinhos eurihalinos e limnobiontes eurihalinos contribuíram em igual proporção (20% cada). Espécies tipicamente salobras apresentaram menor contribuição (16%). Quando comparado com o corpo principal da lagoa, o canal mostrou predominância de *Pseudanabaena* spp. durante todo o período estudado, enquanto *Pseudanabaena* spp. e *Synechocystis salina* foram as espécies mais abundantes na lagoa nos períodos de estiagem e chuva, respectivamente. Em contrapartida, *Heterosigma akashiwo*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Monoraphidium contortum* e *Monoraphidium irregulare* ocorreram exclusivamente no canal. As diferenças na distribuição espacial e temporal das microalgas entre os dois compartimentos devem-se à ocorrência de florações pontuais, formadas por espécies típicas do canal. No corpo principal da lagoa, as populações de microalgas mostraram uma distribuição temporal menos variável, ao longo de todo o período de estudo.

Palavras-chave: fitoplâncton; ambientes salobros; sistema costeiro urbano; Rio de Janeiro.

ABSTRACT

FLORISTIC COMPOSITION OF CYANOBACTERIA AND MICROALGAE IN PIRAQUÊ CHANNEL, RODRIGO DE FREITAS LAGOON, SOUTHEASTERN BRAZIL. The floristic composition and the spatio-temporal distribution of cyanobacteria and microalgae were studied in the Piraquê Channel, which enters the northeastern part of the Rodrigo de Freitas Lagoon, city of Rio de Janeiro. The study was based on 30 qualitative and quantitative samples collected in March, April, June, July, October, November, December 2007 and January, February and March 2008 at the subsurface, in the middle of the channel. A comparison between floristic composition in the lagoon and channel was also assessed. Altogether, 86 taxa were found (68 new records for the Rodrigo de Freitas Lagoon) mainly distributed in diatoms (39), chlorophytes

(19) and cyanobacteria (13). *Nitzschia* and *Desmodesmus* had the largest number of species. *Pseudanabaena catenata*, *Synechocystis salina*, *Heterocapsa pygmaea* and *Thalassiosira weissflogii* were the most frequent taxa, occurring in 70% of the samples. Limnobiont species (44%) predominated, while euryhaline marine and limnobiont taxa occurred in similar proportions (20% each), and true brackish-water species were fewer (16%). When the different compartments of the lagoon were compared, the channel was characterized by a predominance of *Pseudanabaena* spp. throughout the study period, while in the main body of the lagoon *Pseudanabaena* spp. and *Synechocystis salina* were the most abundant species during the dry and rainy periods, respectively. In contrast, *Heterosigma akashiwo*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Monoraphidium contortum* and *Monoraphidium irregulare* occurred only in the channel. Differences in the spatio-temporal distribution of microalgae between the two compartments were probably due to the occurrence of specific bloom events formed by the typical species of the channel. Populations of microalgae in the main body of the lagoon showed a less variable temporal distribution, throughout most of the study period.

Keywords: phytoplankton; brackish environments; urban coastal system; Rio de Janeiro.

RESUMEN

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE CIANOBACTERIAS Y MICROALGAS EN EL CANAL DEL PIRAQUÊ, LAGUNA RODRIGO DE FREITAS, SUDESTE DE BRASIL. Este trabajo presenta la composición florística y la distribución espacio-temporal de las especies de cianobacterias y microalgas en el Canal del Piraquê, localizado en la parte noreste de la Laguna Rodrigo de Freitas, ciudad de Rio de Janeiro. También se compara la composición florística del canal y de la laguna. Se utilizaron 30 muestras cualitativas y cuantitativas colectadas en marzo, abril, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre de 2007 y en enero, febrero y marzo de 2008 en aguas sub-superficiales de la parte central del canal. Se identificó un total de 86 taxa (68 nuevos registros para la Laguna de Rodrigo de Freitas) distribuidos principalmente en diatomeas (39), clorofíceas (19) y cianobacterias (13). *Nitzschia* y *Desmodesmus* presentaron el mayor número de especies. *Pseudanabaena catenata*, *Synechocystis salina*, *Heterocapsa pygmaea* y *Thalassiosira weissflogii* fueron las especies más frecuentes, ocurriendo en el 70% de las muestras. Se observó un predominio de los taxa limnobiontes (44%) y una contribución equitativa de taxa marinos eurihalinos y limnobiontes eurihalinos (20% cada) mientras que las especies salobres tuvieron una menor participación (16%). Cuando se comparan entre sí, el canal se caracterizó por el predominio continuo de *Pseudanabaena* spp., mientras que *Pseudanabaena* spp. y *Synechocystis salina* alternaron como taxa dominantes en el cuerpo principal de la laguna durante los periodos de sequía y lluvia, respectivamente. En contraste, *Heterosigma akashiwo*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Monoraphidium contortum* y *Monoraphidium irregulare* apenas se presentaron en el canal. Las diferencias espacio-temporales observadas entre los dos compartimentos se debieron probablemente a la ocurrencia de floraciones puntuales ocasionadas por las especies típicas del canal, mientras que el cuerpo principal de la laguna se caracterizó por una distribución temporal más estable de las poblaciones de microalgas a lo largo del estudio.

Palabras clave: fitoplancton; laguna salobre; sistema costero urbano; Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Sistemas salobros costeiros representam um tipo muito particular de ecossistema, principalmente, por constituírem áreas de intercâmbio direto entre o mar e o continente. Presentes em todo o mundo, eles incluem uma grande variedade de ambientes, tais como estuários, baías, lagoas costeiras e corpos d'água temporários, muitos dos quais, atualmente sujeitos a fortes influências antrópicas (Mälkki 1999).

Os organismos encontrados em ambientes salobros são altamente especializados, particularmente, por estarem sob estresse de flutuações de salinidade, o que resulta, geralmente, em uma biodiversidade baixa comparada àquela encontrada em ambientes continentais e marinhos (Moss 1994, Mälkki 1999). Estudos realizados em sistemas com pronunciadas flutuações de salinidade têm evidenciado que as variações periódicas e espaciais das adaptações às condições osmóticas tornam a flora e a fauna

nestes biótopos extremamente diversas (Caljon 1983, 1987, Torgan 1997). Dados recentes apontam uma maior diversidade do plâncton em salinidades intermediárias (Telesh *et al.* 2011), sugerindo uma relação positiva espécie-área na qual o número de espécies fitoplanctônicas aumenta com a área de superfície do sistema (Smith *et al.* 2005, Ptacnik *et al.* 2011). A maior diversidade do plâncton em salinidades intermediárias se ajustaria à hipótese nula de que a salinidade em si não tem efeito sobre a diversidade do plâncton (Telesh *et al.* 2011, Ptacnik *et al.* 2011).

Dentre os sistemas salobros, as lagoas costeiras destacam-se pela sua elevada produtividade orgânica e diversidade biológica (Esteves 1998). Por se localizarem em áreas de grande especulação imobiliária, as lagoas costeiras sofrem contínuos processos de degradação, sendo os aterros, despejos de efluentes domésticos e a aberturas das barras de areia os principais impactos sofridos por esses ecossistemas (Esteves 1998).

A vulnerabilidade desses ecossistemas devido à acelerada ação antrópica a que vêm sendo submetidos, tem gerado rápida perda de sua produtividade e biodiversidade (Linden 1990), particularmente nas áreas tropicais e subtropicais, nas quais a destruição de habitats costeiros é generalizada e extensa (PRONABIO 2000) e a sua biodiversidade muitas vezes pouco conhecida (Burger 2000).

No Brasil, estudos sobre a biodiversidade de algas planctônicas em lagoas costeiras salobras são escassos e direcionados principalmente para a taxonomia de cianobactérias (Werner 1988, Torgan & Garcia 1989; Werner & Rosa 1992, Werner & Sant'Anna 1998, Azevedo *et al.* 1999, Werner & Sant'Anna 2000) e diatomáceas (Callegaro & Salomoni 1988, Rosa & Callegaro 1988, Torgan & Garcia 1990, Rosa & Werner 1993, Rosa *et al.* 1994, Melo *et al.* 2003, 2006). Estudos abordando fitoflagelados ou diferentes grupos de algas planctônicas são mais raros (Menezes & Domingos 1994, Domingos & Menezes 1998, Melo 2001, Souza 2002, Lima 2004, Souza & Menezes 2005). Informações ecológicas sobre a comunidade fitoplanctônica para lagoas costeiras também são escassas e contabilizam aproximadamente 19% do total de trabalhos quantitativos publicados para o Brasil nas décadas de 1980 e 1990 sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, quando comparado

a outros sistemas aquáticos no país (Huszar & Silva 1999, Bozelli & Huszar 2003).

A Lagoa Rodrigo de Freitas, ecossistema costeiro salobro localizado na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, que engloba áreas com típicas saturações de espaço (bairros do Leblon e da Lagoa), há muito constitui objeto de estudos em função do seu estado de degradação ambiental decorrente do intenso desenvolvimento industrial e do crescimento urbano desordenado observado em seu entorno.

Apesar da sua importância enquanto paisagem urbana e natural, a microflora da Lagoa Rodrigo de Freitas é pouco estudada, com as informações restritas ao corpo principal da lagoa e contidas em relatórios técnicos elaborados pela FEEMA (atual INEA), responsável pelo monitoramento do sistema, além de um trabalho sobre cianobactérias psâmicas em sedimentos marginais realizado por Magina & Loreine (2007). Informações sobre a microbiota dos canais que desempenham fundamental papel funcional na dinâmica da lagoa (Machado 2009) se resumem aos estudos sobre a flora de cianobactérias (Guimarães 2008) e de algas flageladas (Branco 2009, Branco *et al.* 2010) no Canal do Piraquê.

O objetivo desse trabalho é apresentar uma visão geral da composição florística de cianobactérias e microalgas planctônicas presentes no Canal do Piraquê. Além disso, visa descrever os padrões de distribuição temporal das espécies mais abundantes registradas no canal comparando-os ao observado no corpo principal da lagoa.

ÁREA DE ESTUDO

O Canal do Piraquê, também denominado Canal das Tábuas, situa-se na parte nordeste da Lagoa Rodrigo de Freitas (22°58'03,37" e 22°58'12,00"S; 43°12'57,98" e 43°13'01,51"W, Figura 1). Trata-se de um canal com largura aproximada de 25m e área de 4.500m², raso (profundidade máxima de 1,5m), quando comparado ao restante da lagoa, cuja área é de 2,4km² de superfície e profundidade máxima em torno de 4,3m (Batista 2004). O canal mostra baixa turbulência e recebe aporte dos rios dos Macacos e Cabeça através do Canal da Avenida General Garzón (CAGG). O Rio Rainha teve seu curso desviado para o Canal da Avenida Visconde de Albuquerque (CAVA) que deságua, em tempos de chuva intensa,

no extremo oeste da praia do Leblon. O tempo de residência da água no Canal do Piraquê varia em função da abertura e fechamento da comporta que controla a descarga dos rios dos Macacos e Cabeça no CAGG. Essa comporta, além de permitir o extravasamento de ambos os rios para a lagoa através do Canal do Piraquê durante as chuvas, evita o maior comprometimento na qualidade das águas da lagoa, uma vez que parte das águas escoadas por tais rios é desviada pelo CAGG e pelos canais da Avenida Lineu de Paula Machado e do Jockey Club para o Canal da Avenida Visconde de Albuquerque (CAVA), o qual desemboca no mar do bairro do Leblon (FEEMA 2006). A ineficiência no barramento do sistema de comporta no CAGG propicia entrada fácil de águas misturadas com esgotos na lagoa, via Canal do Piraquê, além de grande acúmulo de sedimentos e de matéria orgânica. Isso ocorre porque, apesar da existência de uma caixa de areia localizada antes da comporta, não há a manutenção necessária para permitir uma boa filtração. Ao longo do curso dos rios que deságuam no CAGG e,

consequentemente, no Canal do Piraquê, ocorrem lançamentos de esgotos *in natura* procedentes de ligações irregulares e extravasores das elevatórias de esgoto da Hípica e do Jardim Botânico, que são incorporados a aportes de microdrenagens pluviais (Machado 2009).

O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen (Bernardes 1952), com períodos de estiagem no inverno (junho a agosto) e chuvas no verão (setembro a maio). A temperatura média absoluta é em torno de 35°C no verão e de 18°C no inverno. A média anual da pluviosidade total está entre 1.500 a 2.000mm, com precipitações mensais superiores a 140mm no verão e aproximadamente de 115mm no inverno (Loureiro 2010). Segundo Branco *et al.* (2010), o canal tem águas com salinidade 0-16, temperatura entre 20,4-32,5°C e concentrações de oxigênio dissolvido entre 0-11,5mg L⁻¹. A transparência da água e a profundidade variam de 0,4 a 1,20m e de 0,8 a 1,5m, respectivamente. Os valores de salinidade e transparência são menores durante o período de estiagem e maiores durante o período de chuvas (Branco *et al.* 2010). Nos períodos

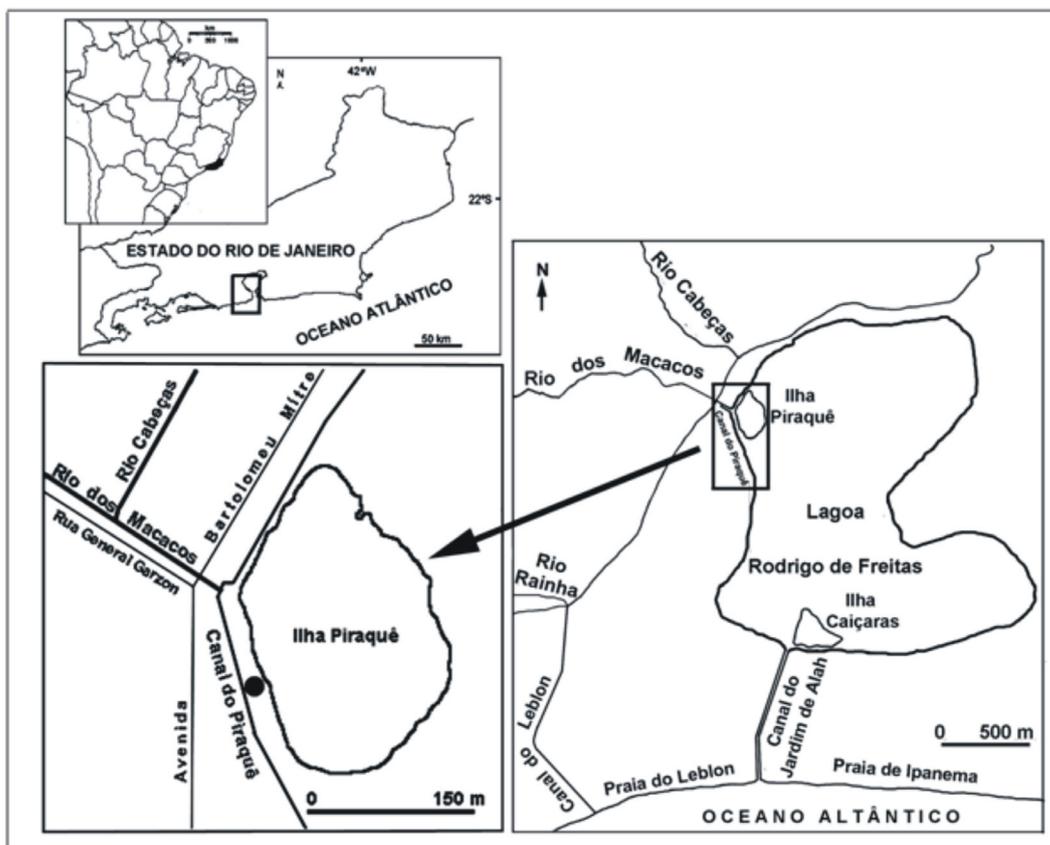


Figura 1. Localização do Canal do Piraquê mostrando a estação de coleta (●).

Figure 1. Location of Piraquê Channel showing the sampling site (●).

de chuva, a profundidade do Canal do Piraquê reduz, já que a comporta do GAGG é aberta para evitar transbordamentos ou acúmulo de muita água, o que resulta na redução no nível do canal em função do escoamento das águas. No período seco, a comporta permanece fechada, ocasionando acúmulo de água e aumento do nível do Canal do Piraquê. O fechamento da comporta do CAVA permite direcionar o escoamento dos efluentes do canal para o sistema de escoamento de esgoto sanitário da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) e, em seguida, para o emissário submarino de Ipanema (FEEMA 2006, Machado 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se em 30 amostras subsuperficiais (15 qualitativas e 15 quantitativas) coletadas nos meses de março, abril, junho, julho, outubro, novembro e dezembro de 2007, e janeiro, fevereiro e março de 2008 no ponto central do canal (Figura 1). Foram adicionadas amostras coletadas durante eventos de floração ocorridos em 19 de março, 23 de julho, 19 e 23 de outubro de 2007 e em 22 de fevereiro de 2008. Nos meses de maio, agosto e setembro de 2007 não foram realizadas coletas em função dos Jogos Pan-americanos e condições de mau tempo. As amostras qualitativas (coletadas com rede de 25µm) foram fixadas com formaldeído em concentração final de 2% após análise do material vivo realizada em laboratório. As amostras quantitativas (passagem de frasco) foram fixadas *in situ* com solução de Lugol neutro (Edler & Elbrächter 2010).

A identificação taxonômica das populações baseou-se em material vivo e fixado (amostras qualitativas e quantitativas) em microscópio ótico Olympus BX51 equipado com sistema de aquisição de imagens e *software* de análise de imagens Image Pro Plus version 6.1[®]. Para a análise das diatomáceas, subamostras foram limpas e oxidadas segundo o método de Von Stosch (Tomas 1997), e a identificação realizada em lâminas permanentes montadas com resina Naphrax[®]. A determinação taxonômica das diatomáceas foi complementada com a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), seguindo-se a técnica de Hasle & Fryxell (1970). A rafdoficea *Heterosigma akashiwo*

e o dinoflagelado *Heterocapsa pygmaea* foram identificados em microscopia eletrônica de transmissão (MET), cujas técnicas estão descritas, respectivamente, em Tiffany *et al.* (2001) e Iwataki *et al.* (2009).

A identificação das espécies e categorias infraespecíficas foi realizada adotando-se literatura recente e adequada (ex. Tomas 1997, Komárek & Anagnostidis 1999, 2005, Spaulding *et al.* 2010).

A lista dos táxons está organizada por ordem alfabética de espécies e as classes segundo o sistema de classificação de Lee (2008), indicando-se os primeiros registros para a Lagoa Rodrigo de Freitas com um asterisco. São incluídas ilustrações de alguns táxons mais frequentes no canal e/ou que constituíram primeiras citações para a lagoa.

Os limites de tolerância dos organismos quanto à salinidade (halotolerância) foram classificados tomando-se por base o sistema de Wolf *et al.* (2009) a partir das informações indicadas em literatura para cada táxon: a) limnobionte - tolerante < 0.5; b) limnobionte eurihalino - tolerante entre 0 e 10; c) salobro - tolerante entre 0.5-30; d) marinho eurihalino - tolerante entre 0.5-35. A classificação quanto ao habitat seguiu a indicada por Marcus & Boero (1998): a) planctônico; b) bentônico; c) meroplanctônico (organismos que alternam entre o hábito planctônico e bentônico durante o ciclo de vida).

Visando avaliar a relação entre a área e a riqueza de espécies fitoplanctônicas em algumas lagoas costeiras salobras do litoral brasileiro, e se o canal do Piraquê apresenta um número maior de espécies do que o esperado, realizou-se uma análise de regressão. Para essa análise, utilizou-se a área dos sistemas como a variável explicadora e a riqueza específica como a variável dependente (Galbraith *et al.* 2011), considerando-se apenas os táxons identificados no nível específico em amostras qualitativas e quantitativas (n =16). Anterior à análise, os dados foram transformados [ln] e os pressupostos de normalidade e homocedasticidade verificados. A equação de regressão obtida foi então usada para estimar o número esperado de espécies fitoplanctônicas no Canal do Piraquê.

A quantificação foi realizada segundo Utermöhl (1958) em microscópio invertido (Zeiss Axiovert 10). Unidades (células, filamentos ou colônias) foram contadas em campos aleatórios (Uherlinger 1964) em 400X, enumerando-se, no mínimo, 100 unidades da

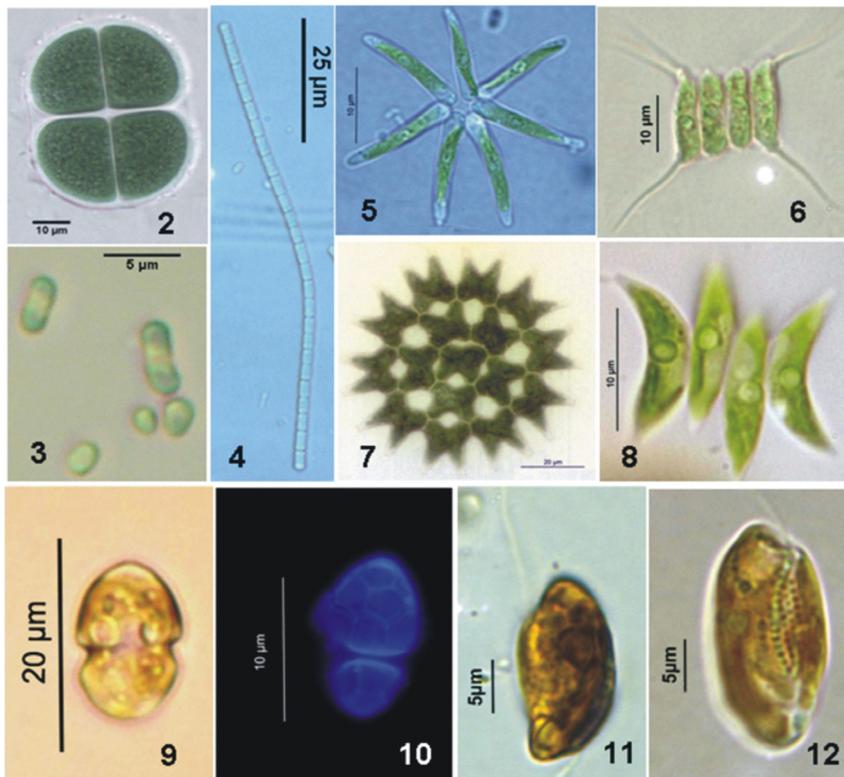
espécie dominante ($p < 0.05$) (Lund *et al.* 1958). Os dados de abundância foram expressos em céls L^{-1} . Os dados das coletas quantitativas do corpo principal da lagoa foram obtidos com o INEA. Considerando as diferenças nas características ambientais observadas entre o canal e o corpo principal da lagoa, a composição florística de ambos os sistemas foi comparada com base apenas em dados quantitativos aplicando-se a Análise de Correspondência (AC) com o *software* STATISTICA 6.0 (Statsoft). Somente os táxons que ocorreram no mínimo em 10% das amostras foram incluídos na AC. Para essa análise, os dados ($n = 15$ para o canal e $n = 60$ para o corpo principal da lagoa) foram transformados [$\ln(x+1)$], a fim de aproximá-los da normalidade.

Dados de pluviosidade foram obtidos na Estação Meteorológica do Jardim Botânico, disponíveis no banco de dados da Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (Geo-Rio): <http://www2.rio.rj.gov.br/georio/site/alerta/alerta.htm>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

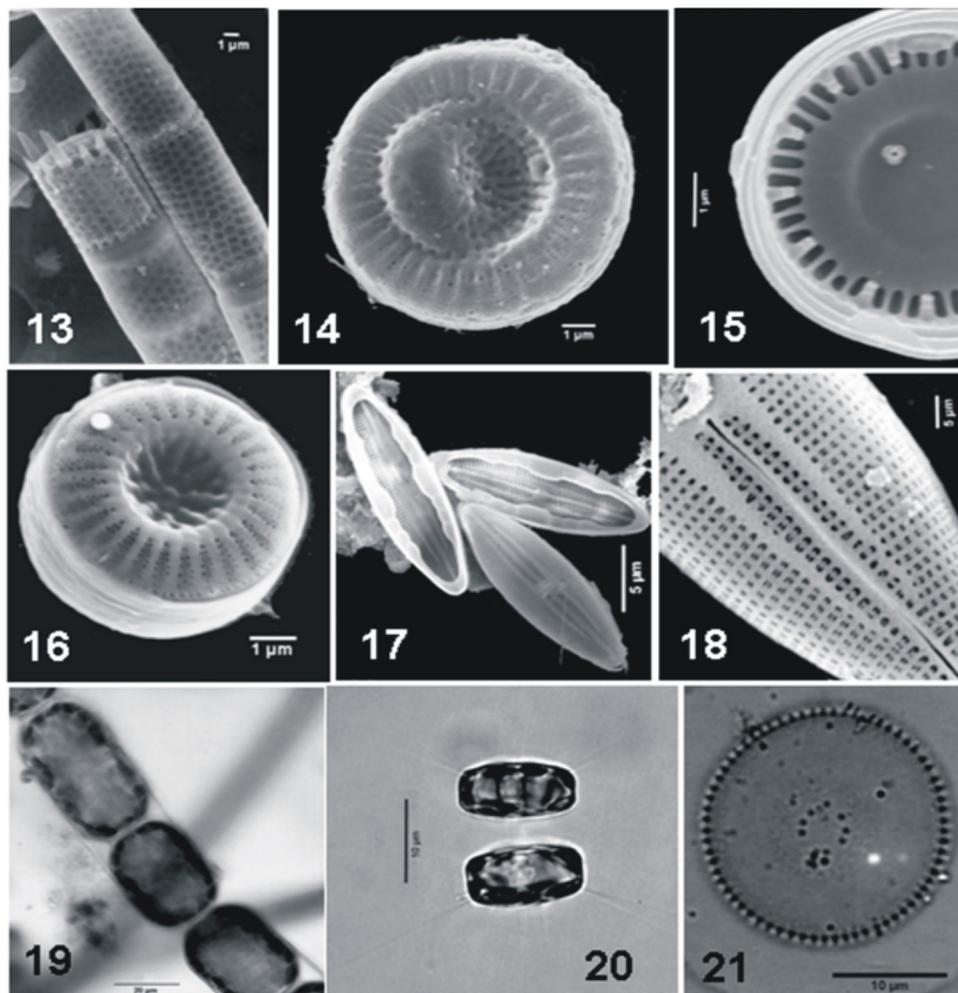
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO CANAL DO PIRAQUÊ

Um total de 86 táxons pertencentes a 65 gêneros foi identificado no Canal do Piraquê durante o período de estudo (Tabela 1). As diatomáceas destacaram-se pelo maior número de espécies (39), seguidas das clorofíceas (19), cianobactérias (13), zignemafíceas (3), enquanto os fitoflagelados, com 12 táxons, foram representados por criptofíceas (5), dinoflagelados (5), crisofíceas (1) e rafidofíceas (1). Sessenta e oito táxons (68) constituem novas citações de ocorrência para a Lagoa Rodrigo de Freitas. Os gêneros *Nitzschia* (4) e *Desmodesmus* (4) foram os que apresentaram o maior número de espécies, enquanto *Pseudoanabaena catenata*, *Synechocystis salina*, *Heterocapsa pygmaea* e *Thalassiosira weissflogii* foram os mais frequentes, ocorrendo, no mínimo, em 70% das datas de amostragem. As Figuras 2-21 ilustram alguns



Figuras 2-12. Algumas espécies identificadas no Canal do Piraquê. 2. *Chroococcus turgidus*. 3. *Synechocystis salina*. 4. *Pseudoanabaena catenata*. 5. *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii*. 6. *Desmodesmus westii*. 7. *Pediastrum duplex* var. *duplex*. 8. *Scenedesmus obliquus* var. *dimorphus*. 9. *Heterocapsa pygmaea*. 10. *Heterocapsa pygmaea* (placas evidenciadas com calcofluor sob fluorescência). 11. *Urgorri complanatus* (vista lateral). 12. *Urgorri complanatus* (vista látero-ventral). Com exceção da Figura 10, o material foi observado em campo claro.

Figures 2-12. Some identified species from Piraquê Channel. 2. *Chroococcus turgidus*. 3. *Synechocystis salina*. 4. *Pseudoanabaena catenata*. 5. *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii*. 6. *Desmodesmus westii*. 7. *Pediastrum duplex* var. *duplex*. 8. *Scenedesmus obliquus* var. *dimorphus*. 9. *Heterocapsa pygmaea*. 10. *Heterocapsa pygmaea* (plates stained with calcofluor and observed under fluorescence). 11. *Urgorri complanatus* (lateral view). 12. *Urgorri complanatus* (laterodorsal view). With exception of Figure 10, the material was observed in bright field.



Figuras 13-21. Microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microscópio de luz (ML) de algumas espécies identificadas no Canal do Piraquê. **13.** *Aulacoseira granulata*. **14.** *Cyclotella choctawhatcheeana*. **15.** *Cyclotella choctawhatcheeana* (vista interna da valva). **16.** *Discostella stelligera* var. *stelligera*. **17.** *Mastogloia pumila* (aspecto geral externo e interno das valvas) **18.** *Mastogloia pumila* (detalhe da superfície externa da valva). **19.** *Melosira nummuloides*. **20.** *Thalassiosira weissflogii* (cadeia com duas células). **21.** *Thalassiosira weissflogii* (valva clarificada). MEV, Figuras 13-18; ML, Figuras 19-21.

Figures 13-21. Scanning electron microscopy (SEM) and light microscopy (LM) of some identified species from Piraquê Channel. **13.** *Aulacoseira granulata*. **14.** *Cyclotella choctawhatcheeana*. **15.** *Cyclotella choctawhatcheeana* (internal view of valve). **16.** *Discostella stelligera* var. *stelligera*. **17.** *Mastogloia pumila* (general view of external and internal sides of valves). **18.** *Mastogloia pumila* (detail of external surface of valve). **19.** *Melosira nummuloides*. **20.** *Thalassiosira weissflogii* (chain of two cells). **21.** *Thalassiosira weissflogii* (cleaned valve). SEM, Figures 13-18; LM, Figures 19-21.

táxons registrados para o Canal do Piraquê no período de estudo. Táxons mais frequentes no canal e/ou que constituíram primeiras citações para a Lagoa Rodrigo de Freitas estão também ilustrados.

Apesar da predominância de espécies planctônicas (59%), a composição florística analisada mostrou importante participação de organismos bentônicos (35%), principalmente diatomáceas. Táxons meroplânctônicos, aqueles que mostram uma fase de vida bentônica e outra planctônica, totalizaram apenas cinco espécies (6%). No que diz respeito à tolerância à salinidade, a composição florística do canal esteve representada por espécies limnobiontes (44%),

seguida em igual proporção de táxons marinhos eurihalinos (20%) e limnobiontes eurihalinos (20%), além de espécies tipicamente salobras (16%) (Tabela 1). Os resultados obtidos evidenciam a influência que o aporte dos rios representa para o Canal do Piraquê, o que contribui para a redução da salinidade, possibilitando uma maior contribuição de táxons tipicamente de águas doces (limnobiontes) e de táxons de águas doces adaptados a baixas salinidades (limnobiontes eurihalinos).

Os táxons limnobiontes e limnobiontes eurihalinos ocorreram ao longo de todo o período de estudo, com maior contribuição (86%) entre novembro de 2007

e março de 2008, quando foi observada uma menor profundidade da coluna d'água (0,8-1m) e redução de salinidade (0-7), provavelmente como resultado da maior pluviosidade mensal (em geral > 150mm, exceto no mês de fevereiro, cujo valor foi de 82mm), e maior aporte de água dos rios que deságuam no canal. Por outro lado, a maior contribuição em número de táxons marinhos eurihalinos (76,5%), representados praticamente por diatomáceas bentônicas, foi verificada entre junho e julho e em outubro de 2007. Nesse período, ocorreram maiores profundidades da coluna d'água (1-1,5m) e os maiores valores de salinidade (10,3 a 13,5) devido à baixa precipitação mensal (em geral < 150mm, exceto no mês de outubro, cujo valor foi de aproximadamente 170mm). As menores profundidades no canal no período chuvoso devem-se à abertura da comporta que regula a descarga dos rios dos Macacos e Cabeça no CAGG. Essa abertura permite o escoamento das águas com conseqüente redução no nível do canal. Comportamento inverso ocorre no período de estiagem quando a comporta permanece fechada (Machado 2009). Não é descartada, ainda, a influência das marés de sizígia e da abertura do Canal do Jardim de Alah, o qual comunica o corpo principal da lagoa com o mar, sobre o incremento da salinidade no canal. O aporte de água dos rios contendo matéria orgânica para o canal também gera intenso processo de sedimentação e assoreamento, reduzindo drasticamente a coluna d'água com conseqüente aumento da interface sedimento/água que, sob ação de ventos fortes, favorece a ressuspensão de diatomáceas bentônicas associadas aos sedimentos (Carrick *et al.* 1993, Padisák & Dokulil 1994, Kaippert 2004). A tabela 2 mostra os valores de precipitação mensal, de profundidade e salinidade no Canal do Piraquê durante o período de estudo.

Quando considerado o número de táxons das lagoas costeiras salobras listadas na tabela 3, observou-se uma relação positiva significativa entre a área dos sistemas e a riqueza de espécies fitoplanctônicas ($R^2 = 0,51$; $p = 0,04$). Ao se comparar, a partir da equação de regressão obtida, o número de táxons esperados e observados para o Canal do Piraquê, o valor dos táxons esperados (30) correspondeu a menos da metade do número de táxons efetivamente identificados (86) em nível específico para o sistema. Dessa forma, a

clássica relação esperada entre riqueza de espécies e área de MacArthur e Wilson (MacArthur & Wilson 1967, Smith *et al.* 2005) não foi encontrada, indicando que outros fatores são responsáveis pelo elevado número de táxons encontrados no Canal do Piraquê. Uma explicação plausível seria a estabilidade do sistema em relação à flutuação dos valores de salinidade. Segundo o conceito de *Artenminimum* ou mínimo de espécies, desenvolvido por Remane (1934) a partir de comunidades do Mar Báltico, a diversidade taxonômica dos organismos é mais baixa em salinidades com valores entre 5 e 8. Essa faixa de salinidade foi denominada *horohaliticum* e definida por diferentes autores como uma zona de salinidade que sempre constitui uma nítida barreira de separação entre táxons de águas doces e marinhos, além de possuir outras características físicas e químicas (Telesh *et al.* 2011). De forma geral, se aceita que o *horohaliticum* em áreas estuarinas oferece condições osmóticas desfavoráveis aos organismos aquáticos, impedindo alta diversidade de espécies e causando o efeito *Artenminimum*, considerando a necessidade de adaptações hipo e hiperosmóticas na faixa de salinidade do *horohaliticum* (Telesh *et al.* 2011). De acordo com esse modelo, valores extremos de salinidade e suas variações em longo prazo definem a heterogeneidade de habitats e riqueza de espécies nas comunidades aquáticas. Dessa forma, variações na salinidade em ambientes de águas salobras tendem a excluir espécies, reduzindo-as em número e abundância (Deaton & Greenberg 1986, McLusky & Elliott 2004). Entretanto, Telesh *et al.* (2011) reavaliaram recentemente a biodiversidade pelágica do Mar Báltico e, contrariamente ao modelo de Remane, registraram elevada biodiversidade de zooplâncton e fitoplâncton (número de táxons superior a 4000) com dominância de protistas, na qual o fitoplâncton, incluindo as cianobactérias, totalizou 2856 espécies. Essa biodiversidade pelágica atinge seus picos na faixa de salinidade do *horohaliticum*, originando o novo conceito máximo de espécies de protistas (ver Telesh *et al.* 2011). Esse conceito, embora fundamentado na biodiversidade do Mar Báltico, grande área de estuário e com gradientes de salinidade relativamente estáveis, seguramente abre novas perspectivas ecológicas e evolutivas sobre a elevada biodiversidade de protistas para os demais ambientes salobros.

Tabla 1. Composição taxonômica, halotolerância e habitat de cianobactérias e microalgas registradas no Canal do Piraquê (amostras qualitativas e quantitativas) no período de março de 2007 a março de 2008. As espécies mais frequentes são apresentadas em negrito. Nomes de espécies precedidos por asterisco constituem primeiros registros para a Lagoa Rodrigo de Freitas. L= limnóbionte, LE= limnóbionte eurihalino, ME= marinho eurihalino, S= salobro, P= plancitônico, M= meroplancitônico, B= bentônico.

Table 1. Taxonomic composition, halotolerance and habitat of cyanobacteria and microalgae registered in Piraquê Channel (qualitative and quantitative samples) from March 2007 to March 2008. The species more frequent are reported in bold type. Species names preceded by an asterisk are first records for the Rodrigo de Freitas Lagoon. L= limnóbionte, LE= limnóbionte eurihalino, ME= marinho eurihalino, S= brackish, P= planktonic, M= meroplanktonic, B= benthic.

Táxon	Ocorrência												Habitat	
	2007						2008							
	Mar	Abr	Jun	Jul	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar				
CYANOPHYCEAE														
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Nägeli						X	X		X				L	P
* <i>Cyanothece halobia</i> Roussomoustakaki & Anagn.					X								ME	P
* <i>Leptolyngbya perelegans</i> (Lemmert.) Anagn. & Komárek							X		X				L	P
* <i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenb.) Kütz.					X								L	P
* <i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thur. ex Gomont		X											ME	B
* <i>Microcrocis marina</i> (Lagerth.) Komárek & Anagn.					X				X				S	P
* <i>Oscillatoria bonnemaisonii</i> Crouan ex Gomont			X	X	X								ME	B
* <i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	X				X	X							L	P
* <i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagn. & Komárek				X	X					X			ME	B
* <i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	X	X	X	X	X			X	X	X			L	P
* <i>Spirulina meneghiniana</i> Zanardini ex Gomont					X			X					L	P
* <i>Synechococcus nidulans</i> (E.G.Pringsh.) Komárek in Bourr.			X		X		X		X	X			L	P
<i>Synechocystis salina</i> Wislouch	X	X	X	X	X				X	X			S	P
CHAROPHYCEAE														
* <i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenb. ex Ralfs	X								X				L	P
* <i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset var. <i>margaritatum</i>						X		X					L	P
* <i>Cosmarium vexatum</i> W. West var. <i>vexatum</i>								X					L	P
CHLOROPHYCEAE														
* <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>hantzschii</i> Lagerth.								X					L	P
* <i>Chlorella homosphaera</i> Skuja						X	X						L	P
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A. Braun						X		X					L	P
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn						X	X	X	X				L	P
* <i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E. Hegewald						X			X				L	P
* <i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) E. Hegewald						X		X	X				L	P
* <i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegewald) E. Hegewald						X			X	X			L	P

Táxon	Ocorrência		Halotolerância	Habitat
	2007	2008		
* <i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E.Hegewald & Ant.Schmidt		X	L	P
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	X		L	P
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat		X	L	P
* <i>Micractinium pusillum</i> Fres.	X		L	P
* <i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda		X	L	P
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárk.-Legn.	X		L	P
* <i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárk.-Legn.	X	X	L	P
* <i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>	X	X	L	P
* <i>Pseudokirchneriella contorta</i> (Schmidle) Hindák	X	X	L	P
* <i>Scenedesmus obliquus</i> var. <i>dimorphus</i> (Turpin) Hansgird	X		L	P
* <i>Selenastrum rinoi</i> Komárek & Comas	X	X	L	P
* <i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgird	X	X	L	P
DINOPHYCEAE				
<i>Gymnodinium uncatenum</i> Hulburt	X		S	M
<i>Heterocapsa pygmaea</i> A.R.Loeb.	X	X	ME	M
* <i>Oxyrrhis marina</i> Dujard.		X	ME	P
<i>Peridinium quinquecorne</i> (Abe) Balech	X		ME	M
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenf.) Dodge		X	ME	P
CRYPTOPHYCEAE				
* <i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i> Skuja		X	L	P
* <i>Hemiselmis simplex</i> Butcher		X	S	P
* <i>Plagioselmis nanoplactica</i> (Skuja) Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall		X	LE	P
* <i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher ex Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall		X	S	P
* <i>Urgorri complanatus</i> Laza-Martinez	X	X	S	P
CHRYSOPHYCEAE				
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Hub.-Pest.	X	X	L	P
BACILLARIOPHYCEAE				
* <i>Achnanthisidium coarctatum</i> Bérb. ex W.Sm.	X		L	B

Continuação Tabela 1

Táxon	Ocorrência		2008	Halotolerância	Habitat
	2007	2008			
* <i>Actinocyclus normanii</i> Ehrenb.	X		X	LE	P
* <i>Amphora coffeaeformis</i> (C.Agardh) Kütz. var. <i>coffeaeformis</i>	X		X	S	B
* <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen			X	LE	M
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen			X	LE	P
* <i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E.Sm) Boyer	X			ME	P
* <i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) R.Ross		X	X	L	B
* <i>Capartogramma crucicula</i> (Grunow) R.Ross		X	X	L	B
* <i>Chaetoceros whigamii</i> Brightw.		X	X	LE	P
* <i>Cyclotella choctawhatcheeana</i> Prasad	X	X	X	ME	P
* <i>Entomoneis alata</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	X			ME	B
* <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		X	X	LE	B
* <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.		X	X	LE	B
* <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rab.		X	X	LE	B
* <i>Mastogloia braunii</i> Grunow		X	X	S	B
* <i>Mastogloia pumila</i> (Grunow) Cleve	X		X	S	B
* <i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh			X	S	P
* <i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Sm.		X	X	LE	B
* <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		X	X	S	B
* <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	X		X	LE	B
* <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Sm.	X		X	LE	B
* <i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) W.Sm.		X	X	ME	B
* <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve		X	X	ME	B
* <i>Pinnularia achrophaeria</i> W.Sm. var. <i>parva</i> Krammer		X	X	L	B
* <i>Pinnularia alpina</i> W.Sm.		X	X	LE	B
* <i>Pinnularia roland-schmidtii</i> Metzeltin & Lange-Bert.		X	X	L	B
* <i>Plagiotropis leptoptera</i> (Cleve) Reimer			X	ME	B
* <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow			X	LE	B
* <i>Surirella linearis</i> W.Sm.	X		X	L	B
* <i>Terpsinoe musica</i> Ehrenb.	X		X	ME	B

Táxon	Ocorrência		Halotolerância	Habitat
	2007	2008		
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow) Jørg.	X	X	ME	P
* <i>Thalassiosira weissflogii</i> (Grunow ex Van Heurek) G.A.Fryxell & Hasle	X	X	LE	B
* <i>Tryblionella levidensis</i> W.Sm		X	LE	B
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Aboal		X	L	B
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère			LE	B
RAPHIDOPHYCEAE				
<i>Heterosigma akashiwo</i> (Hada) Hada ex Y.Hara & Chihara	X	X	ME	M

A maior diversidade taxonômica de cianobactérias e microalgas planctônicas, incluindo as formas meroplantônicas, no Canal do Piraquê foi observada na faixa de salinidade entre 2 e 7, na qual ocorreu um elevado número espécies (96% do total de 56 táxons planctônicos e meroplantônicos). A elevada biodiversidade no canal, nessa faixa de salinidade, talvez possa ser explicada pelo modelo máximo de espécies de protistas de Telesh *et al.* (2011), embora com amplitude de salinidade maior do que aquela definida para o *horohalinicum* do Mar Báltico. É provável que o Canal do Piraquê apresente *horohalinicum* distinto do indicado para o Mar Báltico e mesmo de outros ambientes salobros, da mesma forma que o indicado por Telesh *et al.* (2001) para o Mar Báltico, o qual exhibe múltiplas áreas de *horohalinicum*. A ideia de que salinidades intermediárias não têm efeito estressante sobre a diversidade fitoplanctônica na faixa do *horohalinicum* (Telesh *et al.* 2011) parece ser corroborada quando extrapolada para outros sistemas elencados na tabela 3. Torgan (1997) registrou a maior riqueza de táxons identificados no nível específico (131) na região central da Lagoa dos Patos entre salinidade 0 e 5,87 ao contrário da porção situada ao sul do sistema que apresentou menor número de espécies (88) entre salinidade 0 e 30,67. Para a Lagoa Carapebus, o maior número de táxons (144) foi observado no período com salinidade entre 1,3 e 3,5, enquanto que nos períodos com menores (0-1,2) e maiores (4,5-5,6) valores de salinidade o número de táxons atingiu, respectivamente, 101 e 115 (Souza 2002). Assim, é provável, também, que as faixas de salinidades intermediárias com elevado número de táxons registrados nas lagoas dos Patos e Carapebus representem áreas de *horohalinicum* nesses sistemas. Entretanto, para que o modelo máximo de espécies de protistas no Canal do Piraquê seja mais bem compreendido, são necessários estudos mais acurados e de longa duração.

A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO CANAL EM RELAÇÃO AO CORPO PRINCIPAL DA LAGOA

As cianobactérias, representadas principalmente por *Pseudanabaena* spp. e *Synechocystis aquatilis*, constituíram os grupos mais abundantes tanto no canal como no corpo principal da lagoa (Figura 22 A-B). Contudo, a contribuição relativa desses dois táxons em ambos os compartimentos foi distinta,

com predominância de *Pseudanabaena* spp. no canal durante todo o período estudado, ao contrário do corpo principal da lagoa, no qual *Pseudanabaena* spp. e *Synechocystis salina* foram mais abundantes durante o período seco (março a outubro de 2007) e chuvoso (novembro de 2007 a março de 2008), respectivamente. Por outro lado, foi possível observar uma separação mais nítida em relação à composição florística de microalgas no canal e no corpo da lagoa (Figura 22 C-D). Enquanto *Heterosigma akashiwo*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Monoraphidium contortum* e *Monoraphidium irregulare* estiveram presentes somente no canal, *Pyramimonas* spp., *Hemiselmis* spp. e cf. *Heterocapsa* foram restritas ao corpo principal da lagoa. Apenas *Kephyrion ovale* e as criptofíceas com forma “reflexa” (pólo posterior voltado para o dorso) foram comuns em ambos os compartimentos, embora em densidades mais elevadas no corpo principal da lagoa.

Tabela 2. Dados de precipitação mensal, profundidade e salinidade do Canal do Piraquê no período de março de 2007 a março de 2008.

Table 2. Data of monthly precipitation, depth and salinity of the Piraquê Channel from March 2007 to March 2008.

	Precipitação mm ³	Salinidade	Profundidade m
Mar/07	15,4	*8,3	*1,0
Abr/07	86	8,4	1,0
Jun/07	59,8	13,5	1,0
Jul/07	140	*10,3	*1,5
Out/07	169,8	*12,3	*1,0
Nov/07	234,4	7,9	1,0
Dez/07	236,6	0,0	1,0
Jan/08	166,8	1,6	0,8
Fev/08	81,8	*4,4	*0,8
Mar/08	244,6	7,0	0,8

* Média dos valores obtidos nos meses com mais de uma coleta.

* Mean values obtained in the months with more than one collection.

Tabela 3. Comparação do número de táxons registrados em algumas lagoas costeiras localizadas no estado do Rio de Janeiro e no Canal do Piraquê consideradas a superfície de área, salinidade e profundidade dos ambientes. Foram contabilizados apenas os táxons identificados no nível específico nas amostras qualitativas e quantitativas. Números entre parêntesis correspondem aos valores mínimo e máximo de salinidade.

Table 3. Comparison of the taxa number recorded in some coastal lagoons located in Brazil and in the Piraquê Channel taking into account the surface area, salinity and depth environments. It was considered only those taxa identified at specific level in the qualitative and quantitative samples. Numbers in parentheses correspond to the minimum and maximum values of salinity.

Sistema	Área (m ²)	Salinidade média	Profundidade média (m)	Número táxons	Referências
Lagoa da Barra (RJ)	6.200.000	5,5 (3,0-8,0)	1,2	81	Menezes & Domingos 1994
Lagoa Imboassica (RJ)	3.300.000	10,2 (0,4-35)	1,1	56	Melo 2001, Melo <i>et al.</i> 2006, 2007
Lagoa Carapebus (RJ)	6.500.000	2,6 (0,0-5,8)	2,9	160	Souza 2002
Lagoa Encantada (RJ)	42.000	38 (37,8-39,9)	2	27	Lima 2004
Lagoa Jacarepaguá (RJ)	3.700.000	3,0 (0,5-6,5)	3,32	50	Sampaio 2008
Lagoa do Camorim (RJ)	800.000	3,6 (0,8-7,1)	1,27	41	Sampaio 2008
Lagoa da Tijuca (RJ)	4.800.000	12,3 (1,4-24,9)	2,09	44	Sampaio 2008
Lagoa de Marapendi (RJ)	3.500.000	13,8 (4,0-20,0)	1,8	44	Sampaio 2008
Lagoa Araruama (RJ)	220.000.000	45,2 (30,0-55,0)	3,2	57	Baeta-Neves 2010
Lagoa Saquarema (RJ)	23.000.000	9,1 (1,0-21,0)	1	25	Domingos 1991
Laguna dos Patos, região central (RS)	8.288.000.000	1,2 (0,0-5,87)	5	131	Torgan 1997
Lagoa de Grussaí (RJ)	1.000.000	4,8 (0,4-34)	0,18	58	Suzuki 1997
Lagoa Cabiúnas (RJ)	340.000	3,6 (0-12)	2,37	81	Melo & Suzuki 1998
Lagoa Comprida (RJ)	130.000	1,5 (0,0-5,0)	2,5	39	Melo & Suzuki 1998
Lagoa Manguaba (AL)	43.000.000	4,7 (2,91-9,0)	2	111	Melo-Magalhães <i>et al.</i> 2009, Costa <i>et al.</i> 2010
Lagoa Mundaú (AL)	24.000.000	13,2 (0,71-23,8)	1,5	105	Melo-Magalhães <i>et al.</i> 2009, Costa <i>et al.</i> 2010
Canal do Piraquê (RJ)	3.652	8,1 (0,0-16,7)	1	86	Esse estudo

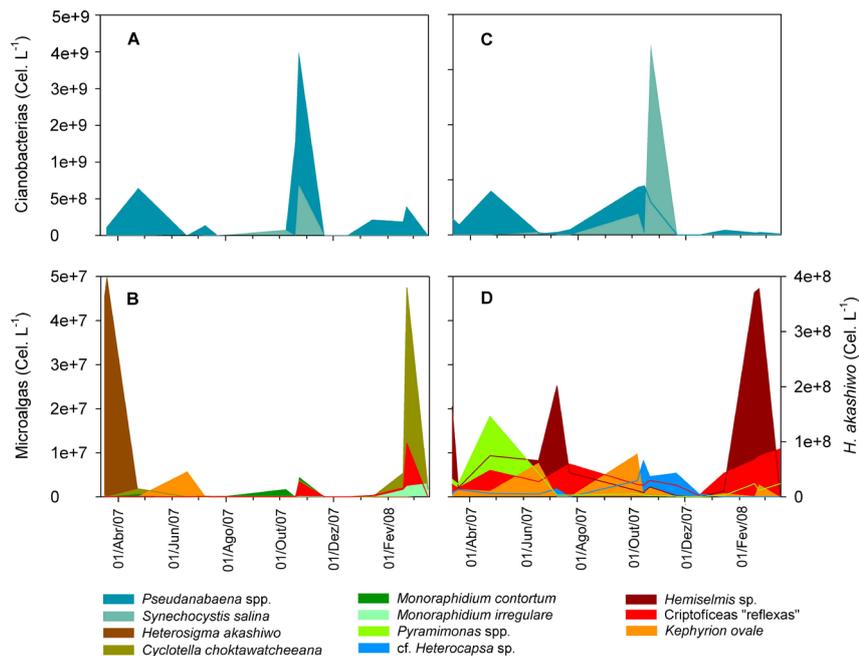


Figura 22. Abundância (cél. L^{-1}) dos principais táxons de cianobactérias e microalgas no Canal do Piraquê (A-B) e no corpo principal da Lagoa Rodrigo de Freitas (C-D) entre março de 2007 a março de 2008.

Figure 22. Abundance (cells. L^{-1}) of main cyanobacteria and microalgae taxa in Piraquê Channel (A-B) and in the main body of Rodrigo de Freitas Lagoon (C-D) from March 2007 to March 2008.

Os padrões descritos anteriormente foram evidenciados pela Análise de Correspondência (AC), cuja ordenação espacial e temporal das espécies explicou 37,4% da inércia (variância) total dos dados (Figura 23). A primeira dimensão (24,4%) esteve relacionada à composição florística do canal e do corpo principal da lagoa e indicou que as diferenças entre os dois compartimentos da Lagoa Rodrigo de Freitas estiveram representadas particularmente pela contribuição relativa das espécies de microalgas, em especial os fitoflagelados. A segunda dimensão (13,0%) expressou a diferença na distribuição temporal dos táxons em ambos os compartimentos, com os táxons típicos do canal distribuídos ao longo da dimensão 2 do gráfico, enquanto os do corpo principal da lagoa se concentraram no centro da dimensão 2. Essa diferença pode ser explicada pela ocorrência de eventos de florações pontuais de espécies típicas do canal (*Heterosigma akashiwo*, *Cyclotella choctawhatcheana*, *Monoraphidium contortum* e *Monoraphidium irregulare*), resultando em nítido espaçamento temporal entre esses eventos. Já no corpo principal da lagoa, as populações de microalgas mostraram uma distribuição temporal

mais estável, em sua maior parte observada ao longo de todo o período estudado.

Já era esperada a dominância de cianobactérias e de fitoflagelados, em termos de composição florística e abundância, no Canal do Piraquê, uma vez que em sistemas salobros rasos, como lagoas costeiras e sistemas estuarinos, esses grupos fitoplanctônicos tendem a dominar, por apresentarem estratégias adaptativas às condições de elevadas temperaturas, águas enriquecidas e baixa turbulência (Paerl 1988, Quinlan & Philips 2007), situação semelhante à observada no Canal do Piraquê. As florações recorrentes da rafidofíceia *Heterosigma akashiwo*, com os mais altos valores de densidade, assim como as demais espécies de microalgas formadoras de florações encontradas no ambiente estudado, têm sido registradas para outros sistemas de águas costeiras temperadas e tropicais (Orive *et al.* 1997, Trigueros & Orive 2001, Uysal *et al.* 2003, Toming 2006, Melo *et al.* 2007, Kempton *et al.* 2008). Elevadas abundâncias de *Cyclotella choctawhatcheana* têm sido relacionadas ao enriquecimento de águas pela entrada de nutrientes por ações antrópicas em sistemas costeiros salobros temperados durante o

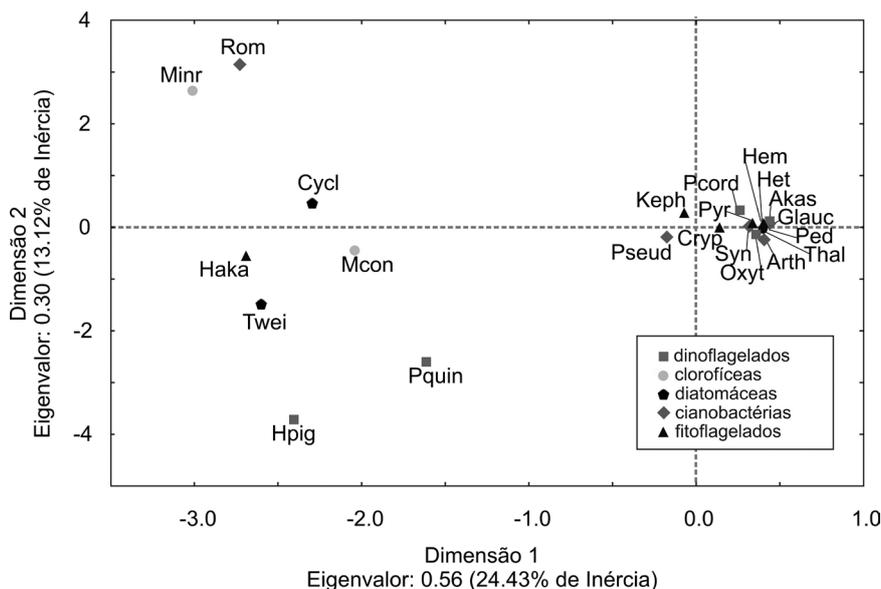


Figura 23. Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência (AC) baseado na abundância dos principais taxões de cianobactérias e microalgas no Canal do Piraquê e no corpo principal da Lagoa Rodrigo de Freitas entre março de 2007 a março de 2008. Arth: *Arthrospira* sp., Cryp: criptofíceas “reflexas”, Cycl: *Cyclotella choctawhatcheeana*, Glauc: cf. *Glaucospira* sp., Gym: *Gymnodinium uncatenum*, Haka: *Heterosigma akashiwo*, Hem: *Hemiselmis* sp., Het: *Heterocapsa* sp., Hpig: *Heterocapsa pygmaea*, Keph: *Kephyrion ovale*, Mcon: *Monoraphidium contortum*, Minr: *Monoraphidium irregulare*, Ped: *Pedinomonas* sp., Pcord: *Prorocentrum cordatum*, Pquin: *Peridinium quinquecorne*, Pseud: *Pseudanabaena catenata*, Pyr: *Pyramimonas* sp., Rom: *Romeria* sp., Syn: *Synechocystis salina*, Twei: *Thalassiosira weissflogii*, Thal: *Thalassiosira* spp.

Figure 23. Ordination diagram obtained by the Correspondence Analysis (CA) based on the abundance of main cyanobacteria and microalgae taxa in Piraquê Channel and in the main body of Rodrigo de Freitas Lagoon from March 2007 to March 2008. Arth: *Arthrospira* sp., Cryp: “reflex” cryptophytes, Cycl: *Cyclotella choctawhatcheeana*, Glauc: cf. *Glaucospira* sp., Gym: *Gymnodinium uncatenum*, Haka: *Heterosigma akashiwo*, Hem: *Hemiselmis* sp., Het: cf. *Heterocapsa* sp., Hpig: *Heterocapsa pygmaea*, Keph: *Kephyrion ovale*, Mcon: *Monoraphidium contortum*, Minr: *Monoraphidium irregulare*, Ped: *Pedinomonas* sp., Pcord: *Prorocentrum cordatum*, Pquin: *Peridinium quinquecorne*, Pseud: *Pseudanabaena* spp., Pyr: *Pyramimonas* spp., Rom: *Romeria* sp., Syn: *Synechocystis salina*, Twei: *Thalassiosira weissflogii*, Thal: *Thalassiosira* spp.

verão e a primavera (Tiffany *et al.* 2007, Jaanus *et al.* 2009). Em ambientes tropicais, essa espécie tem sido registrada para lagos desde oligohalinos a hipersalinos localizados no México (Oliva *et al.* 2008). Para o Brasil, *Cyclotella choctawhatcheeana* foi reportada por Lima (2004) para a Lagoa Encantada (hipersalina) e por Melo *et al.* (2006, 2007) para a Lagoa Imboassica (oligo-mesohalina), ambas localizadas no litoral nordeste do Estado do Rio de Janeiro. No primeiro caso, *Cyclotella choctawhatcheeana* atingiu 50% do total da densidade fitoplanctônica, enquanto no segundo, contribuiu com mais de 90% para a densidade fitoplanctônica total. Elevadas abundâncias de *Monoraphidium contortum* e *Monoraphidium irregulare* são citadas para lagoas costeiras eutrofizadas oligohalinas (salinidade ~3,7) na Bulgária durante o verão e outono (Stoyneva 2000).

Nossos resultados mostram uma maior variabilidade das populações planctônicas de cianobactérias e microalgas no Canal do Piraquê, quando comparada ao corpo principal da Lagoa

Rodrigo de Freitas. As condições especiais do canal, caracterizadas por rápidos eventos de florações de espécies restritas a esse compartimento e por condições ambientais mais variáveis, seriam respostas aos aportes dos rios e às mudanças nas condições físicas e químicas da água associadas a esses aportes (Wilson 2008, Ryan *et al.* 2008). Essas diferenças somadas aos 68 novos registros de cianobactérias e microalgas para a Lagoa Rodrigo de Freitas demonstram a importância que o Canal do Piraquê tem para o funcionamento da lagoa como um todo e a necessidade de estudos mais acurados quanto à estrutura e dinâmica das populações de cianobactérias e microalgas que ocorrem nesse compartimento. Faz-se necessário também a realização de um monitoramento mais efetivo no Canal do Piraquê, considerando a degradação das águas do sistema, expressa pelas florações recorrentes ocasionadas por espécies limitadas ao canal observadas durante esse estudo. Nesse sentido, sugere-se uma ampliação do monitoramento para o Canal do Piraquê a partir da rede amostral já existente para o corpo principal da

lagoa, o qual já é realizado em detalhe espacial (seis estações) e temporal (semanal) pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA).

AGRADECIMENTOS: Este estudo contou com apoio do CNPq (Processo n.º 555284/2006-9) e da FAPERJ (Processo n.º E26/171.413/2006). Os autores agradecem a Tais S. Lopes e a equipe técnica do DILAB (INEA) pelo suporte logístico nas coletas realizadas. À Dra. Vera Lúcia de Moraes Huszar pela leitura crítica do texto. Aos revisores pelas correções e sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M.T.P.; SOUZA, C.A. & MENEZES, M. 1999. Synechococcaceae (Cyanophyceae/Cyanobacteria) from a tropical brackish coastal lagoon, Brazil. *Algological Studies*, 94: 45-62.
- BAETA-NEVES, M.H. 2010. Relatório de 2010 do fitoplâncton da Lagoa de Araruama. *Relatório Técnico*. Arraial do Cabo, RJ. 30p.
- BATISTA, D.S. 2004. Foraminíferos bentônicos e sua distribuição na lagoa Rodrigo de Freitas, RJ. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 125p.
- BERNARDES, L.M.C. 1952. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, 14: 57-80.
- BOZELLI, R.L. & HUSZAR, V.L.M. 2003. Comunidades fito e zooplânctônicas em tempo de avaliação. *Limnotemas*, 3:1-3.
- BURGER, M.I. 2000. Diagnóstico sobre banhados e áreas úmidas da zona costeira. In: Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha MMA/FNMA. <<http://www.bdt.org.br/workshop/costa/banhado/intro>>. (Acesso em 06/03/2012).
- BRANCO, S. 2009. Inventário florístico das algas flageladas na lagoa Rodrigo de Freitas, com ênfase nas espécies nocivas. *Monografia*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 31p.
- BRANCO, S.; MENEZES, M. & DOMINGOS, P. 2010. Flagellate blooms in Rodrigo de Freitas Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. Pp. 8-13. In: K.C. Ho, M.Y. Zhou & Y.Z. Qi (eds.). Proceedings of the 13th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae and Environmental Publications House Hong Kong, Copenhagen, DNK.
- CALJON, A. 1983. Brackish-water phytoplankton of the Flemish lowland. *Developments in Hydrobiology*, 18: 1-272, <http://dx.doi.org/10.1002/iroh.19850700341>
- CALJON, A. 1987. Phytoplankton of a recently landlocked brackish-water of a Lake Tanganika: a systematic account. *Hydrobiologia*, 153: 31-54, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00005503>
- CALLEGARO, V.L.M. & SALOMONI, S.E. 1988. Diatomáceas das lagoas do Jacaré, do Nicola e Mangueira, Estação Ecológica do Taim: novas ocorrências para o Rio Grande do Sul. *Iheringia Série Botânica*, 38: 127-148.
- CARRICK, H.J.; ALDRIDGE, F.J. & SCHELSKE, C.L. 1993. Wind influences phytoplankton biomass and composition in a shallow, productive lake. *Limnology and Oceanography*, 38: 1179-1192, <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1993.38.6.1179>
- COSTA, T.L.; ARAÚJO, M.P. & CARREIRA, R.S. 2010. Lipídios como indicadores de fontes e distribuição de matéria orgânica particulada em um complexo estuarino-lagunar tropical (Mundaú-Manguaba, AL). *Química Nova*, 33: 1915-1922, <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000900018>
- DEATON, L.E. & GREENBERG, M.J. 1986. There is no horohalimicum. *Estuaries*, 9:20-30, <http://dx.doi.org/10.2307/1352189>
- DOMINGOS, P. & MENEZES, M. 1998. Taxonomic remarks on planktonic phytoflagellates in a hypertrophic tropical lagoon (Brazil). *Hydrobiologia*, 369-70: 297-313, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017097826410>
- EDLER, L. & ELBRÄCHTER, M. 2010. The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. Pp. 13-20. In: B. Karlson, C. Cusack & E. Brenan (eds.). Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. IOC Manuals and Guides, UNESCO, Paris. 110p.
- ESTEVEES, F.A. 1998. Lagoas Costeiras: origem, funcionamento e manejo. Pp. 63-87. In: F.A. Esteves (ed.). Ecologia de lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). NUPEM-UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro. 464p.
- FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). 2006. Lagoa Rodrigo de Freitas e rios contribuintes, diagnóstico da qualidade de água - Período de 2002 a 2005. *Relatório Técnico*. 176p.
- GALBRAITH, D.A.; IWANYCKI, N.E.; MCGOEY, B.V.; MCGREGOR, J.; PRINGLE, J.S.; ROTHFELS, C.J. & SMITH, T.W. 2011. The evolving role of Botanical Gardens and natural areas: a floristic case study from Royal Botanical Gardens, Canada. *Plant Diversity and Resources*, 33: 123-131, <http://dx.doi.org/10.3724/SP.J.1143.2011.10235>

- GUIMARÃES, R.R. 2008. Inventário de cianobactérias da lagoa Rodrigo de Freitas, RJ. *Monografia*. Universidade do Grande Rio. Duque de Caxias, RJ, Brasil. 44p.
- HASLE, G.R. & FRYXELL, G.A. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Transactions of American Microscopy Society*, 89: 469-474, <http://dx.doi.org/10.2307/3224555>
- HUSZAR, V.L.M. & SILVA, L.H.S. 1999. Cinco décadas de estudos sobre a ecologia do fitoplâncton no Brasil. *Limnotemas*, 2:1-22.
- IWATAKI, M.; KAWAMI, H.; NGUYEN, N.V.; LUONG, Q.D.; TON, T.P.; FUKUYO, Y. & MATSUOKA, M. 2009. Cellular and body scale morphology of *Heterocapsa huensis* sp. nov. (Peridinales, Dinophyceae) found in Hue, Vietnam. *Phycological Research*, 57: 87-97, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1835.2009.00524.x>
- JAANUS, A.; TOMING, K.; HÄLLFORS, S.; KALJURAND, K. & LIPS, I. 2009. Potential phytoplankton indicator species for monitoring Baltic coastal waters in the summer period. Pp. 157-167. In: J.H. Andersen & D.J. Conley (eds.). Eutrophication in coastal ecosystems: towards better understanding and management strategies. Springer, Dordrecht, NL. 271p.
- KAIPPERT, E. 2004. Metodologia para estudo da ressuspensão de sedimentos na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 66p.
- KEMPTON, J.; KEPPLER, C.J.; LEWITUS, A.; SHULER, A. & WILDE, S. 2008. A novel *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae) bloom extending from a South Carolina bay to offshore waters. *Harmful Algae*, 7: 235-240, <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2007.08.003>
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokariota. 1. Chroococcales. In: H. Ettl, G. Gardner, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 19/1. Gustav Fischer, Jena, Turingia. 548p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. In: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 19/2. Elsevier/Spektrum, Heidelberg. 759p.
- LEE, R.E. 2008. *Phycology*. Fourth Edition. Cambridge University Press, New York, NY. 645p, <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511812897>
- LIMA, I.V.D. 2004. O fitoplâncton da Lagoa Encantada (Carapebus, RJ): flora, riqueza específica e abundância. *Monografia*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 52p.
- LINDEN, O. 1990. Human impact on tropical coastal zones. *Nature and Resources*, 26:20-45.
- LOUREIRO, D.D. 2010. Comportamento do mercúrio em lagoas costeiras urbanas: das mudanças paleoambientais ao balanço de massa (estudo de caso: Lagoa Rodrigo de Freitas). *Tese de Doutorado*. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, Brasil. 121p.
- LUND, J.W.G.; KIPLINGNG, C. & LE CREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00007865>
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. First Edition. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 203p.
- MCLUSKY, D.S. & ELLIOTT, M. 2004. *The estuarine ecosystem: ecology, threats and management*. Third Edition. Oxford University Press, Oxford. 216p, <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198525080.001.0001>
- MACHADO, L.B. 2009. Evolução da degradação ambiental da Bacia Hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 178p.
- MAGINA, F.C. & SILVA, L.H.S. 2008. Cianobactérias psâmicas em sedimentos marginais da Lagoa Rodrigo de Freitas, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, UFRJ, 31: 43-49.
- MÄLKKI, P. 1999. Brackish water ecosystems: introduction. Pp. 1-2. In: P. Mälkki (ed.). Proceedings of International Council for the Exploration of the Sea (ICES) Symposium. Helsinki, Finland. *ICES Journal Marine of Science*, 56 Supplement.
- MARCUS, N.H. & BOERO, F. 1998. Minireview: the importance of benthic-pelagic coupling and the forgotten role of life cycles in coastal aquatic systems. *Limnology and Oceanography*, 43: 763-768, <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1998.43.5.0763>
- MELO, S. 2001. Fitoplâncton da lagoa Imboassica (Macaé, RJ-Brasil): flora, estrutura de comunidade e variações espaciais e temporais. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 163p.

- MELO, S. & SUZUKI, M.S. 1998. Variações temporais e espaciais do fitoplâncton das lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. Pp. 177-203. *In*: F.A. Esteves (ed.). Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). NUPEM-UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro. 464p.
- MELO, S.; TORGAN, L.C.; MENEZES, M.; HUSZAR, V.L.M.; CORRÊA JR., J.D. 2003. Taxonomy and ecology of *Synedropsis roundii* sp. nov. (Bacillariophyta) from a tropical brackish coastal lagoon, south-eastern Brazil. *Phycologia*, 42:71-79, <http://dx.doi.org/10.2216/i0031-8884-42-1-71.1>
- MELO, S.; TORGAN, L.C.; MENEZES, M. & CORRÊA JR., J.D. 2006. First report of *Cyclotella choctawhatcheana* (Bacillariophyta) from Brazilian tropical waters: ultrastructure and ecology. Pp. 293-299. *In*: A. Witkowski (ed.). Proceedings of the Eighteenth International Diatom Symposium, Biopress Limited, Bristol.
- MELO, S.; BOZELLI, R.L. & ESTEVES, F.A. 2007. Temporal and spatial fluctuations of phytoplankton in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 475-483, <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000300012>
- MELO-MAGALHÃES, E.M.; CAVALCANTI, M.O.; GUEDES, E.A.C. & LIRA, M.C.A. 1999. Variação sazonal do microfitoplâncton do Parque Municipal Marinho de Paripueira, AL. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, 27:1-14.
- MENEZES, M. & DOMINGOS, P. 1994. Flore planctonique d'une lagune tropicale (Brésil). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 27: 273-297.
- OLIVA, M.G.; LUGO, A.; ALCOCER, J. & CANTORAL-URIZA, E.A. 2008. Morphological study of *Cyclotella choctawhatcheana* Prasad (Stephanodiscaceae) from a saline Mexican lake. *Saline Systems*, 4: 17, <http://dx.doi.org/10.1186/1746-1448-4-17>
- ORIVE, E.; IRIARTE, A.; DE MADARIAGA, I. & REVILLA, M. 1997. Phytoplankton blooms in the Urdaibai estuary during Summer: physico-chemical conditions and taxa involved. *Oceanologica Acta*, 21: 293-305, [http://dx.doi.org/10.1016/S0399-1784\(98\)80016-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0399-1784(98)80016-9)
- PADISÁK, J. & DOKULIL, M. 1994. Meroplankton dynamics in a saline, turbulent, turbid shallow lake (Neusiedlersee, Austria and Hungary). *Hydrobiologia*, 289: 23-42, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00007406>
- PAERL, H.W. 1988. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters. *Limnology and Oceanography*, 33: 823-847, http://dx.doi.org/10.4319/lo.1988.33.4_part_2.0823
- PRONABIO (Programa Nacional de Diversidade Biológica). 2000. Diagnóstico de situação para a região sudeste. Relatório de sistematização de informação para os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Programa Nacional da Biodiversidade. MMA. < <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/banhado.htm>>. (Acesso em 06/03/2012).
- PTACNIK, R.; OLLI, K.; LEHTINEN, S.; TAMMINEN, T. & ANDERSEN, T. 2011. Does plankton diversity peak at intermediate salinities? Comment on Telesh et al. (2011). *Marine Ecology Progress Series*, 432: 291-292, <http://dx.doi.org/10.3354/meps09216>
- QUILAN, L.E. & PHLIPS, J.E. 2007. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research*, 19: 401-416, <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/fbm024>
- REMANE, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger*, 7 (Supplement): 34-74.
- ROSA, Z.M. & CALLEGARO, V.L.M. 1988. Diatomáceas da Lagoa Tramandaí e do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil: I: Gênero *Navicula* Bory. *Iheringia, Série Botânica*, 37: 17-32.
- ROSA, Z.M. & WERNER, V.R. 1993. Diatomáceas da Lagoa Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil. II – Gêneros *Gyrosigma* Hassg, *Pleurosigma* W. Smith e *Mastogloia* Thwaites. *Iheringia, Série Botânica*, 43: 67-87.
- ROSA, Z.M.; WERNER, V.R. & DACROCE, L. 1994. Diatomáceas da Lagoa Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil. III – Ordem Centrales. *Iheringia, Série Botânica*, 45: 29-59.
- RYAN, N.J.; MITROVIC, S.M. & BOWLING, L.C. 2008. Temporal and spatial variability in the phytoplankton community of Myall Lakes, Australia, and influences of salinity. *Hydrobiologia*, 608: 69-86, <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-008-9375-3>
- SAMPAIO, G.F. 2008. Cianobactérias como parâmetro de qualidade ambiental: um estudo do complexo lagunar de Jacarepaguá. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 160p.

- SMITH, V.H.; BRYAN, L.; FOSTER, J.P.; GROVER, R.D.H.; LEIBOLD, M.A. & NOYELLES JR, F. 2005. Phytoplankton species richness scales consistently from laboratory microcosms to the world's oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, 102: 4393-4396, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0500094102>
- SPAULDING, S.A.; LUBINSKI, D.J. & POTAPOVA, M. 2010. Diatoms of the United States. <<http://westerndiatoms.colorado.edu>>. (Acesso em 30/08/2011).
- SOUZA, C.A. 2002. Taxonomia e aspectos biogeográficos da flora planctônica de um sistema costeiro salobro – lagoa Carapebus, município de Carapebus, RJ. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 201p.
- SOUZA, C.A. & MENEZES, M. 2005. Phytoplankton flora from a strongly impacted section of a brackish coastal lagoon (Carapebus lagoon, RJ, Brazil). Pp. 423-448. In: Sociedade Brasileira de Ficologia (org.). Anais da X Reunião da Sociedade Brasileira de Ficologia. Museu Nacional, Salvador, BA, Brasil.
- STOYNEVA, M.P. 2000. Planktic green algae of Bulgarian coastal wetlands. *Hydrobiologia*, 438: 25-41, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1004105811210>
- SUZUKI, M.S. 1997. Aberturas da barra da lagoa de Grussaí, São João da Barra, RJ: Aspectos hidroquímicos, dinâmica da comunidade fitoplanctônica e metabolismo. *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos, RJ, Brasil. 125p.
- TELESH, I.V.; SCHUBERT, H. & SKARLATO, S.O. 2011. Revisiting Remane's concept: evidence for high plankton diversity and a protistan species maximum in the horohalinicum of the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421: 1-11 <http://dx.doi.org/10.3354/meps08928>
- TIFFANY, M.A.; BARLOW, S.B.; MATEY, V.E. & HURLBERT, S.H. 2001. *Chattonella marina* (Raphidophyceae), a potentially toxic alga in the Salton Sea, California. *Hydrobiologia*, 446: 187-194, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014503920898>
- TIFFANY, M.A.; GONZÁLEZ, M.R.; SWAN, B.K.; REIFEL, K.M.; WATTS, J.M. & HURLBERT, S.H. 2007. Phytoplankton dynamics in the Salton Sea, California, 1997-1999. *Lake and Reservoir Management*, 23: 582-605, <http://dx.doi.org/10.1080/07438140709354039>
- TOMAS, C.R. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press, San Diego, CA. 858p.
- TOMING, K. 2006. Selecting potential summer phytoplankton eutrophication indicator species for the northern Baltic Sea. *M.Sc. Thesis*. University of Tartu, Estonia. 42p.
- TORGAN, L.C. 1997. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica na laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil, em um ciclo anual. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 284p.
- TORGAN, L.C. & GARCIA, M. 1989. Novas ocorrências (Cyanophyta e Chlorophyta) para a ficoflora planctônica do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 16: 57-64.
- TORGAN, L.C. & GARCIA, M. 1990. Novas ocorrências de *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge (Bacillariophyceae) no sul do Brasil e suas implicações taxonômicas e ecológicas. *Acta Limnologica Brasílica*, 3: 439-457.
- TRIGUEROS, J.M. & ORIVE, E. 2001. Seasonal variations of diatoms and dinoflagellates in a shallow, temperate estuary, with emphasis on neritic assemblages. *Hydrobiologia*, 444: 119-133, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017563031810>
- UHELINGER, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Archives of Sciences*, 17: 121-123.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik. *Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie*, 9: 1-39.
- UYSAL, Z.; IWATAKI, M. & KORAY, T. 2003. On the presence of *Heterocapsa pygmaea* A.R.Loeb. (Peridinales, Dinophyceae) in the Northern Levantine Basin. *Turkish Journal of Botany*, 27: 149-152.
- WERNER, V.R. 1988. Cianofíceas planctônicas da Lagoa de Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Botânica*, 37: 33-70.
- WERNER, V.R. & ROSA, Z.M. 1992. Cyanophyceae da Estação Ecológica do Taim, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 52: 481-502.
- WERNER, V. & SANT'ANNA, C.L. 1998. Morphological variability in *Gloeothruchia natans* Rabenhorst ex Bornet et Flahaut (Cyanophyceae, Nostocales) from South Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 58: 79-84.
- WERNER, V.R. & SANT'ANNA, C.L. 2000. A new species of *Aphanothece* (Cyanophyceae, Chroococcales) from a coastal lagoon, south Brazil. *Nova Hedwigia*, 70: 113-125.
- WILSON, J. 2008. Nutrient and phytoplankton responses to a flood event in a series of interconnected coastal lakes: Myall Lakes, Australia. *Hydrobiologia*, 608: 21-34, <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-008-9377-1>

WOLF, B.; KIEL, E.; HAGGE, A.; KRIEG, H.J. & FELD, C.K.
2009. Using the salinity preferences of benthic macroinvertebrates
to classify running waters in brackish marshes in Germany.
Ecological Indicators, 9: 837-847, [http://dx.doi.org/10.1016/j.
ecolind.2008.10.005](http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.10.005)

Submetido em 15/10/2011

Aceito em 05/03/2012