

Cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, Estado do Paraná, Brasil

Carina Moresco e Liliana Rodrigues*

Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: lrodrigues@nupelia.uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar a distribuição espacial e temporal da comunidade de cianobactérias no perifíton, bem como os fatores abióticos que atuaram sobre este grupo, foram feitas amostragens em dois reservatórios, Segredo e Iraí, ambos na bacia do rio Iguaçu, Paraná. As coletas foram realizadas no verão (abril) e no inverno (setembro) de 2002, nas regiões superior, intermediária e inferior dos reservatórios. Foram inventariadas 66 espécies de cianobactérias, sendo que Iraí apresentou 50 táxons e Segredo 38. O reservatório de Iraí apresentou densidade de cianobactérias ($25 \text{ a } 101 \times \text{ind. } 10^3 \text{ cm}^{-2}$) maior do que aquelas observadas para Segredo ($1 \text{ a } 14 \times \text{ind. } 10^3 \text{ cm}^{-2}$). Acredita-se que a composição e a densidade cianobactérias foram resultados de uma combinação de fatores, em que as diferenças nas variáveis abióticas (nitrogênio, fósforo e temperatura) ao longo do eixo rio-barragem e nas diferentes estações, a morfometria e a hidrodinâmica foram consideradas preponderantes.

Palavras-chave: cianobactérias, perifíton, algas, floração, reservatórios.

ABSTRACT. *Periphytic cyanobacterial community from Segredo and Iraí reservoirs, State of Parana, Brazil.* In order to evaluate spatial-temporal distribution of periphytic cyanobacterial community, as well as the influence of abiotic factors on these organisms, samples were collected in two reservoirs: Segredo and Iraí, located within the Iguaçu river basin, State of Paraná. Samplings were collected in summer (April) and winter (September), 2002, in upper, intermediary and lower regions. A total of 66 cyanobacterial species were registered, with fifty species occurring in Iraí Reservoir and thirty-eight in Segredo Reservoir. Iraí showed higher values of cyanobacteria density ($25 \text{ to } 101 \times \text{ind } 10^3 \text{ cm}^{-2}$) when compared with Segredo ($1 \text{ to } 14 \times \text{ind } 10^3 \text{ cm}^{-2}$). We believe that cyanobacteria composition and density resulted from several factors, with preponderance of the effects of abiotic variables differences (nitrogen, phosphorus and temperature) along the longitudinal axis and along the different seasons, as well as the morphometric and hydrodynamic effects.

Key words: cyanobacteria, periphyton, algae, bloom, reservoirs.

Introdução

O processo de transformação de um rio para a construção de uma usina hidrelétrica provoca um grande armazenamento de água na região acima da barragem. Com isso, os ambientes aquáticos são operados de acordo com as necessidades e são destinados a diversas finalidades, como geração de energia, irrigação, abastecimento público, navegação, atividades recreativas, entre outros.

Apesar dos múltiplos benefícios proporcionados pelos reservatórios, a construção desses sistemas pode causar vários impactos ambientais, tais como alterações nas características físicas, químicas e biológicas. O represamento da água é o responsável por essas transformações e também pelas alterações na dinâmica da água e na profundidade do ambiente (Júlio-Júnior

et al., 2005). Um dos mais sérios problemas enfrentados consiste na floração de cianobactérias.

As cianobactérias são capazes de viver em uma ampla variedade de ambientes, mas a maioria das espécies habita a água doce (Van Den Hoek *et al.*, 1995) e são sensíveis a pequenas alterações ambientais (Paerl, 1988; Hadas *et al.*, 2002).

Quando em densas populações, provocam sabor e odor na água (Bartram *et al.*, 1999), o que dificulta a manutenção da qualidade hídrica. Além disso, os problemas de qualidade de água provocados por florações de cianobactérias têm causado impactos relacionados à saúde, já que algumas espécies são produtoras de toxinas (Sivonen e Jones, 1999) e, assim, fazem parte de uma das constantes preocupações de várias companhias de abastecimento.

As florações de cianobactérias ocorrem principalmente em lagos e reservatórios eutrofizados (Komárek, 2003). A eutrofização é causada, na maioria dos casos, pelo aporte externo de nutrientes, especialmente o nitrogênio e o fósforo, cujas fontes principais são as atividades agropecuárias e a expansão urbana (Carpenter *et al.*, 1998).

Alguns fatores ambientais podem influenciar na dominância de cianobactérias, como baixa turbulência, baixa luminosidade, altas temperaturas, altas concentrações de fósforo total, baixas concentrações de nitrogênio total, baixa proporção nitrogênio/fósforo e baixa razão de nitrogênio inorgânico dissolvido (Huszar *et al.*, 2000). Contudo, devido ao fato de as espécies diferirem em suas características ecológicas, os fatores que promovem uma espécie necessariamente não serão os mesmos que promovem outras espécies (Oliver e Ganf, 2000).

Em geral, as cianobactérias perifíticas são negligenciadas em monitoramentos feitos por companhias de saneamento. Segundo Van Den Hoek *et al.* (1995) existem muitas espécies de cianobactérias bênticas que freqüentemente se desprendem do perifíton e fazem parte do fitoplâncton, podendo se tornar potenciais formadoras de florações.

Para o Estado do Paraná, especificamente sobre cianobactérias planctônicas, tem-se conhecimento de apenas uma pesquisa no reservatório de Iraí (Fernandes *et al.*, 2005). Sobre cianobactérias perifíticas, também apenas um trabalho para a planície alagável do alto rio Paraná (Fonseca e Rodrigues, 2006).

Assim, este trabalho buscou contribuir para o conhecimento da estrutura e dinâmica das cianobactérias perifíticas em distintos reservatórios paranaenses. Partindo-se da premissa de que a morfometria e hidrodinâmica constituem os fatores determinantes da estrutura do perifíton em reservatórios, este estudo teve como principal objetivo avaliar a distribuição espacial e temporal das cianobactérias presentes no perifíton. Também, procurou determinar os fatores abióticos que atuam sobre este grupo de organismos nos reservatórios de Iraí e Segredo, Estado do Paraná.

Material e métodos

Área de estudo

Foram selecionados dois reservatórios do Estado do Paraná com usos e morfometrias distintas. O reservatório de Iraí pertence à sub-bacia do rio Iguaçu e foi construído para atender à demanda de abastecimento público da região metropolitana de Curitiba sendo responsável por cerca de 40% da água

tratada para consumo (Carneiro *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2005). Segredo está localizado no rio Iguaçu e tem como principal finalidade a produção de energia elétrica (Figura 1).

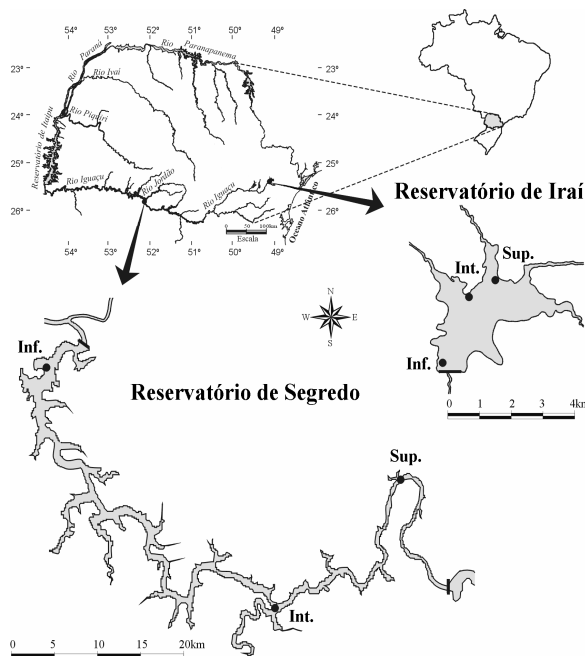


Figura 1. Localização dos reservatórios de Segredo e Iraí, situados na bacia do Rio Iguaçu, Estado do Paraná. Na figura, estão indicadas como regiões superior (Sup), intermediária (Int) e inferior (Inf) os locais onde ocorreram as coletas em cada reservatório.

Iraí é um reservatório caracterizado como eutrófico (Júlio-Júnior *et al.*, 2005) e está inserido muito próximo à área urbana e de áreas utilizadas para agricultura, pastagem e mineração. A susceptibilidade à eutrofização também é favorecida por características tais como a baixa profundidade média e elevado tempo de retenção (Carneiro *et al.*, 2005). Por sua vez, o reservatório de Segredo apresenta pequeno tempo de retenção e profundidade média elevada (Tabela 1), recebe vários tributários em sua margem direita (Floresta, São Pedro, Verde e Touros) e esquerda (Patos, Iratim, Butiá e Covó) e é o segundo de uma cascata de cinco reservatórios (Júlio-Júnior *et al.*, 2005).

Tabela 1. Principais características dos reservatórios de Iraí e Segredo, situados no Estado do Paraná (Fonte: Júlio-Júnior *et al.*, 2005).

	Iraí	Segredo
Ano de fechamento	2000	1992
Área (km ²)	15	82,5
Área da bacia de drenagem (km ²)	96,63	34,100
Volume (m ³)	58.000.000	3.000.000.000
Tempo de retenção	8 a 13 meses	47 dias
Profundidade média (m)	5	36,6
Município	Pinhais	Mangueirinha

Método de coleta

As coletas do perifíton foram realizadas em duas estações, verão (abril) e inverno (setembro) de 2002, sempre na zona litorânea de cada uma das três regiões dos reservatórios (superior, intermediária e inferior), totalizando seis amostras qualitativas e doze amostras quantitativas para cada reservatório. Os substratos determinados para a coleta das amostras foram seixos (Segredo) e vegetação aquática (Iraí). Independente do substrato, após estipulada a área a ser raspada, o material perifítico foi removido do substrato com auxílio de uma escova ou lâmina de barbear e jatos de água destilada, sendo acondicionados em um volume de 150 mL, os quais foram preservados com solução de Transeau para análise qualitativa e com lugol acético a 5% para análise quantitativa.

Para análise qualitativa, foram preparadas lâminas semipermanentes, em uma média de 20 lâminas por amostra ou até não ser registrada a ocorrência de novos táxons. A análise das lâminas foi realizada em microscópio binocular, acoplado com ocular micrometrada, com objetivas de 40 e 100 x. A identificação dos táxons de cianobactérias perifíticas foi baseada em Geitler (1932), Desikachary (1959), Prescott (1982), Komárek e Anagnostidis (1986, 1989 e 1998); Anagnostidis e Komárek (1988 e 1990), Bicudo (1988), Senna (1992), Sant'Anna e Azevedo (1995), entre outros. O enquadramento taxonômico foi feito de acordo com Komárek e Anagnostidis (1986) e Anagnostidis e Komárek (1988).

A contagem da comunidade das cianobactérias perifíticas foi realizada através de microscópio invertido, segundo o método de Utermöhl (1958) e por meio de campos aleatórios, conforme recomendação de Bicudo (1990). Para a sedimentação do material biológico, foram utilizadas câmaras de 2,8 mL. A equação para o cálculo da densidade de cianobactérias seguiu Ros (1979), adaptada para a área do substrato, e os resultados foram expressos por unidade de área.

Os dados físicos e químicos da água, coletados simultaneamente aos dados biológicos, foram: temperatura da água (termistor digital); transparência (disco de Secchi); pH e condutividade elétrica (potenciômetro digital); oxigênio dissolvido (oxímetro digital); carbono orgânico dissolvido (analisador de carbono Shimadzu); nitrogênio total e N-nitrato (Guiné *et al.*, 1980); nitrogênio amoniacal; fósforo total e dissolvido (Mackareth *et al.*, 1978). Para análise da fração dissolvida dos nutrientes, as amostras foram imediatamente filtradas em filtros Whatman GF/C.

Os dados referentes à precipitação pluviométrica e

vazão foram fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Sudersha), Agência Nacional das Águas (ANA) e Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel). A precipitação corresponde à média de dez dias anteriores à coleta. Os dados de vazão foram cedidos pela Copel e referem-se à média dos vinte dias antes da coleta.

Para verificar a possível relação da densidade das cianobactérias perifíticas com as variáveis abióticas, foram feitas correlações de Pearson, para cada reservatório em separado, e para as cianobactérias que foram abundantes e/ou dominantes em ambos os locais, esta análise foi realizada para cada espécie em ambos os reservatórios. As espécies abundantes e dominantes foram determinadas de acordo com o critério de Lobo e Leighton (1986). Para testar diferenças significativas na densidade das cianobactérias entre as estações do ano e as regiões (superior, intermediária e inferior) do reservatório de Iraí, aplicou-se uma ANOVA fatorial ($p < 0,05$). Estas análises foram feitas através do pacote estatístico Statistica versão 7.1.

Resultados

Variáveis físicas e químicas dos ambientes estudados

Os dados abióticos estão contidos na Tabela 2. Uma análise mais detalhada dos parâmetros limnológicos pode ser encontrada em Pagioro *et al.* (2005).

Em geral, os maiores valores de transparência, vazão e N-nitrato foram encontrados em Segredo. As maiores quantidades N-amoniacal, alcalinidade e oxigênio dissolvido foram registradas em Iraí. Em relação à temperatura, os maiores registros ocorreram no verão, independente do reservatório. O pH não apresentou grandes variações, mas os maiores valores foram encontrados em Iraí, onde esta variável apresentou diferenças de 1,31 no verão. O reservatório de Segredo teve as maiores concentrações de nitrogênio total, variando de $443 \mu\text{m L}^{-1}$ na região inferior no verão a $834 \mu\text{m L}^{-1}$ na região intermediária no inverno. Já em Iraí, os valores de nitrogênio total variaram de $432 \mu\text{m L}^{-1}$ na região inferior no inverno a $797 \mu\text{m L}^{-1}$ na região intermediária no verão. Quanto ao fósforo total, as maiores concentrações foram encontrados em Iraí com valores variando de $31,5 \mu\text{m L}^{-1}$ na região superior no verão a $48,5 \mu\text{m L}^{-1}$ na região inferior no inverno. No reservatório de Segredo, os valores de fósforo total variaram de $10,6 \mu\text{m L}^{-1}$ na região inferior no verão a $18 \mu\text{m L}^{-1}$ na região intermediária no inverno. A vazão foi maior em Segredo, em ambas as estações (Tabela 2).

Tabela 2. Dados abióticos dos reservatórios de Segredo e Iraí durante o verão (abril) e o inverno (setembro) do ano de 2002.

	Iraí						Segredo					
	Verão			Inverno			Verão			Inverno		
	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf
Secchi (m)	0,35	0,4	0,55	1,2	0,8	0,8	1,55	1,7	2,4	1,65	1,35	2,3
Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	54,2	47,2	48,6	56,8	46,6	45,1	43,9	41,3	38,4	56,1	56	45,4
pH	6,1	6,86	7,41	6,66	7,31	6,49	6,51	6,47	6,99	6,24	6,67	7,09
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	6,9	8,92	9,1	9,21	9,48	7,62	3,79	4,48	7,59	7,09	7,22	8,05
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	25,2	25,4	26	13,5	17,3	16,7	23,8	23,9	24,8	16,4	17	18,1
Alcalinidade ($\mu\text{Eq L}^{-1}$)	323	308	465	355	275	281	-	257	245	278	271	262
Nitrogênio total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	480	797	789	600	657	432	559	533	443	760	834	712
N-Nitrato ($\mu\text{g L}^{-1}$)	206	11	17	231	107	76	496	526	407	753	824	704
N-Amônia ($\mu\text{g L}^{-1}$)	80,8	10,0	11,7	95,5	4,7	12,3	17,3	3,1	2,2	2,7	1,6	0,4
Fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	31,5	37,0	39,2	42,7	39,2	48,5	16,3	10,7	10,6	16,5	18,0	10,9
Vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	13,48	13,48	13,48	1,92	1,92	1,92	696	696	696	572	572	572
Precipitação (mm)	3,78	3,78	3,78	0,79	0,79	0,79	1,55	1,55	1,55	4,39	4,39	4,39
TN/TP	15,2	21,5	20,1	14,0	16,7	8,9	34,2	49,8	41,7	46,0	46,3	65,3

Sup: região superior; Int: região intermediária; Inf: região inferior.

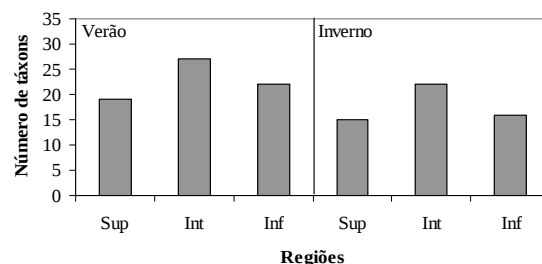
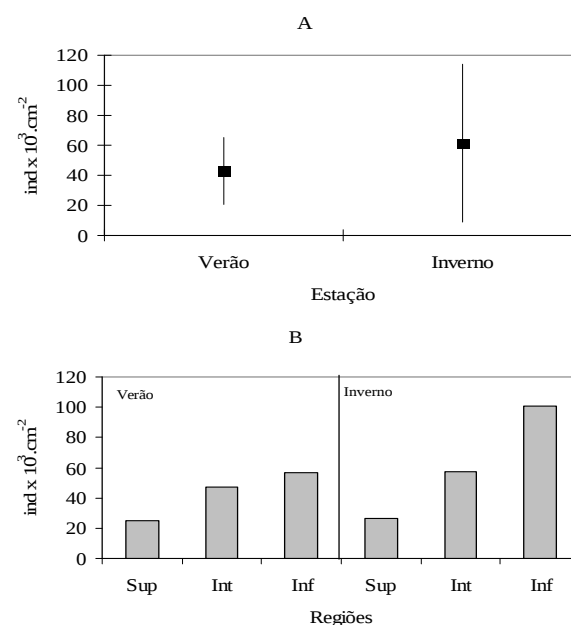
Reservatório de Iraí

O reservatório de Iraí apresentou 50 táxons de cianobactérias, distribuídos em 12 famílias e 24 gêneros. O gênero com maior número de táxons registrado foi *Oscillatoria* (7 táxons), seguido por *Phormidium* (5 táxons) (Apêndice 1). No verão, constatou-se um maior número de espécies, quando comparado ao inverno, independente do ambiente como um todo ou de cada região separadamente. Ainda, em ambas as estações do ano estudadas, o menor número de táxons foi registrado na região superior e o maior foi na região intermediária (Figura 2).

Do total de táxons inventariados para o reservatório de Iraí, cinco apresentam heterocito (*Calothrix brevissima* G.S. West, *C. fusca* (Kuetz.) Bornet e Flahault, *Anabaena* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju e *Hapalosiphon* sp.) (Apêndice 1). Considerando a forma da comunidade de cianobactérias perifíticas, o referido reservatório apresentou predomínio das formas unicelulares e filamentosas, sendo que as formas unicelulares predominaram na região intermediária no verão e nas regiões inferior e intermediária no inverno. Já as formas filamentosas foram dominantes nas regiões superior e inferior no verão e nas zonas superior e intermediária no inverno, e abundantes na região intermediária no verão e na inferior no inverno (Apêndice 1).

No reservatório de Iraí, observou-se maior tendência de abundância desses organismos no inverno, quando comparado à análise realizada no verão, tanto em média geral (Figura 3A), quanto por

região em separado (Figura 3B), embora não tenha sido verificada diferença significativa ($p = 0,42$, $F = 0,68$).

**Figura 2.** Número de espécies de cianobactérias nas regiões superior (Sup), intermediária (Int) e inferior (Inf) do reservatório de Iraí, Estado do Paraná, no verão (abril) e no inverno (setembro) de 2002.**Figura 3.** (a) Valores médios ($n=6$) e desvio padrão da abundância de cianobactérias perifíticas no reservatório de Iraí em ambas as estações amostradas. (b) Valores médios ($n=2$) da densidade de cianobactérias perifíticas nas regiões superior (Sup), intermediária (Int) e inferior (Inf) no reservatório de Iraí, nas duas estações do ano analisadas: verão (abril) e inverno (setembro).

Ainda, independente da estação do ano amostrada, as cianobactérias perifíticas apresentaram abundância crescente da região superior para a inferior (Figura 3B). Os valores variaram de 25×10^3 ind cm^{-2} na região superior no verão, a 101×10^3 ind cm^{-2} na região inferior no inverno (Figura 3B).

As espécies consideradas abundantes no reservatório de Iraí foram: *Calothrix fusca* (Kuetz.) Bornet e Flahault, na região inferior no verão; *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, em todas as regiões no verão, sendo que a maior densidade foi registrada na região inferior; *Leptolyngbya lignicola* (Frémy) Anagnostidis

et Komárek na região superior no verão; *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Kómarková - Legnerová e Cronberg em todas as regiões e em ambas as estações; *Leibleinia subtilis* Anagnostidis et Komárek na região superior no inverno; *Jaaginema quadripunctulatum* (Brühl e Biswas) Anagnostidis et Komárek nas regiões inferior no verão e intermediária no inverno; *Geitleribactron periphyticum* Komárek, na região inferior no verão e nas regiões superior e intermediária no inverno e foi dominante na região intermediária no verão e na região inferior no inverno.

Reservatório de Segredo

Para o reservatório de Segredo, foram encontradas 38 espécies, distribuídas em 21 gêneros e em 9 famílias. O gênero com maior número de táxons, assim como registrado para o reservatório de Iraí, foi *Oscillatoria* (6 táxons), seguido por *Phormidium* (5 táxons) (Apêndice 1). De maneira geral, excetuando a região próxima à barragem (inferior), os maiores número de espécies de cianobactérias foram registrados no verão, quando comparado ao inverno (Figura 4).

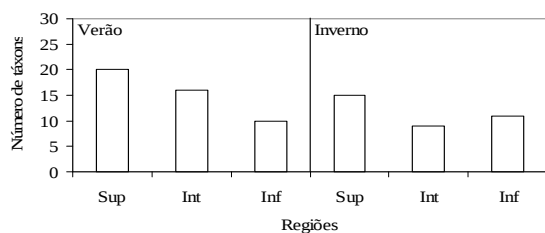


Figura 4. Número de espécies de cianobactérias nas regiões superior (Sup), intermediária (Int) e inferior (Inf) do reservatório de Segredo, Estado do Paraná, no verão (abril) e no inverno (setembro) de 2002.

No verão, o número de táxons de cianobactérias foi decrescente da região superior para a inferior. Já no inverno, o número de táxons foi maior na região superior e menor na região intermediária, com valores intermediários na região inferior (Figura 4).

Considerando a forma da comunidade de cianobactérias perifíticas, as filamentosas foram dominantes no reservatório de Segredo, com poucos representantes de forma unicelular e ausência de formas coloniais (Apêndice 1). Ainda, vale destacar que dentre os 38 táxons registrados, apenas um apresenta heterocito (*Calothrix fusca* (Kuetz.) Bornet e Flahault).

Considerando os valores médios de densidade de cianobactérias perifíticas no reservatório de Segredo, observou-se que esta foi maior no verão, quando comparado ao inverno (Figura 5A), sendo verificada diferença significativa entre as estações ($p = 0,034$, F

$= 6,03$). Por sua vez, quando analisadas as regiões em separado, observou-se que no reservatório de Segredo, no verão, a densidade de cianobactérias foi menor na região intermediária, mais elevada na região superior e apresentou valor intermediário na região inferior. Já para o inverno, a densidade é crescente da região superior para a inferior (Figura 5B). A densidade de cianobactérias perifíticas variou de 1×10^3 ind cm^{-2} na região superior no inverno a 14×10^3 ind cm^{-2} na região superior no verão.

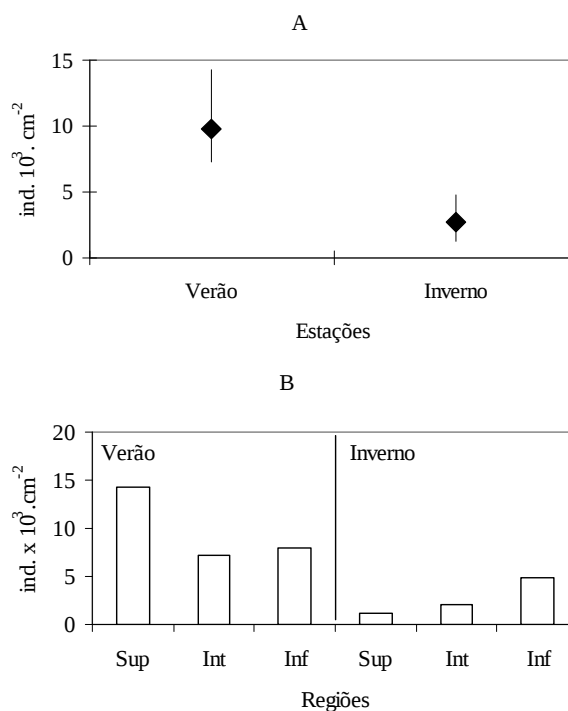


Figura 5. (a) Valores médios ($n=6$) e desvio padrão da abundância de cianobactérias perifíticas no reservatório de Segredo em ambas as estações amostradas. (b) Valores médios ($n=2$) da densidade de cianobactérias perifíticas nas regiões superior (Sup), intermediária (Int) e inferior (Inf) no reservatório de Segredo, nas duas estações verão (abril) e inverno (setembro).

As espécies consideradas abundantes no reservatório de Segredo foram: *Leibleinia nordgaardii* Anagnostidis et Komárek e *Jaaginema quadripunctulatum* (Brühl e Biswas) Anagnostidis et Komárek, na região superior no verão; *Phormidium foreaui* (Frémy) Umezaki e Watanabe, nas regiões superior e intermediária no verão; *Phormidium* sp. na região intermediária no verão; e *Leptolyngbya perelegans* (Lemmermann) Anagnostidis et Komárek, na região superior em ambas as estações e na região inferior no verão; *Leibleinia subtilis* Anagnostidis et Komárek, foi abundante na região superior no verão e dominante na região inferior no inverno; *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Kómarková - Legnerová e Cronberg, foi abundante nas regiões

superior e intermediária no verão e dominante na região inferior no verão e nas regiões superior e intermediária no inverno.

Correlações da densidade das cianobactérias perifíticas com as variáveis físicas e químicas dos reservatórios

Para o reservatório de Segredo, a densidade total de cianobactérias perifíticas apresentou correlação positiva com a temperatura da água ($r = 0,83$) e N-amoniaco ($r = 0,82$) e correlação negativa com a alcalinidade ($r = -0,87$). Já para o reservatório de Iraí, a densidade total de cianobactérias foi correlacionada negativamente com a condutividade ($r = -0,83$).

Dentre as espécies abundantes, foi observada correlação positiva de *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Kómarková - Legnerová e Cronberg com N-amoniaco ($r = 0,71$). Também foram significativas as correlações entre a densidade de *Leibleinia subtilis* Anagnostidis et Komárek com N-nitrato ($r = -0,67$). *Jaaginema quadripunctulatum* (Brühl e Biswas) Anagnostidis et Komárek teve correlação com alcalinidade ($r = -0,99$).

Discussão

Segundo Oliver e Ganf (2000), cianobactérias são comuns em muitos sistemas aquáticos, mas a composição de espécies, distribuição e a densidade diferem entre os diversos ambientes. Também, raramente, um único fator é responsável pela densidade de cianobactérias (Hadas et al., 2002). A distribuição deste grupo de organismos é comumente influenciada por fatores como fósforo, nitrogênio, proporção N:P, oxigênio, pH e baixa condutividade (Branco et al., 2001), sendo que as espécies variam em seus requerimentos ecológicos. A distribuição geográfica é um fator que depende da especificidade ecológica (Hoffmann, 1996) e as características hidrológicas e hidrográficas são determinantes na composição das espécies de cianobactérias em diferentes corpos d'água (Steinberg e Hartmann, 1988; Huszar e Caraco, 1998; Huszar et al., 2000).

Foram inventariadas 64 espécies de cianobactérias nos reservatórios de Segredo e Iraí, durante o ano de 2002. Cetto et al. (2004) encontraram 19 táxons de cianobactérias perifíticas no reservatório de Iraí, no ano de 2001, porém seu estudo foi restrito à região inferior.

O reservatório de Iraí apresentou, em geral, o número de cianobactérias maior do que o reservatório de Segredo. Este último é extenso, profundo e com pequeno tempo de residência da água. Iraí, por sua vez, é pequeno, relativamente raso

e com elevado tempo de residência, com regime de baixa corrente, o que favorece o desenvolvimento de cianobactérias (Steinberg e Hartmann, 1988; Burkholder, 2002).

Além do número de espécies, a forma das cianobactérias perifíticas também foi diferenciada entre os reservatórios, com predomínio de formas filamentosas e cocóides em Iraí e apenas de formas filamentosas em Segredo. Conforme Komárek et al. (2003), as formas filamentosas de cianobactérias constituem um importante grupo de organismos que compõem comunidades aderidas em habitats submersos. Watson et al. (1997) sugerem que o tamanho e a forma das cianobactérias são influenciados pelas características hidráulicas do ambiente, o que também foi corroborado neste trabalho. Segundo Burkholder (2002), as formas cocóides e filamentosas de cianobactérias são abundantes em lagos eutróficos rasos e, segundo Paerl (1988), as formas unicelulares podem ser abundantes (e até dominantes) em corpos de água enriquecidos por nutrientes.

Entre os nutrientes essenciais requeridos pelas cianobactérias, o fósforo e o nitrogênio são os mais importantes (Paerl, 1988). Comparando os reservatórios, a maior densidade de cianobactérias registrada foi em Iraí. A baixa proporção NT/PT, reflexo das elevadas concentrações tanto de nitrogênio quanto de fósforo, muito provavelmente contribuíram com este resultado.

Analisando os reservatórios por estação, no inverno a maior densidade das cianobactérias perifíticas em Iraí esteve possivelmente associada à ocorrência de maiores concentrações de fósforo total, e ainda, menor proporção NT/PT. Quanto ao reservatório de Segredo, as densidades de cianobactérias perifíticas variaram de 1×10^3 ind cm^{-2} na região superior no inverno a 14×10^3 ind cm^{-2} na região superior no verão, estação que apresentou maior temperatura e quantidade de N-amoniaco, além de menor proporção NT/PT.

O fósforo é o principal nutriente controlador da ocorrência de florações de cianobactérias na água, embora compostos nitrogenados sejam relevantes na determinação da quantidade de cianobactérias presentes (Bartram et al., 1999). As concentrações de fósforo foram muito reduzidas em ambos os ambientes e estações, o que sugere que as cianobactérias tenham consumo elevado deste nutriente quando este é disponível, sendo estocados na forma de polifosfatos e, devido a este fato, toleram condições de menores concentrações de fósforo (Shapiro, 1973; Oliver e Ganf, 2000).

Embora na literatura vários trabalhos afirmem

que a diminuição da proporção NT/PT favoreça cianobactérias fixadoras de nitrogênio (Trimbee e Prepas, 1987) ainda não é claro que seja devido à baixa proporção NT/PT que as cianobactérias heterocitadas se tornem dominantes em sistemas aquáticos. De acordo com Steinberg e Hartmann (1988), as cianobactérias que não apresentam heterocito se sobressaem em ambientes com baixa proporção NT/PT. Mesmo que a proporção NT/PT seja alta, a maior parte do nitrogênio não é utilizada no metabolismo das cianobactérias, porque a ordem de preferência de assimilação do nitrogênio pelas cianobactérias é N-amoniaco, N-nitrato e depois nitrogênio atmosférico (Oliver e Ganf, 2000).

Trimbee e Prepas (1987) observaram que a proporção NT/PT foi mais importante em ambientes que sofreram dramáticas mudanças na concentração de nutrientes do que aqueles onde as cargas anuais foram relativamente constantes. Nestes, como é provavelmente o caso do reservatório de Iraí, o aumento de cianobactérias se dá mais pelo aumento nas concentrações de fósforo, do que devido à baixa proporção NT/PT.

Além da baixa proporção NT/PT, outro fator que influencia no desenvolvimento de cianobactérias em ecossistemas de águas continentais é a temperatura (Shapiro, 1990; Huszar *et al.*, 2000). Estes organismos desenvolvem-se melhor acima de 25°C. A correlação positiva para esta variável foi registrada para o reservatório de Segredo, no verão.

Dentre todas as cianobactérias registradas, onze espécies foram abundantes e três dominantes.

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju é uma espécie oportunista (Isvánovics *et al.*, 2000), que possui diversas estratégias adaptativas, como reservas intracelulares de fósforo e fixação de nitrogênio (Branco e Senna, 1994). É favorecida em corpos de água rasos e com elevado tempo de retenção, além de temperaturas mais elevadas (Bittencourt-Oliveira e Molica, 2003). Esta espécie foi encontrada apenas no reservatório de Iraí, e a sua abundância no verão esteve relacionada às baixas concentrações de N-amoniaco, N-nitrato e fósforo, e também, à maior temperatura da água. Train *et al.* (2005) registraram florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju no reservatório de Iraí e associaram este evento ao alto tempo de residência e à intensa ação antrópica nas proximidades do reservatório.

A única espécie dominante no reservatório de Iraí foi *Geitleribactron periphyticum* Komárek. Segundo Komárek e Anagnostidis (1998), esta espécie cresce aderida em carapaças de moluscos, plantas aquáticas, algas filamentosas, partículas de detritos e substratos

sólidos presentes principalmente nas zonas litorânea de lagos oligotróficos da Alemanha, República Tcheca, Suíça e Finlândia. Contudo, esta espécie foi registrada, no presente estudo, apenas no reservatório de Iraí, que é classificado por Júlio-Júnior *et al.* (2005) como eutrófico.

Duas espécies foram dominantes no reservatório de Segredo: *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Kómarková - Legnerová e Cronberg e *Leibleinia subtilis* Anagnostidis et Komárek, as quais também foram abundantes no reservatório de Iraí. *Jaaginema quadripunctulatum* (Brühl e Biswas) Anagnostidis et Komárek foi abundante em ambos os reservatórios.

Cianobactérias filamentosas são típicas de locais enriquecidos por nutrientes (Wehr e Sheath, 2003). Também são bem representadas no metafiton e no perifiton, em que as espécies de *Lyngbya* e *Phormidium* são reportadas (Komárek *et al.*, 2003). Segundo Sant'Anna *et al.* (2005), as espécies pertencentes ao gênero *Leibleinia* têm hábito perifítico e podem estar presentes tanto em águas continentais ou salgadas. *Phormidium*, que foi abundante no reservatório de Segredo, também é um gênero comum, distribuído no mundo todo, que se adere à superfície de rochas inundadas e macrófitas em águas lânticas ou lóticicas (Komárek *et al.*, 2003).

Oscillatoria é um gênero amplamente distribuído, principalmente no perifiton e diversas espécies são consideradas cosmopolitas (Sant'Anna *et al.*, 2005). Outro gênero presente no perifiton é *Calothrix*, encontrado em águas paradas ou em correnteza (Komárek *et al.*, 2003), aderido a pedras ou plantas (Sant'Anna *et al.*, 2005). *Calothrix* foi abundante no reservatório de Iraí.

É necessário ressaltar a influência do substrato sobre a comunidade perifítica (Vandeboncoeur e Lodge, 2000). Os seixos são considerados como substratos inertes para a colonização do perifiton e a utilização de nutrientes deste substrato pelo epilítion é dependente da composição química e porosidade do seixo. Quando o substrato é vegetal, os organismos autótrofos do perifiton podem utilizar nutrientes provenientes da planta hospedeira, mas essa interação está sujeita à integridade fisiológica da planta (Burkholder, 1996).

Conclusão

Em nível de reservatório, a variabilidade na composição e densidade das cianobactérias perifíticas teve grande influência do regime hidrodinâmico e dos fatores abióticos dos reservatórios. Acredita-se que o reservatório de Iraí apresentou maior número de táxons e maiores densidades devido ao elevado tempo de residência e regime de baixa corrente,

além das elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo e da menor razão NT/PT. No reservatório de Segredo, o menor número de táxons e as menores densidades seriam resultados do pequeno tempo de residência, assim como da elevada razão NT/PT. Ainda, a diferenciação do número de espécies e da densidade das cianobactérias perifíticas entre as regiões dos reservatórios e entre as estações foi influenciada, principalmente, pelos distintos fatores abióticos registrados ao longo do eixo rio-barragem e ao longo do ano.

Agradecimentos

Este trabalho está inserido no Programa de Pesquisas Pronex: "Produtividade em reservatórios: relações com o estado trófico e predação", e CT-Hidro: "Identificação de indicadores biológicos de eutrofização e poluição de reservatórios da bacia do Paraná", executados pelo Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia), da Universidade Estadual de Maringá, Paraná. Agradecemos de forma especial aos biólogos e técnicos do Nupélia, pelo suporte técnico-científico; ao Jaime Lopes Pereira, pela confecção do mapa; ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado (Programa CT-Hidro).

Referências

- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 3 – Oscillatoriales. *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 50, p. 327–472, 1988.
- ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 5 – Stigonematales. *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 59, p. 1–73, 1990.
- BARTRAM, J. *et al.* Introduction. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). *Toxic cyanobacteria in Water: Guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E & FN Spon, 1999. cap. 1, p. 1–14.
- BICUDO, D.C. Algas epífitas do lago das Ninfeas, São Paulo, Brasil. 1: Cyanophyceae. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 48, p. 407–419, 1988.
- BICUDO, D.C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. *Acta Limnol. Bras.*, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 459–475, 1990.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOLICA, R. Cianobactéria invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. *Rev. Biotecnol. Cienc. Desenv.*, Rio de Janeiro, v. 30, p. 82–90, 2003.
- BRANCO, C.W.C.; SENNA, P.A.C. Factors influencing the development of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa* in the Paranoá Reservoir, Brasília, Brasil. *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 75, p. 85–96, 1994.
- BRANCO, L.H. *et al.* Ecological distribution of cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 24, p. 99–108, 2001.
- BURKHOLDER, J.M. Cyanobacteria. In: BITTON, G. (Ed.). *Encyclopedia of environmental microbiology*. New York: Wiley, 2002. cap. 2, p. 952–982.
- BURKHOLDER, J.M. Interactions of the benthic algae with their substrata. In: STEVENSON, R.J. *et al.* (Ed.). *Algal ecology: freshwater bentic ecosystems*. San Diego: Academic Press, 1996. cap. 9, p. 253–297.
- CARNEIRO, C. *et al.* Mananciais de abastecimento público. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. (Ed.). *Gestão integrada de recursos de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Editora Gráfica Capital Ltda, 2005. cap. 1, p. 27–44.
- CARPENTER, S.R. *et al.* Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Appl.*, Washington, D.C., v. 8, n. 3, p. 559–568, 1998.
- CETTO, J.M. *et al.* Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Iraí, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Sci.*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 1–7, 2004.
- DESIKACHARY, T.V. *Cyanophyta*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1959.
- FERNANDES, L.F. *et al.* Cianobactérias e cianotoxinas. In: ANDREOLI, C.V.; CARNEIRO, C. (Ed.). *Gestão integrada de recursos de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Editora Gráfica Capital Ltda., 2005. cap. 10, p. 369–387.
- FONSECA, I.A.; RODRIGUES, L. Periphytic cyanobacteria in different environments from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, Botucatu, v. 19, n. 1, 2007.
- GEITLER, L. *Cyanophyceae*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1932. (Kryptogamenflora von Deutschlands, Österreichs und Der Schweiz).
- GUINÉ, M.F. *et al.* Simultaneous determination of nitrite and nitrate by flow injection analysis. *Anal. Chim. Acta*, Amsterdam, v. 114, p. 191–197, 1980.
- HADAS, O. *et al.* Cyanobacteria in Lake Kinneret: Physiological and ecological adaptations. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Stuttgart, v. 28, p. 996–1000, 2002.
- HOFFMANN, L. Geografic distribution of freshwater blue-green algae. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 336, p. 33–40, 1996.
- HUSZAR, V.L.M.; CARACO, N.F. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological-functional descriptors in six temperate lakes. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 40, p. 679–696, 1998.
- HUSZAR, V.L.M. *et al.* Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 424, p. 67–77, 2000.
- ISVÁNOVICS, V. *et al.* Growth and phosphate uptake kinetics of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) in throughflow cultures. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 43, p. 257–275, 2000.
- JÚLIO-JÚNIOR, H.F. *et al.* Distribuição e caracterização dos reservatórios. In: RODRIGUES, L. *et al.* (Ed.). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: Rima, 2005. cap. 1, p. 1–16.

- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 2 – Chroococcales. *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 43, p. 157-226, 1986.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. *Algol. Stud.*, Stuttgart, v. 56, p. 247-345, 1989.
- KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. *Cyanoprokariota*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1998. (Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19).
- KOMÁREK, J. Coccoid and colonial cyanobacteria. In: WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. (Eds.). *Freshwater algae of North America: Ecology and classification*. Amsterdam: Academic Press, 2003. cap. 3, p. 59-116.
- KOMÁREK, J. *et al.* Filamentous cyanobacteria. In: WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. (Eds.). *Freshwater Algae of North America: Ecology and classification*. Amsterdam: Academic Press, 2003. cap. 4, p. 117-196.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Vina del Mar, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.
- MACKERETH, F.Y.H. *et al.* *Water analysis: some revised methods for limnologist*. Amleside: Freshwater Biological Association, 1978.
- OLIVER, R.L.; GANF, G.G. Freshwater blooms. In: WHITTON, B.A.; POTTS, M. (Ed.). *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. cap. 6, p. 149-194.
- PAERL, H.W. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). In: SANDGREEN, C.D. (Ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. cap. 7, p. 261-315.
- PAGIORO, T.A. *et al.* Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. In: RODRIGUES, L. *et al.* (Ed.). *Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RiMa, 2005. cap. 2, p. 16-37.
- PRESCOTT, G.W. *Algae of the Western great lakes area*. Koenigstein/W-Germany: Otto Koeltz Science Publishers, 1982.
- ROS, J. *Práticas de ecologia*. Barcelona: Ed. Omega, 1979.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P. Oscillatoriaceae (Cyanophyceae) from São Paulo State, Brazil. *Nova Hedwigia*, Berlin, v. 60, p. 19-58, 1995.
- SANT'ANNA, C.L. *et al.* Cyanophyceae / Cyanobacteria. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. (Ed.). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. São Carlos: Rima, 2005. cap. 5, p. 19-82.
- SENNA, P.A.C. Estudo das Nostocophyceae (Cyanophyceae) do Distrito Federal: Lagoas Joaquim Medeiros e dos Carás, 1. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 52, p. 259-274, 1992.
- SHAPIRO, J. Blue-green algae: why they become dominant. *Science*, Washington, D.C., v. 179, p. 382-384, 1973.
- SHAPIRO, J. Current beliefs regarding dominance by blue-greens: the case for the importance of CO₂ and pH. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Stuttgart, v. 24, p. 38-54, 1990.
- SIVONEN, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds.). *Toxic cyanobacteria in Water: Guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E e FN Spon, 1999. cap. 3, p. 41-111.
- STEINBERG, C.E.W.; HARTMANN, H.M. Planktonic bloom-forming cyanobacteria and the eutrophication of lakes and rivers. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 20, p. 279-287, 1988.
- TRAIN, S. *et al.* Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton em três reservatórios da bacia do rio Paraná. In: RODRIGUES, L. *et al.* (Ed.). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: Rima, 2005. cap. 7, p. 73-85.
- TRIMBEE, A.M.; PREPAS, E.E. Evaluation of total phosphorus as a predictor of the relative biomass of blue-green algae with emphasis on Alberta Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 44, p. 1337-1342, 1987.
- UTHERMÖHL, H. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt.-Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, Stuttgart, v. 9, p. 1-38, 1958.
- VANDEBONCOEUR, Y.; LODGE, D.M. Periphyton on wood and sediment: substratum-specific response to laboratory and whole-lake nutrient manipulations. *J. North Am. Benthol. Soc.*, Lawrence, v. 19, p. 68-81, 2000.
- VAN DEN HOEK, C. *et al.* Cyanophyta (=Cyanobacteria). In: VAN DEN HOEK, C. *et al.* (Ed.). *Algae: an introduction to phycology*. Stuttgart: Cambridge University Press, 1995. cap. 2, p. 16-41.
- WATSON, S.B. *et al.* Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limnol. Oceanogr.*, Waco, v. 43, n. 3, p. 487-495, 1997.
- WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. Freshwater habitats of algae. In: WEHR, J.D.; SHEATH, R.G. (Eds.). *Freshwater algae of North America: ecology and classification*. Amsterdam: Academic Press, 2003. cap. 2, p. 11-57.

Received on October 25, 2006.

Accepted on December 18, 2006.

Apêndice 1. Ocorrência dos táxons de cianobactérias perifíticas nos reservatórios de Segredo e Iraí, nas regiões superior (s) intermediária (int) e inferior (inf), no verão (abril) e no inverno (setembro) do ano de 2002.

	Iraí						Segredo					
	Verão			Inverno			Verão			Inverno		
	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf
Família Borziaceae												
<i>Konvophoron</i> sp.	x	x	x		x		x	x	x		x	
<i>Konvophoron</i> cf <i>schmidlei</i> Jaag		x										
Família Chamaesiphonaceae												
<i>Geitleribactron periphyticum</i> Komárek	x	x	x	x	x	x						
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.	x											
Família Chroococcaceae												
<i>Chroococcus</i> sp.		x					x					
Família Nostocaceae												
<i>Anabaena</i> sp..		x										
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju	x	x	x		x	x						
Família Mastigocladaceae												
<i>Hapalosiphon</i> sp.	x											
Família Merismopediaceae												
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. et G. S. West) Komárek-Legnerová et Cronberg.		x	x		x							
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst			x				x					
<i>Aphanocapsa</i> sp.			x	x				x				
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Nägeli		x			x	x						
<i>Merismopedia</i> sp.	x	x								x		
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	x	x	x	x	x	x						
<i>Microcrocis</i> cf <i>obvoluta</i> (Tiffani) Frank et Landman		x			x							
<i>Sowella</i> cf <i>fennica</i> Komárek et Komárková-Legnerová		x	x	x								
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek et Hindak		x	x	x								
<i>Snowella</i> sp.			x									
<i>Synechocystis</i> sp.							x					
Família Microcystaceae												
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing		x			x							
Família Oscillatoriaceae												
<i>Blennothrix</i> sp.										x		
<i>Lyngbya comperei</i> Lemmermann									x	x		
<i>Oscillatoria annae</i> Van Goor					x					x		
<i>Oscillatoria curvipes</i> Agardt ex Gomont				x			x					
<i>Oscillatoria irrigua</i> Kützing ex Gomont							x				x	
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardt ex Gomont								x				
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	x											
<i>Oscillatoria</i> sp. 1		x					x					
<i>Oscillatoria</i> sp. 2		x										
<i>Oscillatoria</i> sp. 3				x								
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Kützing ex Gomont	x						x			x		
Família Rivulariaceae												
<i>Calothrix brevissima</i> G. S. West			x			x						
<i>Calothrix fusca</i> (Kuetz.) Bornet e Flahault		x	x	x	x	x					x	
Família Synechococcaceae												
<i>Gloeotheca subtilis</i> Skuja	x									x		
<i>Gloeotheca</i> sp.											x	
Família Pseudanabaenaceae												
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis					x		x					x
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville) Anagnostidis	x		x		x	x	x			x		
<i>Jaaginema geminatum</i> (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis et Komárek		x			x	x		x				
<i>Jaaginema gracile</i> (Börcher) Anagnostidis et Komárek	x											
<i>Jaaginema pseudogeminatum</i> (Schmid) Anagnostidis et Komárek			x									
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl e Biswas) Anagnostidis et Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptolyngbya faveolarum</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek		x										
<i>Leptolyngbya lignicola</i> (Frémy) Anagnostidis et Komárek 1988	x	x	x		x	x						
<i>Leptolyngbya perelegans</i> (Lemmermann) Anagnostidis et Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Leptolyngbya valderiana</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek											x	x
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková - Legnerová e Cronberg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher			x				x	x			x	x
<i>Pseudanabaena mucicola</i> Huber Pestalozzi et Naumann) Bourrelly					x							
(continua...)												

(continuação)

	Iraí						Segredo					
	Verão			Inverno			Verão			Inverno		
	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf	Sup	Int	Inf
Família Phormidiaceae												
<i>Leibleinia nordgaardii</i> Anagnostidis et Komárek			x		x		x	x				x
<i>Leibleinia subtilis</i> Anagnostidis et Komárek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek	x	x										
<i>Phormidium aqualimpidense</i> (Senna e Ferreira) Azevedo								x				
<i>Phormidium breve</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek				x		x						
<i>Phormidium foreau</i> (Frémy) Umezaki e Watanabe							x	x	x	x	x	
<i>Phormidium granulatum</i> (Gardner) Anagnostidis	x	x			x							
<i>Phormidium konstantinosum</i> Umezaki e Watanabe	x	x		x	x	x		x	x	x		x
<i>Phormidium nigrum</i> (Vaucher ex Gomont) Anagnostidis et Komárek							x	x				x
<i>Phormidium simplicissimum</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek						x						
<i>Phormidium</i> sp.							x					
<i>Porphyrosiphon martesianus</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek							x	x	x	x	x	x
<i>Porphyrosiphon</i> cf <i>notarisii</i> Kützing ex Gomont					x			x				x
<i>Spirulina princeps</i> W. et G. S. West	x											
Família Schizothricaceae												
<i>Schizothrix fragilis</i> (Kützing) Gomont									x			
<i>Schizothrix friesii</i> Gomont										x		