

# A INFLUÊNCIA DA FORMAÇÃO DE FLORAÇÃO DE CIANOBACTERIAS SOBRE AS COMUNIDADES DE ALGAS FITOPLANCTONICAS EM UM RESERVATÓRIO ARTIFICIAL<sup>1</sup>

Rogério Antonio Krupek<sup>2</sup>, Paulo José De Brito Chaves<sup>3</sup>, Rubiane Agnes<sup>4</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar a comunidade fitoplanctônica e sua relação com o desenvolvimento de florações de *M. aeruginosa*. O estudo foi desenvolvido em um reservatório de água localizado sobre o rio Iguaçu no município de Pinhão, PR. Nesta região foram selecionados dois ambientes distintos (região central e de margem) onde foram realizadas coletas mensais, através do através de arrasto superficial utilizando-se um frasco. Foram encontrados apenas nove táxons, sendo este considerado um número muito baixo quando comparado com outros trabalhos similares. Valores baixos de abundância, diversidade e equidade e altos de dominância foram também obtidos. Tais características da comunidade devem-se ao amplo desenvolvimento da alga formadora de florações a qual limitou muito o desenvolvimento de outras espécies ao longo de todo o período de estudos, principalmente nos meses correspondentes à primavera e verão.

**PALAVRAS-CHAVE:** floração, reservatório, fitoplâncton.

## THE INFLUENCE OF FORMATION OF BLOOM CYANOBACTERIAL ON THE ALGAL PHYTOPLANKTON IN A ARTIFICIAL RESERVOIR

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the phytoplankton community and its relationship to the development of blooms of *M. aeruginosa*. The study was conducted in a water reservoir located on the Iguaçu river in the municipality of Pinhão, PR. This region were selected two different environments (central and margin) they were collected samples monthly by superficial drag using a bottle. Found only nine taxa, and is considered a very low number when compared with other similar work. Low levels of abundance, diversity and equity and high levels of dominance were also obtained. These community features are due to the extensive development of the algae forming blooms which greatly limited the development of other species throughout the study period, mainly during the months corresponding to the spring and summer.

**KEY-WORDS:** blooms, reservoir, phytoplankton.

## INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ecossistemas que podem ser definidos como ambientes aquáticos artificiais, ou seja, criados pela ação do homem, e que se comportam como intermediários entre rios e lagos (TUNDISI,1996). A construção de reservatórios constitui um importante impacto sobre os principais ecossistemas de águas, atingindo muitos dos rios brasileiros. Esses reservatórios são utilizados para inúmeras finalidades, como hidroeletricidade, reserva de água para irrigação, reserva de água potável, produção de biomassa (cultivo de peixes e pesca intensiva) (TUNDISI, 1996; STRASKRABA e TUNDISI, 1999).

<sup>1</sup> O presente trabalho constitui-se em uma contribuição original, inédita e não está sendo avaliado para publicação por outro evento ou revista.

Dentre as comunidades biológicas, alterações podem ser sentidas tanto nas comunidades bentônicas quanto planctônicas. Com relação ao componente algal, correspondente a todos os grupos e tipos morfológicos, podemos distinguir dois grandes grupos, o das algas perifíticas e das algas planctônicas. As primeiras são aquelas com hábito bentônico e vivem aderidas a um substrato juntamente com uma série de outros organismos associados. Já o segundo grupo pertencem aquelas algas que geralmente não apresentam movimento próprio e vivem flutuando na coluna d'água, sendo comumente designadas apenas como fitoplâncton. Destes dois grupos, a assembléia de algas perifíticas são as que mais sofrem com as mudanças causadas pela construção e/ou formação de reservatórios, pois são extremamente sensíveis às mudanças na qualidade da água e hidrodinâmica do sistema (LOWE e PAN, 1996). Já o componente fitoplanctônico tende a se desenvolver melhor, tanto em diversidade quanto em abundância, em reservatórios que em ambientes lóticos. Desta forma, podemos encontrar, maior variedade de algas fitoplanctônicas nestes locais, o que faz destes sistemas ambientes de extrema importância para esta comunidade em particular.

A predominância de determinado grupo de algas em diferentes ecossistemas é função, principalmente, das características predominantes do meio. Cianobactérias, também conhecidas como algas azuis-esverdeadas ou cianofíceas, estão entre os organismos pioneiros da Terra (COSTA e AZEVEDO, 1994). Se multiplicam rapidamente formando os chamados "blooms" ou floração na superfície das águas ricas em nutrientes, ou eutrofizadas, principalmente devido à presença de nutrientes como fósforo e nitrogênio (CHORUS e BARTRAN, 1999).

Vários estudos tem sido desenvolvidos buscando entender a dinâmica do desenvolvimento de florações de algas de um modo geral, com o objetivo de controlar o problema causado por tais proliferações. Entretanto, são poucos os estudos referentes a influência de tais florações sobre os demais componentes do ambiente aquático e em particular de outros representantes do fitoplâncton, os quais ocorrem sob as mesmas condições.

Considerando a importância das florações de algas em ambientes aquáticos continentais, em particular nos reservatórios, e a influência destas sobre os demais organismos componentes da biota, o presente estudo é desenvolvido com vistas a avaliar o impacto do desenvolvimento exagerado de algas (floração) sobre os demais componentes da cadeia produtora neste ambiente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado no reservatório de água da Usina Governador Bento Munhoz da Rocha Netto, localizada no Rio Iguaçu, a 5 km da jusante da foz do Rio Areia, entre os paralelos 25° 53' S e 26° 12' S e os meridianos 51° 13' O e 51° 41' O, e a 240 km de Curitiba. Esta localiza-se no município de Pinhão, região centro-sul do Estado do Paraná. A usina possui uma capacidade de 1676 MW de potência.

O trabalho seguiu o seguinte planejamento amostral: as coletas foram realizadas mensalmente durante um período de oito meses (maio a dezembro de 2009), em duas estações de coleta pré-determinadas, uma localizada na margem do reservatório e outra na região central. A coleta da água e do componente fitoplanctônico foi realizada de através do arrasto superficial de um frasco de vidro ou polietileno que será devidamente etiquetado. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Zoologia e Botânica da Faculdade Guairacá onde o conteúdo das amostras foi devidamente preservado e posteriormente analisado.

Para cada uma das amostras foram confeccionadas lâminas com material fixado e as seguintes avaliações serão feitas, buscando avaliar quantitativamente a comunidade: 1. identificação taxonômica de todas as espécies presentes; 2. contagem do número total de células presentes em um campo pré-determinado (1 lâmina); 3. Medição do tamanho das células presentes e da colônia quando formada por espécies coloniais;

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos a estatística descritiva. Posteriormente foram avaliados alguns parâmetros ecológicos (riqueza, abundância, diversidade, dominância, equidade e similaridade) descritores da comunidade. Foram realizados ainda os seguintes testes estatísticos: a) correlação, utilizando-se o coeficiente de correlação  $r$  de Pearson, com a finalidade de buscar relações entre as características avaliadas e ainda procurando relacionar a presença da alga formadora de floração típica da região de estudo com o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica como um todo; b) Teste  $t$  de Student, procurando averiguar se existem diferenças nos atributos das comunidades avaliadas nos diferentes ambientes estudados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

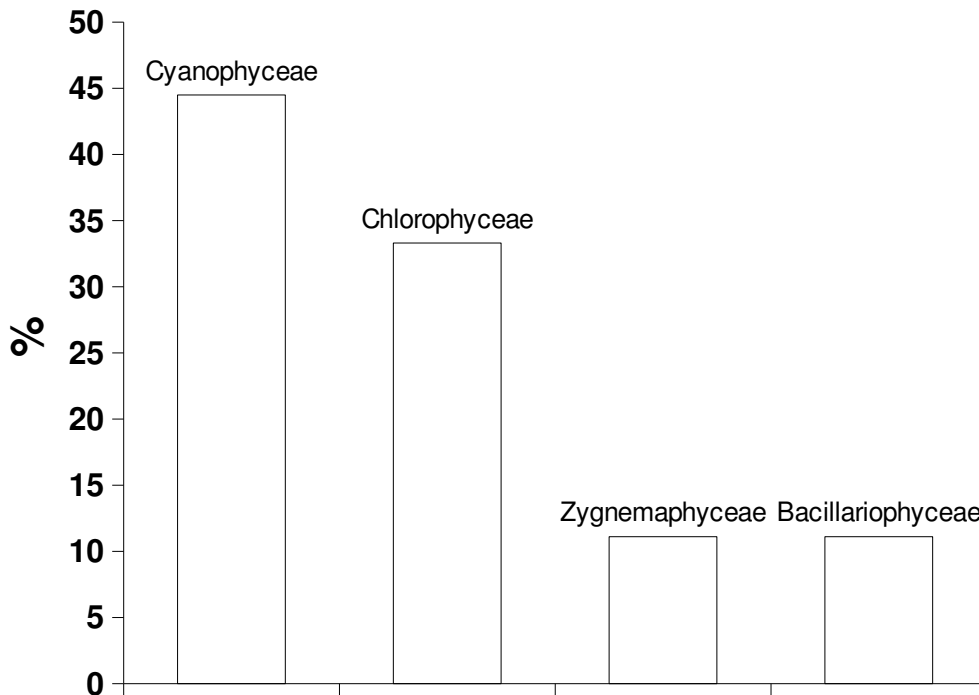
Foram identificados um total de nove táxons, sendo cinco em nível infra genérico, três em nível de gênero e um em nível de família (Tabela 1) distribuídos em três divisões algais (Cyanobacteria, Chlorophyta e Heterokontophyta. Foram encontrados representantes dos grupos Cyanophyceae (44,5%), Chlorophyceae (33,3%), Zygnemaphyceae (11,1%) e Bacillariophyceae (11,1%) (Figura 1).

**Tabela 1.** Relação de táxons encontrados nos dois ambientes avaliados da área de estudos.

Táxon	Área central	Área de margem
<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Anabaena circinalis</i> (Kutz.) Rabenhorst	jun-	mai-jul-set-
<i>Aphanizomenum</i> sp.	mai-set-	jun-
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agarh ex Gomont) Anagnostidis	set-	out-
<i>Mycrocistis aeruginosa</i> Kützing	mai-jun-jul-ago-set-out-nov-dez	mai-jun-jul-ago-set-out-nov-dez
<b>Chlorophyta</b>		
<i>Kirchneriela</i> sp.	jun-	mai-
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	mai-	
<i>Zygnema</i> sp.	mai-	mai-
Chlorococaceae	jun-	jul-
<b>Heterokontophyta</b>		
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun. in Van Heurck) Simonsen	mai-jun-jul-set-	mai-jun-out-

Considerando ser este um estudo que avaliou a comunidade fitoplanctônica de modo quantitativo em um ambiente que comumente ocorre florações de uma única espécie de alga, o número de táxons, ainda assim, pode ser considerado baixo. MOURA *et al.* (2007) encontraram um total de 45 táxons em um estudo sazonal (coletas mensais durante um ano em duas estações de coleta) realizado em um reservatório do estado de Pernambuco. BORGES (2006) identificou um total de 108 táxons no reservatório de Segredo e 56 táxons no reservatório Parigot de Souza. Para tanto, a autora realizou coletas trimestrais durante o período de um ano em três pontos de coleta de cada área. Apesar do maior esforço amostral utilizado nestes estudos, e as diferenças nas metodologias utilizadas na quantificação do fitoplâncton, o número

de táxons encontrado é muito superior ao observado neste trabalho, principalmente quando



comparado com uma área geograficamente próxima (reservatório de Segredo).

**Figura 1.** Porcentagem de ocorrência dos diferentes grupos encontrados na área de estudos.

O maior número de espécies observado para as divisões Cyanobacteria e Chlorophyta, parecem estar de acordo com outros trabalhos (BORGES *et al.*, 2006; NOGUEIRA, 2000; CALIJURI *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2005, os quais apresentam os dois grupos como dominantes, entretanto, com as clorófitas em maior número. Considerando os diferentes grupos algais, estes trabalhos mostraram também uma alta riqueza de espécies de Bacillariophyceae e Eglenophyceae, o que não foi visto neste trabalho. A ausência inclusive de representantes de grupos normalmente constituintes do fitoplâncton de ambientes lênticos, como por exemplo Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dynophyceae e Xanthophyceae, sustenta o comentário acima sobre a pobreza de táxons encontrados no presente estudo.

A região de margem apresentou um total de oito táxons, sendo que destes, nenhum deles foi encontrado exclusivamente neste ambiente. Na região central do reservatório foram identificados um total de nove táxons, sendo apenas um (*Pediastrum duplex*) exclusivo deste ambiente (Tabela 1). O índice de similaridade de Jaccard apresentou valores extremamente variáveis durante todo o período de estudos (Tabela 2). Foram obtidas similaridades totais (100%) em algumas datas de amostragens, entretanto, na maioria dos meses os valores de similaridade obtidos foram menores que 50% (Tabela 2). O valor geral, ou seja, englobando toda a comunidade de algas obtida, foi extremamente alto, como já exposto acima.

**Tabela 2.** Valores do índice de similaridade de Jaccard para todas as datas de amostragem entre os ambientes avaliados na área de estudos.

	mai/09	jun/09	jul/09	ago/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09	geral
<b>Sj</b>	0,43	0,33	0,25	1	0,20	0,33	1	1	0,88

O número de espécies fitoplanctônicas em reservatórios pode ser influenciada por uma série de fatores intrínsecos a estes ambientes, como estratificação da coluna da água, heterogeneidade espacial, contribuição dos tributários e estado trófico (MATSUMURA-TUNDISI e TUNDISI, 2005). O estado trófico destes ambientes também é um fator de extrema importância e que certamente, influencia qualitativamente a comunidade fitoplanctônica. Neste trabalho, não podemos afirmar com certeza, se este é realmente o principal fator relacionado ao baixo número de táxons observado, mas a formação constante de florações de *Microcystis aeruginosa* é um forte indício desta possível possibilidade. Em adição, a ocorrência de outras espécies tipicamente ocorrentes em águas ricas em matéria orgânica ou eutróficas (REYNOLDS *et al.*, 2002), assim como espécies de *Anabaena*, *Pediastrum* e *Aulacoseira*, reforçam tal argumento.

O tamanho do reservatório é outro fator que pode ser relacionado ao número de espécies presentes, sendo neste caso, quanto maior o ambiente maior a chance de encontrar um maior número de espécies. BORGES (2006) associou o maior tamanho do Reservatório de Segredo (82,5 Km<sup>2</sup>) à maior riqueza obtida quando comparado com o reservatório de Parigot de Souza (12,6 Km<sup>2</sup>). Considerando a área do reservatório avaliado (mais de 2 mil Km<sup>2</sup>), o baixo número de espécies encontrado (mesmo num estudo de caráter quantitativo) mais uma vez demonstra a pobreza de táxons. Aliado a isto, a constante presença de florações de *M. aeruginosa*, indica a influencia de fatores exógenos na comunidade fitoplanctônica neste ambiente.

Com exceção de *M. aeruginosa*, a qual foi encontrada em todas as datas de amostragem, nenhum dos demais táxons apresentou qualquer padrão sazonal evidente, todos com ocorrências esparsas ao longo do período de estudos. A composição florística, tanto da região de margem quanto central, foi muito similar, comprovada pelos altos valores de similaridade entre os ambientes na maioria das datas de amostragem. Um único táxon (*Pediastrum duplex*) ocorreu de modo exclusivo na região central, comprovando a alta similaridade entre os ambientes. Alguns baixos valores de similaridade encontrados (meses de junho, julho, setembro) ocorreu quando maior número de espécies foi observado.

Os valores de riqueza de espécies foram muito baixos durante todo o período de estudos em ambas as regiões avaliadas. Tanto para a região central quanto para a região de margem os valores variaram de um a cinco táxons (figura 2).

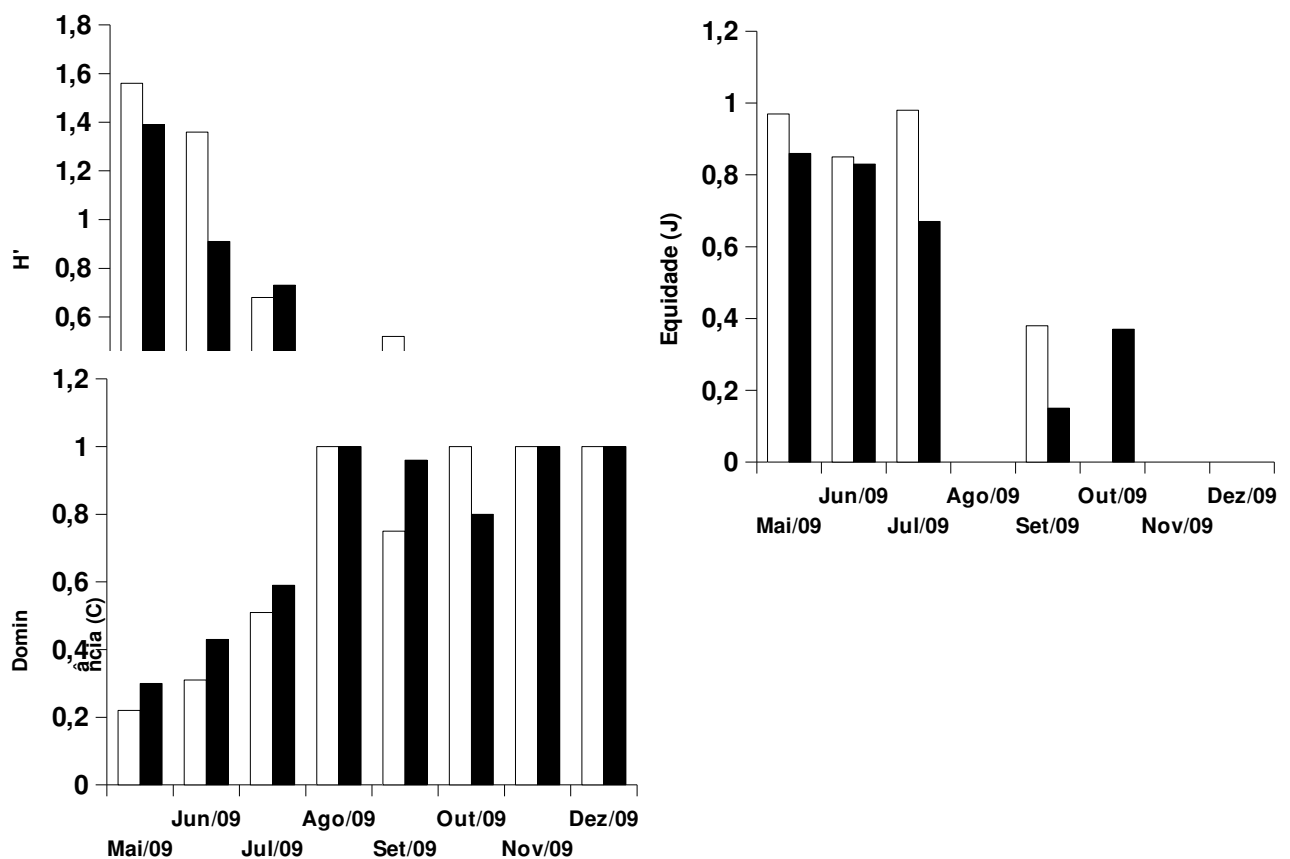


Figura 3. Valores mensais de abundância (número de indivíduos) obtidos em ambas as regiões (a = margem; b = central) da área de estudos.

\* para *M. aeruginosa* foram consideradas o número de colônias.

\*\* a legenda refere-se às espécies apresentadas na mesma ordem da tabela 1.

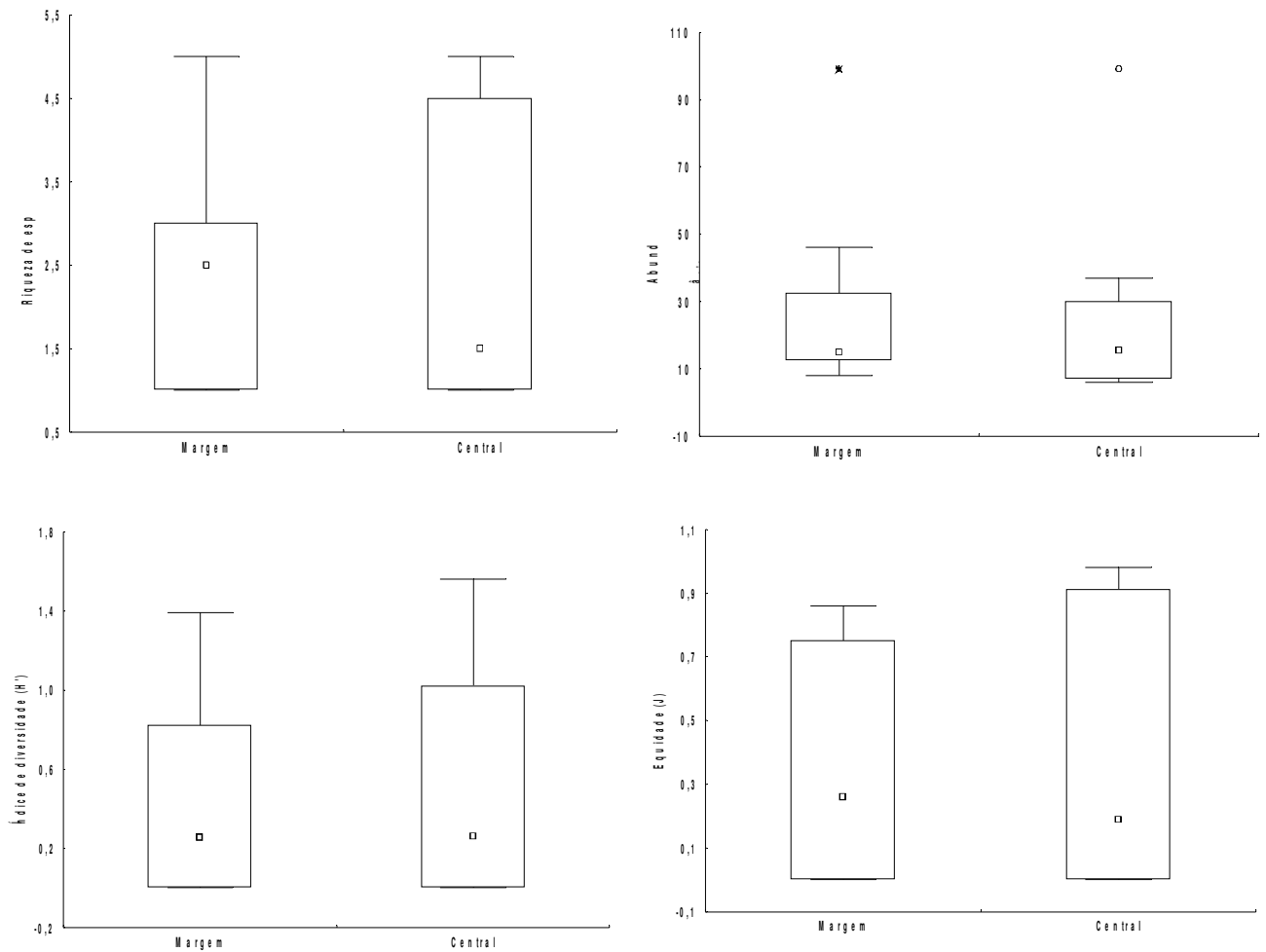
Os valores de diversidade e equitabilidade foram em geral, muito variáveis ao longo de todo o período de estudos (Figura 4). Para ambas as regiões (central e margem) foram observados maiores valores nos meses correspondentes ao inverno e valores bem mais baixos, inclusive chegando a zero, nos meses correspondentes à primavera/verão. Caso inverso foi obtido para dominância apresentou valores mais elevados no período correspondente à primavera/verão e valores mais baixos no inverno (Figura 4).



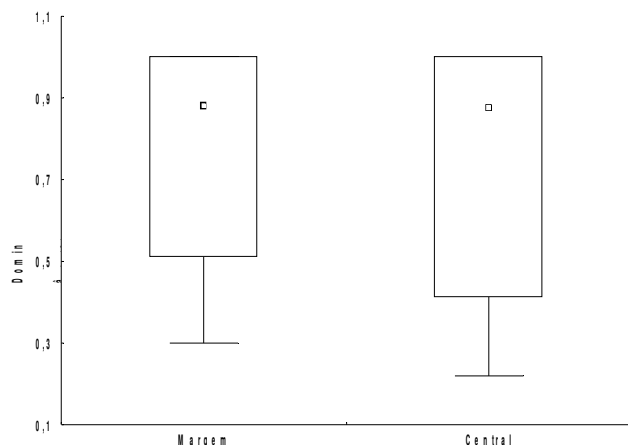
**Figura 4.** Valores mensais de índice de diversidade, equidade e dominância para as duas regiões avaliadas (central = barras brancas; margem = barras pretas) na área de estudos.

Entre todos os parâmetros ecológicos avaliados, foram obtidas as seguintes correlações: a) área central: riqueza de espécies com diversidade ( $r=0,928$ ,  $p<0,01$ ), equidade ( $r=0,770$ ,  $p<0,05$ ) e dominância ( $r=-0,881$ ,  $p<0,01$ ); diversidade com equidade ( $r=0,908$ ,  $p<0,01$ ) e dominância ( $r=-0,987$ ,  $p<0,001$ ); equidade com dominância ( $r=-0,961$ ,  $p<0,001$ ). b) área de margem: riqueza de espécies com diversidade ( $r=0,951$ ,  $p<0,001$ ), equidade ( $r=0,904$ ,  $p<0,01$ ) e dominância ( $r=-0,915$ ,  $p<0,01$ ); diversidade com equidade ( $r=0,965$ ,  $p<0,001$ ) e dominância ( $r=-0,991$ ,  $p<0,001$ ); equidade com dominância ( $r=-0,983$ ,  $p<0,001$ ).

O teste *t* de Student não revelou nenhuma diferença entre as áreas de margem e central para qualquer um dos parâmetros avaliados (Figura 5)







**Figura 5.** Variação (mediana, 1o e 3o quartis, valores mínimo e máximo) de riqueza, abundância, diversidade, equidade e dominância nos ambientes central e de margem avaliados na área de estudos.

Assim como para o número total de espécies, a riqueza mensal de espécies nas duas regiões observadas foi muito baixo e parece estar intimamente associado com a dominância de *M. aeruginosa*. Da mesma forma, a abundância foi extremamente baixa, sendo a espécie *M. aeruginosa* a principal responsável pelo maior número de indivíduos nos dois ambientes.

Os baixos valores de diversidade observados neste estudo estão de acordo com aqueles registrados para outros trabalhos realizados em ambientes similares (p.ex. BORGES, 2006; CALIJURI e DOS SANTOS, 1996; CALIJURI *et al.*, 2002; NOGUEIRA, 2000). Borges (2006) não encontrou um padrão sazonal muito nítido para esta variável, sendo os menores valores associados às maiores abundâncias de uma ou poucas espécies, exatamente como observado neste estudo. Já os valores relativamente altos de equidade encontrados em alguns meses (maio a julho) parecem ser contrários aos resultados de baixa riqueza, abundância e diversidade obtidos, entretanto tal fato se explica, pela utilização, durante os cálculos de tal índice, da contagem do número de colônias e não de células de *M. aeruginosa*, o que pode ter aproximado os valores. Os valores de dominância entretanto deixam claro a predominância desta espécie sobre as demais, principalmente nos meses de agosto a dezembro.

Todos os parâmetros avaliados, com exceção da abundância, apresentaram correlações entre si nos dois ambientes avaliados. Esta ausência de relação deve-se provavelmente à grande variação nos valores de abundância observados ao longo de todo o período de estudos. Já as correlações positivas entre riqueza, diversidade e equidade eram esperadas já que são variáveis extremamente relacionadas dentro de uma comunidade, e o aumento de uma leva consequentemente ao aumento de outra. Da mesma forma a correlação negativa destes parâmetros com dominância, o qual é um fator contrário àqueles.

A ausência de diferenças entre os ambientes central e de margem, comprovada pelo teste *t* de Student, mostra que não há divergência entre as características ecológicas calculadas para as comunidades fitoplanctônicas. Tal similaridade já havia sido observada para a composição de espécies. Diferentes fatores podem levar à aproximação nestas características (p.ex. estratificação), entretanto neste caso, a predominância de *M. aeruginosa* parece ser o principal fator de interferência da comunidade estudada. A dominância desta espécie pode estar associada à sua capacidade de estocar nutrientes (MARINHO e HUSZAR, 2002), além de seu baixo valor como recurso alimentar devido ao grande tamanho das colônias e potencial tóxico (CALIJURI *et al.* 2002).

Não foram encontradas correlações entre o número de colônias e o número de espécies encontradas na região central ( $r=-0,484$ ;  $p=0,224$ ) e na região de margem ( $r=-0,411$ ;  $p=0,311$ ) (Figura 6).

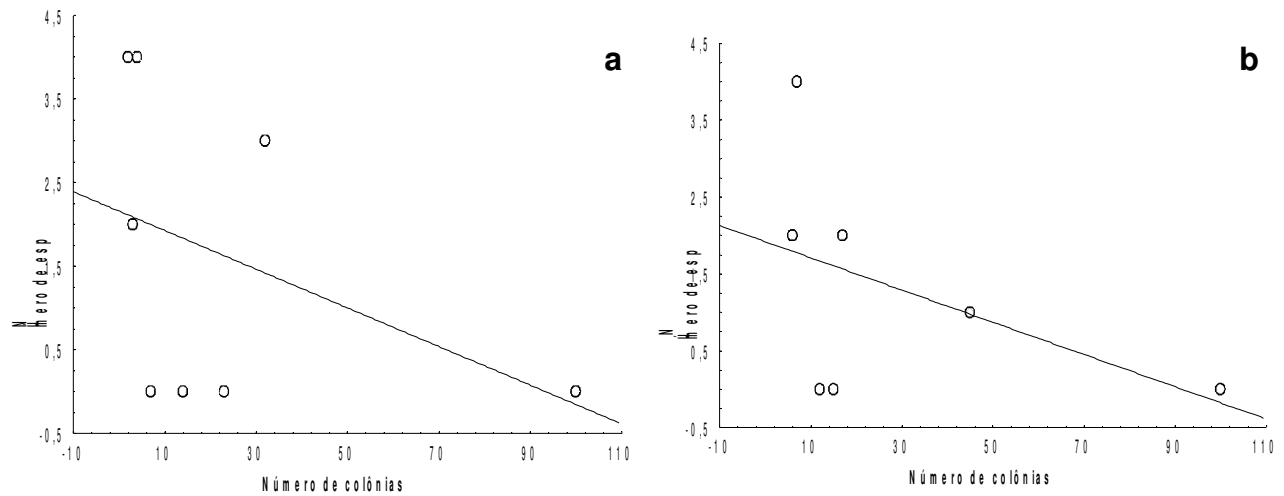


Figura 6. Relação entre número de colônias de *M. aeruginosa* e número de espécies nas regiões central (a) e margem (b) da área de estudos.

Apesar de não ter sido encontrada relação estatística entre o número de colônias de *M. aeruginosa* e o número de espécies registrada na área de estudos, é visível que o número de espécies apresenta uma leve diminuição com o aumento da formação das colônias. A falta de correlação deve-se provavelmente ao baixo número de espécies registrados ao longo do período amostrado.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho permite-nos concluir que a riqueza, abundância e diversidade de espécies presentes na área de estudos é extremamente baixa quando comparada com outros ambientes similares, sendo que tais características parecem estar fortemente relacionadas com a ocorrência do maior desenvolvimento (florações) da espécie *M. aeruginosa*. A abundância desta espécie corresponde a grande maioria da comunidade como um todo, tanto em ambiente central quanto de margem, e apesar da ausência de correlação significativa, devido a baixíssima riqueza e abundância de espécies, a relação entre o desenvolvimento de florações daquela espécie e o fraco desenvolvimento de uma comunidade fitoplanctônica mais rica é evidente. Enquanto não forem tomadas medidas de controle desta espécie em questão, tal problema deve persistir, comprometendo desta forma toda a flora algal deste ambiente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade Guairacá pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, P.A.F. **Estrutura e dinâmica do fitoplâncton nos reservatórios de Segredo e Parigot de Souza (Estado do Paraná, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, UEM. 2006, 37 p.
- CALIJURI, M.C.; DOS SANTOS, A.C.A.; JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP - Brazil). **Journal of Plankton Research** v.24, p.617-634, 2002.
- CALIJURI, M.C.; DOS SANTOS, A.C.A. Short-term changes in Barra Bonita reservoir (São Paulo, Brazil): emphasis on the phytoplankton communities. **Hydrobiologia**, v.330, p.163-175, 1996.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to the Public Health Consequences, Monitoring and Management**. Ingrid Chorus & Jamie Bartram Eds. E & FN Spon, London, 416p. 1999.
- COSTA, S.M.; AZEVEDO, M.F.O. Implantação de um banco de culturas de cianofíceas tóxicas. **Iheringia**, 45: p.69-74. 1994.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brasil). **Hydrobiologia**, v.542, p.367-378, 2005.
- MARINHO, M.M.; HUSZAR, V.L.M. Nutrient availability and physical conditions as controlling factors of phytoplankton composition and biomass in a tropical reservoir (Southeastern Brazil). **Archiv für Hydrobiologie** v.153, p.443-468, 2002.
- MOURA, A.N.; DANTAS, E.W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco – Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.50, n.4, p.645-654, 2007.
- NOGUEIRA, M.G. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v.431, p.115-128, 2000.
- REYNOLDS, C.S.V.; HUSZAR, L.M.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v.24, p.417-428, 2002.
- SILVA, C.A.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. **Hydrobiologia**, v.537, p.99-109, 2005.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Reservoir Ecosystem Functioning: Theory and Application** In TUNDISI, J.G e STRASKRABA, M. (eds), *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, São Carlos, p.565-597. 1999.
- TUNDISI, J.G. Reservoir as complex systems. **Journal of the Brazilian fur the Advancement of Science**, v.48, p.383-387, 1996.