

FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS E EUTROFIZAÇÃO NO RESERVATÓRIO DO IRAÍ,
CURITIBA, PR. I: SUCESSÃO SASONAL DO FITOPLÂNTON

**BLOOMS OF CYANOBACTERIA AND EUTROPHICATION IN THE IRAÍ RESERVOIR,
CURITIBA, PR. I: SEASONAL SUCCESSION OF PHYTOPLANKTON**

LUCIANO F. FERNANDES¹ & PATRÍCIA E. LAGOS.

¹Universidade Federal do Paraná, Depto de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, CP 19031, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, CEP 81531-990; e-mail: lff@ufpr.br

Summary

The seasonal variation of the phytoplankton was studied in the Iraí Reservoir, Paraná state, South Brazil. A special emphasis was given to the harmful cyanobacteria species. *Microcystis aeruginosa* was dominant, followed by *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Anabaena solitaria*. *Aphanocapsa delicatissima* was very abundant as well. Chlorophyll-a values were frequently higher than 30µg/l, reaching up to 120µg/l. A sharp seasonal succession was observed between the species, that is, the most intensive growth period of one species was immediately followed by the another one. Different strategies for uptaking nutrients as heterocytic N-assimilating cells, luxury consumption of P and differences in growth rates were attributed as the key factors for the trends observed. Moreover, environmental factors as temperature, and seasonal oscillation of nutrients associated with rainfall also played an important role in regulating the development of cyanobacterial blooms recorded in the Iraí reservoir.

Key words: cyanobacteria, harmful, blooms, Iraí reservoir, Paraná, South Brazil

Introdução

O excessivo crescimento demográfico da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) tem gerado profundas alterações nas condições sócio-econômicas do espaço regional e conflito entre a necessidade de preservação dos recursos naturais (hídricos e edáficos) e o crescimento das populações humanas (COMEC, 2001). Apesar da construção de reservatórios se constituir em importante iniciativa do governo do estado do Paraná nos últimos anos, visando aumentar a capacidade dos mananciais para o abastecimento de água potável, ela não tem sido suficiente para compatibilizar a demanda de água decorrente do crescimento populacional e a capacidade de captação atualmente instalada. Um dos reservatórios que compõem o sistema de abastecimento de RMC é o Reservatório do Rio Iraí, cuja construção terminou em fins de 2000, e é responsável por cerca de 40% da água tratada para consumo. Desde o término de seu enchimento no início de 2001, o reservatório vem sofrendo processo contínuo de degradação ambiental, afetando inclusive a qualidade de suas águas (IAP, 2001, relatório não publicado). O reservatório vem apresentando sucessivas e massivas florações das microalgas cianobactérias *Anabaena* sp. e *Microcystis* sp., as quais têm comprometido seriamente a qualidade de água e resultado em elevados custos de tratamento por parte da SANEPAR, empresa responsável pelo abastecimento público na Região Metropolitana de Curitiba. Este problema foi particularmente percebido pela população da capital durante a floração intensa ocorrida em Maio/Agosto de 2001, quando mesmo a água tratada apresentou elevadas concentrações de moléculas organolépticas (isoborneol e metil-geosmina), conferindo forte odor e sabor á água consumida. A consequência mais visível, e talvez mais significativa, do processo de degradação ambiental no Iraí originada das atividades antrópicas, são a eutrofização do reservatório e sua manifestação na forma de florações de microalgas cianobactérias. O termo EUTROFIZAÇÃO segue o proposto em Nixon (1996): aumento no aporte de matéria orgânica e de nutrientes associados para um ecossistema. Estas florações algais e suas toxinas também representam mais um material orgânico que deverá ser eliminado durante o processo de tratamento de água, aumentando os custos devido à necessidade de se utilizar maior quantidade de substâncias flocculantes, cloro, carvão ativado, etc., encarecendo significativamente o processo de tratamento da água (Branco, 1978 e 1984; Rebouças *et al.*, 1999;

Chorus & Bartpam, 1999). Como resultado final, as taxas públicas de consumo de água tratada aumentam, prejudicando especialmente o consumidor doméstico.

Neste sub-projeto os principais objetivos foram: desenvolver um estudo sazonal (março de 2002 a Agosto de 2003) sobre a abundância e biomassa da comunidade fitoplanctônica em relação aos fatores abióticos no Reservatório do Iraí e; determinar os fatores ambientais que conduzem à eutrofização e proliferação massiva de cianobactérias.

Material e Métodos

O Reservatório do Iraí está localizado no município de Pinhais, Paraná, ocupa uma área de 15 km² e prof. média de 5m. As amostras vem sendo coletadas quinzenalmente em três profundidades (sup., base da zona fótica e fundo) na área mediana da barragem (PC502), região mais profunda do reservatório e em outras estações mensalmente. Dados de temp., disco de Secchi, pH, oxig. dissolv., densidade celular, clorofila a parâmetros químicos e dados climatológicos também vem sendo obtidos. A determinação de abundância dos grupos e espécies do fitoplâncton é feita através de contagem em microscópio invertido. Os dados fornecidos a seguir referem-se à Estação 502, que representa razoavelmente bem os resultados para as outras estações. As diferenças observadas entre as estações estão contempladas na segunda parte deste projeto, relativo à distribuição horizontal das cianobactérias.

Resultados e Discussões

Aphanocapsa delicatissima, *M. aeruginosa*, *Pseudanabaena mucicola*, *Microcystis* spp e *C. raciborskii* foram as principais cianobactérias no período analisado. Verificou-se diferenças significativas entre a densidade dos táxons nas três profundidades (Fig. 2). Na superfície houve concentração maior de *M. aeruginosa*, *Microcystis* spp e *P. mucicola*. Na base da zona fótica destacam-se as formas filamentosas, como *C. raciborskii*. *A. delicatissima* distribuiu-se por toda a coluna d'água. *C. raciborskii* e *Microcystis* spp. foram os organismos dominantes em abril, variando de 4311 à 7207inds/ml. Neste período a clorofila-a oscilou de 46,0 à 71,7 µg/l. *Microcystis* spp apresentaram seu pico de abundância em dezembro com 8956 à 43183céls/ml; a clorofila de 9,2 à 25,6µg/l no mesmo período. *Elakatothrix* sp, *Closteriopsis* sp, *Scenedesmus* spp e *Tetrastrum* sp foram importantes gêneros dentre as clorófitas estando presentes em grande parte das amostras. *Aulacoseira* spp. ocorreram ao longo de todo o período, e especialmente abundantes de Junho a Agosto. Em dinófitas *Peridinium umbonatum* apresentou um pico de densidade em agosto, período de inverno atípico após alguns dias sem chuva e altas temperaturas.

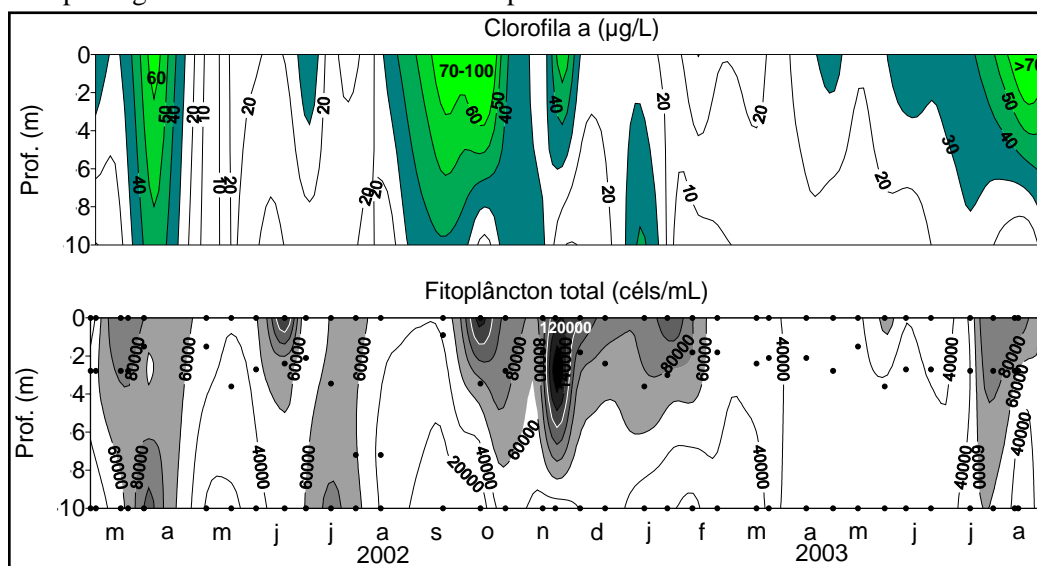


Fig. 1: Variação anual da clorofila-a e do fitoplâncton no Reservatório do Iraí, de Março de 2002 a Agosto de 2003. Note a coincidência de valores mais elevados entre os dois parâmetros.

Embora a correlação entre os valores de clorofila-a e as densidades de fitoplâncton ou cianobactérias tenha sido pouco significativa ($R^2=0,488$), a comparação entre os gráficos da Figura 1 mostra que há uma coincidência de ocorrência entre estes parâmetros. Portanto, quando a análise de dados é realizada ponto a ponto, como no caso da análise de correlação, a informação obtida pode gerar interpretações incompletas.

A partir da Fig. 2, nota-se a sucessão entre as espécies de cianobactérias no decorrer do período estudado. O primeiro pulso de crescimento foi dominado por *C. raciborskii*, quando a temperatura da água manteve-se elevada, e com baixas concentrações de P e N. A estratégia de *C. raciborskii* inclui a formação de heterócitos e o acúmulo em excesso de fosfato, permitindo seu crescimento em períodos em que estes nutrientes já tenham sido consumidos por outras algas no reservatório. Em Julho e Agosto uma cianobactéria filamentosa foi responsável pela maior abundância. De Setembro a Fevereiro *M. aeruginosa* foi dominante e representou mais do que 99% do fitoplâncton. Seu crescimento foi favorecido pelo período de maior pluviosidade, carreando maior quantidade de nutrientes para o reservatório, o que favoreceu também seu rápido crescimento, ao contrário das espécies filamentosas, com crescimento mais lento. Em Janeiro e Fevereiro também observou-se um pequeno período de crescimento de *A. solitaria*, logo após a floração *M. aeruginosa*. Como os valores de P e N foram mais baixos naquele período, há a possibilidade que a presença de *A. solitaria* tenha sido resultante de sua capacidade de formar heterócitos e acumular P em excesso.

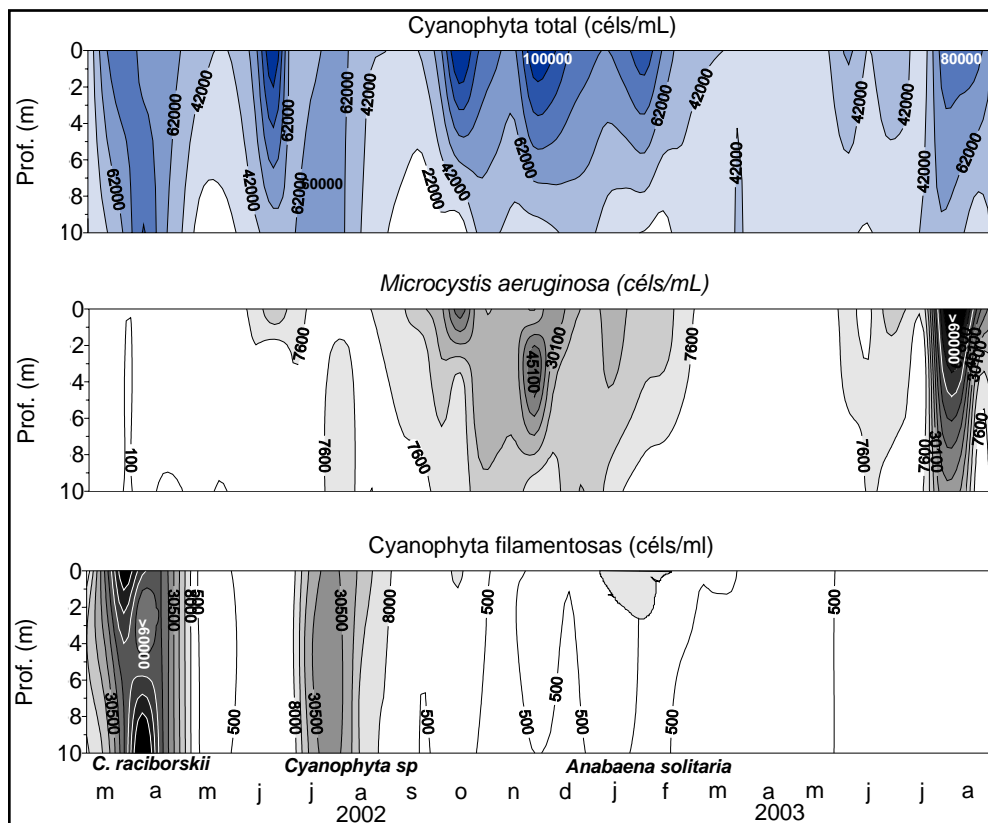


Fig. 2: Variação anual das espécies dominantes de cianobactérias nocivas no Reservatório do Iraí, de Março de 2002 a Agosto de 2003. Note a sucessão das espécies ao longo do período estudado, bem como sua distribuição vertical bem evidente.

Na Fig. 3 está mostrada a variação anual do fitoplâncton e da clorofila-a. A comunidade foi inteiramente dominada pelas cianobactérias (97,0-99,9%). Os valores de clorofila-a geralmente foram elevados, superiores a $24\mu\text{g/l}$, caracterizando o reservatório como eutrófico na maior parte do ano, e como hipereutrófico em alguns meses, quando ocorreu intensa floração de cianobactérias.

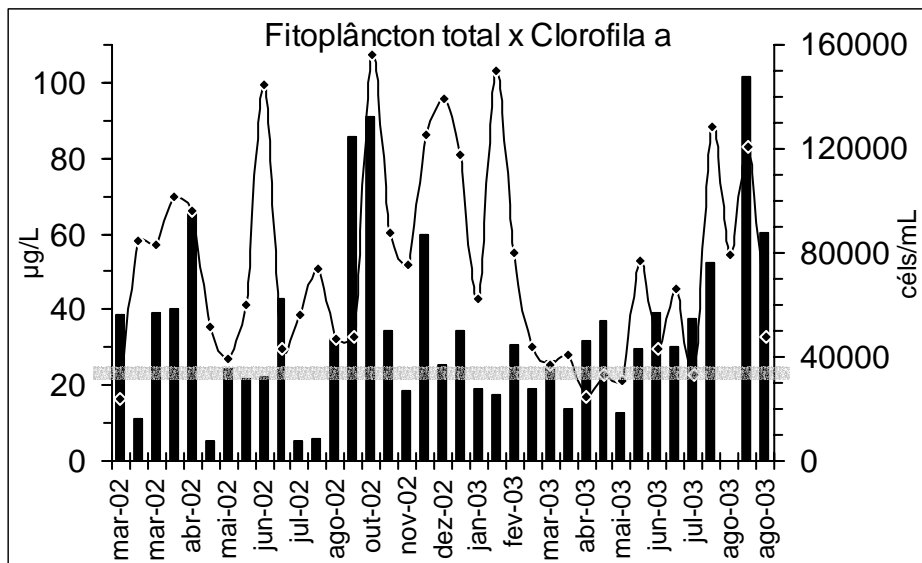


Fig. 3: Variação anual do fitoplâncton e clorofila-a na estação PC 502, na superfície, para o Reservatório do Iraí. A linha hachurada delimita a concentração de 25µg/l de clorofila.

Nas Figuras A-T estão ilustradas algumas espécies abundantes do fitoplâncton para os diferentes grupos taxonômicos.

Conclusões

O reservatório do Iraí apresenta comunidade fitoplanctônica dominada por cianobactérias, frequentemente ocorrendo na forma de florações. As espécies são tóxicas ou nocivas, a saber: *M. aeruginosa*, *C. raciborskii*, *A. solitaria*, entre outras.

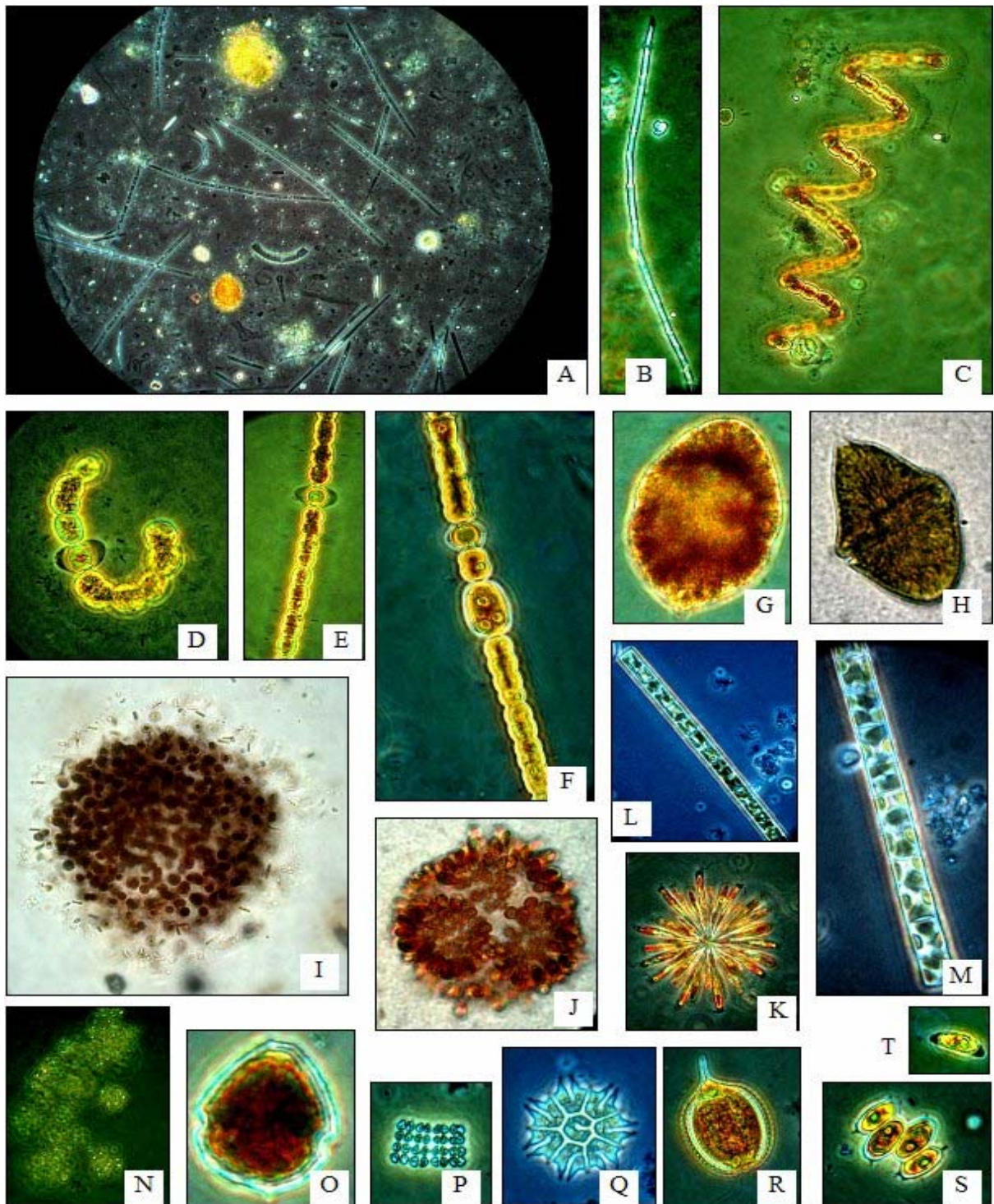
As 03 espécies mais importantes apresentaram sucessão bem distinta, ou seja, seus máximos de crescimento ocorreram em períodos não coincidentes.

A partir dos resultados descritos, os fatores ambientais responsáveis pela sucessão e crescimento intensivo das cianobactérias parecem ser:

- temperatura elevada no final do verão simultânea a depleção de nutrientes, favorecendo *C. raciborskii* e *A. solitaria*, mas não *Microcystis* spp;
- elevado aporte de nutrientes no verão, favorecendo *M. aeruginosa*, com taxa de crescimento maior do que as espécies filamentosas;
- auto-regulação pelas próprias espécies dominantes, ou seja, quando uma espécie de rápido crescimento consome os nutrientes nos períodos de maior concentração, ocorre sua redução em abundância, cedendo espaço para espécies filamentosas com estratégia de assimilação de N gasoso por meio de heterócitos, e que exibem fisiologia tipo consumo em excesso de P. Estas estratégias também são dependentes dos fatores ambientais descritos acima.

Agradecimentos

Subprojeto financiado pelo FINEP/CT-Hidro, Proc. N. 2301053100 dentro do Projeto Iraí. As instituições IAP, PUC/PR e SIMEPAR cederam vários dados.



Figuras A-T: espécies abundantes do fitoplâncton no Reservatório do Iraí. A: vista geral de uma amostra durante floração de *Cylindrospermopsis raciborskii*. B: *Cylindrospermopsis raciborskii*. C: *Anabaena spiroides*. D: *Anabaena circinalis*. E: *Anabaena solitaria*. Note heterócito losangular. F: *Anabaena solitaria*. Note heterócito circular e o acineto. G: *Gymnodinium* sp., após fixação com Lugol. H: *Gymnodinium* sp. antes de fixação com Lugol. I: *Microcystis aeruginosa*, com *Pseudoanabaena muscicola* na mucilagem. J: *Gomphosphaeria* sp. K: *Synura* sp. L: *Aulacoseira ambigua*. M: *Aulacoseira ambigua*. N: *Aphanocapsa delicatissima*. O: *Peridinium* cf. *umbonatum*. P: *Merismopaedia* sp. Q: *Pedastrum* sp. R: *Phacus suecicus*. S: *Scenedesmus* sp. T: *Monorhaphidium minutum*.