

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE DESENHO AMOSTRAL PARA ESTUDOS DE LONGA DURAÇÃO

FRANCISCO A. R. BARBOSA & JUDITH PADISÁK

1. INTRODUÇÃO

Apesar de amplamente aceitos como essenciais para o entendimento das variações ambientais e o manejo de ecossistemas, dados e estudos de longa duração são relativamente escassos. Tais estudos são essenciais para interpretar variações biológicas em sistemas onde flutuações irregulares e variações cíclicas são comuns. Além disso, em várias situações somente estudos de longa duração e séries longas de dados permitem separar efeitos biogeoquímicos e antropogênicos que operam na bacia de drenagem de efeitos climáticos que operam em escalas regionais ou global (Keskitalo & Salonen, 1998).

Projetos de longa duração são difíceis de serem mantidos por causa, segundo Gosz (1996), da predominância de apoio financeiro para estudos de curta duração, da interpretação errônea de que estudos de longa duração constituem, simplesmente, uma ferramenta para monitoramento, além de certa ênfase ser dada à experimentação de curta duração ou ao teste de hipóteses de interações ou processos específicos que assumem condições de equilíbrio.

Por outro lado, é importante salientar que esta abordagem, talvez, seja a única forma de evitar nossa costumeira visão reducionista da natureza, normalmente incapaz de perceber a complexidade dos problemas ambientais no tempo e no espaço (Heal & Shugart, 1994). Apesar disso, para que possa ser amplamente utilizada, esta abordagem tem ainda de vencer consideráveis limitações, dentre as quais se destacam que: 1. os programas de pesquisa são organizados de maneiras distintas, 2. novas tecnologias nem sempre são acessíveis e amplamente distribuídas, 3. há diferenças de formação entre os pesquisadores e 4. tanto pesquisas como métodos de amostragens nem sempre são padronizados.

2. CRITÉRIOS

O desenho amostral para estudos de longa duração deve considerar, primeiro, a seleção do local dos estudos pretendidos, o qual deve garantir importantes características, como: repetitividade/reprodutibilidade das medidas e experimentos, representatividade de um dado sistema ou bioma, possibilidade de fazer previsões, além da manutenção dos estudos no tempo com o menor grau de interferência possível. Além disso, a área escolhida deve ser, idealmente, não perturbada ou possuir, pelo menos, parte com o menor nível possível

de alterações, de modo a representar a paisagem original com seus ecossistemas, garantindo, assim, a manutenção dos processos essenciais em andamento.

Especificamente no que diz respeito à química da água e à comunidade planctônica, é importante salientar o fato de que, geralmente, não se pode definir o planejamento amostral *a priori*, ou seja, sem antes estabelecer o conhecimento básico, considerando, principalmente, a variabilidade espacial e temporal e a sensibilidade do sistema.

Variabilidade temporal inclui variações diurnas, diárias, sazonais, anuais e interanuais. Para definir um protocolo de amostragem que permita obter resultados representativos, o período de três anos de estudos intensivos deve ser planejado a fim de detectar a variabilidade do maior número possível de características (variações diurnas, padrões de estratificação, sucessão, “background” físico e químico), com base em medidas adequadas de variáveis físicas e na amostragem integrada de variáveis químicas e biológicas da zona eufótica, dentre outras.

Em relação à variação espacial, os estudos iniciais devem buscar a seleção do menor número possível de estações de amostragem representativas, assim como conhecimento básico sobre a estrutura vertical do sistema e suas variações.

Durante o período intensivo, medidas diárias integradas na zona eufótica devem ser conduzidas durante um mês nas estações seca e chuvosa, com objetivo de identificar a variabilidade diária. Provavelmente, esquema de amostragem menos intensivo poderá ser adotado para a fauna de fundo e o perifíton, considerando, entre outras características, seus ciclos de vida mais longos. Características individuais, principalmente tempo de geração do grupo em estudo, combinadas com características individuais do lago ou da área em estudo também devem ser consideradas em qualquer desenho amostral (veja exemplo para o fitoplâncton, a seguir).

Os resultados do período intensivo de estudos deverão, então, demonstrar claramente a variabilidade do sistema em estudo, de modo a permitir a definição de um desenho amostral ideal, bem como de um protocolo mínimo, que considere o seguinte:

1. Protocolo de amostragem ideal pode ser definido, talvez, não tão intensivo como o anteriormente descrito, embora suficiente para fornecer resultados seguros para estudos básicos, como, por exemplo, amostragens semanais; projetos especiais, como, por exemplo, o estudo da divisão de fases celular, podem ser conduzidos em paralelo e mesmo a experimentação de novas técnicas poderia ser tentada; e experimentos de curta duração podem ser conduzidos para esclarecer possíveis problemas específicos.

2. Protocolo mínimo deve incluir somente variáveis-chave a serem medidas numa frequência mínima. Variáveis-chave são aquelas que não são influenciadas pelo clima no dia da amostragem e que também não mostram grandes variações diurnas. Como frequência mínima sugere-se, para regiões temperadas, a condução de estudos e medidas três vezes no ano, compreendendo, assim, o florescimento de primavera, o estabelecimento de condições de equilíbrio no final do verão e de condições isotérmicas durante o inverno; para regiões tropicais é provável que duas vezes no ano sejam suficientes, compreendendo

as estações de seca e chuvas. Ressalte-se, entretanto, que tais definições somente deverão ser consideradas após o período inicial de estudos intensivos.

3. LIÇÕES A PARTIR DE ESTUDOS DE LONGA DURAÇÃO DO FITOPLÂNCTON

Para lidar com problemas específicos de planejamento de estudos de longa duração de comunidades fitoplanctônicas tropicais é necessário combinar a experiência adquirida a partir de estudos realizados, em sua maioria em águas temperadas (Tabela 20.1), com o ainda reduzido conhecimento do fitoplâncton tropical.

3.1 O QUE É LONGA DURAÇÃO?

Como não há concordância geral sobre o que é “suficientemente longo” para ser qualificado como longo prazo, o primeiro desafio é definir a duração mínima de um estudo de longo prazo. Estudos listados na Tabela 20.1 mostram que nenhum dos autores considera qualquer estudo com duração inferior a 5 anos como sendo de longa duração e mesmo estudos que abrangem períodos entre 5 e 10 anos são referidos como “variações interanuais” (Zohary *et al.*, 1996; Stoyneva, 1998).

A Figura 20.1 mostra uma visão geral da frequência de duração de estudos de longo prazo numa escala global. A partir desse diagrama, pode-se concluir que o período mínimo para que um estudo seja considerado de longa duração é 10 anos, escala esta que permite avaliar, numa bacia hidrográfica, impactos antrópicos como: eutrofização, recuperação, mudanças na agricultura (por exemplo, efeitos de plantações de *Eucalyptus* spp.), além de mudanças regionais e globais (por exemplo, efeitos do fenômeno El Niño).

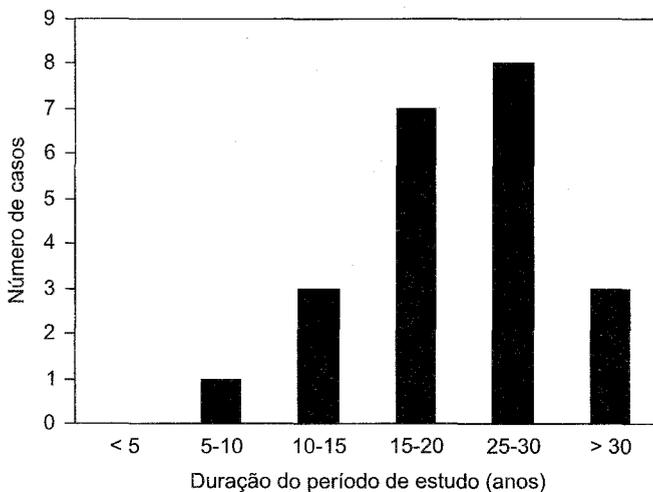


Figura 20.1 Diagrama de frequência da duração dos estudos de longo prazo e número de casos (dados obtidos da Tabela 20.1).

Tabela 20.1 Sumário de estudos fitoplanctônicos de longa duração selecionados.

Lago	Latitude	Período de investigação	Parâmetros investigados	Referências
Albufera de Valencia, Espanha	39°N	1980-1988	Percentagens da biomassa de <i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Pseudanabaena galeata</i> e <i>Geitlerinema</i> sp.	Romo & Miracle (1993)
Windermere, N-Basin, Reino Unido	54°N	1964-1989	Clorofila <i>a</i>	Talling (1993)
Windermere, S-Basin, Reino Unido			Mínimo de inverno/verão, máximo de primavera/verão-outono, variação sazonal, média anual, amplitude anual	Neale <i>et al.</i> (1991)
Blelham Tarn, Reino Unido				
Esthwaite Water, Reino Unido				
Wörthersee, Áustria	47°N	1931-1985	Transparência (disco de Secchi)	Deisinger (1987)
Millstätter See, Áustria		1970-1985	Valores máximos de <i>Planktothrix rubescens</i> , biomassa total, percentagem de Cyanoprokaryota	
Keutschacher See, Áustria				
Klopeiner See, Áustria				
Längsee, Áustria				
Rostherne Mere, Reino Unido	53°N	1967-1989	Biomassa fitoplanctônica, espécies dominantes (<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena</i> spp., <i>Ceratium</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Aulacoseira</i>), transparência	Reynolds & Bellinger (1992)
Lago 226, Lago 239 (ELA), Ontário, Canadá	52°N	1971-1983	Biomassa epilimnética de grupos do fitoplâncton	Findlay & Kasian (1987)
Lago Michigan, EUA	44°N	1927-1978	Contribuição de espécies dominantes (<i>Gomphosphaeria</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Oscillatoria</i> spp., <i>Dinobryon</i> , <i>Tabellaria</i> , <i>Stephanodiscus</i> spp., <i>Navicula</i> , <i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Asterionella</i> , <i>Synedra</i> , <i>Nitzschia</i> , <i>Rhizosolenia</i> , <i>Fragilaria</i>) para a biomassa total	Makarewicz & Baybutt (1981)
Blelham Tarn, Reino Unido	54°N	1945-1977	Número médio de células de espécies dominantes (<i>Aphanizomenon</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Ceratium</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Dinobryon</i> , <i>Mallomonas</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Asterionella</i> , <i>Aulacoseira</i> , <i>Tabellaria</i>)	Lund (1979)
Lago Constance, Alemanha	48°N	1965-1986	Biomassa de espécies dominantes (<i>Asterionella</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>Aphanizomenon</i>)	Kümmerlin (1991)
Lago Mälaren, Suécia	59°N	1967-1989	Biomassa de diatomáceas e cryptofíceas	Willén (1992)
Lago Vättern, Suécia				
Lago Balaton, Hungria	47°N	1931-1997	Biomassa média anual <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Padisák (1998)
Neusiedlersee, Áustria/Hungria	48°N	1968-1994	Biomassa fitoplanctônica, algas verdes e diatomáceas	Padisák (1998)
Rio Darling, Austrália	32°S	1980-1992	Diatomáceas, algas verdes, Cyanoprokaryota	Hoetzel & Croome (1994)
Lago Maggiore, Itália	46°N	1978-1995	Clorofila <i>a</i> , conjuntos de espécies (diatomáceas e <i>Planktothrix rubescens</i>), tamanho médio de células, número, biomassa.	Ruggiu <i>et al.</i> (1998)
Hartbeespoort Dam, África do Sul	26°S	1982-1988	Biomassa de <i>Microcystis</i> , <i>Oocystis</i> , <i>Carteria</i> , <i>Coelastrum</i> , <i>Pediastrum</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Schroederia</i> , <i>Aulacoseira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Chroomonas</i> , média anual de cianofíceas	Zohary <i>et al.</i> (1996)
Reservatório Pansoon, Malásia	3°N	1980/1981-1990/1991	Número de células, espécies dominantes	Anton (1994)
Reservatório Rybinsk, Rússia	59°N	1969-1984	Clorofila <i>a</i>	Mineeva & Litvinov (1998)

3.2 CONSISTÊNCIA DE DADOS

A maioria dos estudos de longa duração não foi realmente planejada. Assim, constituem “dados acumulados” de laboratórios com séries históricas de dados. Além disso, conforme ressaltado por Makarewicz & Baybutt (1981), especialmente no caso de séries muito longas, os métodos de contagem provavelmente mudaram ao longo do tempo, sendo necessárias comparações metodológicas subsequentes. Tais séries de dados, como, por exemplo, aquelas existentes para o lago Balaton, Hungria (Padisák, 1998), possuem, freqüentemente, “buracos” ao longo da seqüência contínua, os quais são “aceitáveis” no conjunto de seus 57 anos, mas não necessariamente para períodos mais curtos e recentes. Exemplo de tais limitações é o estudo realizado no reservatório Pansoon, na Malásia, por Anton (1994). Apesar de ser referido como estudo de longa duração, os dados foram obtidos nos períodos 1980/81 e 1990/91 tratando-se, portanto, de simples comparação entre dois períodos de estudo e não, realmente, de estudo de longa duração.

4. VARIÁVEIS MONITORADAS E UTILIDADE DE DIFERENTES GRUPOS DO FITOPLÂNCTON PARA ESTUDOS DE LONGA DURAÇÃO

4.1 CLOROFILA A E BIOMASSA TOTAL DO FITOPLÂNCTON

Trata-se de variáveis utilizadas na maioria dos estudos. Entretanto, os resultados obtidos não permitem inferências sobre a dinâmica da comunidade e as mudanças na biodiversidade.

4.2 NÚMERO DE CÉLULAS

Esse número é utilizado em poucos estudos e, em geral, tem sido considerado variável “menos confiável” do que biomassa/biovolume, principalmente porque células pequenas podem não ser vistas. Além disso, a maioria dos estudos não é complementada com identificação e contagem das algas picoplanctônicas, fração esta que pode, em muitos ambientes, representar os principais componentes da comunidade fitoplanctônica.

4.3 GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS

Esses grupos são utilizados com freqüência, porém, parece cada vez mais evidente que a utilidade dos diferentes grupos é distinta. Exemplo interessante é a pequena ou quase nenhuma utilização de Chrysophyceae e Cryptophyceae mesmo em ambientes de regiões temperadas representados por lagos de baixo estado trófico, nos quais ambos os grupos contribuem significativamente para a biomassa total. Provavelmente, seu comportamento oportunista faz com que os resultados obtidos produzam “ruídos” de difícil interpretação. Além disso, Chrysophyceae podem estar representadas por várias espécies de ocorrência simultânea, o que dificulta, ainda mais, a análise. Assim, estes grupos não são, em geral, os preferidos para estudos de longa duração.

Em vários estudos conduzidos em águas temperadas, as variações na composição de diatomáceas e algas verdes, principalmente Chlorococcales, selecionaram estes grupos para identificação de tendências de longa duração, este último (Chlorococcales) talvez por apresentar biomassa consideravelmente menor. Diatomáceas têm, por sua vez, a vantagem de poderem ser estudadas a partir de camadas anuais de sedimentos recentes (Simola, 1984), permitindo, dessa forma, ampliar os estudos em escalas de tempo pretéritas. Entretanto, por razões climáticas, tais camadas de sedimentação não se desenvolvem ou, pelo menos, o fazem em menor extensão nos trópicos, limitando, assim, o uso dessa abordagem em águas tropicais. Dificuldade particular quando se analisa esse grupo de organismos nesses ambientes é que a contribuição para a biomassa, especialmente as Centrales, tem sido registrada como significativamente menor, tanto em lagos como em rios tropicais (Rojo *et al.*, 1994; Cobelas & Rojo, 1994).

Por razões ainda não suficientemente esclarecidas, em muitos casos e particularmente em águas sulamericanas, desmióiáceas planctônicas “devem desempenhar o papel” das diatomáceas, mas, infelizmente, nosso conhecimento sobre esse grupo é ainda muito limitado.

Muitos estudos sobre o fitoplâncton concluíram que Cyanoprokaryota se mostraram, tanto no que diz respeito à composição de espécies quanto à biomassa, bastante apropriadas para detectar tanto eventos esporádicos quanto variações de longo prazo. Quanto à ocorrência e à dinâmica das algas desse grupo, as seguintes especificidades podem ser mencionadas:

1. São organismos de ampla distribuição nos trópicos e presentes em toda a escala trófica.
2. Diferentemente das regiões temperadas, nas quais as Cyanoprokaryota em águas oligotróficas são representadas principalmente por picoalgas (Padisák *et al.*, 1998), exemplares microscopicamente identificáveis ocorrem em quantidades relativamente maiores nas águas oligotróficas tropicais, como demonstrado por Ramberg (1987) para o reservatório Kariba, por Hecky *et al.* (1978) para o lago Tanganyika e por Carney *et al.* (1987) para o lago Titicaca.
3. Embora várias espécies ocorram exclusivamente na região temperada, a maioria delas é subcosmopolita, havendo ainda certo número de espécies pantropicais.
4. A maioria das espécies tem requerimentos ecológicos estreitos e bem definidos ou, pelo menos, prontamente identificáveis, dando-lhes, assim, valor especial em projetos de longa duração.
5. Uma dificuldade específica em termos de amostragem deste grupo é sua excelente capacidade de regular sua flutuação. Cyanoprokaryota podem manter estratificação vertical mesmo em sistemas polimíticos. Além disso, muitas espécies formam espumas na superfície, requerendo uso de técnicas especiais para sua amostragem. Outras espécies mostram, por outro lado, suas densidades máximas em camadas profundas de lagos estratificados. A Figura 20.2 mostra que a mesma espécie, *Cylindrospermopsis raciborskii*, pode exibir diferentes padrões de estratificação em ambientes diferentes.

6. Finalmente, Cyanoprokaryota constituem, muito freqüentemente, os principais contribuintes dos estágios de equilíbrio da sucessão do fitoplâncton. Tais estágios de equilíbrio são, em geral, de curta duração nas maiores latitudes e, em consequência da moderada sazonalidade, tendem a ser prolongados nas regiões subtropicais e tropicais. Em alguns casos, a fase de equilíbrio pode se manter durante anos, como demonstrado por Zohary *et al.* (1996), e, nestes casos, após investigação cuidadosa, amostragem menos freqüente será suficiente.

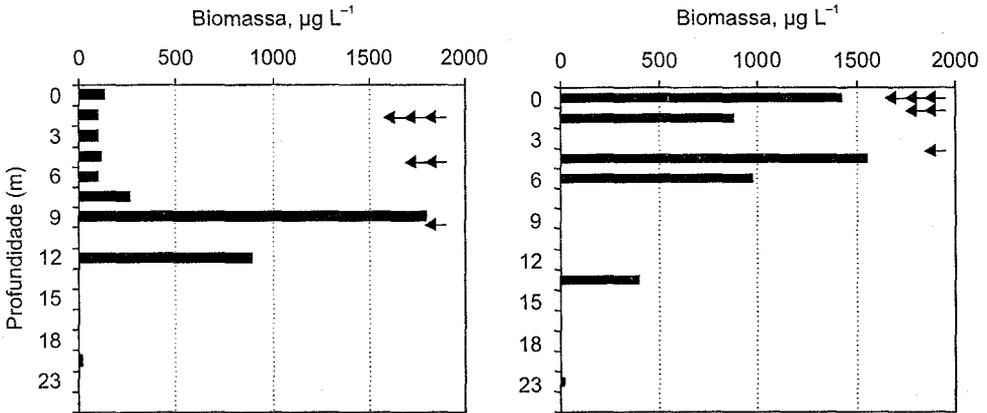


Figura 20.2 Distribuição vertical de *Cyndrospermopsis raciborskii* no lago Dom Helvécio (médio rio Doce, Estado de Minas Gerais), obtida em 15 de janeiro de 1999, e no reservatório de Nova Avanhandava (médio rio Tietê, Estado de São Paulo), em 6 de fevereiro de 1999. Os valores de radiação fotossinteticamente ativa na subsuperfície foram de 1.120 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (lago Dom Helvécio) e 1.140 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (reservatório Nova Avanhandava). Três setas indicam 50%, duas, 10% e uma seta, 1% de penetração de luz. Termóclinas foram encontradas entre 8 e 12 m no lago Dom Helvécio (queda de temperatura de 3°C) e entre 11 e 14 m (queda de temperatura de 1,5°C) na represa Nova Avanhandava.

Essas idéias e sugestões foram apresentadas com o intuito básico de despertar novas discussões a respeito da necessidade e das possibilidades de estudos de longa duração. Os exemplos relativos à comunidade fitoplanctônica apontam, claramente, para a enorme carência de sua utilização em águas tropicais. Finalmente, foi nossa intenção ressaltar que, ao serem planejados estudos de longa duração, as preocupações com a escolha dos locais e o conhecimento de sua variabilidade constituem informações imprescindíveis para definir o planejamento amostral adequado, exequível e capaz de identificar as principais mudanças na estrutura e no funcionamento dos sistemas em estudo ao longo do tempo.

LITERATURA CITADA

ANTON, A. Long-term phytoplankton changes in a tropical reservoir. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, v. 24, p. 243-249, 1994.

- CARNEY, H. J.; RICHERSON, P. J.; ELORANTA, P. Lake Titicaca (Peru/Bolivia) phytoplankton: species composition and structural comparison with other tropical and temperate lakes. *Arch. Hydrobiol.*, v. 110, p. 365-385, 1987.
- COBELAS, M. Á.; ROJO, C. Factors influencing the share of planktic diatoms in lakes. *Algological Studies*, v. 74, p. 73-104, 1994.
- DEISINGER, G. Langzeitentwicklung der Cyanophyceen in einigen Kärtner Seen vor und nach Sanierung. *Carinthia II*, v. 177/97, p. 101-129, 1987.
- FINDLAY, D. L.; KASIAN, S. E. M. Phytoplankton community responses to nutrient addition in Lake 226, Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 44, p. 35-46, 1987.
- GOSZ, J. R. International long-term ecological research: priorities and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 11, p. 444, 1996.
- HEAL, O. W.; SHUGART, H. H. Scaling, sampling & standardization: some design issues. In: INTERNATIONAL SUMMIT INTERNATIONAL NETWORKING IN LONG-TERM ECOLOGICAL RESEARCH. 1994. Seattle. *Proceedings...* Seattle: U.S. LTER Network Office, University of Washington, 1994. p. 14-16
- HECKY, R. E. et al. *Studies on the planktonic ecology of Lake Tanganyika*. Canadian Fisheries Marine Service, 1978., 51 p. (Techn. Rep., n. 816).
- HOETZEL, G.; CROOME, R. Long-term phytoplankton monitoring of the Darling River at Burtundy, New South Wales: incidence and significance of cyanobacterial blooms. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, v. 45, p. 747-759, 1994.
- KESKITALO, J.; SALONEN, K. Fluctuations of phytoplankton production and chlorophyll concentrations in a small humic lake during six years (1990-1995). In: GEORGE, D. G. et al. (Eds.). *Management of lakes and reservoirs during global change*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 93-109.
- KÜMMERLIN, R. E. Long-term development of phytoplankton in Lake Constance. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, v. 24, p.826-830, 1991.
- MAKAREWICZ, J. C.; BAYBUTT, R. I. Long-term (1927-1978) changes in the phytoplankton community of Lake Michigan at Chicago. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, v. 108, p.: 240-254, 1981.
- MINEEVA, N. M.; LITVINOV, A. S. Long-term variation of chlorophyll content in Rybinsk Reservoir (Russia) in relation to its hydrological regime. In: GEORGE, D. G. et al.(Eds.). *Management of lakes and reservoirs during global change*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 111-125.
- LUND, J. W. G. Changes in the phytoplankton of an English lake, 1945-1977. *FBA Publications*, v. 1306, p. 000, 1979.
- Neale, P. et al. Long time series from the English Lake District: irradiance-dependent phytoplankton dynamics during spring maximum. *Limnology and Oceanography*, v. 36, p. 751-760, 1991.
- PADISÁK, J. Sudden and gradual responses of phytoplankton to global climate change: case studies from two large, shallow lakes (Balaton, Hungary and the Neusiedlersee Austria/Hungary).). In: GEORGE, D. G. et al. (Eds.). *Management of lakes and reservoirs during global change*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 111-125.
- PADISÁK, J. et al. Phytoplankton succession in the oligotrophic Lake Stechlin (Germany) in 1994 and 1995. *Hydrobiologia*, v. 369/370, p. 179-197, 1998.
- RAMBERG, L. Phytoplankton succession in the Sanyati Basin, Lake Kariba. *Hydrobiologia*, v. 153, p. 193-202, 1987.
- REYNOLDS, C. S.; BELLINGER, E. G. Patterns of abundance and dominance of the phytoplankton on Rostherne Mere, England: evidence from a 18-year data set. *Aquatic Sciences*, v. 54, p. 10-36, 1992.

- ROJO, C.; COBELAS, M. Á.; ARAUZO, M. An elementary, structural analysis of river phytoplankton. *Hydrobiologia*, v. 289, p. 43-55, 1994.
- ROMO, S.; MIRACLE, M. R. Long-term periodicity of *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena galeata* and *Geitlerinema* sp. in a shallow hypertrophic lagoon, the Albufera of Valencia (Spain). *Archiv für Hydrobiologie*, v. 126, p. 469-486, 1993.
- RUGGIU, D. et al. Trends and relations among basic phytoplankton characteristics in the course of the long-term oligotrophication of Lake Maggiore, Italy. *Hydrobiologia*, v. 369-370, p. 243-257, 1998.
- SIMOLA, H. Population dynamics of plankton diatoms in a 69-year sequence of annually laminated sediment. *Oikos*, v. 43, p. 30-40, 1984.
- STOYNEVA, M. P. Development of phytoplankton of the shallow Srebrana Lake (north-eastern Bulgaria) across trophic gradient. *Hydrobiologia*, v. 369-370, p. 259-267, 1998.
- TALLING, J. F. Comparative seasonal changes, and inter-annual variability and stability in a 26-year record of total phytoplankton biomass in four English lake basins. *Hydrobiologia*, v. 268, p. 65-98, 1993.
- WILLÉN, E. Long-term changes in the phytoplankton of large lakes in response to changes during nutrient loading. *Nordic Journal of Botany*, v. 12, p. 575-587, 1992.
- ZOHARY, T. et al. Interannual phytoplankton dynamics of a hypertrophic African lake. *Archiv für Hydrobiologie*, v. 136, p. 105-126, 1996.