

Estrutura de populações de fitoflagelados nas lagoas de inundação do rio Araguaia, Brasil

João Carlos Nabout^{1,2}, Ina de Souza Nogueira^{1,2} e Leandro Gonçalves Oliveira¹

Recebido em 5/07/2007. Aceito em 17/04/2008

RESUMO – (Estrutura de populações de fitoflagelados nas lagoas de inundação do rio Araguaia, Brasil). O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura e dinâmica das populações de fitoflagelados nos períodos de chuva e estiagem dos anos de 2000 e 2001 nas lagoas de inundação do rio Araguaia. As análises foram baseadas na riqueza específica, composição florística e biovolume dos fitoflagelados que estão associadas a determinadas variáveis climáticas, físicas e químicas da água. O teste de Mantel evidenciou um fraco padrão espacial das populações de fitoflagelados, além disso, o teste de Mantel corroborou a importância do componente local na estrutura dessas populações. Os escores derivados da DCA, aplicadas aos dados biológicos demonstram que os períodos de águas altas e baixas não se diferenciaram fortemente em 2000 e 2001, entretanto foi possível notar variação interanual das populações de fitoflagelados. Os dados de biovolume indicaram que existiu um fitoplâncton predominado por Chytridophyceae (grupo funcional Y) e Euglenophyceae (grupo funcional W1) em 2000 e 2001. A riqueza específica e o biovolume responderam ao pulso de inundação, tanto as águas altas como as águas baixas apresentaram dinâmicas distintas nos dois anos o que pode indicar a importância do pulso de inundação sobre os fitoflagelados.

Palavras-chave: fitoflagelados, lagoas de inundação, Rio Araguaia

ABSTRACT – (Structure of phytoflagellate populations in floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil). The aim of this work was to evaluate ecological aspects of phytoflagellate populations during the rainy and dry seasons of 2000 and 2001 in floodplain lakes in the Araguaia River. The analyses were based on species richness, composition and biovolume of the phytoflagellates, associated with climatic and limnological variables of the water. The Mantel test showed weak spatial patterns for phytoflagellate populations; moreover the Mantel test confirmed the importance of the local component in the structure of these populations. The results of DCA applied to the biological data showed that high- and low-water periods were not strikingly different in 2000 and 2001. Biovolume data indicated that the phytoplankton was dominated by Chytridophyceae (functional group Y) and Euglenophyceae (functional group W1) in 2000 and 2001. Species richness and biovolume responded to the flood pulse. Both high- and low-water had different dynamics in the two years; this seems to indicate the importance of the flood pulse for phytoflagellates.

Key words: Araguaia River, floodplain lakes, Phytoflagellates

Introdução

Na bacia do rio Araguaia são freqüentes as chamadas lagoas de várzea ou de inundação, formados pelo preenchimento de depressões com águas provenientes de cheias de rios. O regime hidrológico destes lagos depende fundamentalmente da climatologia local, principalmente da relação entre precipitação e evaporação, e da freqüência de cheias de rios adjacentes (Latrubesse & Stevaux 2002). Em regiões tropicais, os sistemas rio-planície de inundação apresentam marcante variação temporal dos fatores físicos, químicos e bióticos. Tais variações estão associadas, principalmente, às alterações dos níveis hidrométricos, as quais têm sido atribuídas a teoria de “pulsos de inundação” (Junk *et al.* 1989).

Durante a inundação, nutrientes mineralizados na estação seca, juntamente com os nutrientes adicionais dissolvidos nas águas da inundação ou associados aos sedimentos em suspensão, são transportados ao canal principal (Bayley 1995). Portanto, essas lagoas têm papel fundamental na obtenção e processamento energético durante a alternância do seu ciclo hidrológico, considerando como o “pulso de inundação” o período chuvoso, no qual o nível da água eleva-se consideravelmente. O conhecimento da relação entre algas e os processos limnológicos das lagoas de inundação é, desta maneira, de fundamental importância para o manejo racional destes ecossistemas.

O pulso de inundação é o principal fator que influencia na dinâmica de comunidades fitoplanctônicas de lagoas de inundação (Junk *et al.* 1989; Junk & Da

¹ Universidade Federal de Goiás, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, C. Postal 131, Campus II, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil

² Autor para correspondência: naboutjc@hotmail.com; nogueira@icb.ufg.br

Silva 1995). Os atributos da comunidade fitoplanctônica como a riqueza, diversidade, composição, abundância, biovolume, estratégias ecológicas e grupos funcionais sofrem mudanças em resposta à duração e intensidade do pulso de inundação (Junk *et al.* 1989). Esse fato já vem sendo observado em lagoas de inundação como as do rio Paraguai (Oliveira & Calheiros 2000; Zalocar de Domitrovic 2002), do Rio Doce (Huszar *et al.* 1990) e da bacia do alto Paraná (Train & Rodrigues 2003) e Amazônica (Huszar & Reynolds 1997; Huszar 2000; Ibañez 1997; 1998).

Os grupos funcionais fitoplanctônicos são grupos de espécies, em geral polifiléticos, que respondem similarmente a um determinado conjunto de condições ambientais (Reynolds *et al.* 1997; 2002). Os grupos funcionais servem ao objetivo de prever as distribuições e dinâmicas de populações fitoplanctônicas naturais. Atualmente são descritos 31 grupos funcionais diferentes (Reynolds *et al.* 2002; Reynolds 2006).

Atualmente existem 29 trabalhos que envolvem estudos ficológicos no estado de Goiás, sendo grande parte de cunho taxonômico e outros com algumas considerações ecológicas. Dentre esses trabalhos oito referem-se a sub-bacia do rio Araguaia: Braun (1883), Dias & Sophia (1994), Menezes *et al.* (1995), Nascimento-Bessa (1998), Nogueira *et al.* (2002), Nabout *et al.* (2006; 2007) e Nabout & Nogueira (2007).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar aspectos ecológicos (riqueza, biovolume e grupos funcionais) das populações de fitoflagelados nos períodos de chuva e estiagem dos anos de 2000 e 2001 em lagoas de inundação do rio Araguaia. Dessa forma, buscou-se responder as seguintes perguntas: (i) Quais os principais grupos funcionais de fitoflagelados encontrados nesses ambientes (ii) existe uma diferenciação sazonal e interanual das populações de fitoflagelados (iii) lagoas geograficamente próximas apresentam populações de fitoflageladas semelhantes e (iv) lagoas limnologicamente semelhantes apresentam também populações de fitoflagelados parecidos.

Material e métodos

O rio Araguaia tem suas nascentes na Serra dos Caiapós, na altura do paralelo 18° Sul, na divisa dos Estados de Goiás e Mato Grosso, direcionando no sentido Sul – Norte, confluindo com o rio Tocantins na altura do paralelo 5° Sul, na divisa dos Estados Tocantins, Pará e Maranhão. Inúmeras lagoas marginais são formadas ao longo do seu percurso. Destas, 21 compõem a área de estudo do presente trabalho, as quais encontram-se localizadas as margens do rio Araguaia, entre as latitudes 13°10'76"-14°50'47"S e longitudes 50°34'99"-51°05'75"W.

As amostras foram coletadas em período de chuva (fevereiro) e de seca (agosto) de 2000 e de chuva (março) e de seca (setembro) de 2001. Estas amostragens foram realizadas em sub-superfície em cada lagoa (ver detalhes em Nabout *et al.* 2006).

Para o estudo quantitativo amostras de 100 ml foram acondicionadas em frascos escuros, fixadas com solução de lugol-acético modificada (Vollenweider 1974). A densidade fitoplanctônica foi calculada de acordo com método de Utermöhl (Utermöhl 1958). A riqueza específica correspondeu ao número total de táxons de fitoflagelados presentes em cada amostra. O biovolume das algas foi estimado conforme sugerido em Edler (1979) e Hillebrand *et al.* (1999). O sistema de classificação adotado para as classes taxonômicas foi de Van den Hoek *et al.* (1997).

Os padrões de similaridade entre as amostras (meses/locais de coleta), de acordo com o biovolume das espécies de fitoflagelados, foram sintetizados através de uma análise de correspondência destendenciada (DCA; detrend correspondence analysis; Hill & Gauch 1980). A análise foi realizada com programa PC-ORD (McCune & Mefford 1997) utilizando a opção de ponderar as espécies raras. Os dados foram previamente log-transformados ($\log(\text{biovolume}+1)$).

O teste de Mantel (Mantel 1967), baseado em 10.000 randomizações, foi usado objetivando averiguar uma correlação entre a matriz de dissimilaridade florística (distância de Bray Curtis) e a matriz de distância geográfica (distância Euclidiana) e ainda uma correlação entre matriz de dissimilaridade florística e matriz de dissimilaridade limnológica (distância de Bray Curtis), sendo que as variáveis limnológicas foram previamente normalizadas.

Resultados e discussão

Nos meses de período chuvoso, todas as lagoas estudadas permaneceram conectadas ao rio, enquanto que nos períodos de seca três lagoas ficaram isoladas, sete parcialmente conectadas e 11 conectadas. Em ambos os anos os períodos de águas altas e águas baixas apresentaram-se características limnológicas distintas (Nabout *et al.* 2006). Nos dois anos as lagoas no período de chuva apresentaram maiores profundidades e reduzida saturação de oxigênio, enquanto que no período de seca as lagoas apresentaram maiores valores de nutrientes e maior transparência (Nabout *et al.* 2006).

O total de espécies fitoplanctônicas encontradas nas lagoas de inundação do médio rio Araguaia foi de 292 táxons, distribuídos em nove classes taxonômicas. Nas lagoas estudadas 17,8% dos táxons foram de flagelados. A riqueza específica dos fitoflagelados foi:

Euglenophyceae (19 táxons), Cryptophyceae (16), Chrysophyceae (9), Dinophyceae (5) e Chlorophyceae (3) (Fig. 1). Apesar de uma riqueza moderada em comparação a outras classes nas lagoas do Araguaia, os fitoflagelados foram representativos em frequência, densidade, biovolume e distribuição geográfica. A frequência de fitoflagelados das lagoas do rio Araguaia, foi menor do que a frequência de fitoflagelados em outras planícies de inundação, como do alto Paraná (Train & Rodrigues 1998; 2003, 29,4% e 28,6% de fitoflagelados respectivamente), baixo Paraná (Zalocar de Domitrovic 2003, 41,08% de fitoflagelados) e da Bacia Amazônica (Huszar 2000, 21,27% de fitoflagelados). Entretanto, a frequência de fitoflagelados das lagoas do rio Araguaia somente foi maior do que no Canal Cortado (Train *et al.* 2000, 15,7% de fitoflagelados)

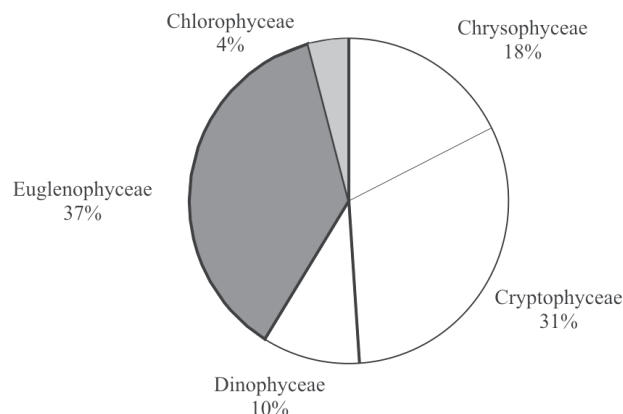


Figura 1. Riqueza específica de Fitoflagelados nas lagoas de inundação do rio Araguaia, Brasil.

O teste de Mantel aplicado para cada período amostral demonstrou pequena estrutura espacial das populações de fitoflagelados, sendo que somente o período de chuva de 2001 o teste foi significativo (chuva 2000, $r = 0,209$ e $P = 0,01$; Seca 2000, $r = 0,0013$ e $P = 0,98$; Chuva 2001, $r = 0,018$ e $P = 0,82$; Seca 2001, $r = -0,069$ e $P = 0,36$), ou seja, no período de chuva de 2001 as lagoas geograficamente próximas, apresentaram populações de fitoflagelados semelhantes. Apesar do fraco padrão espacial em todos os períodos amostrais, exceto chuva de 2001, observou-se uma relação positiva da distância espacial com as populações de fitoflagelados e, de acordo com Legendre & Fortin (1989), indivíduos próximos no espaço são influenciados pelas mesmas condições locais. Além disso, o teste de Mantel aplicados com os dados limnológicos evidenciou que lagoas limnologicamente parecidas apresentavam populações de fitoflagelados também semelhantes, principalmente no período de chuva, no qual essa relação foi significativa (Chuva 2000, $r = 0,18$ e $P = 0,06$; Seca 2000, $r = 0,153$ e $P = 0,12$; Chuva 2001, $r = 0,315$ e $P = 0,006$; Seca

2001, $r = 0,06$ e $P = 0,29$). Dessa forma, ambos os resultados do teste de Mantel evidenciaram a importância do componente local na estrutura das populações de fitoflagelados das lagoas de inundação do rio Araguaia, principalmente no período de seca.

No ano de 2000, no período de águas baixas, 62,23% do biovolume total foi de fitoflagelados, enquanto que no período de águas altas os fitoflagelados representaram 76% do biovolume fitoplânctônico total. No período de águas baixas as lagoas apresentaram maiores valores de biovolume em relação ao período de águas altas (Fig. 2). Em ambas as fases do ciclo hidrológico, as Cryptophyceae apresentaram maiores biovolumes, seguidas de Euglenophyceae. No período de águas baixas, *Cryptomonas erosa*, *C. marsonii* e *C. obovata*, foram mais representativas, pois juntas obtiveram 86,76% do biovolume de fitoflagelados, enquanto que no período de águas altas *Cryptomonas erosa*, *C. marsonii*, *C. obovata*, *Euglena* sp. e *Strombomonas verrucosa* representaram juntas 76% do biovolume de fitoflagelados.

No ano de 2001, no período de águas baixas, 52,67% do biovolume total foi de fitoflagelados, enquanto que no período de águas altas 31,21% do biovolume total da comunidade fitoplânctônica foi representado por fitoflagelados, observando assim uma diminuição em relação aos valores de biovolume dos fitoflagelados do ano anterior. Assim como no ano de 2000, o período de águas baixas apresentou maiores biovolumes que o período de águas altas (Fig. 3). Pôde-se observar

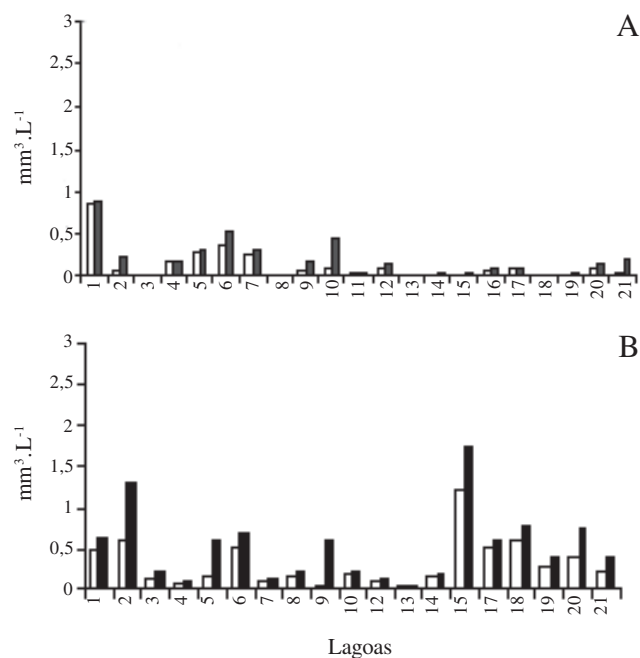


Figura 2. Valores de biovolume de fitoflagelados em relação ao biovolume total do fitoplâncton no ano de 2000, rio Araguaia, Brasil. Em (A) período de chuva e em (B) período de seca. (□ = Fitoflagelados; ■ = Fitoplâncton total).

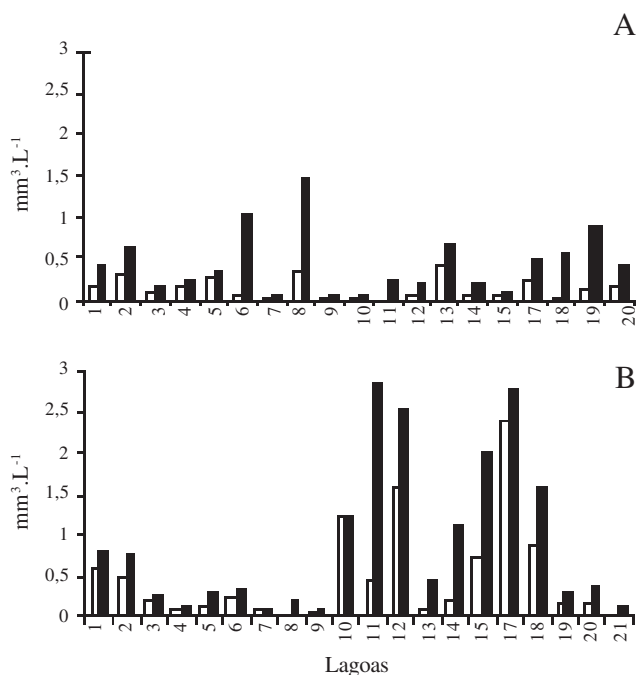


Figura 3. Valores de biovolume de fitoflagelados em relação ao biovolume total do fitoplâncton no ano de 2001, rio Araguaia, Brasil. Em (a) período de chuva e em (b) período de seca. (□ = Fitoflagelados; ■ = Fitoplâncton total).

também que no período de águas baixas, *Cryptomonas erosa*, *Euglena acus* e *Phacus triqueter*, representaram 82,29% do biovolume de fitoflagelados, enquanto que no período de águas altas *Cryptomonas erosa*, *C. marsonii*, *C. obovata*, *Euglena acus*, *Strombomonas verrucosa*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis*, representaram 93,06% do biovolume de fitoflagelados.

Os escores derivados da DCA (os dois primeiros eixos explicaram 32,6% da variabilidade total dos dados) para valores de biovolume das espécies do ano de 2000 e 2001 (Fig. 4) comprovaram que o biovolume de fitoflagelados das lagoas no período de seca não se diferenciou fortemente do biovolume no período chuvoso, e as lagoas assemelharam-se mais entre si no período de seca. Isso pode ser atribuída devido ao período de seca as lagoas apresentaram biovolume predominante de Cryptophyceae (*C. erosa* e *C. marsonii*), enquanto que nos meses de chuva algumas lagoas se caracterizaram por biovolume predominante de Euglenophyceae (*Euglena* sp. e *Strombomonas verrucosa*) e outras lagoas de Cryptophyceae. Outra evidência observada na DCA foi a diferença no biovolume de fitoflagelados entre os anos de 2000 e 2001, principalmente entre os períodos de seca, sugerindo a existência da variação interanual. Nas mesmas lagoas do rio Araguaia, as variáveis abióticas também apresentaram esse padrão de variabilidade interanual (Nabout *et al.* 2006).

As Cryptophyceae independeram de épocas do ano para formarem populações abundantes, mas da mistura da coluna d'água pelo vento ou a extensão de períodos de precipitação, revelando maior adaptabilidade às condições de mistura turbulenta da coluna d'água, elevadas concentrações de nutrientes e condições de baixa luminosidade (Klaveness 1988; Sommer 1981). Essas características ambientais influenciadas pelo pulso de inundações foram observadas nas lagoas de inundações do Araguaia, principalmente no período de chuva, como evidenciado por Nabout *et al.* (2006). No período de seca, as populações de Cryptophyceae foram mais abundantes, provavelmente devido à maior alcalinidade das águas e a baixa turbulência, e segundo Olrik (1994) as Cryptophyceae seriam caracterizadas por serem C-estrategistas. No período de chuva o aumento da disponibilidade de nutrientes provocados pelo pulso hidrológico favoreceu as Euglenophyceae juntamente com as Cryptophyceae. As Euglenophyceae são freqüentemente encontradas em águas ricas em matéria orgânica (Esteves 1998). Observou-se que os valores de sólidos totais em suspensão foram elevados na maioria das lagoas, principalmente em 2001 quando as Euglenophyceae foram mais representativas.

A análise das estratégias fitoplanctônicas (C, S, e R) e dos grupos funcionais fitoplanctônicos propostas por Reynolds *et al.* (2002) e Reynolds (2006), aplicada à comunidade fitoplanctônica das 21 lagoas do médio

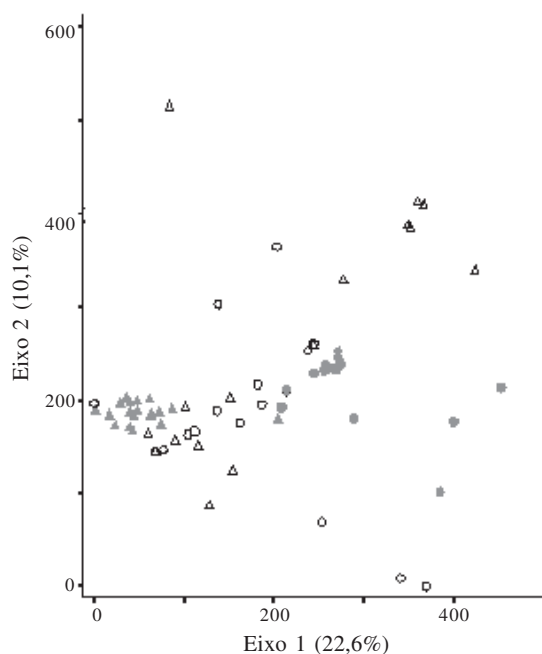


Figura 4. Escores derivados da DCA para as lagoas de acordo com os valores de biovolume das espécies de fitoflagelados, rio Araguaia, Brasil. (△ = Chuva 2000; ▲ = Seca 2000; ○ = Chuva 2001; ● = Seca 2001).

rio Araguaia, descreveu satisfatoriamente as condições dos sistemas. Nos anos de 2000 e 2001 as condições proporcionadas pelo pulso de inundação privilegiaram indivíduos nanoplactônicos, C-estrategistas. Dessa forma, dentre os grupos de fitoflagelados encontrados nas 21 lagoas de inundação de médio rio Araguaia, as *Cryptomonas* spp. parecem ser as que mais se beneficiaram com as condições limnológicas dessas lagoas, principalmente no período de seca de ambos os anos. Além disso, apesar do fraco padrão espacial, os fatores locais foram importantes para estrutura da comunidade de fitoflagelados.

Agradecimentos

Agradecemos a Dra. Mariângela Menezes (Museu Nacional - UFRJ), pela confirmação da identificação dos táxons; a SECTEC-GO, pelo financiamento desse projeto; ao CNPq, pela bolsa concedida à João C. Nabout (proc. 507274/2004-0); à Agência Ambiental de Goiás, pelo auxílio no trabalho de Campo; ao NUPELIA-UEM, pelo processamento das análises físicos-Químicas; aos dois revisores anônimos, pelas valiosas sugestões.

Referências bibliográficas

- Bailey, P.B. 1995. Understanding Large Rivers - Floodplain Ecosystems. **BioScience** **45**: 153-158.
- Braun, A. 1883. **Fragmenteiner Monographie der Characeen**. Abhandlungen der Akademie der K. Preussischen Akademie.
- Dias, I.C.A. & Sophia, M.G. 1994. Desmidiaceae, Oedogoniaceae e Zygnemaceae. Pp. 1-56 In: I.F.P. Campos; J.A. Rizzo & H.D. Pereira (eds.). **Flora dos Estados de Goiás e Tocantins**. Goiânia, Universidade Federal de Goiás.
- Edler, L. 1979. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea; phytoplankton and chlorophyll. **Baltic Marine Biology** **5**: 1-38
- Esteves, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrend correspondence analysis, an improved ordination technique. **Vegetatio** **42**: 47-58.
- Hillebrand, H.; Dürselen, C.D.; Kirschtel, D.; Pollinger, U. & Zohary, T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **Journal of Phycology** **35**: 403-424.
- Huszar, V.L.M. & Reynolds, C.S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brazil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia** **346**: 169-181.
- Huszar, V.L.M. 2000. Fitoplâncton In: R.L. Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro/Sociedade Brasileira de Limnologia.
- Huszar, V.L.M.; Silva, L.H. & Esteves, F. 1990. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do Baixo Rio Doce, Limhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **50**: 585-598.
- Ibañez, M.S.R. 1997. Phytoplankton biomass of a central Amazonian flood-plain lake. **Verhein International Verein Limnologie** **26**: 605-609.
- Ibañez, M.S.R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a Central Amazonian flood plain lake. **Hydrobiologia** **362**: 79-83.
- Junk, W.J. & Da Silva, C.J. 1995. Neotropical floodplains: A comparison between the Pantanal of Mato Grosso and the Large Amazonian river floodplains. Pp. 195-227. In: J.G. Tundisi; C.E. Bicudo & T. Matsamura-Tundisi (eds.). **Limnology in Brazil**. Brazilian Academy of Science, Brazilian Limnological Society.
- Junk, W.J.; Bailey, P.B. & Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: D. Dodge (ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. v.106. Canadian Special Publication Fishing and Aquatic Sciences.
- Klaveness, D. 1988. Ecology of the Cryptomonadida: a first review. In: C.D. Sandgren. **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Latrubsse E.M. & Stevaux J.C. 2002. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift für Geomorphologie** **129**: 109-127.
- Legendre, P. & Fortin, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetation** **80**: 107-138.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research** **27**: 209-220.
- McCune, B. & Mefford M.J. 1997. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 3.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Menezes, M.; Nascimento, E.P. & Fonseca, C.G. 1995. Euglenophyceae. In: I.F.P. Campos; J.A. Rizzo & H.D. Pereira (eds.). **Flora dos Estados de Goiás e Tocantins**. Goiânia, Universidade Federal de Goiás.
- Nabout, J.C.; Nogueira, I.S. & Oliveira, L.G. 2006. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. **Journal of Plankton Research** **28**: 181-193.
- Nabout, J.C.; Nogueira, I.S.; Oliveira, L.G. & Morais, R.R. 2007. Phytoplankton diversity (alpha, beta and gamma) from the Araguaia River tropical floodplain lakes (central Brazil) **Hydrobiologia** **575**: 455-461.
- Nabout, J.C. & Nogueira, I.S. 2007. Spatial and temporal dynamics of phytoplankton functional group in a blocked valley (Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** **19**: 305-314.
- Nascimento-Bessa, M.R.R.N. 1998. Características físico-químicas, coliformes e comunidade fitoplanctônica. In: M.R.R.N. Nascimento-Bessa (ed.). **Cumeeira do Brasil**. Mineiros. Fundação Parque das Emas/Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/Secretaria do Estado de Goiás de Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

- Nogueira, I.S.; Silva, K.D.; Nabout, J.C. & Bessa, M.R.R.N. 2002. Cyanobacterias potencialmente tóxicas em diferentes mananciais do Estado de Goiás, Brasil. Pp. 1-14. In: **Anais do X Congresso da Associação Portuguesa de Engenharia Sanitaria e Ambiental/Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Braga, Portugal.
- Oliveira, M.D. & Calheiros, D.F. 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia** **427**: 101-112.
- Olrik, K. 1994. **Phytoplankton Ecology – Determining factors for the distribution of phytoplankton in freshwater and the sea**. Copenhagen, Denmark.
- Reynolds, C.S. 1997. **Excellence in ecology: vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory**. Oldendorf, Germany.
- Reynolds, C.S. 2006. **Ecology of phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Reynolds, C.S.; Huszar, V.L.M.; Kruk, C.; Naselli-Flores, L. & Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research** **24**: 417-428.
- Sommer, U. 1981. The role of rand K selection in succession of phytoplankton in Lake Constance. **Acta Ecologica Generalis** **2**: 327-343.
- Train, S. & Rodrigues, L.C. 1998. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía River, in the upper Paraná River floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Hydrobiologia** **361**: 125-134.
- Train, S. & Rodrigues, L.C. 2003. Phytoplanktonic characterization and influence of the hydrosedimentological pulse of the upper Paraná river. Pp. 50-78. In: A.A. Agostinho; S.M. Thomaz & N.S. Hahn (eds.). **The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden, Netherlands.
- Train, S.; Oliveira, M.D. & Quevedo, M.T. 2000. Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (canal cortado) do Alto rio Paraná (PR, Brasil). **Acta Scientiarum** **22**: 389-395.
- Utermöhl H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie** **19**: 1-38.
- Vollenweider, R.A. 1974. **A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Enviroments**. Oxford, England.
- Van den Hoek, C.; Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2002. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in the lakes of the Paraná river floodplain (Argentina). **Hydrobiologia** **510**: 175-193.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2002. Structure and variation of the Paraguai River phytoplankton periods of its hydrological cycle. **Hydrobiologia** **472**: 177-196.