

ISE DE GORETH SILVA

**ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM AMBIENTES LACUSTRES DO
ESTADO DE RORAIMA, BRASIL**

Recife
2008

ISE DE GORETH SILVA

**ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM AMBIENTES LACUSTRES DO
ESTADO DE RORAIMA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção ao título de Doutor em Botânica.

Orientadora:

Dra. Ariadne do Nascimento Moura
Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Conselheira:

Dra. Maria do Carmo Bittencourt Oliveira
Universidade de São Paulo/ ESALQ

Recife
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

S586e Silva, Ise de Goreth
Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica
em ambientes lacustres do estado de Roraima – Brasil / Ise
de Goreth Silva. -- 2008.
92 f. : il.

Orientadora: Ariadne do Nascimento Moura
Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal
Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 589.4

1. Fitoplâncton
 2. Densidade
 3. Nictemeral
 4. Sazonal
 5. Lagos amazônicos
 6. Planície
 7. Inundação
- I. Moura, Ariadne do Nascimento.
II. Título

ISE DE GORETH SILVA

**ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM AMBIENTES LACUSTRES DO ESTADO DE
RORAIMA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Botânica (PPGB) da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como pré-requisito para
obtenção ao título de Doutor em Botânica.

Tese defendida e aprovada pela Banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Ariadne do Nascimento Moura - UFRPE
Presidente

Examinadores:

Dra. Enide Eskinazi Leça - UFRPE
Titular

Dr. José Zanon de Oliveira Passavante - UFPE
Titular

Dr. Naithirithi T. Chellappa - UFRN
Titular

Dr. Sérgio de Melo - INPA
Titular

Dra. Sigrid Neumann Leitão - UFPE
Titular

Data da Aprovação: 21 / 02 / 2008

Recife - 2008

*Aos meus pais, Ismael Silva e Odete
Gomes da Silva e aos meus irmãos e
irmãs pelo apoio, solidariedade e
incentivo nesta jornada.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro indispensável para realização deste trabalho e pela concessão da bolsa de doutorado, através do Programa de Qualificação Institucional (PQI).

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB), nas pessoas das ex-coordenadoras, Profa. Ariadne do N. Moura e Profa. Carmen S. Zickel, e ao atual coordenador Prof. Ulysses P. de Albuquerque, pelas facilidades concedidas no uso das suas instalações.

Ao Departamento de Biologia da Universidade Federal de Roraima, na pessoa da Profa. Lucília Pacobahyba, por ter permitido meu afastamento das atividades docente para realização do curso de doutorado.

À Profa. Ariadne do Nascimento Moura, pela orientação, sugestões e oportunidade de realização deste trabalho.

À Profa. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira, pela co-orientação.

Ao Prof. Marcos Vital, coordenador do PQI na instituição de origem (UFRR), pelo apoio e esforços indispensáveis para a realização deste trabalho.

À Profa. Enide Eskinazi Leça, exemplo de profissionalismo e ética, sempre presente com seu apoio, incentivo, sugestões e entusiasmo.

Ao Prof. José Zanon de O. Passavante, orientador sempre, pelos ensinamentos, amizade e pela leitura crítica de parte deste trabalho.

A@s Professor@s do Curso de Doutorado em Botânica, pelos ensinamentos e pelas palavras de conforto.

Ao Prof. Carlos Eduardo Freitas, amigo e companheiro, pelo apoio indispensável nas infinitas, mas agradáveis, horas de trabalho de campo.

Aos amigos Márcio Sena e Péricles de Araújo, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

A@s Professor@s do Departamento de Biologia da UFRR, por terem me substituído em minhas atividades docente durante meu afastamento.

À Margarida Clara da Silva, secretária do Curso de Pós-Graduação em Botânica, pela atenção e disposição em ajudar sempre.

Ao funcionário Manassés Araújo Silva (Seu Mano) por sua simpatia e presteza no decorrer do curso.

Ao Rubem Araújo, companheiro de todas as horas, pela prontidão e dedicação nos trabalhos de campo.

A@s amig@s de sempre: France Rodrigues, Gardênia Cabral, Luiza Câmara, Luiz Pessoni e Parmênio Citó, pelas palavras de carinho e incentivo nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Ao querido amigo Marcelo Alves, por sua disposição em sempre atender às minhas solicitações nos momentos mais críticos e, principalmente, pela amizade construída com base no respeito, carinho e admiração.

A@s coleg@s e amig@s do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas do PPGB: Arthur de Paula, Edson Júnior, Emanuel Cardoso, Ênio Wocyli, Helton Soriano, João da Silva, Micheline de Araújo, Péricles Ferraz e Silvana Dias, pela colaboração e convívio alegre, tornando os dias de trabalho verdadeiros momentos de pura descontração.

Às colegas e amigas de turma de doutorado, Elizamar Silva e Fátima Carvalho, pelo companheirismo e pelas palavras de incentivo e conforto.

Aos amigos Antônio Travassos e Giulliani de Lira, pela presença amiga nas horas de sufoco.

Ao Juarez Monteiro, companheiro de laboratório nas inúmeras análises químicas.

A@s amig@s Danielle Gomes, Douglas Burgos, Fátima Carvalho, Paula Regina, Roberta Sampaio e Suellen Brayner pelo carinho e pelos agradáveis almoços durante o curso.

A@s amig@s Ernani Neto, Juliana Ribeiro, Hugo Henrique, Manoel Messias, Marcelle Almeida, Márcio Martins, pela solidariedade e pelos momentos de alegrias e descontração, em especial ao Eric Beserra, por sua alegria, companheirismo e ajuda nos momentos finais deste trabalho.

À Elizabeth Bandeira Pedrosa, pela amizade e apoio durante nossa permanência em Recife.

A@s amig@s do Curso de Mestrado e Doutorado em Botânica, pelo estímulo e carinho demonstrados.

Enfim, a tod@s que direta ou indiretamente contribuíram para a finalização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 16

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 18

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 23

CAPÍTULO 1. Variação nictemeral e sazonal do fitoplâncton de um lago amazônico (lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil)

RESUMO 28

ABSTRACT 28

Introdução..... 29

Material e Métodos..... 30

 Área de estudo 30

 Metodologia..... 30

Resultados e discussão 32

Agradecimentos..... 38

Referências bibliográficas 38

CAPÍTULO 2. Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica de um ecossistema lacustre da planície de inundação do rio Branco, estado de Roraima, Brasil

ABSTRACT 56

RESUMO 57

Introdução..... 57

Área de estudo 58

Metodologia..... 59

Resultados..... 60

Discussão	64
Agradecimentos	66
Referências	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Manuscrito 1

- Figura 1. Variações mensais de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura do ar (°C), no período de janeiro de 2005 a outubro de 2006, no município de Boa Vista, estado de Roraima, Brasil. 44
- Figura 2. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L⁻¹) e temperatura (°C), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2005; B: temperatura da água no período chuvoso/2005; C: oxigênio dissolvido no período seco/2005 e D: temperatura da água no período seco/ 2005). 45
- Figura 3. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L⁻¹) e temperatura (°C), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2006; B: temperatura da água no período chuvoso/2006; C: oxigênio dissolvido no período seco/2006 e D: temperatura da água no período seco/2006). 46
- Figura 4. Variação nictemeral da densidade fitoplanctônica (ind.mL⁻¹), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: período chuvoso/2005, B: período seco/2005, C: período chuvoso/2006 e D: período seco/2006). 47
- Figura 5. Ordenação canônica (ACC) das unidades amostrais com base nas variáveis abióticas no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil. As unidades foram identificadas de acordo com os horários (12h; 16h; 20h; 00h; 06h; 04h; 08h; e 12h) e as profundidades (S=Superfície; M=Meio e F=Fundo). (Abreviações: Tem= Temperatura da água; pH=pH; O2=Oxigênio dissolvido; Tur=Turbidez; Cond. =Condutividade elétrica; NO3=Nitrato e PTD=Fósforo total dissolvido). (●= chuvoso 2005; Δ= seco 2005; ■=chuvoso 2006; ○=seco 2006). 48
- Figura 6. Ordenação canônica (ACC) das variáveis biológicas no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil. (Abreviações: Bte=*Botryococcus terribilis*; Csp =*Chlorococcum* sp; Cna=*Closterium navícula*; Cre=*Coelastrum reticulatum*; Cco=*Cosmarium contractum*; Cra=*Cylindrospermopsis raciborskii*; Mgr=*Monoraphidium griffithii*; Tem=*Merismopedia tenuissima*; Pma=*Pinnularia maior*; Ssc=*Sphaerocystis Schroeteri*; Sob=*Staurastrum boergesenii*; Snu=*Staurastrum nudibrachiatum*; Tsp=*Tabellaria* sp.). 49

Manuscrito 2

- Figura 1. Variações mensais de precipitação pluviométrica (mm) e de temperatura do ar (°C), no período de janeiro de 2005 a outubro de 2006, no município de Caracarái, estado de Roraima, Brasil. 71
- Figura 2. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L⁻¹) e temperatura (°C), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2005; B: temperatura da água no período chuvoso/2005; C: oxigênio dissolvido no período seco/2005 e D: temperatura da água no período seco/2005). 72
- Figura 3. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L⁻¹) e temperatura (°C), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2006; B: temperatura da água no período chuvoso/2006; C: oxigênio dissolvido no período seco/2006 e D: temperatura da água no período seco/2006). 73
- Figura 4. Variação nictemeral da densidade fitoplanctônica (ind.mL⁻¹), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: período chuvoso/2005, B: período seco/2005, C: período chuvoso/2006 e D: período seco/2006). 74
- Figura 5. Ordenação canônica (ACC) das unidades amostrais com base nas variáveis abióticas no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil. As unidades foram identificadas de acordo com os horários (12h; 16h; 20h; 00h; 06h; 04h; 08h; e 12h) e as profundidades (S=Superfície; M=Meio e F=Fundo). (Abreviações: Tem= Temperatura da água; pH=pH; O2=Oxigênio dissolvido; Tur=Turbidez; Cond. =Condutividade elétrica; NO3=Nitrato e PTD=Fósforo total dissolvido). (●= chuvoso 2005; Δ= seco 2005; ■=chuvoso 2006; ○=seco 2006). 75
- Figura 6. Ordenação canônica (ACC) das variáveis biológicas no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil. (Abreviações: Agr = *Aulocoseira granulata*; Aan = *Aulocoseira granulata* var. *angustissima*; Ahe = *Aulocoseira herzogii*; Aco = *Anabaena constricta*; Asp = *Aphanocapsa* sp; Dse = *Dinobryon sertularia*; Cls = *Closterium* sp; Cmi = *Chroococcus minor*; Cfe = *Crucigenia fenestrada*; Fit = Fitoflagelados; Klu = *Kirchneriella lunaris*; Lov = *Lepocinclis ovum*; Mva = *Melosira varians*; Tem = *Merismopedia tenuissima*; Mar = *Monoraphidium arcuatum*; Mct = *Monoraphidium contortum*; Mgr = *Monoraphidium griffithii*; Pes = *Peridinium* sp; Psp = *Phormidium* sp; Squ = *Scenedesmus quadricauda*; Ssc = *Sphaerocystis schroeteri*; Ssp = *Scenedesmus* sp; Tsp = *Tabellaria* sp). 76

LISTA DE TABELAS

Manuscrito 1

Tabela 1.	Variáveis abióticas, concentrações de nutrientes e índice de estado trófico (IET) no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerai (2005 e 2006) (S – Superfície; M – Meio e F – Fundo). * A coleta do período chuvoso/05 das 04h00minh foi realizada às 06h00minh.	50
Tabela 2.	Táxons fitoplanctônicos identificados no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerai (2005 e 2006) (C: período chuvoso; S: período seco; FO: frequência de ocorrência – MF: muito freqüente F: freqüente, PF: pouco freqüente e E: esporádico)..	51
Tabela 3.	Espécies abundantes e respectivas densidades totais (ind.mL ⁻¹) no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil, durante os períodos chuvoso e seco de 2005 e 2006.	52
Tabela 4.	Síntese dos resultados da análise de correspondência canônica (ACC) baseada nas variáveis abióticas e nas espécies abundantes no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil.	53
Tabela 5.	Coefficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas para os eixos 1 e 2 no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil.	54

Manuscrito 2

Tabela 1.	Variáveis abióticas, concentrações de nutrientes e índice de estado trófico (IET) no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerai (2005 e 2006) (S – Superfície; M – Meio e F – Fundo). * A coleta do período chuvoso/05 das 04h00minh foi realizada às 06h00minh.	77
Tabela 2.	Táxons fitoplanctônicos identificados no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerai (2005 e 2006) (C: período chuvoso; S: período seco; FO: frequência de ocorrência – MF: muito freqüente F: freqüente, PF: pouco freqüente e E: esporádico)..	78
Tabela 3.	Espécies abundantes e respectivas densidades totais (ind.mL ⁻¹) no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil, durante os períodos chuvoso e seco de 2005 e 2006.	79
Tabela 4.	Síntese dos resultados da análise de correspondência canônica (ACC) baseada nas variáveis abióticas e nas espécies abundantes no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil.	80
Tabela 5.	Coefficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas para os eixos 1 e 2 no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil.	81

Silva, Ise de Goreth; Dr^a; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2008; Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres do estado de Roraima, Brasil; Ariadne do Nascimento Moura; Maria do Carmo Bittencourt Oliveira.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar, em escala nictemeral e sazonal, a estrutura da comunidade fitoplanctônica e a influência das variáveis limnológicas sobre esta comunidade, em dois lagos amazônicos: lago Caracaranã (03°50'41" N e 59°46'52,1 W) e lago dos Reis (01°30'59,5" N e 61°15'50,4" W). Foram realizadas amostragens com frequência nictemerais, em intervalos de 4 horas, completando dois ciclos de 24 horas em dois períodos climatológicos distintos: período chuvoso (agosto e setembro/2005 e junho/2006) e período seco (dezembro/2005 e novembro/2006). As coletas foram feitas em uma estação central dos lagos, na subsuperfície (0,20 m), meio e aproximadamente 30 cm acima do fundo da coluna d'água, utilizando-se garrafa de van Dorn. As variáveis abióticas analisadas foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, nitrito, nitrato, fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato. A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em relação à composição e densidade. A relação entre as variáveis abióticas e a comunidade fitoplanctônica foi avaliada através da análise de correspondência canônica (ACC). O lago Caracaranã apresentou-se oxigenado com predomínio de perfil do tipo ortogrado, águas levemente ácidas, polimítico com estratificação diurna e circulação noturna durante o período chuvoso e camada homogênea no período seco e baixas concentrações de nutrientes caracterizando-o como um ambiente oligotrófico. Um total de 60 táxons foi identificado, com predomínio das desmídias (50% dos táxons). As espécies *Botryococcus terribilis* J. Komárek & P. Marvan e *Sphaerocystis shroeteri* Chodat apresentaram frequência de ocorrência de 92,86%. As variações nictemerais de densidades populacionais tenderam à formação de gradientes verticais com valores ligeiramente maiores na subsuperfície. Em relação à sazonalidade, as maiores densidades ocorreram no período chuvoso e as menores no período seco. O lago dos Reis apresentou águas com baixas concentrações de oxigênio e presença de perfil clinogrado, variando entre levemente ácidas a alcalinas, estratificadas no período diurno e homogêneas no período noturno e baixas concentrações de nutrientes. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 54 táxons, com predomínio das Chlorococcales (22 espécies). Reduzidas densidades fitoplanctônica ocorreram nos dois ciclos nictemerais, com acentuado gradiente vertical. As maiores

densidades foram registradas no período seco e as menores no chuvoso. O lago dos Reis apresenta características que permitem classificá-lo como um ambiente polimítico e oligotrófico. A análise de correspondência canônica mostrou que a variabilidade dos dados foi mais importante sazonalmente do que na escala nictemeral. Em síntese, conclui-se que as diferenças observadas na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica dos lagos estão relacionadas às características peculiares de cada um, tais como, baixas concentrações de oxigênio dissolvido, águas turvas, pH variando de levemente ácido a alcalino do lago dos Reis, contrastando com águas bem oxigenadas, alta transparência e pH levemente ácido do lago Caracaranã.

Palavras-chave: composição florística, densidade, ciclo nictemeral, lagos, estado de Roraima, Brasil.

Silva, Ise de Goreth; Dr^a; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2008; Estrutura e funcionamento da comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres do estado de Roraima, Brasil; Ariadne do Nascimento Moura; Maria do Carmo Bittencourt Oliveira.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the structure of the phytoplankton community on the nyctemeral and seasonal scales and the influence of limnological variables in two Amazon lakes: Caracaranã Lake (03°50'41" N and 59°46'52.1 W) and Lago dos Reis (01°30'59.5" N and 61°15'50.4" W). Sampling was performed with nyctemeral frequency in 4-hour intervals, completing two 24-hour cycles in two distinct climate periods: rainy season (August and September 2005 and June 2006) and dry season (December 2005 and November 2006). Collections were made at a central station in the lakes at the subsurface (0.20 m), middle and approximately 30 cm above the bottom of the water column, using a van Dorn bottle. The following abiotic variables were analyzed: temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, turbidity, total nitrogen, nitrate, total dissolved phosphorus and orthophosphate. The phytoplankton community was assessed with regard to composition and density. The relationship between the phytoplankton community and abiotic variables was assessed using canonical correspondence analysis. Caracaranã Lake proved oxygenated, with a predominance of an orthograde profile, slightly acidic, polymythic waters with diurnal stratification and nocturnal circulation during the rainy season and homogeneous layers during the dry season, with low concentrations of nutrients, characterizing an oligotrophic environment. A total of 60 taxa were identified, with a predominance of desmids (50% of the taxa). The species *Botryococcus terribilis* J. Komárek & P. Marvan e *Sphaerocystis shroeteri* Chodat had a 92.86% frequency of occurrence. The nyctemeral variations in population densities tended toward the formation of vertical gradients, with slightly higher values at the subsurface. Regarding seasonality, the greatest densities occurred in the rainy season and the lowest densities occurred in the dry season. Lago dos Reis had low concentrations of oxygen, a clinograde profile, waters ranging from slightly acidic to alkaline, stratified during the day and homogenous at night, with low concentrations of nutrients. The phytoplankton community was represented by 54 taxa, with a predominance of Chlorococcales (22 species). Small densities of phytoplankton occurred in both nyctemeral cycles, with an accentuated vertical gradient. The highest densities were recorded in the dry season and lowest densities were recorded in the wet season. Lago dos Reis exhibit characteristics that classify it as a

polymythic, oligotrophic environment. The canonical correspondence analysis demonstrated that the variability in the data was more important seasonally than on the nictemeral scale. It was concluded that differences found in the structure and dynamics of the phytoplankton communities are related to the particular characteristics of each lake, such as low concentrations of dissolved oxygen, turbid waters, pH ranging from slightly acidic to alkaline at Lago dos Reis, contrasting the well-oxygenated water, high transparency and slightly acid pH in Caracaranã Lake.

Key words: floristic composition, density, nictemeral cycle, lakes, state of Roraima, Brazil.

INTRODUÇÃO

A Região Amazônica é caracterizada por apresentar o maior sistema fluvial da Terra, constituída por um imenso número de rios, igarapés, cachoeiras e lagos que se formam pelo represamento de alguns rios. No que diz respeito ao estado de Roraima, este apresenta uma bacia hidrográfica com uma grande variedade de sistemas aquáticos continentais que se distinguem uns dos outros por apresentarem características físicas, químicas e biológicas bastante peculiares. Toda essa diversidade faz da região um ambiente com grande potencial para o desenvolvimento e aprofundamento dos estudos limnológicos.

Dentre estes ecossistemas, encontram-se as áreas alagáveis. Estas áreas são caracterizadas por apresentar suaves depressões, freqüentemente ocupadas por lagos e brejos. Estes lagos podem ocorrer em cabeceiras de drenagem, em ramos de primeira ordem, podendo alguns deles estar ligeiramente desligados dos canais de escoamento, que a partir deles estendem-se para jusante, sublinhados progressivamente por vegetação fina e alongada (Ab'Saber 1997).

A maioria desses lagos está localizada em depressões da Formação Boa Vista cujas bacias são geralmente de pequena dimensão e afastadas da influência de descargas fluviais de grande e médio porte, podendo ser originada pelo acúmulo de águas de chuva, neste caso, com caráter temporário; pelo afloramento do lençol freático ou pela drenagem de alguns igarapés. Estes lagos apresentam, geralmente, águas claras, podendo ser ocupados por várias espécies de macrófitas aquáticas, pela presença de depósitos de algas filamentosas ou podendo ser desprovidos de vegetação (Filho *et al.* 1997).

No estado de Roraima, embora se reconheça a importância dos sistemas lacustres como reservatórios de água para o abastecimento doméstico e lazer dos povos que habitam as savanas roraimenses, como áreas de produção de peixes, além da beleza paisagística que estes ecossistemas proporcionam, sua existência está sendo comprometida a cada dia por grandes interferências antrópicas, tais como, aterros para fins imobiliários, contaminação de suas águas por carga agrícola difusa, que têm levado à degradação paisagística da região e à perda da diversidade biológica.

Conhecer e avaliar a biodiversidade destes ambientes é, portanto, uma atitude necessária e urgente, haja vista que nenhum estudo desta natureza foi realizado nestes ambientes.

Segundo Nogueira & Couto (2004), a amostragem limnológica em áreas sazonalmente inundáveis é bem mais complexa, pois tanto o aspecto espacial quanto o temporal têm importância decisiva para a dinâmica de funcionamento do sistema.

A comunidade algal é considerada como um bom indicador das mudanças que ocorrem em um ambiente aquático, devido às suas respostas rápidas e a intervalos de tempo curto, principalmente no que diz respeito aos processos reprodutivos. Neste sentido, o conhecimento da estrutura e funcionamento dessas comunidades, assim como sua interação com o meio físico, tornam-se essenciais para o entendimento do comportamento desses ambientes, visando à utilização sustentável de seus recursos e ao acesso às gerações futuras.

A grande variabilidade temporal e espacial da estrutura e função da comunidade fitoplanctônica assume relevante papel em estudos sobre a dinâmica de ecossistemas aquáticos, sendo que suas flutuações podem adquirir caráter preditivo sobre as possíveis mudanças do meio onde vivem (Huszar 2000).

Segundo Tundisi (1999), o desenvolvimento econômico e social de qualquer país está fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de conservação e proteção dos recursos hídricos. O estado de Roraima, como já mencionado, é privilegiado em sistemas hídricos, entretanto, nas últimas décadas, devido ao rápido crescimento populacional, alguns corpos de água começam a apresentar sinais de alterações em suas características, comprometendo a qualidade e quantidade de suas águas. Neste sentido, desenvolver estudos que visem contribuir para implementação de instrumentos de gestão destes recursos hídricos faz-se necessário, principalmente devido ao valor ecológico, genético, paisagístico, e, acima de tudo, social, cultural e econômico que representam para o Estado.

Dessa forma, este trabalho objetivou analisar a estrutura e a dinâmica espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica, em amostragens nictemerais, em ambientes lacustres no estado de Roraima relacionando-as às variáveis físicas e químicas da água.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos taxonômicos e ecológicos sobre a comunidade fitoplanctônica em áreas alagáveis, mais precisamente em lagos de planície de inundação e outros lagos naturais, são considerados recentes.

O conhecimento da flora fitoplanctônica nesses ambientes, nos últimos dez anos, está contido nos seguintes trabalhos: Izaguirre *et al.* (2001), Takano *et al.* (2001), Maberly *et al.* (2002), Komárková & Tavera (2003), Rodrigo *et al.* (2003), Domitrovic (2003), Schagerl & Oduor (2003), Kangurt *et al.* (2003), Roozen *et al.* (2003), Schemel *et al.* (2004), Walks & Cyr (2004) e Pinilla (2006). Estes trabalhos foram realizados em planície de inundação das bacias hidrográficas de alguns rios da Argentina, México, Estados Unidos, Espanha, Japão, Colômbia, dentre outras.

A temática abordada nestes trabalhos se refere, principalmente, à estrutura e à dinâmica da comunidade fitoplanctônica, enfocando os principais efeitos da variação do nível da água como fator preponderante na composição e funcionamento dessas comunidades. Ela enfoca, também, a influência do padrão sazonal sobre o comportamento ecológico dos lagos, uma vez que as concentrações de nutrientes, oxigênio, e outras variáveis limnológicas, podem também ser afetadas pela flutuação do nível da água.

Os resultados desses estudos referentes à composição fitoplanctônica demonstram que Cyanobacterias e Chlorophyta constituem grupos importantes nesses ambientes, sendo muitas vezes grupos dominantes.

Estudos sobre a ecologia da comunidade fitoplanctônica, nos últimos dez anos, em lagos de planície de inundação e outros lagos naturais brasileiros ainda são poucos, se comparados a outros ecossistemas aquáticos continentais.

Barbosa *et al.* (1995), em uma resenha realizada sobre publicações que enfocam estudos sobre a comunidade fitoplanctônica no Brasil, mostram que de 79 publicações, 11 dizem respeito a lagos naturais (lagos de várzea). A revisão de literatura sobre as pesquisas da estrutura da comunidade fitoplanctônica em ecossistemas continentais, realizada por Huszar & Giani (2004), comprova os poucos trabalhos sobre lagos de inundação e outros lagos naturais, principalmente os localizados na região Norte.

Os estudos abordando aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica no Brasil iniciaram com as pesquisas de Braun (1952), em lagos de várzeas da bacia do rio Tapajós, onde foi descrito o fitoplâncton de quatro lagos de águas claras (Mureta, Caxambu,

Jurucuí e Salgado). O grupo das desmídias dominou nesses ambientes, com distribuição nas camadas mais profundas dos lagos (Barbosa *et al.* 1995).

Um considerável aumento dos trabalhos ocorreu durante os anos 90 (36 trabalhos). Muitos destes foram realizados nos lagos naturais da bacia do Vale do Rio Doce, região sudeste do Brasil, na planície de inundação do rio Araguaia, na planície de inundação do Pantanal Matogrossense e nos lagos de várzea e de inundação da região amazônica (Espíndola *et al.* 1996; Reynolds 1997; Tundisi *et al.* 1997; Oliveira & Calheiros 2000; Nabout *et al.* 2006).

Na lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Espíndola *et al.* (1996) verificaram o efeito da flutuação do nível da água sobre a dinâmica da comunidade fitoplanctônica. A densidade fitoplanctônica foi maior no período de águas baixas e menores quando o ambiente encontrava-se no nível de águas altas, principalmente, como consequência da disponibilidade de nutrientes e luz que também são influenciados pela variação no nível de água.

Os estudos desenvolvidos nos lagos naturais do trecho médio da bacia do Rio Doce-MG enfocam aspectos da qualidade física, química e biológica das águas, inventários da biodiversidade, estimativas da produtividade primária do fitoplâncton e bacterioplâncton a intervalos sazonais e /ou mensais (Barbosa *et al.* 2005). Essas pesquisas indicam que os lagos são oligotróficos e mesotróficos, conforme as estações do ano (seca ou chuva) e variações diurnas (24 horas). São, em sua maioria, monomíticos quentes, estratificados entre setembro e abril e isotérmicos de maio a agosto.

Em relação à diversidade algal, estudos realizados no período de 2000 a 2003 registram a ocorrência de 225 espécies nesses lagos (Barbosa *et al.* 2005).

Estudos limnológicos realizados no lago Dom Helvécio, localizado no Parque Florestal do Vale do Rio Doce, caracterizam-no como um ambiente estratificado (setembro a março) e isotérmico (junho e julho). Esse padrão de estratificação classifica-o como um ecossistema monomítico quente, hipolímnio anóxico no período de estratificação e epilímnio com elevadas concentrações de oxigênio dissolvido (Matsumura-Tundisi & Tundisi 1995; Henry 1995).

Petrucio & Barbosa (2004) avaliaram as taxas de produtividade bacterioplanctônica e fitoplanctônica de quatro lagos do trecho médio da bacia do Vale do Rio Doce: Dom Helvécio, Amarela, Carioca e Águas Claras. Os resultados evidenciam uma nítida estratificação térmica e química nesses ambientes durante o período chuvoso (janeiro), com valores baixos nas camadas mais profundas. Em relação às taxas de produtividade, os lagos apresentam taxas variando de baixas (lago Dom Helvécio) a altas (lagos Carioca, Amarela).

Lopes *et al.* (2005) realizaram estudos em curto intervalo de tempo em um pequeno e oligotrófico reservatório situado na Reserva Biológica Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP). Foram identificados 120 táxons de algas distribuídos entre as Classes Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Cyanophyceae, Zygnemaphyceae. Chlorophyceae foi a classe melhor representada, com 39 espécies. Os autores observaram a ocorrência de estratificação térmica temporária e circulação noturna no período seco e no período chuvoso uma estratificação mais estável e sem circulação noturna, exceto no 7º dia de amostragem.

Barros *et al.* (2006) desenvolveram estudos no lago Dom Helvécio, focalizando a estrutura de tamanho do fitoplâncton e sua relação com as variações sazonais. Os autores constataram diferenças na distribuição das classes de tamanho em relação às condições de estabilidade térmica da coluna d'água. Em condições de estratificação, há predomínio de nano e ultraplâncton e, quando a coluna d'água se apresentava totalmente misturada, os grupos que dominavam eram o microplâncton e o plâncton de rede.

Nabout *et al.* (2006) estudaram a comunidade fitoplanctônica de 21 lagos da planície de inundação do rio Araguaia. Foram identificadas 292 espécies de algas, sendo Chlorophyceae o grupo dominante com 106 espécies. Em relação ao biovolume, os maiores valores ocorreram no período de águas baixas e menores no período de águas altas.

Estudos ecológicos sobre comunidades fitoplanctônicas em lagos de planície de inundação e outros lagos naturais na Amazônia legal brasileira ainda são escassos, considerando-se a importância desses ambientes para tal região. Estudos abordando a taxonomia do fitoplâncton, nesses ecossistemas, foram realizados por Menezes *et al.* (1995), Huszar (1996a), Sophia & Dias (1996), Sophia & Huszar (1996), Kristiansen & Menezes (1998), Keppeler *et al.* (1999a, 1999b), e Lopes & Bicudo (2003). Os resultados desses estudos demonstram que em águas amazônicas Chlorophyta representa um importante grupo na flora ficológica, tendo as Desmidiaceae como as mais representativas, isto em função das características ácidas que as águas dos ecossistemas amazônicos apresentam.

Trabalhos enfocando ecologia do fitoplâncton, com avaliações da biomassa, densidade, produção primária e variáveis hidrológicas, foram desenvolvidos por Huszar (1996b), Huszar & Reynolds (1997), Huszar *et al.* (1998), Ibañez (1998), Kristiansen & Menezes (1998), Huszar (2000), Dellamano-Oliveira *et al.* (2003). Os resultados desses estudos evidenciam que os padrões temporais e espaciais da estrutura da comunidade fitoplanctônica podem ser influenciados pelo pulso hidrológico. Em relação à densidade e à biomassa fitoplanctônica, as desmídias desempenham importante papel nesses ambientes

aquáticos, confirmando mais uma vez a importância desse grupo de algas em águas amazônicas.

Estudos ficológicos, onde são fornecidas listagens de espécies, foram feitos por Huszar (1996b), Ibañez (1998) e Melo *et al.* (2004). As espécies pertencem a diversos grupos de algas, tais como, Cyanophyta, Chlorophyta (Zygnemaphyceae), Bacillariophyta, Xanthophyta, Chrysophyta, Dinophyta e Euglenophyta.

Dellamano-Oliveira *et al.* (2003) concluíram que a dinâmica e a estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa do Caçó (MA) são determinadas pelo regime climatológico, com predomínio quantitativo das Chlorophyta no período chuvoso e das Cianobacterias no período de seca. Em relação às variáveis limnológicas, estas apresentaram distribuição espacial homogênea.

Dentre os sistemas lacustres de planície de inundação na Amazônia brasileira intensivamente investigado até o momento, nos aspectos limnológicos e na estrutura da comunidade fitoplanctônica, encontra-se o Lago Batata (PA). O trabalho desenvolvido nesse ambiente é pioneiro, gerando ampla gama de informações sobre variáveis limnológicas e nutrientes (Panosso & Kubrusly 2000; Guenther & Bozelli 2004), fitoplâncton (Huszar 1996a; 1996b; 2000), produção primária do fitoplâncton (Roland 2000), zooplâncton (Bozelli 2000), bacterioplâncton (Anesio 2000), enfim, informações ecológicas sobre o lago. No que diz respeito ao fitoplâncton este é composto por representantes de Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Euglenophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyceae, Xantophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae, com Chlorophyta como grupo dominante.

Melo *et al.* (2004) estudaram a comunidade fitoplanctônica do lago Batata e lago Mussurá, dois lagos da planície de inundação do rio Trombetas (PA), no período de águas altas com amostragens nictemerais. As densidades populacionais fitoplanctônica no lago Batata foram reduzidas e apresentaram-se distribuídas verticalmente estratificadas durante o período diurno e distribuição homogênea no período noturno até ao amanhecer. Enquanto que no lago Mussurá, as densidades populacionais estiveram concentradas nas camadas mais superficiais e foram maiores do que as do lago Batata. Os autores também relataram que a diferença no comportamento nictemeral entre as comunidades fitoplanctônicas nos dois lagos se deu em função das diferenças hidrográficas e hidrológicas da região.

Esteves *et al.* (1994), investigando o metabolismo de dois lagos da planície de inundação do rio Trombetas (PA) através de amostragens nictemerais, concluíram que o comportamento térmico determinou a variação diária das demais variáveis analisadas, com distribuição vertical homogênea no lago Batata e estratificada no lago Mussurá. As concentrações de clorofila *a* foram menor no lago Batata.

Estudos ecológicos da comunidade algal para ambientes aquáticos no estado de Roraima iniciaram-se com Gomes (dados não publicados), com o objetivo de avaliar a estrutura da comunidade ficoperifítica em dois ambientes lóticos no Município de Boa Vista, durante um ciclo sazonal. Segundo a autora, as modificações populacionais que ocorreram nos sistemas estudados foram em função de precipitação pluviométrica, ocasionando elevação do nível da água e, conseqüentemente, alterações na estrutura da comunidade. A flora perifítica está representada por fitoflagelados, diatomáceas, algas verdes, algas azuis e outros grupos, tendo os fitoflagelados e as diatomáceas as maiores densidades relativas durante o período do estudo.

Até o momento, observa-se a necessidade de mais informações sobre os sistemas lacustres de planície de inundação e outros lagos naturais do estado de Roraima, necessitando, portanto, de estudos que contribuam para o conhecimento de suas características físicas, químicas e biológicas. Entende-se, ainda, que estas informações possam contribuir em ações de conservação e preservação desses recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'saber, A.N. 1997. A formação Boa Vista: o significado geomorfológico e geoecológico no contexto do relevo de Roraima. Pp. 267-293. In: R.I. Barbosa; E.J.G. Ferreira & E.G. Castellón (eds.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus, INPA.
- Anesio, A.M. 2000. Bacterioplâncton. Pp. 75-88. In: R.L. Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Barbosa, F.A.R.; Bicudo, C.E. de M. & Huszar, V.L. de M. 1995. Phytoplankton studies in Brazil: Community structure variation and diversity. Pp. 19-36. In: J.G. Tundisi; C.E. de M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, ABC/SBL.
- Barbosa, F.A.R.; Maia-Barbosa, P.M.; Rietzles, A.C.; Garcia, F.C. & Brito, S.L. 2005. O Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração e a Atuação da UFMG e Seus Parceiros em uma Proposta de Integração do Conhecimento para a Tomada de Decisões no Trecho Médio da Bacia do Rio Doce, MG. Pp. 103-114. In: F. Roland; D. César & M. Marinho (eds.). **Lições de Limnologia**. São Carlos, RIMA.
- Barros, C.F.A.; Souza, M.B.G. & Barbosa, F.A.R. 2006. Seasonal mechanisms driving phytoplankton size structure in a tropical deep lake (Dom Helvécio Lake, South-East Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 18(1):55-66.
- Bozelli, R. L. 2000. Zooplâncton. Pp. 75-88. In: R.L.Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Dellamano-Oliveira, M.J.; Senna, P.A.C.; Taniguchi, G.M. 2003. Limnological characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caçô-Pond, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Tecnology** 46(4): 641-651.
- Domitrovic, Y.Z. 2003. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná River floodplain (Argentina). **Hydrobiologia** 510: 175-193.
- Espíndola, E.G.; Matsumura-Tundisi, T. & Moreno, I.D. 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia** 8 :13-37.
- Esteves, F.A.; Thomaz, S.M. & Roland, F. 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on study of diel variation. **Amazoniana** 13(1/2): 33-46.
- Filho, F.S.; Turcq, B.; Filho, A.C. & Souza, A.G. de. 1997. Registros sedimentares de lagos e brejos dos campos de Roraima: implicações paleoambientais ao longo do Holoceno. Pp. 295-305. In: R.I. Barbosa; E.J.G. Ferreira & E.G. Castellón (eds.). **Homem, Ambiente e Ecologia do Estado de Roraima**. Manaus, INPA.
- Guenther, M. & Bozelli, R. 2004. Effects of inorganic turbidity on the phytoplankton of an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. **Hydrobiologia** 511: 151-159.

- Henry, R. 1995. The thermal structure of some Lakes and Reservoirs in Brazil. Pp. 351- 363. In: J.G. Tundisi; C.E. de M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, ABC/SBL.
- Huszar, V.L.M. 1996a. Floristic composition and biogeographical aspects of phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Pará, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 8: 127-136.
- Huszar, V.L.M. 1996b. Planktonic algae other than desmids, of three Amazonian Systems Lake (Lake Batata, Lake Mussurá and Trombetas River), Pará, Brazil. **Amazoniana** 14 (1/2): 37-73.
- Huszar, V.L.M. 2000. Fitoplâncton. Pp. 91-104. In: R.L. Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Huszar, V.L.M. & Giani, A. 2004. Amostragens da Comunidade Fitoplanctônica em Águas Continentais: Reconhecimento de Padrões Espaciais e Temporais. Pp.133-147. In: C.E. de M. Bicudo & D. de C. Bicudo (eds.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos, RIMA.
- Huszar, V.L.M. & Reynolds, C.S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Pará, Brazil): responses to gradual environmental change. **Hydrobiologia** 346: 169-181.
- Huszar, V.L.M.; Silva, L.H.S.; Domingos, P.; Marinho, M. & Melo, S. 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. **Hydrobiologia** 369/370: 59-71.
- Ibañez, M.S.R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. **Hydrobiologia** 362: 78-83.
- Izaguirre, I.; O'farrell, I. & Tell, G. 2001. Variation in phytoplankton composition and limnological features in a water-water ecotone of the Lower Paraná Basin (Argentina). **Freshwater Biology** 46: 63-74.
- Kangur, K.; Mols, T.; Milius, A. & Laugaste, R. 2003. Phytoplankton response to changed nutrient level in Lake Peipsi (Estonia) in 1992-2001. **Hydrobiologia** 506-509: 265-272
- Keppeler, E.C.; Lopes, M.R.M & Lima, C.S. 1999a. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco-Acre, I: Euglenophyceae. **Revista Brasileira de Biologia** 59(4): 679-686.
- Keppeler, E.C.; Lopes, M.R.M & Lima, C.S. 1999b. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco-Acre, II: Chlorophyta. **Revista Brasileira de Biologia** 59(4): 687-691
- Komárková, J. & Tavera, R. 2003. Steady state of phytoplankton assemblage in the tropical Lake Catemaco (Mexico). **Hydrobiologia** 502:187-196.
- Kristiansen, J & Menezes, M. 1998. Silica-scaled Chrysophytes from an Amazonian floodplain lake, Mussará Lake, northern Brazil. **Algological Studies** 90: 97-118.
- Lopes, M.R.M & Bicudo, C.E. de M. 2003. Desmidioflórula de um lago da planície de inundação do Rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica** 33(2) 167-212.

- Lopes, M.R.M.; Bicudo, C.E. de M. & Ferragut, M.C. 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia** **542**: 235-247.
- Maberly, S.C.; King, L.; Dent, M.M.; Jones, R.I. & Gibson, C.E. 2002. Nutrient limitation of phytoplankton and periphyton growth in upland lakes. **Freshwater Biology** **47**: 2136-2152.
- Matsumura-Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 1995. Limnology of a warm monomictic Lake at Rio Doce Forest Park (Lake Dom Helvecio, MG, Eastern Brazil). Pp. 245-255. In: J.G. Tundisi; C.E. de M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, ABC/SBL.
- Melo, S.; Huszar, V.L.M.; Roland, F.; Esteves, F.A. & Bozelli, R. 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussurá Lake, Pará-Brasil) with different mixing regimes. **Amazoniana** **18**(1/2): 1-10.
- Menezes, M.; Fonseca, C.G & Nascimento, E.P. do. 1995. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintins, Estado do Amazonas, Brasil: Euglenophyceae e Dinophyceae. **Hoehnea** **22**(1/2): 1-15.
- 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**(2): 181-193.
- Nogueira, F. & Couto, E.G. 2004. Amostragem em planícies de inundação. Pp. 281-293. In: C.E. de M. Bicudo & D. de C. Bicudo (eds.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos, RIMA.
- Oliveira, M.D. de & Calheiros, D.F. 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia** **427**: 101-112.
- Panosso, R. & Kubrusly, L. 2000. Avaliação espacial e temporal das variáveis limnológicas básicas e nutrientes. Pp. 57-71. In: R.L. Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Petrucio, M.M. & Barbosa, F.A.R. 2004. Diel variations of phytoplankton and bacterioplankton production rates in four tropical lakes in the middle Rio Doce basin (southeastern Brazil). **Hydrobiologia** **513**: 71-76.
- Pinilla, G.A. 2006. Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá). **Hydrobiologia** **79**:90.
- Reynolds, C.S. 1997. On the vertical distribution of phytoplankton in the Middle Rio Doce vale Lakes. Pp. 227-241. In: J.G. Tundisi & Y. Saijo (eds.). **Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil**. Brazilian Academy of Sciences, University of S. Paulo School of Engineering at S. Carlos, Center for Water Resources and Applied Ecology.
- Rodrigo, M.A.; Rojo, C. & Armengo, L.X. 2003. Plankton biodiversity in a landscape of shallow water bodies (Mediterranean coast, Spain). **Hydrobiologia** **506-509**: 317-326.

- Roland, F. 2000. Produção primária fitoplanctônica. Pp. 107-117. In: R.L Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Roozen, F.C.J.M.; Van Geest, G.J.; Ibelings, B. W.; Roijackers, R.; Scheffer, M. & Buijse, A.D. 2003. Lake age and water level affect the turbidity of floodplain lakes along the lower Rhine. **Freshwater Biology** **48**: 519-531.
- Schagerl, M. & Oduor, S.O. 2003. On the limnology of Lake Baringo (Kenya): II. Pelagic primary production and algal composition of Lake Baringo, Kenya. **Hydrobiologia** **506-509**: 297-303.
- Schemel, L.E.; Sommer, T.R.; Muller-Solger, A.B. & Harrell, W. 2004. Hydrologic variability, water chemistry, and phytoplankton biomass in a large floodplain of the Sacramento River, CA, USA. **Hydrobiologia** **513**:129-139.
- Sophia, M.G & Dias, I.C. A. 1996. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintins, Estado do Amazonas, Brasil: Oedogoniophyceae. **Hoehnia** **23**(2): 59-80.
- Sophia, M.G. & Huszar. V.L.M. 1996. Planktonic desmids of three Amazonian systems (Lake Batata, Lake Mussurá and Trombetas river), Pará, Brazil. **Amazoniana** **14**(1/2):75-90.
- Takano, K.; Ishikawa, Y.; Mikami, H.; Ban, S.; Yoshida, T.; Aono, T.; Imada, K.; Yasutomi, R.; Takeuchi & K.; Hino, S. 2001. Analysis of the change in dominant phytoplankton species in unstratified Lake Oshima-Onuma estimated by a bottle incubation experiment. **Limnology** **2**: 29-35.
- Tundisi, J.G.; Saijo, Y., Henry, R. & Nakamoto, N. 1997. Primary productivity, phytoplankton biomass and light photosynthesis responses in four lakes. Pp. 199- 225. In: J.G Tundisi & Y Saijo (eds.). **Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil**. Brazilian Academy of Sciences, University of S. Paulo School of Engineering at S. Carlos, Center for Water Resources and Applied Ecology.
- Tundisi, J.G.1999. **Limnologia no século XXI: perspectiva e desafios**. São Paulo, IIE, 24p.
- Walks, D.J. & Cyr, H. 2004. Movement of plankton through lake-stream systems. **Freshwater Biology** **49**: 745-759.

CAPÍTULO 1

VARIAÇÃO NICTEMERAL E SAZONAL DO FITOPLÂNCTON DE UM LAGO AMAZÔNICO (LAGO CARACARANÃ, ESTADO DE RORAIMA, BRASIL)

Manuscrito a ser submetido à revista *Acta Botanica Brasilica*.

Variação nictemeral e sazonal do fitoplâncton de um lago amazônico (lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil)

Ise de Goreth Silva^{1,4} Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira² e Ariadne do Nascimento Moura³

RESUMO – (Variação nictemeral e sazonal do fitoplâncton de um lago amazônico (lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil). O objetivo deste trabalho foi analisar, em escala nictemeral e sazonal, a estrutura da comunidade fitoplanctônica no lago Caracaranã, estado de Roraima (03°50'41" N e 59°46'52,1 W). Foram realizadas amostragens em período chuvoso (agosto/05 e junho/06) e período seco (dezembro/05 e novembro//06) contemplando dois ciclos nictemerai em uma estação central do lago, na subsuperfície (0,20 m), meio e aproximadamente 30 cm acima do fundo da coluna d'água, utilizando-se garrafa de van Dorn. Foram analisadas as seguintes variáveis abióticas: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, nitrito, nitrato, fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato. A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em relação à composição e densidade. A relação entre as variáveis abióticas e a comunidade fitoplanctônica foi avaliada através da análise de correspondência canônica (ACC). O sistema apresentou-se oxigenado com predomínio de perfil do tipo ortogrado, águas levemente ácidas, polimítico com estratificação diurna e circulação noturna durante o período chuvoso e camada homogênea no período seco e baixas concentrações de nutrientes. Um total de 60 táxons foi identificado, com predomínio das desmídias (50% dos táxons). As espécies *Botryococcus terribilis* J. Komárek & P. Marvan e *Sphaerocystis shroeteri* Chodat apresentaram frequência de ocorrência de 92,86%. As densidades populacionais tenderam à formação de gradientes verticais com valores ligeiramente maiores na subsuperfície. Em relação à sazonalidade, as maiores densidades ocorreram no período chuvoso e as menores no período seco. O lago Caracaranã pode ser classificado como um sistema oligotrófico, considerando as reduzidas densidades populacionais. Isto pode ser confirmado pelas baixas concentrações de nutrientes verificadas durante os dois ciclos nictemerai.

Palavras-chave: composição florística, densidade, fitoplâncton, ciclo nictemeral, lago, estado de Roraima, Brasil.

ABSTRACT – (Nyctemeral and seasonal variation of phytoplankton in an Amazonian lake (Caracaranã Lake, state of Roraima, Brazil). The aim of the present study was to perform a nyctemeral and seasonal analysis of the structure of the phytoplankton community in Caracaranã Lake, state of Roraima (03°50'41" N and 59°46'52.1 W), Brazil. Samples were collected in the rainy season (August 2005 and June 2006) and dry season (December 2005 and November 2006), encompassing the two nyctemeral cycles in at a central station of the lake at the subsurface (0.20 m), middle and approximately 30 cm above the bottom of the water column, using a van Dorn bottle. The following abiotic variables were analyzed: temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, turbidity, total nitrogen, nitrate, total dissolved phosphorus and orthophosphate. The phytoplankton community was assessed with regard to composition, density and biomass (chlorophyll *a*). The relationship between the phytoplankton community and abiotic variables was assessed using canonical correspondence analysis (CCA). The system proved oxygenated, with a predominance of an orthograde profile, slightly acidic, polymythic waters with diurnal stratification and nocturnal circulation during the rainy season and homogeneous layers during the dry season, with low concentrations of nutrients. A total of 60 taxa were identified, with a predominance of desmids (50% of the taxa). The species *Botryococcus terribilis* J. Komárek & P.

¹ Universidade Federal de Roraima, Departamento de Biologia, Av. Ene Garcez, 2413, Aeroporto, 69304-000 Boa Vista, RR, Brasil;

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Pádua Dias, 11, C. Postal 9, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil;

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Área de Botânica, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, 52171-030 Recife, PE, Brasil;

⁴ Autor para correspondência: isegoreth@yahoo.com.br

Marvan e *Sphaerocystis shroeteri* Chodat had a 92.86% frequency of occurrence. Population densities tended toward the formation of vertical gradients, with slightly higher values at the subsurface. Regarding seasonality, the greatest densities occurred in the rainy season and the lowest densities occurred in the dry season. Caracaranã Lake can be classified as an oligotrophic system, considering the low population densities and concentrations of phytoplankton biomass. This is confirmed by the low concentrations of nutrients found during both nyctemeral cycles.

Key words: floristic composition, density, phytoplankton, nyctemeral cycle, lake, state of Roraima, Brazil.

Introdução

O estado de Roraima apresenta uma bacia hidrográfica com uma grande variedade de sistemas aquáticos continentais que se distinguem uns dos outros por apresentarem características físicas, químicas e biológicas bastante peculiares. Toda essa diversidade faz da região um ambiente com grande potencial para o desenvolvimento e aprofundamento dos estudos limnológicos da Região Amazônica.

Dentre estes, encontram-se os sistemas lacustres situados nas áreas de savanas na região nordeste de Roraima. A maioria desses lagos está localizada em depressões da Formação Boa Vista, cujas bacias são, geralmente, de pequena dimensão e afastadas da influência de descargas fluviais de grande e médio porte (Filho *et al.* 1997).

Tundisi *et al.* (2006) referem-se a lagos naturais como sendo sistemas aquáticos naturais não conectados a um rio e que têm seu funcionamento a partir de funções de força climatológicas, sem interferência de entradas de energia e material oriundos do rio.

No estado de Roraima, embora se reconheça à importância dos sistemas lacustres como reservatórios de água para o abastecimento doméstico e áreas de recreação e lazer da população que habita as savanas roraimenses, além da beleza paisagística que estes ecossistemas proporcionam, sua existência está sendo comprometida a cada dia por grandes interferências antrópicas, tais como, aterros para fins imobiliários, contaminação de suas águas por efluentes produzidos principalmente por esgotos domésticos, resultando no comprometimento da qualidade e quantidade de suas águas e, futuramente, à perda da biodiversidade e à degradação paisagística da região.

Muitos critérios têm sido utilizados nas avaliações da qualidade da água de um sistema aquático entre os quais, a comunidade fitoplanctônica tem merecido especial atenção e uma das razões, é que a grande variabilidade temporal e espacial da estrutura e função da comunidade fitoplanctônica assume relevante papel em estudos sobre a dinâmica de ecossistemas aquáticos, sendo que suas flutuações podem adquirir caráter preditivo sobre as possíveis mudanças do meio onde vivem (Huszar 2000).

Variações diurnas de fatores ecológicos podem desempenhar importância significativa no metabolismo de ecossistemas aquáticos tropicais muito mais do que variações sazonais (Ganf & Viner 1973; Alves *et al.* 1988).

Estudos ecológicos do fitoplâncton e de variáveis ambientais em ecossistemas aquáticos tropicais que abordam as variações diárias (nictemerais) podem ser considerados recentes quando comparados com outras temáticas, dentre estes, Esteves *et al.* 1988; 1994; Melo & Huszar 2000; Ramírez & Bicudo 2002; 2003; 2005; Melo *et al.* 2004; Petrucio & Barbosa 2004; Lopes *et al.* 2005; Medeiros *et al.* 2006; Pivato *et al.* 2006 e Cavalcante *et al.* 2007. Os resultados desses estudos demonstram que as variações diárias que ocorrem nas variáveis ambientais e na comunidade fitoplanctônica adquirem caráter fundamental na caracterização de ecossistemas aquáticos tropicais.

Dentro deste contexto, este trabalho objetiva analisar, em escala nictemeral e sazonal, a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua relação com variáveis ambientais no lago Caracaranã.

Material e métodos

Área de estudo - O lago Caracaranã (03°50'41" N e 59°46'52,1 W) situa-se no município de Normandia, a aproximadamente 250 km ao norte de Boa Vista, capital do estado de Roraima. Está localizado na depressão da Formação Boa Vista e distribuído ao longo das áreas de savanas, na região nordeste do estado de Roraima. O lago possui cerca de 3,8 km de circunferência (Filho *et al.* 1997) e é caracterizado por apresentar águas claras, com variação sazonal de profundidade de 2,0 a 6,0 m, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente, e colonizado por uma densa comunidade de macrófitas aquáticas emersas e submersas.

De acordo com a classificação de Köppen, ocorre no estado de Roraima o grupo climático A (tropical úmido). O regime de chuvas está representado por dois períodos bastante distintos: período chuvoso compreendendo os meses de abril a setembro, e período seco, de outubro a março (Fundação do Meio Ambiente e Tecnologia de Roraima 1994). Durante o período de estudo, as condições climatológicas da área estiveram caracterizadas por uma sazonalidade acentuada, tanto em relação à temperatura do ar quanto à precipitação pluviométrica. Os maiores valores de precipitação pluviométrica ocorreram no período chuvoso (abril a setembro) e os menores no período seco (outubro a março). Os maiores valores de temperatura ocorreram no período seco e os menores no período chuvoso. A média mensal de precipitação pluviométrica variou de 7 mm (fevereiro) a 643,7 mm (junho) e a temperatura variou de 26,4 °C (julho) a 29,4 °C (novembro) (Instituto Nacional de Meteorologia, 2006) (Fig.1).

Metodologia - Foram realizadas amostragens com frequência nictemerais, em intervalos de 4 horas, completando dois ciclos de 24 horas em dois períodos climatológicos distintos: período chuvoso (agosto/2005 e junho/2006) e período seco (dezembro/2005 e novembro/2006). As coletas foram feitas em uma estação central do lago, nas profundidades de subsuperfície (0,20 m), meio e aproximadamente 30 cm acima do fundo da coluna d'água, utilizando-se garrafa de van Dorn .

As variáveis abióticas analisadas foram: temperatura da água e oxigênio dissolvido (oxímetro, modelo Handylab OX1 – Schott), pH (potenciômetro, modelo Handylab 1 – Schott), condutividade elétrica (condutivímetro, modelo Handylab LF1 – Schott) e turbidez (turbidímetro, modelo HI 93703 - Hanna Instruments.), mensuradas *in situ*. As medições de temperatura e oxigênio foram tomadas a cada 2 horas, em intervalos e 0,50 m na coluna d'água. Os nutrientes analisados foram: nitrogênio total (Valderrama 1981), nitrito (Mackereth *et al.* 1978) nitrato, fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato (Golterman *et al.* 1978).

Simultaneamente foi determinada a transparência da água, estimada através da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, a profundidade da zona eufótica (Z_{eu}), calculada através do produto da profundidade do disco de Secchi, utilizando-se a constante 3,0, de acordo com Esteves (1988), e o índice de estado trófico (IET) de Carlson (1974), descrito em Toledo Jr. *et al.* (1983), calculado a partir das concentrações de fósforo total, concentrações de clorofila *a* e profundidade de desaparecimento do disco de Secchi.

O estudo da composição fitoplanctônica foi baseado em coletas realizadas com rede de plâncton, com abertura de malha de 20 μ m. Foram feitos arrastos horizontais à subsuperfície. As amostras foram preservadas com solução de Transeau. Os táxons foram identificados utilizando-se a seguinte bibliografia: Anagnostidis & Komárek (1988,1990), Bittencourt-Oliveira (1993), Bourrelly (1966; 1968; 1970), Croasdale *et al.* (1983), De-Lamonica-Freire & Sant'Anna (1993), Forster (1969), Komárek & Anagnostidis (1986), Krammer & Lange-Bertalot (1991a; 1991b) e Silva & Cecy (2004). Foram confeccionadas lâminas permanentes de diatomáceas para melhor identificação, seguindo-se o método de Simonsen (1979), modificado por Moreira Filho & Valente Moreira (1981). Foi utilizado o Sistema de Classificação de Round (1973) para enquadramento taxonômico das diatomáceas, o de Anagnostidis & Komárek (1988) e Komárek & Anagnostidis (1986; 2005) para Cyanophyta e o Sistema de Van Den Hoek *et al.* (1995) para os demais grupos taxonômicos. As amostras foram examinadas em microscópio Zeiss, modelo Axioskop, equipado com câmara-clara, câmara fotográfica e ocular de medição. Foram analisadas características morfológicas das fases reprodutiva e vegetativa. Foram considerados fitoflagelados as algas flageladas que não foi possível a identificação.

As coletas para o estudo da densidade fitoplanctônica foram feitas com garrafas de van Dorn. As amostras foram preservadas com lugol acético e a densidade do fitoplâncton foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958), utilizando-se microscópio invertido, modelo Axiovert 135M - Zeiss, em aumento 400x. A contagem dos indivíduos (colônias, cenóbios, filamentos e células) foi feita segundo a técnica de transectos, padronizados em dois transectos (horizontal e vertical). A densidade foi calculada utilizando-se a fórmula de Villafañe & Reid (1995) e o resultado expresso em indivíduos por mililitro. O índice de diversidade (H' , bits ind. $^{-1}$) foi calculado utilizando o índice de Shannon - Wiener (Shannon & Weaver 1948), a equitabilidade foi avaliada a partir do H' de Shannon-Wiener. A abundância e a

dominância dos táxons foram calculadas segundo Lobo & Leighton (1986). A frequência de ocorrência das espécies foi calculada segundo Mateucci & Colma (1982).

Para o entendimento das variações do sistema foi utilizada a análise de correspondência canônica (ACC), correlacionando-se os dados abióticos com os biológicos. Somente as espécies abundantes foram consideradas para análise. O programa estatístico utilizado nas análises foi PC-ORD versão 4,14 para Windows (McCune & Mefford 1999).

Resultados e discussão

O comportamento térmico da água nos dois ciclos nictemerais mostrou tendência à estratificação diurna e circulação noturna durante o período chuvoso; enquanto no período seco, a coluna d'água apresentou-se homogênea, embora a camada superficial tenha apresentado valores ligeiramente maiores de temperatura. Situação similar foi mostrada em outros estudos realizados em diversos ambientes aquáticos (Tundisi *et al.* 1984; Esteves *et al.* 1994; Petrucio & Barbosa 2004).

As temperaturas mínimas e máximas registradas durante o período de estudo foram, respectivamente, 27,4 °C às 10h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) e 32 °C às 14h00min (superfície) do dia 13/08/05 (período chuvoso) (Fig. 2 e 3).

Os perfis de oxigênio dissolvido mostram, no geral, um sistema oxigenado com valores altos também no período noturno. No entanto, vale salientar a ocorrência de perfil do tipo clinogrado no período chuvoso de 2006. As maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram observadas no período seco, não apresentando gradientes verticais acentuados. As concentrações variaram de um mínimo de 0,0 mg.L⁻¹, encontrado às 12h00min e 14h00min (fundo) do dia 16/06/06 (período chuvoso) a um máximo de 7,5 mg.L⁻¹, às 12h00min do dia 30/11/06 (período seco) (Fig. 2 e 3).

Segundo Tundisi *et al.* (1984) o padrão de mistura é determinante na distribuição de oxigênio dissolvido e de nutrientes na coluna d'água. Esses autores verificaram que a presença de uma estratificação térmica em dois lagos amazônicos (lago Cristalino e lago Jacaretinga) conduzia a uma redução de oxigênio dissolvido e um acúmulo de nutrientes nas camadas mais profundas dos lagos. Esse padrão era mais evidente no período de águas altas (cheia).

Dentro desse contexto, Esteves *et al.* (1994) atribuíram ao comportamento térmico fator determinante na variação diária de algumas variáveis limnológicas, com distribuição vertical homogênea no lago Batata e estratificada no lago Mussurá. Pivato *et al.* (2006) verificaram estratificação química acompanhada de estratificação térmica no reservatório de Corumbá, estado de Goiás, quando valores baixos de oxigênio dissolvido foram observados nas camadas mais profundas.

A presença de perfil do tipo clinogrado no período chuvoso de 2006 observado no lago Caracaranã pode está associado à estratificação térmica, conforme observado nos estudos anteriormente mencionados.

Os valores de pH registrados nos dois ciclos nictemerais caracterizam o lago Caracaranã como um sistema de águas levemente ácidas, variando entre 5,3 às 04h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) e 7,8 às 12h00min (superfície) do dia 13/08/05 (período chuvoso). Os maiores valores foram observados no período seco, com pequenas variações na coluna d'água (Tab. 1).

Segundo Sioli (1991) as águas amazônicas são essencialmente ácidas, devido principalmente à própria característica geoquímica da região e a ausência de substâncias tamponadoras na água. Os baixos valores de pH verificados no lago Caracaranã estão associados às características ácidas dos solos das áreas de savana, decomposição de macrófitas aquáticas, processo esse que libera ácidos orgânicos e as próprias características geoquímicas da região. Em ecossistemas aquáticos roraimense foram verificados baixos valores de pH, confirmando as características ácidas das águas amazônicas (Meneses, dados não publicados). Os baixos valores de pH encontrados no lago Caracaranã correspondem aos observados em águas amazônicas (Panosso & Kubrusly 2000) e em outros ambientes aquáticos (Espíndola *et al.* 1996; Dellamano-Oliveira *et al.* 2003).

A condutividade elétrica é considerada um bom indicador de qualidade das águas, uma vez que altos valores podem indicar poluição antropogênica (Esteves 1988; Brigante *et al.* 2003). A distribuição dos valores de condutividade elétrica indica baixas quantidades de sólidos em suspensão na coluna d'água. O padrão de variação nictemeral, demonstra homogeneidade da coluna d'água. Em relação à sazonalidade, não houve um padrão definido. Esses resultados são semelhantes aos verificados para outros ambientes aquáticos: lago Batata - PA (Panosso & Kubrusly 2000.); lagos localizados nas porções oeste e sudoeste de Boa Vista – RR (Meneses, dados não publicados) e menores aos encontrados por Pivato *et al.* (2006) no reservatório Corumbá (GO). Os valores oscilaram entre 8,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ às 16h00min (meio) do dia 30/11/06 (período seco) e 27,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ às 12h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) (Tab. 1).

O padrão de variação nictemeral de turbidez foi, geralmente, mais acentuado no período chuvoso, quando maiores valores foram registrados. Foram observadas pequenas diferenças entre superfície e fundo. Os valores oscilaram entre 1,18 UNT às 08h00min (superfície) do dia 01/12/06 (período seco) e 135 UNT às 12h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) (Tab. 1).

A transparência da água foi alta durante os dois ciclos nictemerais, variando entre 2,0 m (período seco de 2006) e 3,3 m (período seco de 2005). A profundidade máxima nesses dois períodos foram, respectivamente, 5,0 m e 4,7 m. A profundidade da zona eufótica estendeu-se até o fundo em todo o período de estudo. Os valores de turbidez, de modo geral, baixos, confirmam a alta transparência da água.

As concentrações de fosfato, para os dois ciclos nictemerais, foram baixas. As concentrações de fósforo total evidenciam uma pequena variação sazonal, com os maiores valores no período seco, sem, contudo, ser observado um padrão vertical. Foi observado que as menores concentrações desse nutriente

ocorreram nas primeiras horas da manhã. As concentrações oscilaram entre 0,04 e 0,88 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. A menor ocorreu às 04h00min (meio), às 08h00min (superfície), às 12h00min (meio) do dia 28/12/05 (período seco) e às 12h00min (meio) do dia 17/06/06 (período chuvoso) e a maior foi obtida às 00h00min (meio) do dia 13/08/05 (período chuvoso) (Tab. 1).

O fósforo total dissolvido apresentou baixas concentrações no início da madrugada, permanecendo baixo até às primeiras horas da manhã, quando tenderam a elevar-se novamente. As concentrações variaram de 0,04 a 0,91 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. O valor mínimo encontrado ocorreu às 06h00min (superfície) do dia 14/08/05 (período chuvoso) e o máximo às 20h00min (fundo) do dia 16/06/06 (período chuvoso). As concentrações de ortofosfato não apresentaram diferenças marcantes entre os horários e entre as profundidades. Não foi verificada variação sazonal. Os valores variaram de 0,00 a 0,10 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. O menor ocorreu às 04h00min (fundo), às 12h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) e às 00h00min (superfície) do dia 30/11/06 (período seco) e o maior às 04h00min (meio) do dia 01/12/06 (período seco) (Tab. 1).

Semelhante ao observado para as concentrações de fosfato, o nitrogênio total, nitrato e nitrito apresentaram baixas concentrações nos dois ciclos nictemerais. As concentrações de nitrogênio total apresentaram variações sazonais, com os maiores valores no período chuvoso. Em relação à distribuição vertical, observaram-se, normalmente, maiores valores nas camadas mais profundas da coluna d'água. Os valores oscilaram entre 0,28 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ encontrado às 08h00min (meio) do dia 28/12/05 (período seco) e 5,34 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ às 12h00min (fundo) do dia 16/06/06 (período chuvoso) (Tab. 1).

As concentrações de nitrato e nitrito apresentaram padrão similar de distribuição vertical e de sazonalidade. Ambos com maiores concentrações nas camadas mais profundas do lago. Não foi verificada variação sazonal. As concentrações de nitrato oscilaram entre 0,00 e 0,22 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. A menor ocorreu às 12h00min (superfície), às 20h00min (fundo), às 00h00min (fundo) do dia 16/06/06 (período chuvoso) e às 04h00min (fundo), às 08h00min (superfície e meio), às 12h00min (fundo) do dia 17/06/06 (período chuvoso) e a maior às 00h00min (meio e fundo) do dia 13/08/05 (período chuvoso). Os valores de nitrito; variaram de 0,001 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, encontrado às 12h00min (meio), às 16h00min (superfície) do dia 16/06/06 (período chuvoso) a 0,18 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, encontrado às 12h00min (meio) do dia 28/12/05 (período seco) (Tab. 1).

As variações na razão atômica NT: PT oscilaram entre 1,33 (00h00min., meio, 13/08/05) e 122,18 (08h00min., fundo, 28/12/05), ocorrendo limitação alternada de nitrogênio e fósforo (Tab. 1).

Os valores obtidos para o índice de estado trófico (IET) indicam que o lago Caracaranã apresenta condições oligotróficas durante os dois ciclos nictemerais (Tab. 1). Segundo Goulding (1997) os lagos amazônicos geralmente apresentam águas pobres em nutrientes e /ou muito barrentas para sustentarem cadeias alimentares à base exclusivamente de plâncton. A razão pela qual as águas do lago Caracaranã apresentam valores baixos de nutrientes reside no fato de que o mesmo drena terrenos

relativamente pobres neste caso, representados pelos sedimentos terciários da Formação Boa Vista que compõem a bacia de drenagem desse lago.

Composição Fitoplanctônica – a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 60 táxons, distribuídos entre Cyanophyta (6,7%), Chlorophyta (70%), Euglenophyta (1,7%), Bacillariophyta (18,3%), Dinophyta (1,7%), Cryptophyta (1,7%), e os fitoflagelados (Tab. 2).

Chlorophyta contribuiu com a maior riqueza de espécies, totalizando 42 táxons inventariados durante os dois ciclos nictemerais. As desmídias foram, dentre as Chlorophyta, as mais importantes, correspondendo a 50% dos táxons. Os gêneros com maior número de espécies foram *Staurostrum* (seis espécies) e *Cosmarium* (quatro espécies). A predominância das desmídias esteve associada ao pH levemente ácido e a baixa disponibilidade de nutrientes, condições estas adequadas ao desenvolvimento dessas algas e que foram verificadas no lago Caracaranã. As Bacillariophyta foram a segunda mais importante em termos de número de espécies (11 espécies) (Tab. 2).

A análise sazonal mostrou que o período seco apresentou 54 spp. e o chuvoso 53 spp. Chlorophyta apresentou o maior número de espécies no período seco (39 spp.), enquanto que Bacillariophyta no período chuvoso, com 11 espécies (Tab. 2).

Durante o período de estudo, 15 espécies, e os fitoflagelados foram abundantes, representadas por nove Chlorophyta, duas Cyanophyta e quatro Bacillariophyta (Tab. 3). Dentre estas, *Monoraphidium griffithi* (Berkeley) Komárková-Legnerová, *Sphaerocystis shroeteri* Chodat (Chlorophyta) e *Merismopedia tenuissima* Lemmermann (Cyanophyta) foram mais representativas no ambiente, permanecendo abundantes em todas as amostragens. Os táxons considerados subdominantes e codominantes foram elevados nos dois ciclos nictemerais.

Em relação à frequência de ocorrência, nove espécies foi muito freqüente, estas pertencentes à Chlorophyta (oito espécies) e à Dinophyta (uma espécie). No que tange aos táxons, dez foram freqüentes, sendo uma espécie de Cyanophyta, oito de Chlorophyta e uma de Bacillariophyta. A maioria dos táxons inventariados (21 espécies) foi pouco freqüente. Cyanophyta contribuiu nesta categoria com duas espécies, Chlorophyta (11 espécies), Bacillariophyta (sete espécies) e Cryptophyta (uma espécie). Os táxons esporádicos totalizaram 20 espécies, Cyanophyta esteve representada por uma espécie, Chlorophyta por 15 espécies, Bacillariophyta por três espécies e Euglenophyta por uma espécie (Tab. 2).

Dentre as espécies, *Botryococcus terribilis* J. Komárek & P. Marvan e *S.schroeteri* apresentaram frequência de ocorrência de 92,86%.

Os resultados encontrados no lago Caracaranã se assemelham aos reportados por Huszar (1996a), Nogueira & Leandro-Rodrigues (1999), Oliveira & Calheiros (2000) e Nabout *et al.* (2006), sobre a dominância do grupo das Chlorophyta em ambientes aquáticos tropicais. Em águas amazônicas, as desmídias têm sido consideradas um importante grupo, isto em função das características ácidas que as águas dos ecossistemas amazônicos apresentam (Huszar 1996b; 2000; Keppeler *et al.* 1999).

O estudo realizado no lago Camaleão entre setembro de 1987 e fevereiro de 1989 por Ibañez (1998) cita 262 táxons de algas. O grupo das Euglenophyceae apresentou grande número de táxons (185). Nabout *et al.* (2006) identificaram 292 espécies de algas em 21 lagos da planície de inundação do rio Araguaia, tendo as Chlorophyceae como grupo dominante. Melo *et al.* (2004) registram a presença de 108 táxons fitoplanctônico para os lagos Batata e Mussurá (PA). No lago Caracaranã, o número de táxons fitoplanctônico foi bastante baixo em relação aos dos trabalhos acima citados, mas comparáveis aos encontrados por Espíndola *et al.* (1996) no pantanal matogrossense (83 táxons), Diaz *et al.* (1998) em lagos argentinos (40 táxons), Pivato *et al.* (2006) em um ambiente aquático no estado de Goiás (58 táxons).

Densidade - a análise da densidade fitoplanctônica total durante os dois ciclos nictemerais mostrou baixo número de células. O valor mínimo observado foi de 116 ind.mL⁻¹, às 12h00min do dia 28/12/05 (período seco), na profundidade de 3,0 m, e o máximo de 1118 ind.mL⁻¹, às 20h00min do dia 13/08/05 (período chuvoso), no fundo da coluna de água (Fig. 4). Embora as variações nictemerais de densidade tenham sido pouco acentuadas, foi possível observar uma tendência à formação de gradientes verticais com valores ligeiramente maiores na subsuperfície. Em relação à sazonalidade, as maiores densidades celulares ocorreram no período chuvoso.

Melo *et al.* (2004) estudando a comunidade fitoplanctônica dos lagos Batata e Mussurá (PA) registraram baixas densidades populacionais no lago Batata (67 – 985 ind.mL⁻¹).

A análise da densidade fitoplanctônica mostrou que a comunidade esteve representada pelas Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinophyta e fitoflagelados.

As Chlorophyta foram dominantes com 48,5% da densidade total, seguidas pelas Cyanophyta, que contribuíram com 46,3% da densidade, sendo, portanto, o segundo grupo mais importante.

Cylindrospermopsis raciborskii (Wolz.) Seenayya et Subba-Raju, *Merismopedia tenuissima* (Cyanophyta) e *Monoraphidium griffithii* (Chlorophyta) contribuíram com 70,9% da densidade total durante os dois ciclos nictemerais. *M. tenuissima* contribuiu com 38,9%, seguida por *M. griffithii* (21,8%) e *C. raciborskii* (10,2%). O padrão de distribuição sazonal das densidades dessas espécies foi similar, com maiores valores no período chuvoso. As elevadas densidades dessas espécies estiveram associadas à disponibilidade de nutrientes, altas temperaturas, alta disponibilidade de luz e tolerância à estratificação. Estas espécies são consideradas como sendo R-estrategista (*C. raciborskii*) e como C-estrategista (*M. griffithii* e *M. tenuissima*) de acordo com Reynolds (1988). São espécies que sobrevivem a essas condições ambientais.

As variações nictemerais dos índices de diversidade específica variaram de 1,05 a 2,91 bits.cel⁻¹, no período chuvoso e de 2,15 a 3,57 bits.cel⁻¹, no período seco. Importante destacar uma variação sazonal acentuada durante o ano de 2006, quando a comunidade fitoplanctônica apresentou baixa diversidade no período chuvoso (71,4% das amostras) e alta no período seco (71,4%) , o mesmo não

ocorrendo no ano de 2005, quando os índices de diversidade caracterizaram a comunidade fitoplanctônica como apresentando uma diversidade média.

Em relação à equitabilidade, a comunidade fitoplanctônica do lago Caracaranã apresentou distribuição não uniforme durante o período chuvoso e distribuição uniforme no período seco. Esta condição está associada ao predomínio das espécies *C. raciborskii*, *M. tenuissima* e *M. griffithii* que apresentaram elevadas densidades no período chuvoso.

A composição e a densidade fitoplanctônica no lago Caracaranã foram baixas durante os dois ciclos nictemerais. Os baixos valores estiveram associados às baixas concentrações de nutrientes, funcionando como fator limitante, conforme corroborado pela baixa razão NP: PT.

Os resultados da análise de correspondência canônica (ACC) estão apresentados nas Tabelas 4 e 5 e Figuras 5 e 6. O teste de Monte Carlo demonstrou que os eixos 1 e 2 foram estatisticamente significativos ($p \leq 0.05$), indicando que houve correlação entre as variáveis ambientais e a comunidade fitoplanctônica. Os autovalores dos eixos 1 e 2 explicaram 34,9% da variabilidade dos dados. A correlação de Pearson para os eixos indica forte correlação entre as espécies e as variáveis ambientais.

No eixo 1 ocorreu a separação das unidades amostrais entre os períodos chuvoso e seco. O coeficiente canônico mostrou que a variável mais importante na ordenação desse eixo foi fósforo total dissolvido. Analisando o coeficiente de correlação intra-set, observa-se que as variáveis condutividade elétrica e turbidez associaram-se ao período chuvoso de 2006, enquanto que elevados valores de oxigênio dissolvido e pH estiveram associados ao período seco. As espécies mais importantes desse eixo e que foram associadas ao período seco foram *Staurastrum boergesenii* Raciborski, *S. schroeteri*, *Chlorococcum* sp., *Closterium navícula* (Brébisson) Lütkemüller, *B. terribilis*, *Cosmarium contractum* O. Kirchner, *Tabellaria* sp. e *Staurastrum nudibrachiatum* O.F. Borge. As espécies que estiveram associadas ao período chuvoso foram *M. tenuissima* e *Pinnularia maior* (Kützing) Cleve.

No eixo 2, as variáveis mais importantes conforme as correlações intra-set foram nitrato e pH. As espécies associadas a este eixo foram *M. griffithii*, *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn. e *C. raciborskii*.

A ACC evidenciou que não houve diferença nictemeral e nem espacial. No entanto, a explicação do eixo 1 traduz as diferenças significativas na escala sazonal, associada, possivelmente, ao regime pluviométrico e variação no nível da água, ambos agindo como fatores perturbadores na dinâmica da comunidade fitoplanctônica.

A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que o lago Caracaranã é um sistema oligotrófico, considerando as reduzidas densidades populacionais e as concentrações de biomassa fitoplanctônica. Isto pode ser confirmado pelas baixas concentrações de nutrientes verificadas durante os dois ciclos nictemerais, considerado também, como um ambiente polimítico, raso, com alta disponibilidade de luz.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES - PQI 42) e à Universidade Federal de Roraima (UFRR) pelo apoio financeiro indispensável para realização do trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB) pela utilização dos laboratórios para análises das amostras.

Referências bibliográficas

- Alves, V.R.E.; Cavalcanti, C.G. B & Matos, S.P. 1988. Análise comparativa de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em um período de 24 horas, no Lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia** **11**: 199-218.
- Alves-da-Silva, S.M. & Bridi, F.C. 2004. Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. 3. Gênero *Strombomonas* Defl. **Acta Botanica Brasilica** **18**(3): 555-572.
- Alves-da-Silva, S.M. & Bridi, F.C. 2004. Estudo de Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. 2. Os gêneros *Phacus* Dujardin e *Hyalophacus* (Pringsheim) Pochmann. **Iheringia** **59** (1): 75-96.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies** **80**(1/4): 327-472.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies** (59): 1-73.
- Bittencourt-Oliveira, M. do C. 1993. Ficoflórula do reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, I: Chlorococcales (Chlorophyceae). **Revista Brasileira de Biologia** **53**(1): 113-129.
- Bourrely, P. 1966. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les algues vertes.** Paris: Ed. N. Boubée.
- Bourrely, P. 1968 **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II: Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées.** Paris: Ed. N. Boubée.
- Bourrely, P. 1970. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: les algues bues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Chryptomonadiens.** Paris: Ed. N. Boubée.
- BRASIL. 1996. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL.** Rio de Janeiro, v. 56; p. 1-11.
- Brigante, J.; Espíndola, E.L.G.; Povinelli, J & Nogueira, A.M de. 2003. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. Pp. 55-76. In: J Brigante & E.L.G. Espíndola (eds.). **Limnologia Fluvial – um estudo no Rio Mogi-Guaçu.** São Carlos, RIMA.
- Cavalcante, P.R.S.; Rodrigues, M. do S.; Barroso, M.F.S.; Barbieri, R.; Serra C.L.M. & Oliveira, R.C.A. 2007. Diel variation of limnological parameters in a reservoir in northeastern Brazil (Boa Esperança, Maranhão/Piauí): rainy period. **Lakes & Research and Management** **12**: 35-42.

- Croasdale, H.; Bicudo, C.E. de M. & Prescott, G.W. 1983. A synopsis of North American desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae section 5 the filamentous genera. University of Nebraska.
- De-Lamonica-Freire, E.M. & Sant'Anna, C.L. 1993. Chlorococcales (Chlorophyceae) da Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Hoehnea** 20(1/2): 107-118.
- Dellamano-Oliveira, M.J.; Senna, P.A.C. & Taniguchi, G.M. 2003. Limnological characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caçó-Pond, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 46(4): 641-651.
- Diaz, M.M.; Pedroso, F.L. & Temporetti, P.F. 1998. Phytoplankton of two Araucanian lakes of differing trophic status (Argentina). **Hydrobiologia** 369/370: 45-57.
- Espíndola, E.G.; Matsumura-Tundisi, T. & Moreno, I.D. 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia** 8 :13-37.
- Esteves, F.A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP.
- Esteves, F.A.; Bozelli, R.L.; Camargo, A.F.M.; Roland, F. & Thomaz, S.M. 1988. Variação diária (24 horas) de temperatura, O₂ dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. **Acta Limnologica Brasiliensia** 11: 99-127.
- Esteves, F.A.; Thomaz, S.M. & Roland, F. 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on study of diel variation. **Amazoniana** 13(1/2): 33-46.
- Filho, F.S.; Turcq, B.; Filho, A.C. & Souza, A.G. de. 1997. Registros sedimentares de lagos e brejos dos campos de Roraima: implicações paleoambientais ao longo do Holoceno. Pp. 295-305. In: R.I. Barbosa; E.J.G. Ferreira & E.G. Castellón (eds.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus, INPA.
- Fosrter, V.K. 1969. Amazonische desmidieen. 1. Teil: Areal Santarém. **Amazoniana** 2(1/2): 5-232.
- FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E TECNOLOGIA DE RORAIMA. 1994. **Roraima: O Brasil do hemisfério norte**. Boa Vista, AMBTEC.
- Ganf, G.G. & Viner, A.B. 1973. Ecological stability in a shallow ecuatorial lake (Lake George, Uganda). **Proceedings of the Royal Society of Queensland** 184: 321-346.
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978. **Methods or physical and chemical analysis of freshwater**. 2. ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications. (IBP hawndbook)
- Goulding, M. 1997. **História Natural dos Rios Amazônicos**. Brasília, SCM/CNPq/MCT.
- Huszar, V.L.M. 1996a Floristic composition and biogeographical aspects of phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Pará, Brasil). **Acta Limnologica. Brasiliensia**. 8:127-136.
- Huszar, V.L.M. 1996b. Planktonic algae other than desmids, of three Amazonian Systems Lake (Lake Batata, Lake Mussurá and Trombetas River), Pará, Brazil. **Amazoniana** 14(1/2): 37-73.

- Huszar, V.L.M. 2000. Fitoplâncton. Pp. 91-104. In: R.L. Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Ibañez, M.S.R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. **Hydrobiologia** **362**: 78-83.
- Keppeler, E.C.; Lopes, M.R.M & Lima, C.S. 1999. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco-Acre, II: Chlorophyta. **Revista Brasileira de Biologia** **59**(4): 687-691
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. **Algological Studies** (43): 157-226.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. **Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales**. Elsevier GmbH.
- Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. 1991a. **Bacillaiophyceae**, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, SEMPER BONIS ARTIBUS.
- Krammer, K.; Lange-Bertalot, H. 1991b. **Bacillaiophyceae**, 4. Teil: Achananthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navícula (Lineolatae) and Gomphonema Gesamthitratverzeichnis Teil 1-4, SEMPER BONIS ARTIBUS.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos e esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marinha** **22**: 143-170
- Lopes, M.R.M.; Bicudo, C.E. de M. & Ferragut, M.C. 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia** **542**: 235-247.
- Mackereth, J.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Kendall, Titus Wilson & Son Ltd (Freshwater Biological Association. Scientific Publication n° 36).
- Mateucci, S.D. & Colma, A. 1982. La metodología para el estudio de la vegetación. **Coleccion de Monografias Cientificas. Série Biología (S.1)** 22.
- McCune, B. & Mefford, M.J. 1999. **PC-ORD for Windows**. Multivariate Analysis of Ecological Data. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Medeiros, P.R. de; Barbosa, J.E. de L.; Silva, A.M.A. da. & Crispim, M.C.B. 2006. Vertical and nictemeral dynamics of limnological variables in a tropical Brazilian Dam. **Revista de Biología e Ciências da Terra** (1): 73-80.
- Melo, S. de & Huszar, V.L.M. 2000. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. **Journal of Plankton Research** **2**(1): 63-76.
- Melo, S.; Huszar, V.L.M.; Roland, F.; Esteves, F.A. & Bozelli, R. 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussurá Lake, Pará-Brasil) with different mixing regimes. **Amazoniana** **18**(1/2): 1-10.

- Menezes, M.; Fonseca, C.G & Nascimento, E P.do. 1995. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintins, Estado do Amazonas, Brasil: Euglenophyceae e Dinophyceae. **Hoehnea** **22**(1/2): 1-15.
- Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I.M.1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu Botânico Municipal** (47): 1-17.
- 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**(2): 181-193.
- Nogueira, I. de S. & Leandro-Rodrigues, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: Florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia** **59**(3): 377-395.
- Oliveira, M.D. de & Calheiros, D.F. 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia** **427**: 101-112.
- Panosso, R. & Kubrusly, L. 2000. Avaliação espacial e temporal das variáveis limnológicas básicas e nutrientes. Pp. 57-71. In: R.L Bozelli; F.A. Esteves & F. Roland (eds.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro, UFRJ/SBL.
- Petrucio, M.M. & Barbosa, F.A.R. 2004. Diel variations of phytoplankton and bacterioplankton production rates in four tropical lakes in the middle Rio Doce basin (southeastern Brazil). **Hydrobiologia** **513**: 71-76.
- Pivato, M.B.; Train, S. & Rodrigues, L.C. 2006. Dinâmica nictemeral das assembléias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. **Acta Scientifica Biologica Scientifica** **28**(1): 19-29.
- Ramírez, J.J. & Bicudo, C.E. de M. 2002. Variation of climatic and physical co-determinants of phytoplankton community in four nictemeral sampling days in a shallow tropical reservoir, southeastern Brazil. . **Brazilian Journal of Biology**. **62**(1): 1-14.
- Ramírez, J.J. & Bicudo, C.E. de M. 2003. Diurnal, vertical, and among sampling days variation of dissolved O₂, CO₂ and pH in a shallow, tropical reservoir (Garças reservoir, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** **15**(3): 19-30.
- Ramírez, J.J. & Bicudo, C.E. de M. 2005. Diurnal and spatial (vertical) dynamics of nutrients (N, P, Si) in four sampling days (summer, fall, winter, and spring) in a tropical shallow reservoir and their relationships with the phytoplankton community. **Brazilian Journal of Biology** **65**(1): 141-157.
- Round, R.E. 1973. **Biologia das Algas**. 2^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara Dois.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. 1948. **The mathematical theory of communication**. Urbana, Illinois University Press.

- Silva, S.R.V.F & Cecy, I.I.T. 2004. Desmídias (Zygnemaphyceae) da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium*. **Heringia** 59(1): 13-26.
- Simonsen, R. 1979. The Diatom System; Ideas on Phylogeny. **Bacillaria** (2): 9-69.
- Sioli, H. 1991. **Amazônia – Fundamentos da Ecologia da Maior Região de Florestas Tropicais**. Petrópolis, Vozes.
- Toledo Jr., A.P. de; Talarico, M.; Chinez, S.J. & Agudo, E.G. 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Camboriú. **Anais...** Camboriú. p.1 – 34.
- Tundisi, J.G. 1999. **Limnologia no século XXI: perspectiva e desafios**. São Paulo: IIE.
- Tundisi, J.G.; Forsberg, B.R.; Devol, A.H.; Zaret, T.M.; Tundisi, T.M. Santos, A. dos; Ribeiro, J.S & Hardy, E.R. 1984. Mixing patterns in Amazon lakes. **Hydrobiologia** 108: 3-15.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Abe, D.S.; Rocha, O. & Starling, F. 2006. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. Pp. 203-237. In: A. da C Rebouças; B. Braga & J.G. Tundisi (eds.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escrituras.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. **Mitteilung Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Amgewandte Limnologie** 9: 1-38.
- Valderrama, G.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry** 10: 109-122.
- Van Den Hoek, C.; Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. **Algae an introduction to phycology**. Cambridge University Press.
- Villafañe, V. E. & Reid, F.M.H. 1995. Métodos de Microscopia para la Cuantificacion del Fitoplancton. Pp.825. In: K Alveal; Ferraro, M.E.E.; C. Oliveira & E. Sar (eds.). **Manual de Métodos Ficológicos** Universidad de Concepción, Concepción.

Lista de figuras

Figura 1. Variações mensais de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura do ar (°C), no período de janeiro de 2005 a outubro de 2006, no município de Boa Vista, estado de Roraima, Brasil.

Figura 2. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg. L^{-1}) e temperatura (°C), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2005; B: temperatura da água no período chuvoso/2005; C: oxigênio dissolvido no período seco/2005 e D: temperatura da água no período seco/ 2005).

Figura 3. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg. L^{-1}) e temperatura (°C), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2006; B: temperatura da água no período chuvoso/2006; C: oxigênio dissolvido no período seco/2006 e D: temperatura da água no período seco/2006).

Figura 4. Variação nictemeral da densidade fitoplanctônica (ind.mL^{-1}), no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil (A: período chuvoso/2005, B: período seco/2005, C: período chuvoso/2006 e D: período seco/2006).

Figura 5. Ordenação canônica (ACC) das unidades amostrais com base nas variáveis abióticas no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil. As unidades foram identificadas de acordo com os horários (12h; 16h; 20h; 00h; 06h; 04h; 08h; e 12h) e as profundidades (S=Superfície; M=Meio e F=Fundo). (Abreviações: Tem= Temperatura da água; pH=pH; O2=Oxigênio dissolvido; Tur=Turbidez; Cond. =Condutividade elétrica; NO3=Nitrato e PTD=Fósforo total dissolvido). (●= chuvoso 2005; Δ= seco 2005; ■=chuvoso 2006; ○=seco 2006).

Figura 6. Ordenação canônica (ACC) das variáveis biológicas no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil. (Abreviações: Bte=*Botryococcus terribilis*; Csp =*Chlorococcum* sp; Cna=*Closterium navícula*; Cre=*Coelastrum reticulatum*; Cco=*Cosmarium contractum*; Cra=*Cylindrospermopsis raciborskii*; Mgr=*Monoraphidium griffithii*; Tem=*Merismopedia tenuissima*; Pma=*Pinnularia maior*; Ssc=*Sphaerocystis schroeteri*; Sob=*Staurastrum boergesenii*; Snu=*Staurastrum nudibrachiatum*; Tsp=*Tabellaria* sp.).

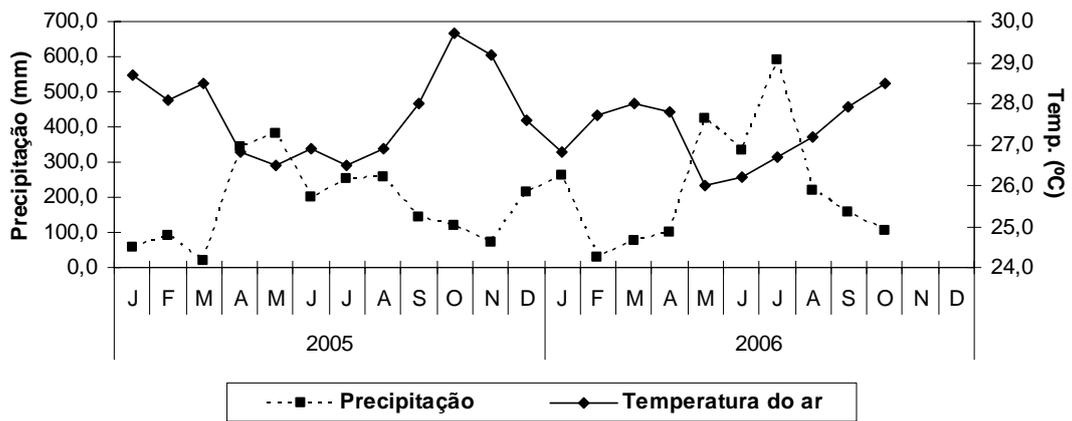
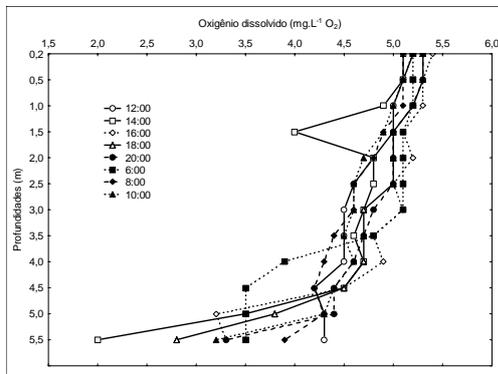
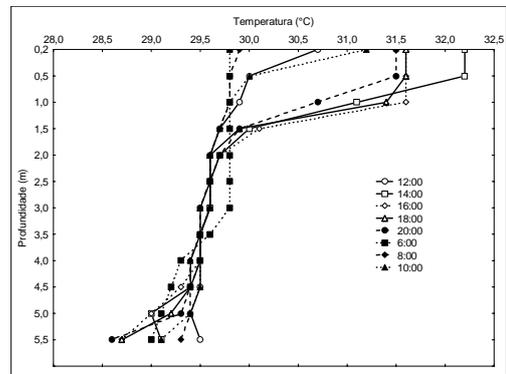


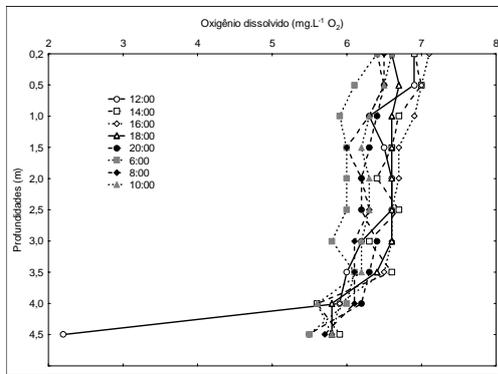
Fig. 1



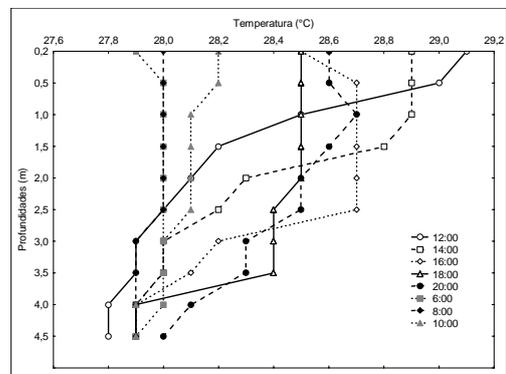
A



B

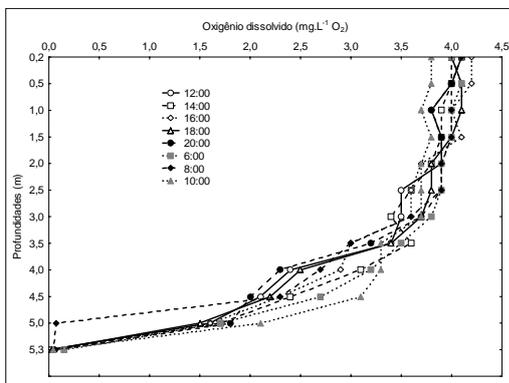


C

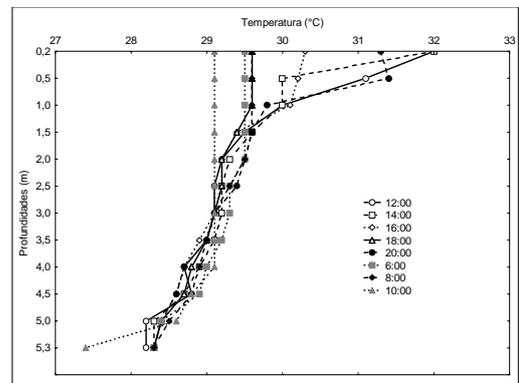


D

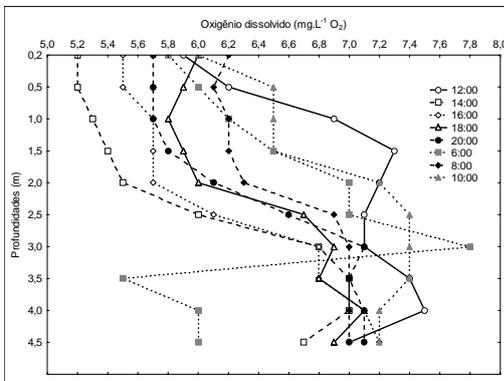
Fig. 2



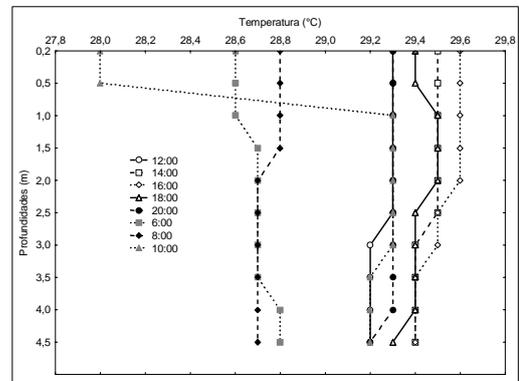
A



B



C



D

Fig.3

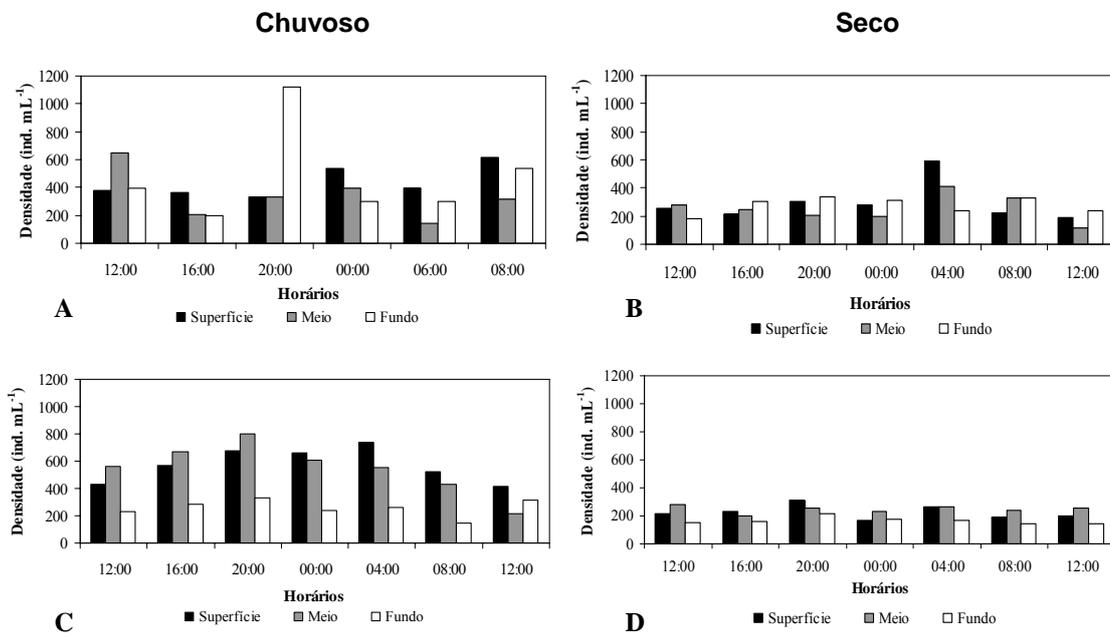


Fig.4

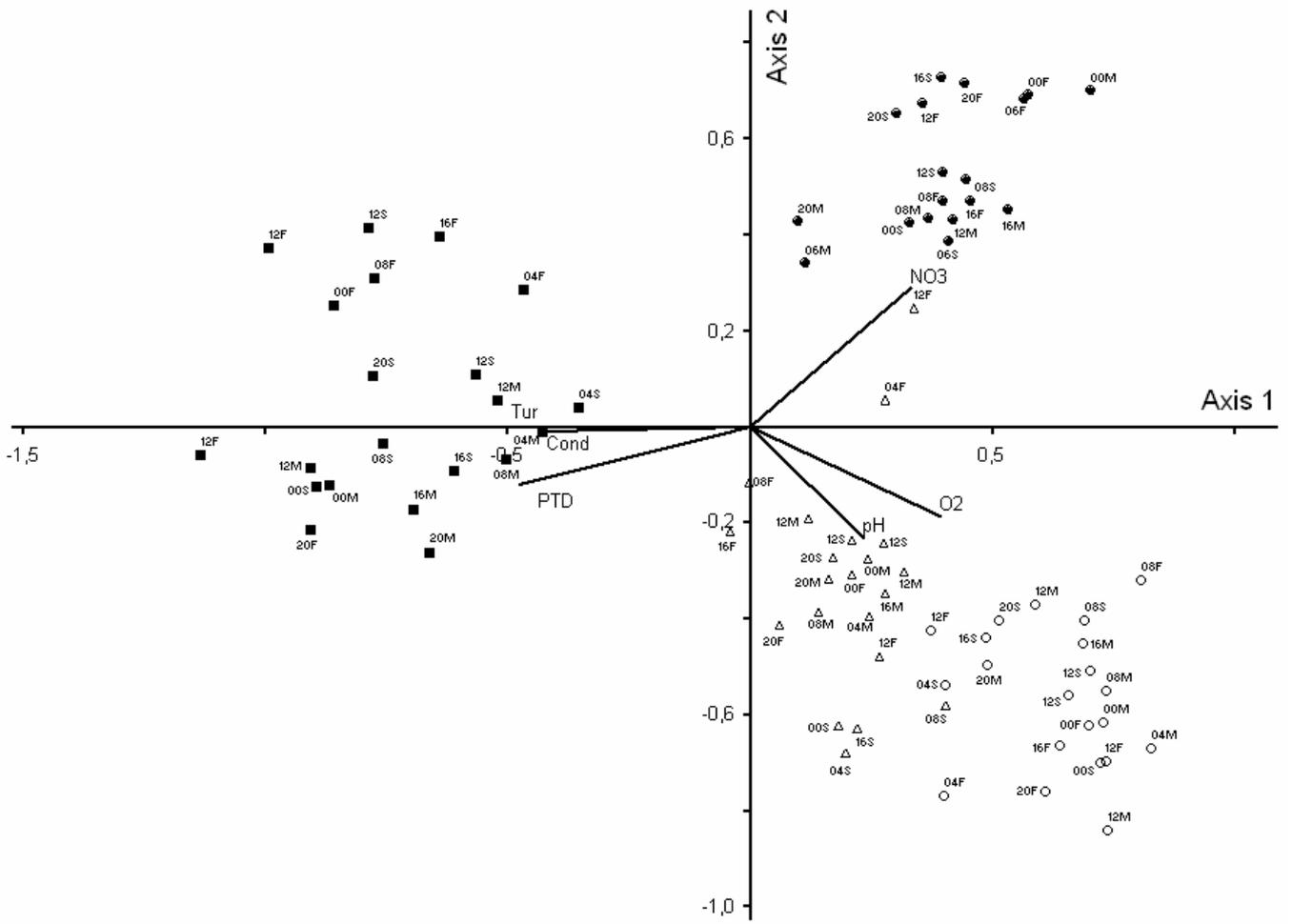


Fig.5

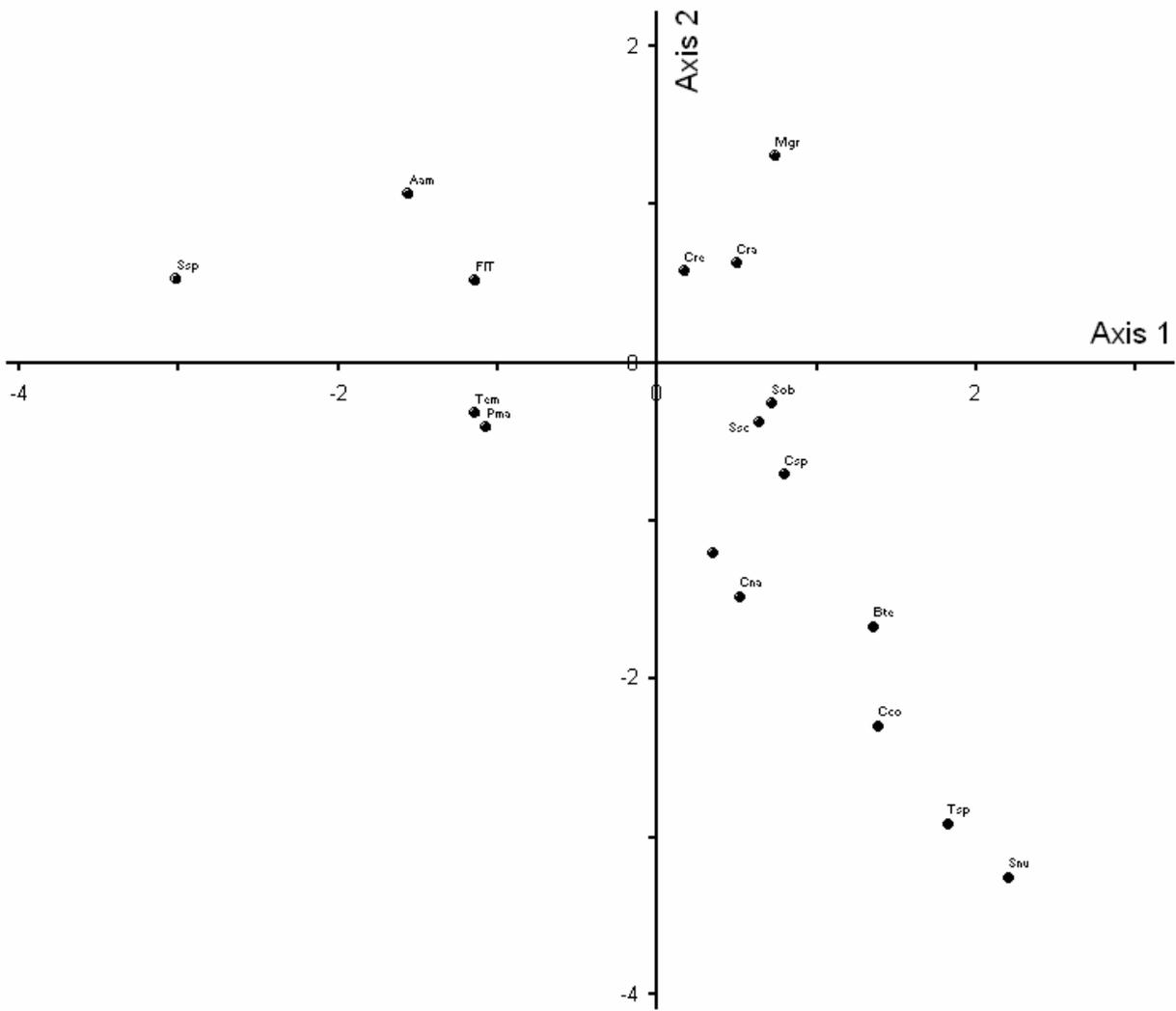


Fig. 6

Tabela 1. Variáveis abióticas, concentrações de nutrientes e o índice de estado trófico (IET) no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerais (2005 e 2006) (S – Superfície; M – Meio e F – Fundo). * A coleta do período chuvoso/05 das 04h00minh foi realizada às 06h00minh.

Variáveis	Horários Períodos/profundidades	12:00			16:00			20:00			00:00			04:00*			08:00			12:00		
		S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Chuvoso/05	12.30	12.40	12.90	13.30	12.00	9.60	12.30	16.30	11.30	11.90	12.20	12.10	12.20	17.50	10.30	12.10	12.30	11.70	-	-	-
	Seco/05	16.90	16.20	16.70	16.70	16.00	19.10	16.30	16.30	16.30	15.70	15.30	15.50	16.70	15.30	15.10	15.10	15.90	15.60	15.00	16.30	15.20
	Chuvoso/06	19.40	20.60	21.00	16.20	16.40	16.40	15.40	15.20	16.40	15.60	15.60	15.80	15.00	15.00	15.00	20.80	18.50	20.50	21.80	23.40	27.40
	Seco/06	8.60	9.50	8.80	10.70	8.00	9.70	8.60	9.20	9.60	10.10	10.10	9.80	10.50	8.80	10.20	9.00	10.00	9.60	8.50	10.10	8.70
pH	Chuvoso/05	7.80	6.60	6.00	7.20	6.80	6.40	6.60	6.00	6.60	6.50	6.50	6.40	6.40	6.50	6.10	6.10	6.20	6.00	-	-	-
	Seco/05	7.60	7.10	7.60	7.60	7.20	7.10	7.30	7.30	7.20	7.40	7.30	7.20	7.60	7.60	7.40	7.60	7.50	7.30	7.40	7.40	7.00
	Chuvoso/06	6.40	6.30	5.80	6.50	6.20	5.80	6.60	6.50	6.10	6.70	6.30	5.90	6.10	6.10	5.30	6.40	6.20	5.90	6.80	6.80	6.80
	Seco/06	7.60	7.60	6.00	7.60	7.70	7.70	6.90	6.80	7.10	7.60	7.30	7.60	7.20	7.00	7.30	6.00	6.90	6.90	7.00	6.00	7.00
Turbidez (UNT)	Chuvoso/05	1.43	1.30	1.35	1.79	2.84	3.34	2.06	2.47	2.54	2.07	2.46	2.54	2.23	3.36	3.50	1.98	1.55	2.01	-	-	-
	Seco/05	1.73	2.48	2.73	2.73	2.06	2.64	1.54	2.00	2.34	1.85	2.22	3.58	1.77	1.62	2.13	1.88	2.64	2.10	1.54	1.74	1.80
	Chuvoso/06	31.82	31.10	53.00	31.62	38.55	47.20	33.36	36.37	122.00	36.36	37.11	43.67	42.21	38.81	85.00	39.14	42.40	83.00	36.05	40.51	135.00
	Seco/06	1.96	2.75	2.75	1.96	2.36	2.75	2.75	3.14	3.14	1.57	2.36	1.96	1.96	2.36	1.96	1.18	2.36	10.60	2.75	2.36	1.96
Nitrogênio total ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	2.25	2.12	2.65	0.93	2.52	2.12	1.85	1.19	1.19	1.32	0.53	1.72	1.46	1.06	0.79	0.93	1.99	2.12	-	-	-
	Seco/05	1.11	1.29	1.29	1.11	1.11	1.84	1.11	1.47	2.02	1.47	0.74	1.11	1.66	0.37	2.21	1.66	0.28	2.21	1.11	1.11	1.84
	Chuvoso/06	1.29	3.13	5.34	1.84	1.11	2.76	1.65	3.02	0.98	1.84	2.21	2.58	1.29	0.37	0.74	1.84	0.74	0.74	1.66	0.55	2.58
	Seco/06	0.42	1.26	0.84	0.84	0.84	0.42	0.84	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	2.94	2.94	2.94	1.68	2.52	0.84	0.42	0.84	1.68
Nitrato ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.14	0.11	0.16	0.15	0.19	0.16	0.16	0.09	0.20	0.06	0.22	0.22	0.11	0.09	0.11	0.11	0.09	0.14	-	-	-
	Seco/05	0.07	0.03	0.07	0.01	0.05	0.07	0.02	0.04	0.01	0.01	0.06	0.07	0.02	0.06	0.11	0.04	0.09	0.11	0.03	0.10	0.05
	Chuvoso/06	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
	Seco/06	0.04	0.01	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	0.04	0.01	0.04	0.21	0.01	0.05	0.00
Nitrito ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.10	0.06	0.03	0.02	0.07	0.04	0.03	0.03	0.06	0.04	0.11	0.03	0.11	0.04	0.06	0.04	0.11	0.04	-	-	-
	Seco/05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	0.04	0.06	0.05	0.03	0.05	0.07	0.04	0.07	0.07	0.06	0.18	0.07
	Chuvoso/06	0.02	0.01	0.04	0.01	0.04	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.10	0.08	0.08	0.08	0.05	0.08	0.06	0.04	0.06
	Seco/06	0.04	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.07	0.06	0.04	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.07
Fósforo total ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.25	0.50	0.50	0.55	0.50	0.47	0.50	0.38	0.50	0.84	0.88	0.50	0.21	0.21	0.25	0.38	0.42	0.34	-	-	-
	Seco/05	0.15	0.07	0.48	0.17	0.23	0.22	0.09	0.20	0.17	0.07	0.20	0.07	0.09	0.04	0.07	0.04	0.11	0.04	0.15	0.04	0.22
	Chuvoso/06	0.26	0.11	0.35	0.37	0.24	0.28	0.26	0.24	0.35	0.24	0.24	0.26	0.11	0.11	0.26	0.07	0.07	0.28	0.11	0.04	0.28
	Seco/06	0.32	0.37	0.32	0.46	0.46	0.37	0.32	0.46	0.41	0.41	0.41	0.18	0.23	0.32	0.32	0.27	0.32	0.41	0.27	0.18	0.41
Fósforo total dissolvido ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.08	0.15	0.12	0.12	0.15	0.27	0.15	0.15	0.27	0.27	0.15	0.12	0.08	0.08	0.04	0.08	0.12	0.12	-	-	-
	Seco/05	0.20	0.15	0.20	0.30	0.25	0.35	0.25	0.30	0.35	0.30	0.35	0.30	0.30	0.35	0.25	0.25	0.45	0.45	0.30	0.35	0.30
	Chuvoso/06	0.43	0.60	0.54	0.65	0.74	0.54	0.70	0.74	0.91	0.86	0.86	0.75	0.43	0.54	0.48	0.48	0.43	0.54	0.32	0.27	0.54
	Seco/06	0.30	0.26	0.39	0.35	0.35	0.35	0.35	0.39	0.35	0.26	0.22	0.26	0.30	0.13	0.43	0.09	0.13	0.30	0.26	0.13	0.22
Ortofosfato ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.01	0.05	0.05	0.06	0.02	0.01	0.01	0.04	0.07	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.05	0.02	0.01	-	-	-
	Seco/05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.03	0.08	0.03	0.03	0.06	0.10	0.08	0.05	0.08	0.10	0.03	0.03
	Chuvoso/06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
	Seco/06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
NT:PT	Chuvoso/05	19.90	9.38	11.72	3.74	11.15	9.98	8.18	6.93	5.26	3.48	1.33	7.61	15.37	11.16	6.99	5.41	10.48	13.79	-	-	-
	Seco/05	16.36	40.75	5.94	14.44	10.67	18.50	27.27	16.25	26.28	46.44	8.18	35.07	40.79	20.46	69.82	91.77	5.63	122.18	16.36	61.37	18.50
	Chuvoso/06	10.97	62.92	33.74	11.00	10.23	21.80	14.03	27.83	6.19	16.95	20.36	21.94	25.93	7.44	6.29	58.13	23.38	5.84	33.37	30.41	20.38
	Seco/06	2.90	7.53	5.81	4.04	4.04	2.51	5.81	2.02	2.27	2.27	2.27	5.16	28.27	20.32	20.32	13.76	17.41	4.53	3.44	10.32	9.06
IET	Chuvoso/05	28.81	37.45	37.06	37.19	32.96	29.87	32.27	34.69	38.47	41.00	32.41	27.20	26.62	25.10	31.32	34.88	23.35	25.15	-	-	-
	Seco/05	34.89	25.48	31.71	32.78	32.90	32.88	26.49	30.01	26.19	21.91	32.20	15.96	25.86	19.13	23.63	26.92	26.24	24.66	33.52	26.01	28.48
	Chuvoso/06	23.81	15.81	21.33	24.00	25.11	21.42	25.19	22.21	15.78	25.75	25.34	24.99	17.77	16.54	16.85	14.12	13.99	20.04	21.79	10.34	17.18
	Seco/06	26.46	27.95	25.20	26.95	29.80	28.15	25.60	26.67	26.38	25.22	29.74	27.19	29.93	23.21	28.46	32.61	26.73	29.52	31.44	27.17	29.96

Tabela 2. Táxons fitoplanctônicos identificados no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerais (2005 e 2006) (C: período chuvoso; S: período seco; FO: frequência de ocorrência – MF: muito freqüente F: freqüente, PF: pouco freqüente, E: esporádico).

Táxons / Período/ Frequência de ocorrência	C	S	FO	Táxons / Período/ Frequência de ocorrência	C	S	FO
CYANOPHYTA				<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	-	+	E
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	+	+	PF	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	+	+	MF
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	+	+	E	<i>Staurastrum boergesenii</i> Raciborski	+	+	MF
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolz.) Seenayya et Subba-Raju	+	+	PF	<i>Staurastrum grallatorium</i> C.F.O. Nordstedt	+	+	F
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	+	+	F	<i>Staurastrum leptocladum</i> L.N. Johnson	+	+	MF
CHLOROPHYTA				<i>Staurastrum minnesotense</i> F. Wolle	+	+	PF
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov	-	+	E	<i>Staurastrum novae-caesareae</i> F. Wolle	+	+	F
<i>Ankistrodesmus gracillis</i> (Reinsch) Korshikov	-	+	E	<i>Staurastrum nudibrachiatum</i> O.F. Borge	+	+	MF
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B. Turner) Lemmermann	+	+	E	<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) Teiling	-	+	E
<i>Botryococcus terribilis</i> J. Komárek & P. Marvan	+	+	MF	<i>Staurodesmus lobatus</i> Y. Thérézien	+	+	PF
<i>Chlorococcum</i> sp.	+	+	F	<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling	+	+	F
<i>Closterium navícula</i> (Brébisson) Lütkemüller	+	+	F	<i>Tetraedron</i> sp.	+	-	E
<i>Closterium</i> sp.	+	-	E	<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Brébisson) Kützing	+	+	PF
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn.	+	+	MF	<i>Xanthidium cf. regulare</i> C.F.O. Nordstedt	-	+	E
<i>Cosmarium contractum</i> O. Kirchner	+	+	MF	<i>Zygnema</i> sp.	+	+	PF
<i>Cosmarium lagoense</i> Nordstedt	+	+	PF	EUGLENOPHYTA			
<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordstedt	+	+	PF	<i>Euglena</i> sp.	+	-	E
<i>Cosmarium</i> sp.	+	+	PF	CRYPTOPHYTA			
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	+	+	PF	<i>Chroomonas</i> sp.	+	+	PF
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	-	+	E	BACILLARIOPHYTA			
<i>Euastrum</i> sp.	+	+	E	<i>Aulocoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	+	+	PF
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius	+	+	PF	<i>Aulocoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	-	E
<i>Micrasterias furcata</i> C. Agardh ex Ralfs	+	+	MF	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D. G. Mann	+	+	E
<i>Micrasterias pinnatifida</i> Kützing ex Ralfs	+	-	E	<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson) Kützing	+	+	PF
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	+	+	F	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	+	+	PF
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli	+	+	F	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Grunow	+	+	PF
<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	PF	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	+	+	F
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt	+	+	E	<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	+	-	E
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	+	E	<i>Surirella</i> sp.	+	+	PF
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	+	+	PF	<i>Tabellaria</i> sp.	+	+	PF
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+	E	<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L.) Round & Crawford	+	+	PF
<i>Quadrigula lacustris</i> (Chodat) G.M. Smith	-	+	E	DINOPHYTA			
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson ex Ralfs	+	+	F	<i>Peridinium</i> sp.	+	+	MF

Tabela 3. Espécies abundantes e respectivas densidades totais (ind.mL⁻¹) no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil, durante os períodos chuvoso e seco de 2005 e 2006.

Espécies	2005		2006	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Cyanophyta				
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolz.) Seenayya et Subba-Raju	1380	798	584	-
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	858	1730	6464	692
Chlorophyta				
<i>Botryococcus terribilis</i> J. Komárek & P. Marvan	280	828	240	1064
<i>Chlorococcum</i> sp.	70	222	38	34
<i>Closterium navicula</i> (Brébisson) Lütkemüller	4	106	2	32
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn.	340	124	260	116
<i>Cosmarium contractum</i> O. Kirchner	24	262	8	428
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	3623	446	1040	792
<i>Sphaerocystis Schroeterii</i> Chodat	558	596	318	480
<i>Staurastrum boergesenii</i> Raciborski	46	156	16	30
<i>Staurastrum nudibrachiatum</i> O.F. Borge	6	36	4	100
Bacillariophyta				
<i>Aulocoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	-	30	62	2
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	-	-	44	26
<i>Surirella</i> sp.	-	-	52	-
<i>Tabellaria</i> sp.	-	6	8	270
Fitoflagelados	158	66	430	70

Tabela 4. Síntese dos resultados da análise de correspondência canônica (ACC) baseada nas variáveis abióticas e nas espécies abundantes no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores (λ)	0.316	0.190
Porcentagem de variância explicada (%)	21.8	13.1
Porcentagem de variância acumulada (%)	21.8	34.9
Correlação de Pearson (espécies-ambiente)	0.951	0.826
Teste Monte Carlo (p)		
Autovalores	0.010	0.010
Correlações espécie-ambiente	0.010	0.010

Tabela 5. Coeficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas para os eixos 1 e 2 no lago Caracaranã, estado de Roraima, Brasil.

Variáveis	Coeficiente Canônico		Coeficiente de correlação (intra-set)	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	-0.115	0.193	-0.103	0.474
Oxigênio Dissolvido	0.086	-0.292	0.697	-0.422
Condutividade Elétrica	-0.226	0.068	-0.768	-0.017
Turbidez	0.018	-0.130	-0.804	-0.001
pH	0.085	-0.103	0.414	-0.530
Nitrogênio Total	-0.035	-0.010	-0.329	0.099
Nitrato	0.037	0.183	0.589	0.661
Nitrito	-0.009	0.047	0.107	0.247
Fósforo Total	0.073	-0.002	0.391	0.502
Fósforo Total Dissolvido	-0.285	-0.073	-0.844	-0.275
Ortofosfato	-0.013	0.098	0.366	0.176

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM ECOSSISTEMA LACUSTRE DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO BRANCO, ESTADO DE RORAIMA, BRASIL

Manuscrito a ser submetido à revista Hydrobiologia

Estrutura da comunidade fitoplanctônica de um ecossistema lacustre da planície de inundação do rio Branco, estado de Roraima, Brasil

Ise de Goreth Silva¹, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira² & Ariadne do Nascimento Moura³.

¹*Universidade Federal de Roraima, Departamento de Biologia, Av. Ene Garcez, 2413, Aeroporto, 69304-000, Boa Vista, RR, Brasil*

E-mail: isegoreth@yahoo.com.br

²*Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Pádua Dias, 11, C. Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil*

³*Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Área de Botânica, R. Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, 52171-030, Recife, PE, Brasil*

Key words: phytoplankton, nictemeral, floodplain, state of Roraima.

ABSTRACT

Lago dos Reis lake (01°30'59.5" N and 61°15'50.4" W) is located on the right bank of the Branco River in the municipality of Caracarái, southern part of the state of Roraima (Brazil) and is therefore subject to fluctuations in water level. The aim of the present study was to analyze the structure of the phytoplankton community on the nictemeral and seasonal scales and the influence of limnological variables. Sampling was performed in two climate periods: rainy (September 2005 and June 2006) and dry (December 2005 and November 2006), considering two nictemeral cycles at a central station in the lake, at the subsurface (0.20 m), middle and approximately 30 cm above the bottom of the water column, using a van Dorn bottle. The following physical and chemical variables were analyzed: temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, turbidity, total nitrogen, nitrate, total dissolved phosphorus and orthophosphate. The phytoplankton community was assessed with regard to composition and density. The relationship between the phytoplankton community and abiotic variables was assessed using Canonical Correspondence Analysis. The lake had low concentrations of oxygen, a clinograde profile, waters ranging from slightly acidic to alkaline, stratified during the day and homogenous at night, with low concentrations of nutrients. The phytoplankton community was represented by 54 taxa, with a predominance of Chlorococcales (22 species). Small densities of phytoplankton occurred in both nictemeral cycles, with an accentuated vertical gradient. The highest densities were recorded in the dry season and lowest densities were recorded in the wet season. Lago dos Reis exhibit characteristics that classify it as a polymythic, oligotrophic environment. The canonical correspondence analysis demonstrated that the variability in the data was more important seasonally than on the nictemeral scale, supporting the hypothesis of the influence of the hydrological cycle on the dynamics of phytoplankton communities in floodplain lakes.

Palavras-chave: fitoplâncton, nictemeral, planície de inundação, estado de Roraima.

RESUMO

O lago dos Reis (01°30'59,5" N e 61°15'50,4" W) localiza-se à margem direita do rio Branco, no município de Caracarái, região sul do estado de Roraima e, portanto, sujeito a flutuação do nível da água. Objetivou-se analisar, em escala nictemeral e sazonal, a estrutura da comunidade fitoplanctônica e a influência das variáveis limnológicas sobre esta comunidade. As amostragens foram realizadas em dois períodos climáticos: chuvoso (setembro/05 e junho/06) e seco (dezembro/05 e novembro/06) contemplando dois ciclos nictemerai em uma estação central do lago, na subsuperfície (0,20 m), meio e aproximadamente 30 cm acima do fundo da coluna d'água, utilizando-se garrafa de van Dorn. Foram analisadas variáveis físicas e químicas da água, tais como, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, nitrito, nitrato, fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato. A comunidade fitoplanctônica foi avaliada em relação à composição e densidade. A relação entre as variáveis abióticas e a comunidade fitoplanctônica foi avaliada através da análise de correspondência canônica (ACC). Foram observadas águas com baixas concentrações de oxigênio e presença de perfil clinogrado, variando entre levemente ácidas a alcalinas, estratificadas no período diurno e homogêneas no período noturno e baixas concentrações de nutrientes. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 54 táxons, com predomínio das Chlorococcales (22 espécies). Reduzidas densidades fitoplanctônica ocorreram nos dois ciclos nictemerai, com acentuado gradiente vertical. As maiores densidades foram registradas no período seco e as menores no chuvoso. O lago dos Reis apresenta características que permitem classificá-lo como um ambiente polimítico e oligotrófico. A análise de correspondência canônica mostrou que a variabilidade dos dados foi mais importante sazonalmente do que na escala nictemeral, reforçando a hipótese da influência do ciclo hidrológico na dinâmica das comunidades fitoplanctônica em lagos de planície de inundação.

Introdução

Os efeitos da flutuação no nível das águas como fator preponderante na composição e dinâmica das comunidades fitoplanctônica em lagos de planície de inundação tem sido discutido por diversos autores (Ganf, 1974; Ibañez, 1998; Barbieri et al., 1989; Nabout et al., 2006).

A precipitação, vento e flutuação no nível da água podem ter caráter muito mais relevante do que luz e temperatura nos padrões de sazonalidade do fitoplâncton de lagos tropicais. Na lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense) as maiores densidades fitoplanctônica foram verificadas no período de águas baixas e menores no período de águas altas, como consequência da disponibilidade de nutrientes e luz que também são influenciados pela variação no nível de água (Espíndola et al., 1996).

Melo & Huszar (2000) e Melo et al. (2004), estudando a comunidade fitoplanctônica em lagos de inundação amazônicos, sugerem que diferenças hidrográficas e hidrológicas são determinantes no comportamento da comunidade fitoplanctônica desses lagos.

A comunidade algal é considerada como um bom indicador das mudanças que ocorrem em um ambiente aquático, devido a suas respostas rápidas e a intervalos de tempo curto, principalmente no que diz respeito aos processos reprodutivos. Neste sentido, o conhecimento da estrutura e funcionamento dessas comunidades biológicas, assim como sua interação com o meio físico, tornam-se essenciais para o entendimento do comportamento desses ambientes, visando à utilização sustentável de seus recursos e ao acesso às gerações futuras.

No estado de Roraima, a área drenada pela bacia hidrográfica do rio Branco origina inúmeros lagos que são caracterizados por permanecerem ligados ao rio que os forma durante o período de inundação ou isolados no período seco. Estes lagos são normalmente utilizados pela população do entorno, principalmente para a exploração artesanal pesqueira ou como área de lazer. Embora seja reconhecida a importância dos estudos em lagos de várzea para o entendimento da ecologia desses ambientes como dos sistemas fluviais os quais estão ligados, pesquisas realizadas em lagos de inundação do Estado de Roraima são inexistentes.

Neste contexto e baseado na hipótese que padrões espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica em lagos de planície de inundação são influenciados pela flutuação das variáveis abióticas em consequência da variação do nível da água nesses ambientes, objetivou-se caracterizar um ecossistema lacustre da planície de inundação do rio Branco, estado de Roraima, em relação à composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e a influência das variáveis ambientais sobre essa comunidade durante o período de águas altas (chuvoso) e águas baixas (seco).

Área de estudo

O lago dos Reis (01°30'59,1" N e 61°15'50,4" W) localiza-se à margem direita do rio Branco, no Município de Caracarai, região sul do estado de Roraima. Possui área aproximadamente de 19,2 ha e devido está ligado ao rio Branco, apresenta acentuada flutuação do nível d'água, atingindo profundidade máxima no período de águas altas de cerca de 8,0 m e profundidade mínima de aproximadamente 1,5 m no período de águas baixas. O lago apresenta águas ligeiramente escura e suas margens encontram-se preservadas.

De acordo com a classificação de Köppen, ocorre no estado de Roraima o grupo climático A (tropical úmido). O regime de chuvas está representado por dois períodos bastante distintos: período chuvoso compreendendo os meses de abril a setembro, e período seco, de outubro a março (Fundação do Meio Ambiente e Tecnologia de Roraima, 1994;). As condições climatológicas da região à qual está inserida a área de estudo apresentaram valores elevados de precipitação pluviométrica durante o período chuvoso (abril a setembro) e valores baixos no período seco (outubro a março), indicando uma acentuada

variação sazonal. O comportamento da temperatura do ar acompanhou o da precipitação, com valores elevados, nas condições de seca, e baixos, nas de inverno. A média mensal de precipitação pluviométrica variou de 17,2 mm (março/2005) a 589,8 mm (julho/2006) e a temperatura variou de 26 °C (maio/2006) a 29,7 °C (outubro/2005) (Instituto Nacional de Meteorologia, 2006) (Fig. 1)

Metodologia

Com vistas a determinar as variáveis abióticas e bióticas, foram realizadas amostragens com frequência nictemerais, em intervalos de 4 horas, completando um ciclo de 24 horas em dois períodos climatológicos distintos: período chuvoso (setembro/2005 e junho/2006) e período seco (dezembro/2005 e novembro/2006). As coletas de água foram realizadas em uma estação central do lago, na subsuperfície (0,20 m), meio e aproximadamente 30 cm acima do fundo da coluna d'água, utilizando-se garrafa de van Dorn .

As variáveis ambientais físicas e químicas da água analisadas foram: temperatura da água e oxigênio dissolvido (oxímetro, modelo Handylab OX1 – Schott), pH (potenciômetro, modelo Handylab 1 – Schott), condutividade elétrica (condutivímetro, modelo Handylab LF1 – Schott) e turbidez (turbidímetro, modelo HI 93703 - Hanna Instruments.), mensuradas *in situ*. As medições de temperatura e oxigênio foram tomadas a cada 2 horas, em intervalos e 0,50 m na coluna d'água. Os nutrientes analisados foram: nitrogênio total (Valderrama, 1981), nitrito (Mackereth et al., 1978), nitrato, fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato (Golterman et al., 1978).

Simultaneamente foi determinada a transparência da água, estimada através da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, a profundidade da zona eufótica (Z_{eu}), calculada através do produto da profundidade do disco de Secchi, utilizando-se a constante 3,0 de acordo com Esteves (1988), e o índice de estado trófico (IET) de Carlson (1974), descrito em Toledo Jr. et al. (1983), calculado a partir das concentrações de fósforo total, concentrações de clorofila *a* e profundidade de desaparecimento do disco de Secchi.

O estudo da composição fitoplanctônica foi baseado em coletas realizadas com rede de plâncton, com abertura de malha de 20 μ m. Foram feitos arrastos horizontais à subsuperfície. As amostras foram preservadas com solução de Transeau. Os táxons foram identificados utilizando-se a seguinte bibliografia: Alves-da-Silva & Bridi (2004a, 2004b), Anagnostidis & Komárek (1988,1990), Bittencourt-Oliveira (1993), Bourrely (1966, 1968, 1970), De-Lamonica-Freire & Sant'Anna (1993), Komárek & Anagnostidis (1986), Krammer & Lange-Bertalot (1991a, 1991b) Lopes & Bicudo (2003), Menezes et al. (1995), e Silva & Cecy (2004). Foram confeccionadas lâminas permanentes de diatomáceas para melhor identificação, seguindo-se o método de Simonsen (1979), modificado por Moreira Filho & Valente Moreira (1981). Foi utilizado o Sistema de Classificação de Round (1973) para enquadramento taxonômico das diatomáceas, o de Anagnostidis & Komárek (1988), Komárek & Anagnostidis (1986) e Komárek & Anagnostidis (1986; 2005) para Cyanophyta e o Sistema de Van Den Hoek *et al.* (1995) para

os demais grupos taxonômicos. As amostras foram examinadas em microscópio Zeiss, modelo Axioskop, equipado com câmara-clara, câmara fotográfica e ocular de medição. Foram analisadas características morfológicas das fases reprodutiva e vegetativa. Foram considerados fitoflagelados as algas flageladas que não foi possível a identificação.

As coletas para o estudo da densidade fitoplanctônica foram feitas com garrafas de van Dorn. As amostras foram preservadas com lugol acético e a densidade do fitoplâncton foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958), utilizando-se microscópio invertido, modelo Axiovert 135M - Zeiss, em aumento 400x. A contagem dos indivíduos (colônias, cenóbios, filamentos e células) foi feita segundo a técnica de transectos, padronizados em dois transectos (horizontal e vertical). A densidade foi calculada utilizando-se a fórmula de Villafañe & Reid (1995) e o resultado expresso em indivíduos por mililitro. O índice de diversidade (H' , bits ind.⁻¹) foi calculado utilizando o índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver 1948), a equitabilidade foi avaliada a partir do H' de Shannon-Wiener. A abundância e a dominância dos táxons foram calculadas segundo Lobo & Leighton (1986). A frequência de ocorrência das espécies foi calculada segundo Mateucci & Colma (1982).

Para o entendimento das variações do sistema foi utilizada a análise de correspondência canônica (ACC), correlacionando-se os dados abióticos com os biológicos. Somente as espécies abundantes foram consideradas para análise. O programa estatístico utilizado nas análises foi PC-ORD versão 4,14 para Windows (McCune & Mefford, 1999.).

Resultados

A estrutura térmica das águas do lago dos Reis caracteriza um sistema com estratificação nas camadas superficiais durante o período diurno e homogeneização noturna até às primeiras horas da manhã (Fig. 2 e 3). Esse padrão apresentou-se mais acentuado no período seco, no qual, embora se tenha uma coluna d'água com profundidade média de 2 m, ocorreram diferenças entre superfície e fundo, variando de 1,1 a 3,5 °C. A menor diferença foi encontrada às 08h00min e a maior às 12h00min, ambas no dia 14 de novembro/06 (período seco).

Durante o período chuvoso de 2006, foi observado que a coluna d'água apresentou-se totalmente desestratificada em todos os horários amostrados. De forma geral, os maiores valores de temperatura ocorreram no período seco, entre as 08h00min e 16h00min.

As temperaturas mínima e máxima registradas durante o período chuvoso foram, respectivamente, 25,7 °C às 14h00min e 16h00min (fundo) do dia 21/06/06 e 33,4 °C às 12h00min (superfície) do dia 28/09/05. No período seco, as temperaturas mínima e máxima foram, respectivamente, 24 °C às 10h00min (fundo) do dia 14/11/06 e 30,4 °C às 14h00min (superfície) do dia 13/11/06 (Fig. 2 e 3).

A variação nictemeral das concentrações de oxigênio dissolvido no período chuvoso foi diferente daquela encontrada no período seco. As maiores concentrações foram observadas no período

seco, com a camada superficial sempre mais oxigenada que a do fundo. As variações verticais caracterizam um sistema com baixas concentrações de oxigênio, ocorrendo perfil vertical clinogrado na maioria dos horários amostrados. Observou-se o predomínio de uma camada de água estratificada, exceto no período chuvoso de 2006, quando esta se apresentou homogênea (Fig. 2 e 3).

As concentrações de oxigênio no período chuvoso variaram de um mínimo de $0,0 \text{ mg.L}^{-1}$, encontrado às 14h00min, 16h00min e 18h00min (fundo) do dia 28/09/05 a um máximo de $5,2 \text{ mg.L}^{-1}$, às 16h00min (superfície) do 28/09/05. A concentração mínima encontrada no período seco foi $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$ às 12h00min (fundo) do dia 22/12/05 e a máxima de $5,9 \text{ mg.L}^{-1}$ (superfície) do dia 13/11/06 (Fig. 2 e 3).

A variação vertical do pH evidenciou perfis homogêneos ou com tendência a decréscimo nas camadas mais profundas. Sazonalmente, os maiores valores ocorreram no período seco, com pH variando entre levemente ácido a alcalino nos dois ciclos nictemerais. Os valores variaram de 5,9 (08h00min; superfície; 29/09/05; período chuvoso) a 7,6 (20h00min; superfície; 13/11/06; período seco) (Tab. 1).

A variação nictemeral da condutividade elétrica foi, geralmente, mais acentuada no período chuvoso, quando maiores valores foram observados nas camadas próximas ao fundo, evidenciando pequenas variações na coluna d'água. Os valores oscilaram entre $11,51 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (12h00min; fundo; 14/11/06; período seco) e $41,20 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (06h00min; fundo; 29/09/05; período chuvoso) (Tab. 1).

A turbidez apresentou variação sazonal, sendo elevada no período chuvoso e relativamente baixa no período seco, com pequenas oscilações na coluna d'água. Os valores flutuaram entre 11,78 e 274 UNT. O mínimo foi registrado às 20h00min (superfície) do dia 13/11/06 (período seco) e o máximo às 04h00min (superfície) do dia 22/06/06 (período chuvoso) (Tab. 1).

A transparência da água foi baixa durante os dois ciclos nictemerais, variando entre 0,65 m e 1,0 m. O valor mínimo ocorreu no período seco (Z_{max} 2,50 m, dezembro/05) e o máximo no período chuvoso (Z_{max} 8,0 m, junho/06). A zona eufótica variou de 1,95 m a 3,0 m de profundidade. No período seco de 2006, a profundidade da zona eufótica estendeu-se até o fundo.

O lago dos Reis foi caracterizado por baixas concentrações de nutrientes. Nitrogênio total, nitrato e nitrito apresentaram padrão de variação nictemeral similar, com valores ligeiramente maiores em direção ao fundo, sem, contudo, caracterizar a formação de gradientes verticais acentuados. A variação sazonal foi mais nítida em relação às concentrações de nitrogênio total, onde estas foram maiores no período chuvoso. Quanto ao nitrato e nitrito, estes não apresentaram diferenças sazonais.

As concentrações de nitrogênio total oscilaram entre $0,55 \mu\text{mol.L}^{-1}$, encontrada às 20h00min (superfície) do dia 21/06/06 (período chuvoso) e às 12h00min (meio) do dia 22/06/06 (período chuvoso) e $18,51 \mu\text{mol.L}^{-1}$ encontrada às 20h00min (fundo) do dia 28/09/05 (período chuvoso). As concentrações de nitrato oscilaram entre 0,00 e $0,07 \mu\text{mol.L}^{-1}$. A menor ocorreu em todos os horários, exceto nos dias 28 e 29/09/05 e a maior ocorreu às 08h00min (fundo) do dia 14/11/06 (período seco). O nitrito apresentou concentração mínima de $0,00 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (00h00min; meio; 21/06/06; período chuvoso) e máxima de $0,80 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (04h00min e 08h00min; fundo; 23/12/05; período seco) (Tab. 1).

As concentrações de fósforo total, fósforo total dissolvido e ortofosfato foram maiores nas camadas mais profundas, exceto para as concentrações de ortofosfato obtidas no período chuvoso de 2005. Nesse período, a coluna d'água apresentou-se homogênea. Em relação à sazonalidade, as maiores concentrações desses nutrientes ocorreram no período seco (Tab. 1).

As concentrações de fósforo total apresentaram um mínimo de $0,22 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (04h00min; meio; 22/06/06; período chuvoso) e um máximo de $1,69 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (12h00min; fundo; 23/12/05 e 08h00min; fundo; 14/11/06; períodos seco). A concentração mínima registrada para o fósforo total dissolvido foi de $0,05 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (16h00min e 04h00min; superfície; 21 e 22/06/06; período chuvoso) e a máxima foi de $2,15 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (08h00min; fundo; 23/12/05; período seco). As concentrações de ortofosfato variaram entre $0,00 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (todos os horários e profundidades; 28 e 29/09/05; período chuvoso) e $0,20 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (04h00min; fundo; 23/12/05; período seco) (Tab. 1).

As variações na razão atômica NT: PT flutuaram entre 1,39 (04h00min., superfície, 23/12/05) e 52,66 (20h00min., fundo, 28/09/05). Valores baixos indicam limitação de nitrogênio, não fugindo do padrão dos lagos amazônicos (Tab. 1).

Os valores obtidos para o índice de estado trófico indicam que o lago dos Reis apresenta condições oligotróficas durante os dois ciclos nictemerais (Tab. 1).

A comunidade fitoplanctônica do lago dos Reis durante o período de estudo esteve representada por 54 táxons, entre Cyanophyta (11,1%), Chlorophyta (51,9%), Euglenophyta (16,7%), Bacillariophyta (16,7%), Chrysophyta (1,9%) e Dinophyta (1,9%) (Tab. 2).

A maior riqueza de espécies foi das Chlorophyta (28 spp.), seguidas pelas Bacillariophyta (nove spp.), Euglenophyta (nove spp.) e Cyanophyta (seis spp.). As Chrysophyta e Dinophyta estiveram representadas por apenas uma espécie cada. As Chlorococcales foram, dentre as Chlorophyta, o grupo com maior número de espécies (22 spp.), totalizando 78,6% dos táxons, destacando-se *Scenedesmus* (quatro spp.) e *Monoraphidium* (três spp.) (Tab. 2).

A análise sazonal mostrou que o período seco apresentou 47 spp. e o chuvoso 46 spp. As Chlorophyta apresentaram o maior número de espécies no período chuvoso (23 spp), enquanto que as Euglenophyta e as Bacillariophyta no período seco, com nove e oito espécies, respectivamente (Tab. 2).

Dos táxons inventariados, 21 foram abundantes durante os dois ciclos nictemerais. As Chlorophyta contribuíram com nove espécies, Bacillariophyta com cinco, Cyanophyta com quatro, Chrysophyta, Dinophyta e Euglenophyta com uma espécie e os fitoflagelados (Tab. 3).

As espécies *Aucoloseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Melosira varians* Agardh, *Tabellaria* sp. (Bacillariophyta) e *Phormidium* sp. (Cyanophyta) e os fitoflagelados foram dominantes durante o estudo.

Em relação à frequência de ocorrência, seis espécies foram frequentes, estas pertencentes às Chlorophyta (três spp.), Euglenophyta (uma sp.), Bacillariophyta (uma sp.) e Chrysophyta (uma sp.). Os táxons considerados pouco frequentes totalizaram 32 espécies, sendo seis Cyanophyta, 12 Chlorophyta,

oito Euglenophyta, cinco Bacillariophyta, uma Dinophyta e os fitoflagelados. Os táxons esporádicos totalizaram 16 espécies, 13 pertencentes às Chlorophyta e três às Bacillariophyta (Tab. 2).

A densidade fitoplanctônica no lago dos Reis apresentou-se baixa, variando de um mínimo de 16 ind.mL⁻¹ (04h00min; superfície e fundo; 22/06/06, período chuvoso) a um máximo de 484 ind.mL⁻¹ (16h00min; superfície; 22/12/05, período seco) (Fig. 4).

O padrão de distribuição da densidade fitoplanctônica foi caracterizado pela formação de gradientes verticais bem definidos, com valores maiores na superfície e menores nas camadas mais profundas do lago (Fig. 4).

Em relação à variação sazonal, o período chuvoso foi caracterizado por apresentar baixas densidades, enquanto no período seco ocorreram as maiores densidades.

As Bacillariophyta contribuíram com 34,2% da densidade total, sendo *Tabellaria* sp a principal responsável por esta contribuição, representando 62% da densidade total das Bacillariophyta. A distribuição dessa espécie na coluna d'água apresentou pequenas variações, com as maiores densidades ocorrendo, geralmente, na superfície. O padrão de distribuição das Bacillariophyta foi inverso ao dos demais grupos, com maiores densidades nas camadas mais profundas.

Os fitoflagelados foram o segundo grupo mais importante, quantitativamente, sendo responsável por 28,9% da densidade total.

As Chlorophyta contribuíram com 23% da densidade total. As espécies mais representativas foram *Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák (24,8%) e *M. contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová (31%). Estas espécies ocorreram na superfície e a 2 m de profundidade.

A diversidade específica, apresentou-se variável entre os horários e as profundidades, sendo observados valores baixos, médios e altos. Os valores de equitatividade no lago dos Reis estiveram, na maioria, abaixo de 0,5, caracterizando uma distribuição não uniforme das espécies.

Os resultados da análise de correspondência canônica (ACC) estão sintetizados nas Tabelas 4 e 5 e Figuras 5 e 6. A ACC mostrou que os autovalores dos eixos 1 e 2 explicaram 26,4% da variância dos dados. O teste Monte Carlo foi significativo ($p \leq 0,05$) indicando a impossibilidade dos dados terem sido ordenados ao acaso. A correlação de Pearson indica forte correlação entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais.

A ACC mostrou claramente a diferença sazonal. As unidades amostrais referente ao período chuvoso foram associadas negativamente ao eixo 1 e correspondem aos altos valores de turbidez e condutividade elétrica. As espécies associadas ao eixo 1 e que estiveram relacionadas ao período chuvoso foram *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová, *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) K. Möbius, *Aulocoseira herzogii* (Lemmermann) Simonsen, *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann, *Peridinium* sp., *Merismopedia tenuissima* Lemmermann e *Phormidium* sp. As unidades amostrais do período seco associaram-se positivamente a este eixo e correspondem aos valores elevados de pH, oxigênio dissolvido e fósforo total. As espécies associadas ao período seco foram *Dinobryon sertularia*

Ehrenberg, *Scenedesmus quadricauda* Chodat, *Aucoloseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Aucoloseira granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen e *Tabellaria* sp.

No eixo 2, as variáveis mais importantes nas correlações intra-set foram fósforo total dissolvido e nitrato, caracterizando o período seco de 2005. As espécies relacionadas a este eixo foram *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle, *Closterium* sp., *Scenedesmus* sp., *Melosira varians*, *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler e *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli.

Discussão

O pulso de inundação é a principal força responsável pela dinâmica de nutrientes, pelas alterações na estrutura das comunidades aquáticas, assim como a forma de ocupação e exploração das planícies alagáveis pelo homem (Junk et al., 1989).

Segundo Forsberg et al. (1988) os lagos amazônicos de planície de inundação recebem água e nutrientes principalmente de duas fontes distintas: da bacia de drenagem local e do rio principal e que as variações sazonais no nível do rio podem ocasionar grandes mudanças na área e na profundidade desses lagos.

A flutuação no nível das águas do rio Branco ocasionada pela variação sazonal, é fator determinante nos processos ecológicos no lago dos Reis. As grandes oscilações no volume e na profundidade do lago influenciam diretamente a dinâmica das variáveis limnológicas e a biota. A estabilidade térmica da coluna d'água, no período de águas baixas foi, provavelmente, o fator responsável pelo padrão de distribuição do oxigênio dissolvido, com presença de perfil clinogrado, restringindo a camada aeróbia a uma profundidade de aproximadamente 1,0 metro. Estas condições do sistema influenciaram também na dinâmica dos nutrientes, contribuindo com eventos de acúmulo nas camadas mais profundas e liberação de fósforo para a coluna d'água. Esses eventos podem ocasionar ambientes com limitações de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo, confirmados pela baixa relação NT: PT encontrada no lago.

As características ambientais observadas para o lago dos Reis corroboram com Tundisi et al. (1984) que associaram a depleção das concentrações de oxigênio dissolvido e acúmulo de nutrientes nas camadas mais profundas em dois lagos amazônicos à estratificação térmica e com Esteves et al. (1994) que verificaram que o comportamento térmico foi fator responsável na distribuição vertical homogênea de pH, condutividade elétrica, e oxigênio dissolvido no lago Batata e estratificado no lago Mussurá, dois lagos de inundação da bacia do rio Trombetas (PA).

A distribuição do fitoplâncton na coluna d'água é fortemente influenciada pelas condições físico-química da água, tais como, disponibilidade de luz, temperatura, turbulência, concentração de oxigênio dissolvido, nutrientes (Esteves, 1988) que por sua vez apresentam significativas variações temporais como consequência do pulso de inundação (Nabout et al., 2006).

A dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica no lago dos Reis apresentou flutuações em função do pulso hidrológico. As maiores densidades ocorreram no período seco (águas baixas) e as menores no período chuvoso (águas altas), fatores como turbidez e disponibilidade de nutrientes, certamente foram responsáveis por essas variações. Isto ratifica o observado por Espíndola et al. (1996) que verificaram maiores densidades fitoplanctônica no período de águas baixas e menores no período de águas altas, afirmando que essas diferenças foram devido às variações de luz e nutrientes, as quais foram influenciadas pela flutuação no nível da água. Altas densidades no período de águas baixas foram também observadas por Huszar (2000) no lago Batata e por Pinilla (2006) na lagoa Boa (Amazônia colombiana). No lago Batata, a incorporação de nutrientes e freqüentes misturas da coluna d'água no período de águas baixas influenciou na elevação da densidade. Outros autores também discutem a influência do pulso de inundação sobre a estrutura e a composição da comunidade fitoplanctônica (Melo & Huszar, 2000; Domitrovic, 2003; Melo et al. 2004).

As altas densidades de diatomáceas observadas nas camadas mais profundas do lago dos Reis são explicadas pela capacidade de sedimentação que esse grupo apresenta, principalmente por apresentar densidade geralmente superior à da água (Esteves, 1988) e sua distribuição na coluna d'água depender da turbulência, condição não encontrada na área de estudo. Espíndola et al. (1996) observaram dominância de Bacillariophyceae em regiões turbulentas na lagoa Albuquerque, Mato Grosso do Sul.

A composição fitoplanctônica encontrada no lago dos Reis assemelha-se a de outros lagos amazônicos (Ibañez, 1998; Huszar, 1996; Melo & Huszar, 2000; Echenique et al., 2004; Nabout et al., 2006 e Souza et al., 2007), com Chlorophyta constituindo grupo predominante na maioria dos estudos.

A maior riqueza de Chlorococcales observada no lago dos Reis corrobora a idéia de cosmopolitismo do grupo (De-lamonica-Freire & Sant'Ana, 1993), a distribuição de algumas espécies em ambientes com pH alcalino, baixa profundidade e baixa transparência (Ramírez & Diaz, 1994) e sua capacidade adaptativa a ambientes oligo a eutróficos (Bicudo & Menezes, 2006), em razão de sua alta relação área/volume favorecendo sua capacidade em absorver nutrientes. Condições estas observadas no lago dos Reis.

A análise de correspondência canônica mostrou que a variabilidade dos dados foi mais importante sazonalmente do que na escala nictemeral, reforçando a hipótese da influência do ciclo hidrológico na dinâmica das comunidades fitoplanctônica em lagos de planície de inundação. No período chuvoso, a turbidez foi fator responsável na dinâmica da comunidade fitoplanctônica, quando foram registradas as menores densidades. No período seco, as variáveis oxigênio dissolvido, pH, nitrato e fosfatos influenciaram o padrão temporal da comunidade. Elevadas densidades de *A. granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *M. arcuatum* e *M. contortum* foram observadas nesse período.

O pulso hidrológico foi fator determinante na dinâmica da comunidade fitoplanctônica, particularmente regulando os baixos valores de turbidez e disponibilidade de nutrientes, e influenciando nas variações das densidades fitoplanctônica.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES - PQI 42) e à Universidade Federal de Roraima (UFRR) pelo apoio financeiro indispensável para realização do trabalho e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGB) pela utilização dos laboratórios para análises das amostras.

Referências

- Alves-da-Silva, S. M. & F. C. Bridi, 2004a. Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. 3. Gênero *Strombomonas* Defl. *Acta Botanica Brasílica* 18 (3): 555-572.
- Alves-da-Silva, S. M. & F. C. Bridi, 2004b. Estudo de Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. 2. Os gêneros *Phacus* Dujardin e *Hyalophacus* (Pringsheim) Pochmann. *Iheringia*, 59 (1): 75-96.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek, 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 80(1/4): 327-472.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek, 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. *Algological Studies* (59): 1-73.
- Barbieri, R., M. S. R. Ibañez, F. J. Aranha, M. M. F. Correia, J. W. Reid & P. Turner, 1989. Plâncton, produção primária e alguns fatores físico-químicos de dois lagos da Baixada Maranhense. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 399-408.
- Bittencourt-Oliveira, M. do C. 1993. Ficoflórula do reservatório de Balbina, Estado do Amazonas, I: Chlorococcales (Chlorophyceae). *Revista Brasileira de Biologia* 53(1): 113-129.
- Bicudo, C. E. de M. & M. Meneses, 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil – chave para identificação e descrição. 2ª ed. São Carlos: RiMa.
- Bourrely, P. 1966. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I: Les algues vertes. Paris, Ed. N. Boubée.
- Bourrely, P. 1968. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II: Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées. Paris, Ed. N. Boubée.
- Bourrely, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: Les algues bues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Chryptomonadiens. Paris, Ed. N. Boubée.
- De-Lamonica-Freire, E. M. & C. L. Sant'Anna, 1993. Chlorococcales (Chlorophyceae) da Estação Ecológica da Ilha de Taiamã, Estado de Mato Grosso, Brasil. *Hoehnea* 20: 107-118.

- Domitrovic, Y. Z. de, 2003. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná river floodplain (Argentina). *Hydrobiologia* 510: 175-193.
- Echenique, R. O., M. Núñez-Avellaneda & S. R. Duque, 2004. Chlorococcales de la amazonia colombiana I: Chlorellaceae y Scenedesmaceae. *Caldasia* 26: 37-51.
- Espíndola, E. G., T. Matsumura-Tundisi & I. D. Moreno, 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 8: 13-37.
- Esteves, F. A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro.
- Esteves, F. A., S. M. Thomaz & F. Roland, 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on study of diel variation. *Amazoniana* 13: 33-46.
- Forsberg, B. R., A. H. Devol, L. A. M. Richey & H. Santos, 1988. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography* 33: 41-56.
- FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE E TECNOLOGIA DE RORAIMA. Roraima: O Brasil do hemisfério norte. Boa Vista: AMBTEC, 1994.
- Ganf, G. G. 1974. Diurnal mixing and the vertical distribution of phytoplankton in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *Journal of Ecology* 62: 611-629.
- Golterman, H. L., R. S. Clymo & M. A. M. Ohnstad, 1978. Methods of physical and chemical analysis of freshwater. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, (IBP handbook).
- Huszar, V. L. M, 1996. Floristic composition and biogeographical aspects of phytoplankton of an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Pará, Brasil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 8: 127-136.
- Huszar, V. L. M. 2000. Fitoplâncton. In: Bozelli, R. L.; Esteves, F. A. & Roland, F. (eds). Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro: UFRJ/SBL, p.91-104.
- Ibañez, M. S. R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia* 362: 78-83.
- Junk, W. J., P. B. Bayley & R. E. Sparks, 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110-127.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 2: Chroococcales. *Algological Studies* (43): 157-226.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. **Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales**. Elsevier GmbH.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991a. Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *SEMPER BONIS ARTIBUS*.

- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1991b Bacillariophyceae, 4. Teil: Achnanthesaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) and Gomphonema Gesamthitratverzeichnis Teil 1-4, SEMPER BONIS ARTIBUS.
- Lobo, E. & G. Leighton, 1986. Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos e esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina* 22:143-170.
- Lopes, M. R. M & C. E. de Bicudo, 2003. Desmidióflora de um lago da planície de inundação do Rio Acre, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 33(2) 167-212.
- Mackereth, J. J. H., J. Heron & J. F. Talling, 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Kendall: Titus Wilson & Son Ltd (Freshwater Biological Association. Scientific Publication n° 36).
- Mateucci, S. D. & A. Colma. 1982. La metodología para el estudio de la vegetación. Colección de Monografías Científicas. Série Biología (S.1) 22.
- McCune, B. & M. J. Mefford, 1999. PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis of Ecological Data. MjM Software, Glenden Beach, Oregon, 47p.
- Melo, S. de. & V. L. M. Huszar, 2000. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research* 22: 63-76.
- Melo, S., V. L. M. Huszar, F. Roland, F. A. Esteves & R. Bozelli, 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussurá Lake, Pará-Brasil) with different mixing regimes. *Amazoniana* 18: 1-10.
- Menezes, M., C. G. Fonseca & E. P. do Nascimento, 1995. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintins, Estado do Amazonas, Brasil: Euglenophyceae e Dinophyceae. *Hoehnea* 22(1/2): 1-15.
- Moreira-Filho, H. & I. M. Valente-Moreira, 1981. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epifitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Boletim do Museu Botânico Municipal* 47: 1-17.
- Nabout, J. C., I. S. Nogueira & L. G. Oliveira, 2006. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. *Journal of Plankton Research* 28(2): 181-193.
- Pinilla, G. A. 2006. Vertical distribution of phytoplankton in clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle caquetá). *Hydrobiologia* 79-90.
- Ramírez, J. J. R. & A. C. Díaz, 1994. Caracterización limnológica y estructura de la comunidad fitoplanctónica en la laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Hoehnea* 21: 7-28.

- Round, R. E. 1973. **Biologia das algas**, 2ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara Dois.
- Shannon, C. E. & W. Weaver, 1948. The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois University Press. 117p.
- Silva, S. R. V. F & Cecy, I. I. T. 2004. Desmídias (Zygnemaphyceae) da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium*. Heringia 59 (1): 13-26.
- Souza, K. F., S. de Melo & F. F. de Almeida, 2007. Desmídias de um lago de inundação do Parque Nacional do Jaú (Amazonas – Brasil). Revista Brasileira de Biociência 5: 24-26.
- Toledo Jr., A. P. de, M. Talarico, S. J. Chinez & E. G. Agudo, 1983. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Camboriú. Anais... Camboriú. p.1 – 34.
- Tundisi, J. G., B. R. Forsberg, A. H. Devol, T. M. Zaret, T. M. Tundisi, A. Dos Santos, J. S. Ribeiro & E. R. Hardy, 1984. Mixing patterns in Amazon lakes. Hydrobiologia 108:3-15.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Amgewandte Limnologie 9: 1-38.
- Valderrama, G. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. Marine Chemistry 10: 109-122.
- Van Den Hoek, C.; Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1995. **Algae an introduction to phycology**. Cambridge University Press.
- Villafañe, V. E. & F. M. H. Reid, 1995. Métodos de Microscopia para la Cuantificacion del Fitoplancton. In: Alveal, K.; Ferraro, M. E. E.; Oliveira, C. & Sar, E. (eds.). Manual de Métodos Ficológicos Universidad de Concepción – Concepción – Chile.825p.

Lista de figuras

- Figura 1. Variações mensais de precipitação pluviométrica (mm) e de temperatura do ar (°C), no período de janeiro de 2005 a outubro de 2006, no município de Caracarái, estado de Roraima, Brasil.
- Figura 2. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L^{-1}) e temperatura (°C), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2005; B: temperatura da água no período chuvoso/2005; C: oxigênio dissolvido no período seco/2005 e D: temperatura da água no período seco/2005).
- Figura 3. Variação vertical e nictemeral de oxigênio (mg.L^{-1}) e temperatura (°C), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: oxigênio dissolvido no período chuvoso/2006; B: temperatura da água no período chuvoso/2006; C: oxigênio dissolvido no período seco/2006 e D: temperatura da água no período seco/2006).
- Figura 4. Variação nictemeral da densidade fitoplanctônica (ind.mL^{-1}), no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil (A: período chuvoso/2005, B: período seco/2005, C: período chuvoso/2006 e D: período seco/2006).
- Figura 5. Ordenação canônica (ACC) das unidades amostrais com base nas variáveis abióticas no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil. As unidades foram identificadas de acordo com os horários (12h; 16h; 20h; 00h; 06h; 04h; 08h; e 12h) e as profundidades (S=Superfície; M=Meio e F=Fundo). (Abreviações: Tem= Temperatura da água; pH=pH; O₂=Oxigênio dissolvido; Tur=Turbidez; Cond. =Condutividade elétrica; NO₃=Nitrato e PTD=Fósforo total dissolvido). (●= chuvoso 2005; Δ= seco 2005; ■=chuvoso 2006; ○=seco 2006).
- Figura 6. Ordenação canônica (ACC) das variáveis biológicas no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil. (Abreviações: Agr = *Aulocoseira granulata*; Aan = *Aulocoseira granulata* var. *angustissima*; Ahe = *Aulocoseira herzogii*; Aco = *Anabaena constricta*; Asp = *Aphanocapsa* sp; Dse = *Dinobryon sertularia* Cls = *Closterium* sp; Cmi = *Chroococcus minor*; Cfe = *Crucigenia fenestrada*; Fit = Fitoflagelados; Klu = *Kirchneriella lunaris*; Lov = *Lepocinclis ovum*; Mva = *Melosira varians*; Tem = *Merismopedia tenuissima*; Mar = *Monoraphidium arcuatum*; Mct = *Monoraphidium contortum*; Mgr = *Monoraphidium griffithii*; Pes = *Peridinium* sp; Psp = *Phormidium* sp; Squ = *Scenedesmus quadricauda*; Ssc = *Sphaerocystis schroeteri*; Ssp = *Scenedesmus* sp; Tsp = *Tabellaria* sp).

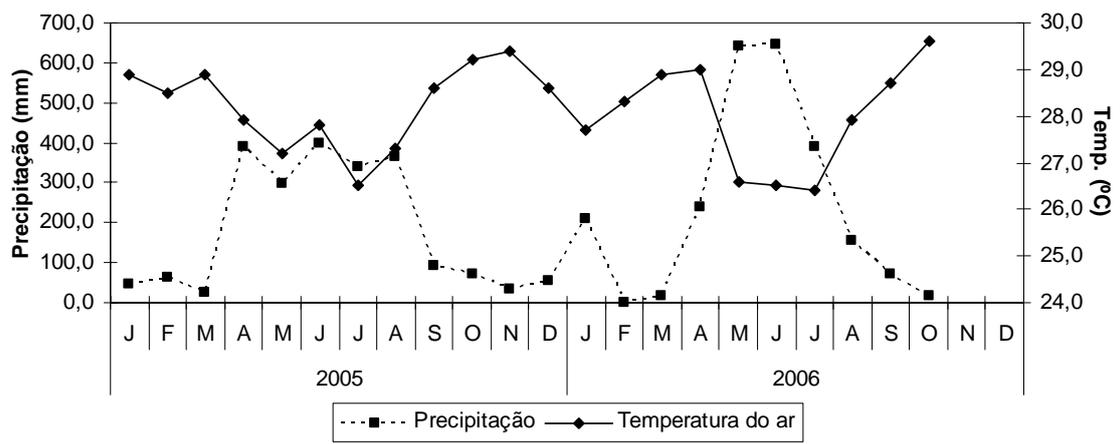
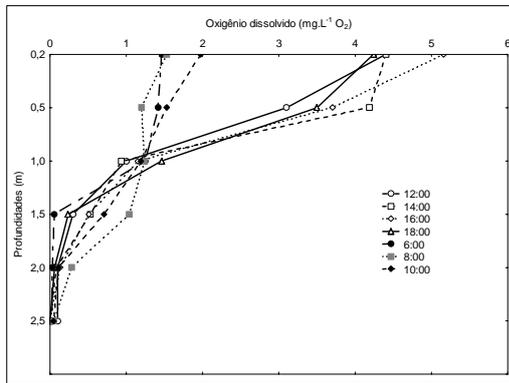
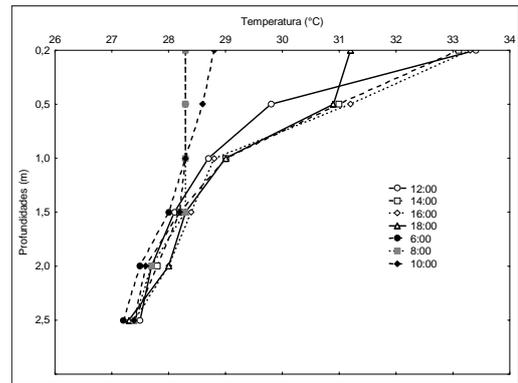


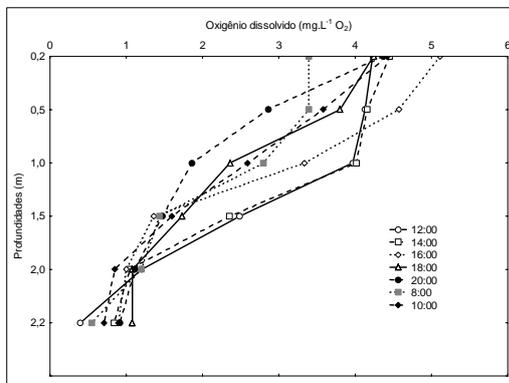
Fig. 1



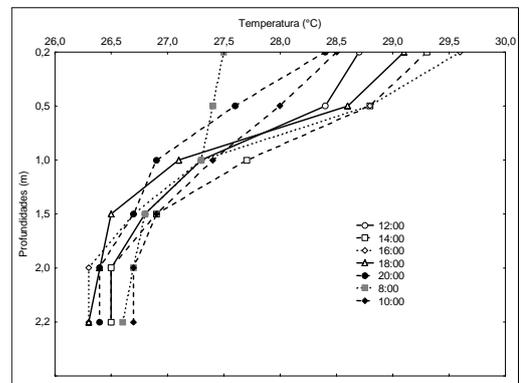
A



B

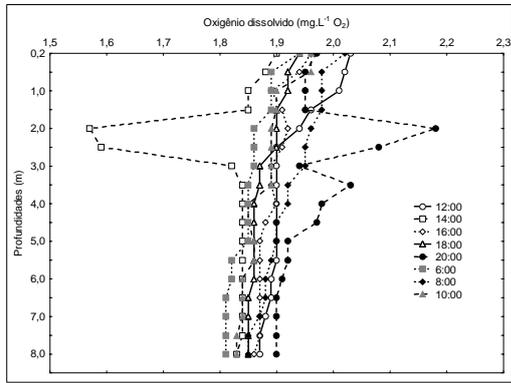


C

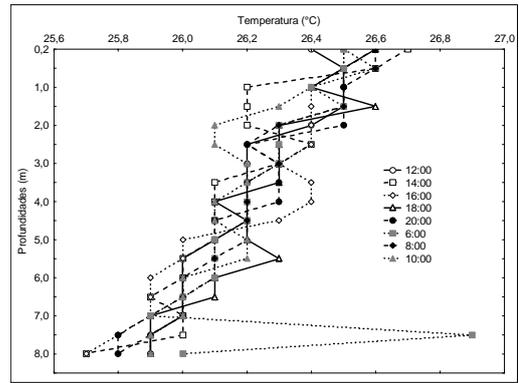


D

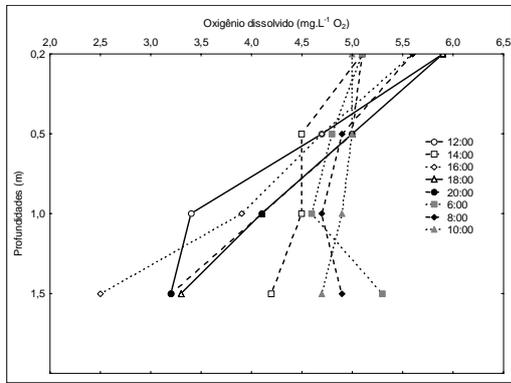
Fig. 2



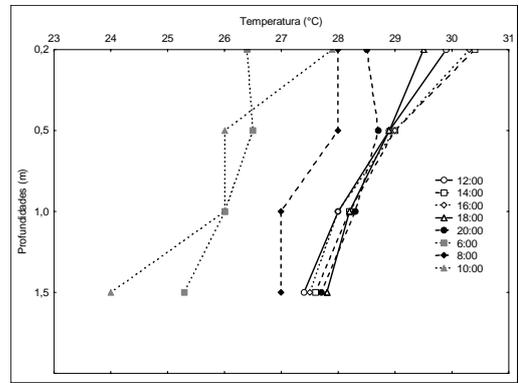
A



B



C



D

Fig. 3

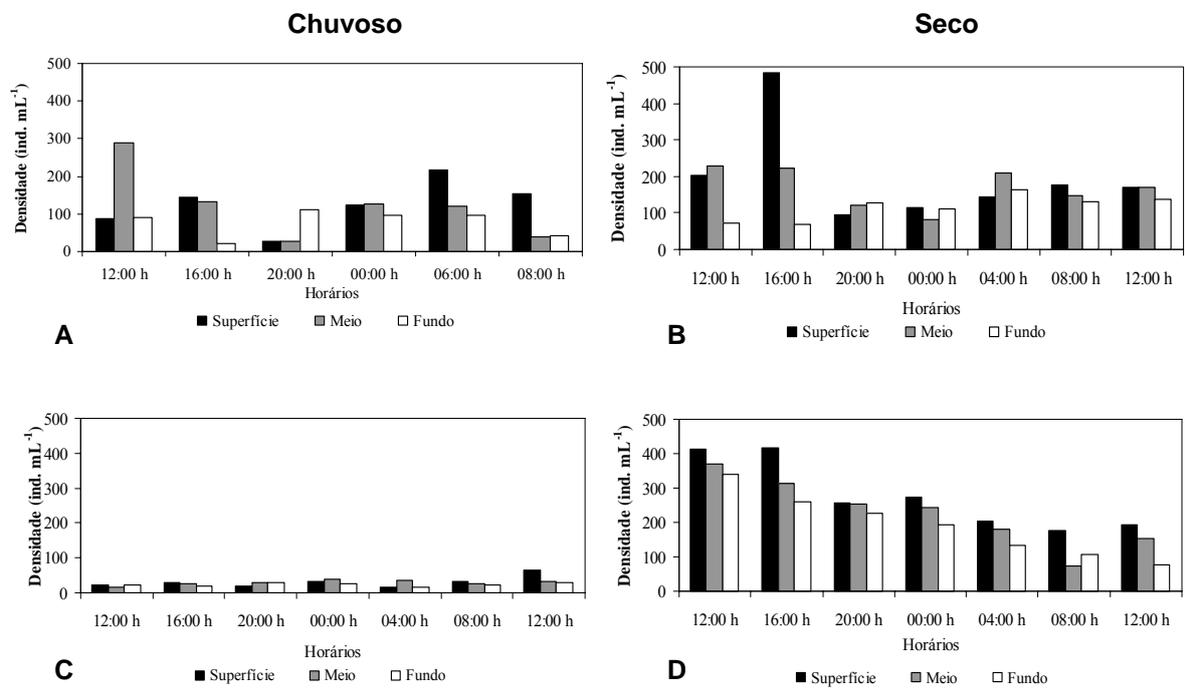


Fig. 4

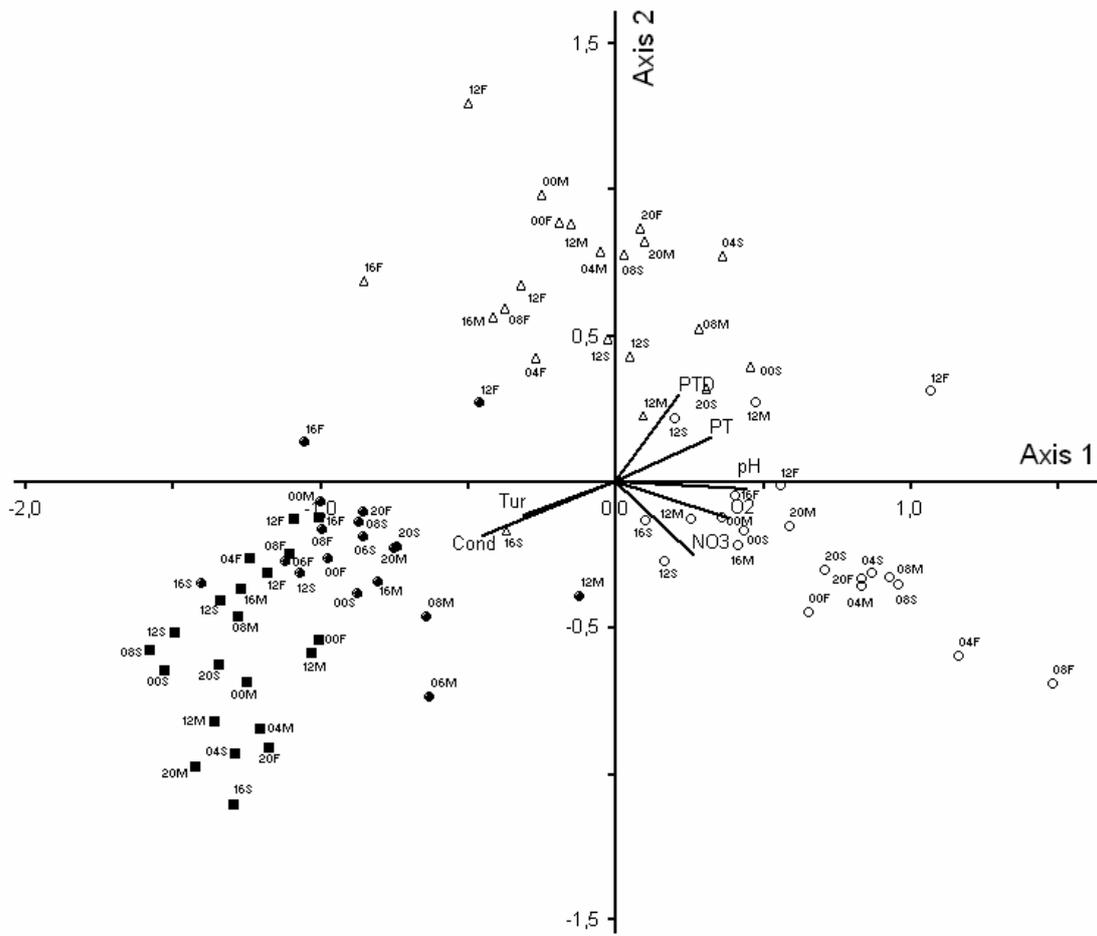


Fig. 5

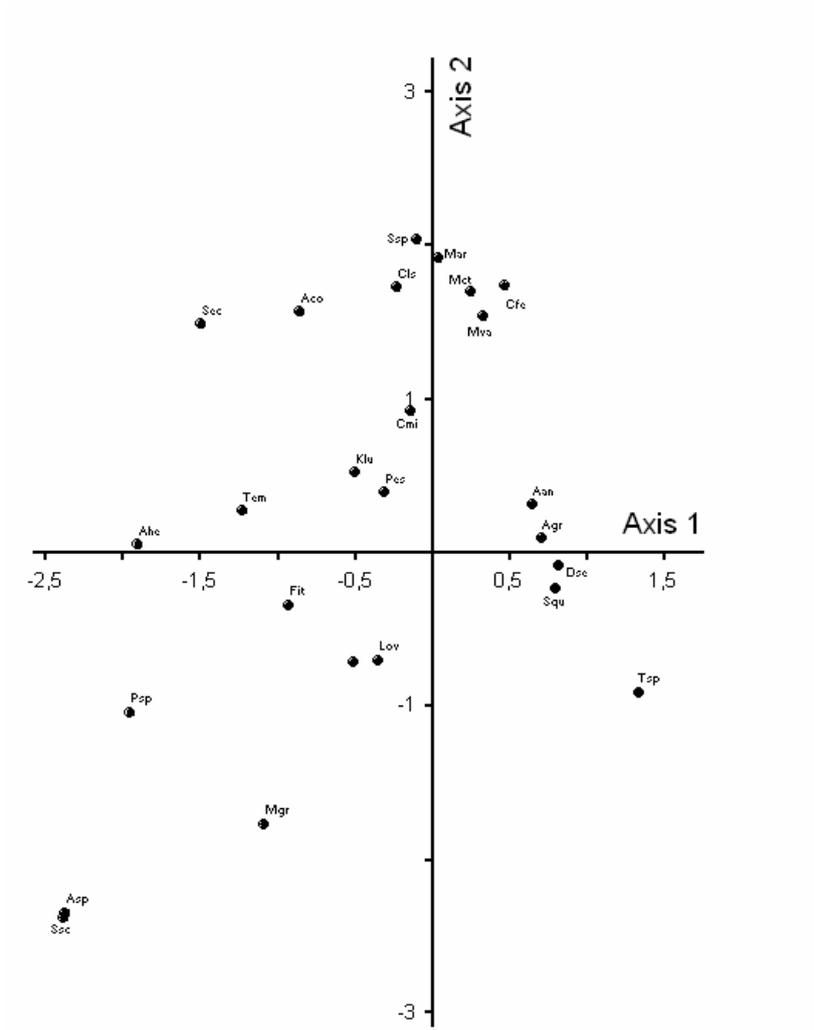


Fig. 6

Tabela 1. Variáveis abióticas, concentrações de nutrientes e o índice do estado trófico (IET) no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerai (2005 e 2006) (S – Superfície; M – Meio e F – Fundo). * A coleta do período chuvoso/05 das 04h00minh foi realizada às 06h00minh.

Variáveis	Horários Períodos/profundidades	12:00			16:00			20:00			00:00			04:00*			08:00			12:00		
		S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Chuvoso/05	28.80	29.00	29.40	28.50	28.70	35.10	29.70	28.90	35.10	29.50	29.00	36.70	32.20	32.70	41.20	29.70	29.10	35.70	-	-	-
	Seco/05	18.90	26.90	18.40	28.90	19.50	27.80	18.40	21.20	19.30	18.20	18.80	20.10	11.30	18.60	19.50	19.10	19.20	22.40	17.90	18.30	19.90
	Chuvoso/06	24.30	30.10	27.60	32.00	24.70	24.70	23.70	31.70	30.90	26.30	25.30	23.40	25.70	24.80	24.60	27.20	24.90	24.50	24.50	25.10	24.80
	Seco/06	20.30	25.30	20.90	20.40	21.20	22.10	21.10	20.90	21.40	21.80	20.90	21.00	19.50	19.00	17.10	18.70	17.90	12.50	18.20	17.30	11.51
pH	Chuvoso/05	6.90	7.00	6.90	6.40	6.30	6.20	6.70	6.20	6.10	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.90	6.00	6.00	-	-	-
	Seco/05	7.20	7.20	6.50	7.10	6.40	6.10	7.50	7.30	7.10	7.50	6.80	6.50	7.30	6.80	6.50	7.20	6.70	6.30	7.20	6.90	6.50
	Chuvoso/06	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90
	Seco/06	7.20	7.30	7.50	7.40	7.30	7.30	7.60	7.50	7.50	7.30	7.20	7.20	7.20	7.10	7.00	7.00	7.00	7.00	6.90	6.90	6.80
Turbidez (UNT)	Chuvoso/05	14.37	15.25	42.20	14.48	15.75	32.25	12.81	15.19	20.40	13.94	14.85	17.69	14.03	14.56	16.80	15.08	14.96	22.49	-	-	-
	Seco/05	20.02	20.46	30.82	19.20	19.38	22.21	18.45	22.83	24.91	19.22	25.91	28.01	19.91	23.20	24.10	19.60	22.58	22.78	17.21	18.73	22.87
	Chuvoso/06	269.00	241.00	230.00	248.00	233.00	204.00	271.00	272.00	232.00	265.00	257.00	227.00	274.00	259.00	235.00	270.00	248.00	219.00	255.00	234.00	208.00
	Seco/06	13.72	14.53	16.10	13.74	14.14	20.42	11.78	13.74	12.17	12.17	14.53	20.42	15.32	13.74	16.49	14.14	14.53	23.17	14.92	19.24	18.46
Nitrogênio total ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	4.21	5.89	9.25	6.73	10.09	14.30	3.36	9.67	18.51	1.26	8.41	16.82	1.26	7.57	10.09	5.89	6.73	13.04	-	-	-
	Seco/05	1.37	2.02	1.96	1.32	1.14	1.53	1.11	1.17	2.18	1.18	1.07	1.67	0.56	1.12	1.28	1.17	1.29	1.31	1.03	1.31	1.39
	Chuvoso/06	1.48	1.37	2.62	1.26	0.92	5.88	0.55	2.37	2.95	1.48	1.59	3.50	0.92	1.26	2.39	1.81	1.82	3.85	1.56	0.55	1.84
	Seco/06	1.18	1.14	1.56	1.17	1.45	2.10	1.18	1.28	1.37	0.86	0.89	1.45	0.95	1.60	2.26	1.35	1.45	1.87	1.53	1.54	1.81
Nitrato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02	-	-	-
	Seco/05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
	Chuvoso/06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
	Seco/06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.06	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.07	0.01	0.00	0.03
Nitrito ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.01	0.08	0.01	0.02	0.09	0.04	0.01	0.06	0.06	0.02	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	0.06	0.01	-	-	-
	Seco/05	0.04	0.05	0.09	0.03	0.08	0.09	0.03	0.07	0.09	0.04	0.08	0.09	0.05	0.09	0.80	0.05	0.80	0.80	0.06	0.03	0.07
	Chuvoso/06	0.05	0.03	0.04	0.02	0.00	0.07	0.03	0.02	0.04	0.04	0.00	0.06	0.01	0.03	0.03	0.06	0.04	0.05	0.01	0.04	0.01
	Seco/06	0.11	0.14	0.13	0.09	0.13	0.11	0.12	0.17	0.16	0.10	0.09	0.20	0.06	0.08	0.14	0.05	0.06	0.04	0.03	0.06	0.08
Fósforo total ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.46	0.73	0.73	0.69	0.91	0.87	0.73	0.87	0.78	1.01	0.87	1.19	0.78	1.19	1.01	0.96	1.28	1.23	-	-	-
	Seco/05	1.01	1.23	2.01	1.10	1.14	1.19	1.14	1.23	1.33	0.96	1.37	1.52	1.05	1.14	1.46	1.23	1.19	1.42	1.14	1.37	1.69
	Chuvoso/06	0.50	0.73	0.73	0.35	0.37	0.78	0.29	0.41	0.87	0.29	0.50	0.78	0.29	0.22	0.69	0.69	0.50	0.82	0.35	0.37	0.73
	Seco/06	1.10	1.05	1.23	1.19	1.37	1.46	1.01	1.14	1.60	1.28	1.42	1.46	1.14	1.37	1.37	0.73	1.05	1.69	0.69	0.78	1.05
Fósforo total dissolvido ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.17	0.30	0.47	0.43	0.22	0.52	0.30	0.35	0.39	0.17	0.17	0.30	0.26	0.22	0.22	0.17	0.13	0.22	-	-	-
	Seco/05	0.75	0.91	1.02	0.86	0.97	1.08	0.86	1.18	1.02	0.81	1.40	1.34	0.97	1.18	1.99	1.29	1.67	2.15	1.08	1.13	1.51
	Chuvoso/06	0.48	0.48	1.02	0.05	0.48	0.97	0.38	0.38	0.54	0.59	0.48	0.65	0.05	0.11	0.86	0.70	0.75	0.70	0.48	0.48	1.02
	Seco/06	0.69	0.73	0.73	0.82	0.82	0.91	0.69	0.82	0.86	0.78	0.91	0.86	0.82	0.91	0.91	0.73	0.86	0.78	0.78	0.78	0.91
Ortofosfato ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	Chuvoso/05	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	-	-	-
	Seco/05	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.20	0.04	0.06	0.14	0.04	0.02	0.02
	Chuvoso/06	0.02	0.05	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.05	0.05	0.02	0.05	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.04
	Seco/06	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
NT:PT	Chuvoso/05	20.35	2.21	27.98	21.70	24.41	36.42	10.18	24.63	52.66	2.77	21.42	31.30	3.59	14.09	22.20	13.57	11.63	23.36	-	-	-
	Seco/05	3.01	3.63	2.16	2.67	2.20	2.84	2.14	2.09	3.64	2.73	1.73	2.42	1.18	2.17	1.93	2.09	2.40	2.04	1.99	2.11	1.81
	Chuvoso/06	6.51	4.14	7.91	7.99	5.49	16.72	4.16	12.62	7.50	11.13	6.99	9.96	6.93	12.78	7.72	5.82	8.01	10.33	9.87	3.29	5.57
	Seco/06	2.38	2.39	2.79	2.17	2.33	3.18	2.60	2.47	1.89	1.48	1.38	2.19	1.84	2.59	3.64	4.07	3.04	2.44	4.92	4.39	3.80
IET	Chuvoso/05	29.87	27.28	31.21	32.70	29.11	33.70	35.96	27.80	33.58	35.40	30.46	31.95	28.17	32.98	30.62	28.57	32.06	31.70	-	-	-
	Seco/05	35.49	39.42	41.53	38.35	40.95	39.01	40.50	40.88	38.32	36.29	39.32	39.17	38.29	37.33	44.35	41.34	41.86	46.07	41.28	43.49	41.93
	Chuvoso/06	33.12	34.43	30.70	26.86	29.54	33.58	27.84	23.51	32.52	34.49	31.74	35.65	22.67	27.35	33.89	34.03	32.31	34.34	27.41	28.31	34.19
	Seco/06	41.81	44.30	43.26	43.50	44.19	45.14	42.60	43.60	44.21	43.22	43.94	42.66	42.12	42.34	42.12	38.01	41.25	42.13	36.04	38.07	38.71

Tabela 2. Táxons fitoplanctônicos identificados no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil em dois ciclos nictemerais (2005 e 2006) (C: período chuvoso; S: período seco; FO: Frequência de ocorrência; MF: muito freqüente; F: freqüente; PF: pouco freqüente; E: esporádica).

Táxons / Período/ Frequência de ocorrência	C	S	FO	Táxons / Período/ Frequência de ocorrência	C	S	FO
Cyanophyta				Chlorophyta			
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	+	+	PF	<i>Selenastrum graciles</i> Reinsch	-	+	E
<i>Aphanocapsa</i> sp.	+	+	PF	<i>Sphaerocystis shroeteri</i> Chodat	+	+	E
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	+	+	PF	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	-	+	E
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	+	+	PF	<i>Tetrastrum heteracanthium</i> (Nordstedt) Chodat	-	+	E
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	PF	<i>Treubaria triappendiculata</i> C. Bernard	+	+	PF
<i>Phormidium</i> sp.	+	+	PF	Euglenophyta			
Chlorophyta				<i>Euglena</i> sp.	+	+	PF
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	+	+	E	<i>Phacus acuminatus</i> A. Stokes	+	+	PF
<i>Bambusina</i> sp.	+	-	E	<i>Phacus cf. suecicus</i> Lemmermann	+	+	PF
<i>Chlorococcus</i> sp.	+	+	F	<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko	+	+	PF
<i>Closterium</i> sp.	+	+	PF	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Djardin	+	+	F
<i>Cosmarium</i> sp.	+	+	PF	<i>Phacus</i> sp.	-	+	PF
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	+	+	PF	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	+	+	PF
<i>Desmidiium baileyi</i> Ralfs ex Nordstedt	+	-	E	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann	+	+	PF
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H. C. Wood	+	+	F	<i>Strombomonas cf. acuminatus</i> (Schmarda) De Flandre	+	+	PF
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun	+	-	E	Bacillariophyta			
<i>Euastrum</i> sp.	-	+	E	<i>Auloseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+	F
<i>Golenkinia paucispina</i> West & West	-	+	PF	<i>Auloseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Simosen	+	+	E
<i>Gonatozygon monotaenium</i> Bary in Rabenhorst	+	-	F	<i>Auloseira herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen	+	+	PF
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbins	+	+	PF	<i>Frustulia rhomboides</i> Ehrenberg De Toni	+	-	PF
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	+	+	PF	<i>Gomphonema</i> sp.	-	+	E
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+	+	PF	<i>Melosira varians</i> Agardh	+	+	PF
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	+	+	E	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	+	+	PF
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli	+	+	E	<i>Tabellaria</i> sp.	+	+	PF
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	+	-	PF	<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L.) Round & Craf	-	+	E
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	+	E	Chrysophyta			
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod	+	+	PF	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	+	+	F
<i>Scenedesmus eornis</i> (Ehrenberg) Chod.	+	-	E	Dinophyta			
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Chodat	+	+	PF	<i>Peridinium</i> sp.	+	+	PF
<i>Scenedesmus</i> sp.	+	+	PF				

Tabela 3. Espécies abundantes e respectivas densidades totais (ind.mL⁻¹) no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil, durante os períodos chuvoso e seco de 2005 e 2006.

Espécies	2005		2006	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Cyanophyta				
<i>Aphanocapsa</i> sp.	6	6	44	-
<i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Nag.	2	90	18	62
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	22	78	54	12
<i>Phormidium</i> sp.	192	70	124	18
Chlorophyta				
<i>Closterium</i> sp.	28	116	6	24
<i>Crucigenia fenestrada</i> (Schmidle) Schmidle	-	62	-	12
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbins	4	32	8	4
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	22	502	8	82
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	34	522	12	206
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	-	10	26	46
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	16	80	-	288
<i>Scenedesmus</i> sp.	-	42	4	14
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	4	-	26	6
Euglenophyta				
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann	14	-	-	36
Bacillariophyta				
<i>Aulocoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	102	156	2	548
<i>Aulocoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F. Müller) Simonsen	28	46	-	126
<i>Aulocoseira herzogii</i> (Lemmermann) Simonsen	10	2	2	-
<i>Melosira varians</i> Agardh	14	182	2	142
<i>Tabellaria</i> sp.	-	-	-	2274
Chrysophyta				
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	-	22	6	50
Dinophyta				
<i>Peridinium</i> sp.	42	66	4	56
Fitoflagelados	1250	1044	208	646

Tabela 4. Síntese dos resultados da análise de correspondência canônica (ACC) baseada nas variáveis abióticas e nas espécies abundantes no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores (λ)	0.422	0.205
Porcentagem de variância explicada (%)	17.7	8.6
Porcentagem de variância acumulada (%)	17.7	26.4
Correlação de Pearson (espécies-ambiente)	0.875	0.807
Teste Monte Carlo (p)		
Autovalores	0.010	0.010
Correlações espécie-ambiente	0.010	0.010

Tabela 5. Coeficientes canônicos e correlações “intra-set” das variáveis abióticas para os eixos 1 e 2 no lago dos Reis, estado de Roraima, Brasil.

Variáveis	Coeficiente Canônico		Coeficiente de correlação (intra-set)	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	-0.314	0.020	-0.205	-0.277
Oxigênio Dissolvido	0.192	-0.312	0.591	-0.276
Condutividade Elétrica	-0.078	-0.251	-0.692	-0.402
Turbidez	-0.309	-0.183	-0.479	-0.254
pH	0.305	-0.011	0.683	-0.059
Nitrogênio Total	-0.030	0.047	-0.454	-0.197
Nitrato	0.134	-0.204	0.404	-0.551
Nitrito	0.170	-0.155	0.146	0.187
Fósforo Total	0.017	-0.075	0.497	0.326
Fósforo Total Dissolvido	-0.108	0.315	0.327	0.654
Ortofosfato	-0.078	-0.097	0.049	0.316

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O lago Caracaranã situa-se no Município de Normandia, a aproximadamente 250 km ao norte de Boa Vista, capital do estado de Roraima, nas áreas de savanas, na região nordeste do Estado e o lago dos Reis, no Município de Caracarai, região sul do estado na margem direita do Rio Branco, sendo, portanto um lago de planície de inundação, enquanto o lago Caracaranã é um lago natural cuja bacia de drenagem é abastecida por igarapés.

Os resultados obtidos indicam que a estrutura térmica da coluna d'água em ambos os lagos é similar, com tendência à estratificação diurna e circulação noturna, caracterizando-os como sistemas polimíticos.

No que diz respeito ao oxigênio dissolvido, concentrações mais elevadas foram registradas no lago Caracaranã do que no lago dos Reis, diferenciando-os quando ao perfil, com predomínio do tipo clinogrado no lago dos Reis.

Quanto aos teores de nutrientes, estes foram baixos tanto no lago Caracaranã quanto no lago dos Reis, condição que permite inferir que os lagos são oligotróficos. As variações na razão atômica NT: PT evidenciadas nos lagos indicam sistemas com limitação de nitrogênio, característica semelhante à maioria dos lagos amazônicos.

A biodiversidade dos lagos assemelhou-se quanto aos táxons encontrados. No entanto, apresentou diferenças quando ao grupo dominante, enquanto que no lago Caracaranã as desmídias contribuíram com 50% dos táxons inventariados, no lago dos Reis as Chlorococcales foram as mais importantes em termos de número de espécies. Em termos de riqueza específica, o lago Caracaranã apresentou ligeiramente mais rico.

Densidades mais elevadas no período chuvoso foram observadas no lago Caracaranã, enquanto que no lago dos Reis ocorreram no período seco. Diferenças foram verificadas quanto à contribuição dos táxons. No lago Caracaranã, as Chlorophyta foram mais importantes, representando 42% da densidade total, enquanto que no lago dos Reis, foram as Bacillariophyta (34% da densidade total).

Cylindrospermopsis raciborskii, *Merismopedia tenuissima* e *Monoraphidium griffithii* foram espécies relevantes em densidades no lago Caracaranã, enquanto que no lago dos Reis foram *Tabellaria* sp, *Monoraphidium arcuatum* e *M. contortum*.

As relações entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis abióticas dos lagos Caracaranã e dos Reis foram avaliadas através da análise de correspondência canônica. Os resultados evidenciaram que a variabilidade dos dados foi mais forte sazonalmente do que na

escala nictemeral, corroborando a hipótese da influência do ciclo hidrológico como fator preponderante na dinâmica da comunidade fitoplanctônica.

Em síntese, conclui-se que as diferenças observadas na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica dos lagos estão relacionadas às características peculiares de cada um, tais como, baixas concentrações de oxigênio dissolvido, águas turvas, pH variando de levemente ácido a alcalino do lago dos Reis, contrastando com águas bem oxigenadas, alta transparência e pH levemente ácido do lago Caracaranã.

ANEXOS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES



ISSN 0102-3306 versão impressa
ISSN 1677-941X versão online

Objetivo

A **Acta Botanica Brasilica**, publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Inglês ou Espanhol. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanica

1. A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, seqüencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).

3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, et al. devem estar em itálico.

4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).

5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resúmen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5x23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto.

Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério da Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsicatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de et al. Ex.: Silva et al. (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, itálico).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em itálico. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.
Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha. Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- Referências bibliográficas

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor (es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** **33**(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br. ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos **simples** de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

Aims & scope

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of *Hydrobiologia* comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and -oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test-objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope. All papers should be written in English. THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

Editorial policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review. Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor-in-chief. *Hydrobiologia* endeavours to publish any paper within 6 months of acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

Categories of contributions

There are four categories of contributions to *Hydrobiologia*:

[1.]Primary research papers generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers MUST be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.

[2.]Short research notes, 2-4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract, key words and references are required; the remainder is presented as continuous text.

[3.]Review papers, and **Taxonomic revisions** are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.

[4.]Opinion papers reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.

Occasionally, regular volumes contain a special section devoted to topical collections of papers: for example, Salt Ecosystems Section and Aquatic Restoration Section.

Online manuscript submission

Hydrobiologia has a fully web-enabled manuscript submission and review system. This system offers authors the option of tracking in real time the review process of their manuscripts. The online manuscript and review system offers easy and straightforward login and submission procedures. It supports a wide range of submission file formats, including Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX for article text and TIFF, EPS, PS, GIF, JPEG and PPT for figures. PDF is not a recommended format.

Manuscripts should be submitted to:

<http://hydr.editorialmanager.com>

<http://hydr.edmgr.com>

Authors are requested to download the Consent-to-Publish and Transfer of Copyrights form from this system. Please send a completed and signed form either by mail or fax to the Hydrobiologia Office.

NOTE: By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also as printout + disk. If you encounter any difficulties while submitting your manuscript online, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on 'CONTACT US' from the toolbar.

Electronic figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line-figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times New Roman, Courier and Helvetica.

Colour figures

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on www.springer.com and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour. The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language use is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

Preparing the manuscript

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen. The Council of Biology Editors Style Manual (4th edition, 1978; available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style, form and for the use of symbols and units (see <http://www.lib.ohiostate.edu/guides/cbegd.html>). The conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry, and the recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be applied for chemical nomenclature (see <http://www.hgu.mrc.ac.uk/Softdata/Misc/ambcode.htm>).

The contents of manuscripts should be well-organized. Page one should show the title of the contribution, name(s) of the author(s), address(es) of affiliation(s) and up to six key words. The first page should also include the following statement: "This paper has not been submitted elsewhere in identical or similar form, nor will it be during the first three months after its submission to *Hydrobiologia*." The abstract should appear on page two. The body of the text should begin on page three. Names of plants and animals and occasional expressions in Latin or Greek should be typed in italics. All other markings will be made by the publisher.

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

References

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97-109.

Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6-36.

Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.

Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309-320.

Offprints and copyright

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered when proofs are returned to the publishers. The corresponding author of each paper accepted for publication will receive a Consent-to-Publish/Copyright form to sign and return to the Publisher as a prerequisite for publication.

Developments in Hydrobiology

The book series *Developments in Hydrobiology* reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in *Hydrobiologia*, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. Papers in these volumes must be cited by their original reference in *Hydrobiologia*. In addition, *Developments in Hydrobiology* also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of *Hydrobiologia*, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented above and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index. Prospective editors of special, subject-oriented volumes of *Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology* are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

Springer Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please visit www.springer.com/openchoice to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

Additional information

Additional information can be obtained from:

Springer

Hydrobiologia

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-(0)78-6576254

Tel: +31-(0)78-6576244

Editorial assistant: arina.vankerchove@springer.com

Website : <http://www.springer.com> and <http://www.springer.com/prod/s/DIHY>