

EMANUEL CARDOSO DO NASCIMENTO

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
EM UM RESERVATÓRIO EUTRÓFICO DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE
(PERNAMBUCO - BRASIL)**

**RECIFE
2010**

EMANUEL CARDOSO DO NASCIMENTO

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
EM UM RESERVATÓRIO EUTRÓFICO DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE
(PERNAMBUCO - BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

ORIENTADORA:

Prof^a Dr^a Ariadne do Nascimento Moura

CONSELHEIROS:

Prof^a Dr^a Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira

Prof. Dr. Lohengrin Dias de Almeida Fernandes

Recife

2010

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

N244v Nascimento, Emanuel Cardoso do
Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semi-árido do Nordeste (Pernambuco - Brasil) / Emanuel Cardoso do Nascimento. – 2010.
92 f.: il.

Orientadora: Ariadne do Nascimento Moura.
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2010.
Inclui bibliografia e anexos

1. Associações fitoplanctônicas. 2. Disponibilidade de luz
 3. Agreste. 3. Reservatório de Jucazinho
- I. Moura, Ariadne do Nascimento, orientadora.
II. Título

CDD 589.4

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
EM UM RESERVATÓRIO EUTRÓFICO DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE
(PERNAMBUCO - BRASIL)**

EMANUEL CARDOSO DO NASCIMENTO

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora:

Prof.a. Dra. Ariadne do Nascimento Moura
Presidente / UFRPE

Examinadores:

Prof. Dr. Alfredo Matos Moura Júnior
Titular / Colégio de Aplicação – UFPE

Prof.a. Dr.a. Enide Eskinazi-Leça
Titular / UFRPE

Prof.a. Dr.a. Sônia Maria Barreto Pereira
Titular / UFRPE

Prof.a. Dr.a. Karine Matos Magalhães
Suplente / UFRPE

Data de aprovação: / /2010

Recife
2010

Dedicatória

Aos meus pais, José Cardoso do Nascimento e Josefa Alexandrina da Conceição, que sempre batalharam para me dar o melhor, me ensinando a lutar e conquistar os meus sonhos, contudo, sempre respeitando o próximo. A meus irmãos, José (Zeca), Maria, Ageu e Alexandre, pelos quais tenho grande carinho e admiração. E em especial a minha esposa, Geane Maria, pelo apoio constante e compreensão.

Emanuel Cardoso do Nascimento

Agradecimentos

A Deus, por me ajudar em todos os momentos da minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PQGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), à Coordenadora Carmen Sílvia Zickel, e a Ex-Coordenadora Cibele Castro, por toda ajuda durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro através da concessão de Bolsa de Mestrado.

À minha orientadora, Ariadne do Nascimento Moura, pelo auxílio, orientação, dedicação, sugestões e amizade.

Aos meus co-orientadores, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira e Prof. Lohengrin Dias de Almeida Fernandes, pela dedicação, sugestões valiosas e experiência transmitida.

A Profª. Sônia Maria Barreto Pereira, a quem serei sempre grato, por acreditar em mim e conceder a oportunidade de trabalhar no PQGB onde tive o prazer de conhecer o maravilhoso mundo da biologia.

Aos professores do Curso de Mestrado, que se empenharam em dividir seus conhecimentos no decorrer das disciplinas. Aos professores do Departamento de Biologia, que de alguma forma contribuíram com a minha formação.

*As ex-secretárias do PQGB, Margarida Clara da Silva e Sônia Maria Aguiar, e as atuais, Kênia Muniz Azevedo Freire e Ariane Karla do Nascimento Silva, pela dedicação, informações e ajudas prestadas, bem como pela amizade.
tante.*

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas: Eduardo Fuentes, Énio Wocyl, Helton Soriano, Micheline Kézia, Nísia Aragão e Viviane Almeida, pelas incansáveis horas de trabalho, antes, durante e depois das coletas, e pela amizade de todos.

Aos que passaram por este laboratório e que levaram e deixaram um pouco de si.

Antônio Travassos, Arthur Siqueira, Bruno Veríssimo, Fláudio Costa, Danilo Mamede, Edson Júnior, Fábria Carraro, Giulliani Lira, Hugo Mariz, Ise Goreth, Ivo Mendonça, Juarez Monteiro, Manoela Perez, Moura Júnior e Silvana Dias.

Aos amigos do Laboratório de Macroalgas: Douglas Burgos, Fátima Carvalho, Key Albert, Leonardo Rafael, Nahum Castro, Paula Regina, Suellen Brayner e Talita Araújo, pela amizade e carinho.

Aos colegas de turma do Mestrado e Doutorado, pelas horas de convivência e da construção de novas amizades.

À Elizabeth Bandeira Pedrosa, pela força, incentivo, sugestões e palavras amigas.

Aos amigos, por me ensinarem que a verdadeira amizade não é aquela que se sustenta apenas pela presença.

A todos os momentos difíceis, pois mostraram que sou mais forte do que supunha.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mapa de localização do Reservatório de Jucazinho com indicação dos pontos de coleta.....63
- FIGURA 2 - Valores mensais de precipitação e média de temperatura do ar durante o período estudado. Dados fornecidos pela Estação Meteorológica do INMET do Município de Surubim - PE (localizada a aproximadamente 15 km do Reservatório de Jucazinho)..... 63
- FIGURA 3 - Variação espaço-temporal da temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), transparência da água e limite da zona eufótica (m), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), Turbidez (UNT), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), pH, fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) no Reservatório de Jucazinho durante os períodos chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08)..... 64
- FIGURA 4 - Variação espacial e temporal da biomassa total do fitoplâncton no reservatório de Jucazinho, durante o período chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08)..... 65
- FIGURA 5 - Dados de diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica durante o período chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08)..... 65
- FIGURA 6 - Variação sazonal dos principais grupos fitoplanctônicos observados na superfície (a) e no fundo (b) do reservatório de Jucazinho, durante o período chuvoso (Ago/2008 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08)..... 65
- FIGURA 7 - Biplote da análise de componentes principais (ACP) de sete variáveis abióticas e das associações fitoplanctônicas com biomassa média maior que 5% no reservatório de Jucazinho.....66
- FIGURA 8 - Análise de similaridade entre as estações de coleta, na superfície (a) e no fundo (b), em relação á composição e a biomassa das espécies fitoplanctônicas no reservatório de Jucazinho..... 66

SUMÁRIO

Lista de figuras

Resumo

Abstract

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 IMPORTÂNCIA DO FITOPLÂNCTON PARA OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS.....	4
2.2 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO MUNDO.....	5
2.3 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO BRASIL.....	10
2.4 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO NORDESTE.....	13
2.5 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM PERNAMBUCO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
Manuscrito (Dinâmica sazonal e espacial do fitoplâncton em um reservatório eutrófico de uma região semi-árida tropical (Reservatório de Jucazinho, Pernambuco - Brasil)).....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 ÁREA DE ESTUDO.....	40

3 MATERIAL E MÉTODOS	41
4 RESULTADOS	43
4.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	43
4.2 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON.....	45
5 DISCUSSÃO	48
AGRADECIMENTOS	53
REFERÊNCIAS	53
FIGURAS E TABELAS	62
ANEXOS	67
NORMAS DE SUBMISSÃO DA REVISTA HYDROBIOLOGIA	76

Cardoso, Emanuel Nascimento; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2010; Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semi-árido do Nordeste (Pernambuco - Brasil); Ariadne do Nascimento Moura (Orientadora), Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira e Lohengrin Dias de Almeida Fernandes (Conselheiros).

Resumo: Embora o estudo do fitoplâncton seja de fundamental importância para compreensão da ecologia dos ecossistemas aquáticos, ainda é bastante escasso o número de trabalhos desenvolvidos em ambientes tropicais, sobretudo nas regiões semi-áridas. Desta forma o objetivo do presente trabalho foi identificar as variáveis ambientais que exercem maior influência sobre a dinâmica sazonal e espacial da comunidade fitoplanctônica em um reservatório do semi-árido brasileiro (Reservatório de Jucazinho). As coletas foram realizadas em três estações e duas profundidades durante os períodos chuvoso (ago/2008 e fev e mar/2009) e de estiagem (out, nov e dez/2008). O fitoplâncton foi identificado e a sua densidade determinada, sendo posteriormente convertida à biomassa. Concomitantemente, foram feitas análises para caracterização do sistema. O reservatório apresentou-se muito homogêneo quanto à variação espaço-temporal das variáveis hidrológicas. Com a água bem oxigenada na superfície e anóxica no fundo, pH variando de neutro a alcalino, temperaturas sempre acima dos 25°C e elevadas turbidez e condutividade, em todas as estações e profundidades de coleta. Em ambos os períodos sazonais, foram verificadas limitações de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo. As Cyanophyta dominaram o ambiente, representando em geral, mais de 80% da biomassa fitoplanctônica durante praticamente todo o estudo, em todas as estações e profundidades de coleta. Foi registrada a co-dominância de cianobactérias pertencentes às associações **H1**, **MP**, **S1** e **Sn** durante maior parte do período de estudo, exceto em ago/2008, ocorrendo à substituição da associação **S1** (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek) por **P** (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen) no reservatório. A temperatura da água, a precipitação pluviométrica e o pH foram os fatores que tiveram maior influência sobre a variação temporal do fitoplâncton, enquanto a distribuição vertical da biomassa fitoplanctônica esteve diretamente relacionada à disponibilidade de luz na coluna de água.

Palavras-chave: Associações fitoplanctônicas, disponibilidade de luz, Agreste, Reservatório de Jucazinho.

Cardoso, Emanuel Nascimento; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2010; Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semi-árido do Nordeste (Pernambuco - Brasil); Ariadne do Nascimento Moura (Orientadora), Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira e Lohengrin Dias de Almeida Fernandes (Conselheiros).

Abstract: (Spatial and temporal variation of the phytoplankton community in a eutrophic reservoir of the semi-arid of the Northeastern (Pernambuco – Brazil). Although the study of phytoplankton is of fundamental importance to understanding the ecology of aquatic ecosystems, there are few studies on phytoplankton in tropical environments, especially in semi-arid regions. The aim of the present study was to identify the environmental variables that exercise the greatest influence over the seasonal and spatial dynamics of the phytoplankton community in a reservoir located in a semi-arid region of northeastern Brazil (Jucazinho Reservoir). Collections were carried out at three sampling stations and two depths during the rainy (Aug 2008, Feb and Mar 2009) and dry (Oct, Nov and Dec 2008) seasons. The phytoplankton was identified and its density was determined, which was subsequently converted to biomass values. Concomitantly, analyses were performed for the characterization of the system. The reservoir was very homogeneous with regard to the spatial-temporal variation in hydrological variables: water well oxygenated at the surface and anoxic at the bottom; pH ranging from neutral to alkaline; temperatures always above 25° C; high turbidity; and high electrical conductivity at all sampling stations and depths. In both seasons, there was limited nitrogen and high concentrations of phosphorus. Cyanophyta species were predominant in the environment, generally representing 80% of the phytoplankton biomass throughout practically the entire study at all sampling stations and depths. Co-dominance of cyanobacteria belonging to **H1**, **MP**, **S1** and **Sn** associations was recorded in most of the months studied, except August 2008, where there was a substitution of the S1 association (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek) for the **P** association (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen). Water temperature, precipitation and pH were the parameters with the greatest influence over the temporal variation in phytoplankton, whereas the vertical distribution of the phytoplankton biomass was directly related to the availability of light in the water column.

Key-words: Phytoplankton associations, Availability of light, Agreste, Jucazinho Reservoir.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da comunidade fitoplanctônica é importante por serem os principais produtores primários e porque as flutuações espaciais e temporais na sua composição e biomassa são indicadores eficientes das alterações naturais e antrópicas nos ecossistemas aquáticos (BOZELLI; HUSZAR, 2003).

Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) a variação e a distribuição espacial e temporal dos organismos planctônicos são dependentes de fatores físicos, químicos e biológicos. Estudos mostram que a temperatura da água (ARMENGOL *et al.*, 1999; FONSECA; BICUDO, 2007; HILMER *et al.* 2008), disponibilidade de luz (HAVENS *et al.*, 1998; DIEHL, 2007; BORGES; TRAIN; RODRIGUES, 2008) e nutrientes (TUNDISI, 2000; CAPUTO *et al.*, 2008; LOHRENZ *et al.*, 2008; SARMENTO *et al.*, 2008) são as variáveis ambientais de maior influência sobre a distribuição espacial do fitoplâncton em reservatórios.

A morfologia do reservatório pode levar a formação de áreas com diferentes características físicas e químicas, que diferem uma das outras em relação à quantidade de sólidos em suspensão, penetração de luz na coluna de água, disponibilidade de nutrientes, intensidade de fluxo e tempo de residência da água, provocando modificações horizontais e verticais na estrutura da comunidade fitoplanctônica (THOMAZ; BINI; ALBERTE, 1997; ZANATA; ESPÍNDOLA, 2002; FELISBERTO; RODRIGUES, 2005). Além destes fatores, a dinâmica espacial do fitoplâncton é influenciada pela estrutura da cadeia trófica, por efeitos de pulso produzidos por variações de nível do reservatório resultante de procedimentos de operação, tamanho e propósitos de utilização destes ambientes, bem como, pelo regime climático regional, hidrológico e geomorfológico (TUNDISI, 1999).

Os trabalhos com fitoplâncton de ambientes limnéticos no Brasil iniciaram-se com estudos taxonômicos (SIOLI, 1950; FÖSTER, 1966; SKVORTZOV, 1968, 1971; BICUDO; BICUDO, 1969, 1970; AKIYAMA 1971; BARRETO, 1974), posteriormente, foram desenvolvidos trabalhos com temática ecológica, porém, possuíam caráter descritivo (BRAUN, 1952, OLIVEIRA; NASCIMENTO; KRAU, 1955; SIOLI, 1969; TUNDISI *et al.* 1977).

Posteriormente, na década de 90 os trabalhos sobre a ecologia da comunidade fitoplanctônica passaram a ter enfoques mais experimentais e aplicados tais como o papel do fitoplâncton na captura de CO₂ (ARAÚJO; PINTO-COELHO, 1998), a transferência de energia para os demais elos da cadeia trófica aquática através de modelos matemáticos complexos (ANGELINI; PETRERE-JR., 2000; FRAGOSO-JR. et al., 2008), utilização como indicadores de qualidade da água (SILVA, 1999; CROSSETTI; BICUDO, 2008; CHELLAPPA; CÂMARA; ROCHA, 2009), biossíntese de cianotoxinas (BITTENCOURT-OLIVEIRA *et al.*, 2005) e o papel das toxinas como facilitadores da expansão geográfica de cianobactérias (FIGUEREDO; GIANI; BIRDI, 2007) e estudos filogenéticos através da biologia molecular (BITTENCOURT-OLIVEIRA; OLIVEIRA; BOLCH, 2001; BITTENCOURT-OLIVEIRA *et al.*, 2007).

No Nordeste, assim como no Brasil, os primeiros trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica tratavam da florística e taxonomia (BARRETO, 1974; CHAMIXAES; MARIZ, 1985; CHAMICHAES, 1990; CARVALHO-DE-LA MORA, 1986; 1991), vindo posteriormente os trabalhos ecológicos (HARTMAN, ASBURRY; COLER, 1981; HUSZAR *et al.*, 2000; BOUVY; PAGANO; TROUSSELLIER, 2001; MOURA *et al.*, 2006; 2007; MOURA; DANTAS; BITTENCOURT-OLIVEIRA; 2007; ARAGÃO *et al.*, 2007; LIRA; BITTENCOURT-OLIVEIRA; MOURA, 2007; 2009; CHELLAPPA; BORBA; ROCHA, 2008; DANTAS *et al.*, 2008).

Nas regiões semi-áridas (Agreste e Sertão) do Brasil a demanda por água potável é muito grande. Desta forma, vários reservatórios foram construídos, com o intuito de minimizar os impactos da seca nestas regiões. Estes corpos de água são utilizados para diversos propósitos, sendo o principal deles, o abastecimento público de populações urbanas. Entretanto, o consumo de água não tratada pelas comunidades próximas a estes ecossistemas é bastante comum.

A multiplicidade de usos a que se destinam estes ambientes e a ocupação desordenada das bacias hidrográficas onde são construídos tem acelerado o processo de eutrofização destes mananciais, levando a deterioração da qualidade de suas águas, propiciando o desenvolvimento de florações de algas potencialmente tóxicas, tais como as cianobactérias.

Jucazinho é importante por ser o maior reservatório de abastecimento público do estado de Pernambuco, servindo a aproximadamente 800.000 habitantes da região Agreste. Este reservatório foi construído com o objetivo de regularizar o abastecimento de água na região, porém, nos últimos três anos atividades de piscicultura iniciaram-se no sistema, quando foi aprovada pela Agência Nacional de Águas (ANA) a implantação de tanques-rede para cultivo de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758).

O cultivo intensivo de peixes em tanques-rede pode acelerar o processo de eutrofização dos ambientes aquáticos, provocando o aumento da biomassa fitoplanctônica e a redução da densidade e da diversidade biológica zooplanctônica e da fauna bentônica local (GUO; LI, 2003). Além disso, estudos mostram que a Tilápia do Nilo apresenta elevado potencial de ictioeutrofização, devido às altas taxas de defecação da espécie (DATA; JANA, 1998; LAZZARO *et al.*, 2003; PANOSSO *et al.*, 2007; STARLING, 1993).

Em decorrência da importância da comunidade fitoplanctônica para os ecossistemas aquáticos e da grande variedade de usos a que se destina o reservatório de Jucazinho e a sua importância para a região Agreste do estado de Pernambuco, este trabalho objetivou identificar as variáveis ambientais que exercem maior influência sobre a dinâmica sazonal e espacial da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância do Fitoplâncton para os Ecossistemas Aquáticos

Os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica, em todo o mundo, têm avançado cada vez mais, abordando questões que vão desde a resolução de problemas taxonômicos através de ferramentas como a microscopia eletrônica e biologia molecular, a biossíntese de cianotoxinas, o papel do fitoplâncton no processo de aquecimento global, a construção de modelos ecológicos que permitam um melhor gerenciamento dos ambientes aquáticos e a utilização destes organismos para validação de diversas teorias ecológicas. No Brasil, a maioria dos trabalhos ecológicos ainda são descritivos, sendo reduzido o número de trabalhos experimentais.

No Nordeste, os trabalhos têm se detido em estudar os aspectos regionais que propiciam o desenvolvimento de florações perenes de cianobactérias nos reservatórios das regiões semi-áridas (CHELLAPPA; COSTA, 2003; CHELLAPPA *et al.*, 2007; CHELLAPPA; BORBA; ROCHA, 2008), determinação e quantificação de cianotoxinas (CHELLAPPA; CHELLAPPA; CHELLAPPA, 2008) e a utilização de peixes no controle de florações de cianobactérias (PANOSSO *et al.*, 2007). Em Pernambuco, assim como no restante do Nordeste, os temas abordados estão principalmente relacionados aos fatores ambientais que propiciam o desenvolvimento de florações de cianobactérias (BOUVY *et al.*, 1999; 2000; MOURA *et al.* 2007), a detecção e a quantificação de toxinas (MOLICA *et al.*, 2002; 2005) bem como o controle destas florações (LAZZARO *et al.*, 2003).

O estudo do fitoplâncton tem fornecido valiosas informações para diversas teorias ecológicas. Padišák, Reynolds e Sommer (1993), por exemplo, foram buscar na hipótese do “Distúrbio intermediário” proposta por Connell (1978), para vegetais superiores, subsídios para uma possível explicação para a hipótese do “Paradoxo do Plâncton” proposta por Hutchinson (1961). Baseado nos estudos desenvolvidos por Grime (1979) com vegetais terrestres, Reynolds *et al.* (2002) propuseram a utilização de estratégias morfofuncionais de sobrevivências para espécies fitoplanctônicas, fato que já havia sido observado por Dos Santos e Calijuri (1998) e posteriormente por Kruk *et al.* (2002), Salmaso e Padišák (2007) e Moreno-Ostos *et al.* (2008).

Alvarez-Cobellas *et al.* (1998) e Reynolds, Dokulil e Padisák (2000), propuseram o estabelecimento de associações fitoplanctônicas para caracterizar as condições tróficas de ambientes aquáticos. Inicialmente estas associações foram utilizadas para descrever a dinâmica fitoplanctônica em ambientes lacustres, sendo posteriormente utilizada por outros autores em reservatórios (HUSZAR *et al.*, 2000; LOPES; BICUDO; FERRAGUT, 2005; BORGES; TRAIN; RODRIGUES, 2008; DANTAS *et al.*, 2008), lagoas de planícies de inundação (BOVO-SCOMPARI; TRAIN, 2008) e rios (DEVERCELLI, 2006). Recentemente, Padisák, Crossetti e Naselli-Flores (2009) fizeram uma revisão com trabalhos de todo mundo, que utilizaram as associações propostas por Reynolds, Dokulil e Padisák (2000), indicando a correta utilização desta ferramenta e os erros mais comuns cometidos ao utilizar esta classificação. Propondo ainda a inserção de novos grupos, bem como, a mudança de espécies de alguns grupos para outros.

Nos últimos anos, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos, visando aumentar o entendimento sobre os principais fatores controladores do metabolismo aquático e a sua influência sobre o fluxo de carbono entre os ambientes aquáticos e a atmosfera (MAROTTA, 2006). Desta forma, a comunidade fitoplanctônica tem sido amplamente utilizada, em decorrência da sua capacidade de capturar o CO₂ dissolvido na água e torná-lo disponível para o restante da cadeia trófica (ARAÚJO; PINTO-COELHO, 1998; KOCH; BUKAVECKAS; GUELDA, 2007).

2.2 Variação Espaço-Temporal da Comunidade Fitoplanctônica no Mundo

Estudos que tratam sobre a variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica em reservatórios vêm sendo desenvolvidos por diversos autores, em todo o mundo. No presente levantamento bibliográfico, foram inventariados 106 trabalhos em nível mundial. Foram incluídos trabalhos desde a década de 70 até o ano de 2009, que encontravam-se disponíveis em diferentes bases de dados na internet. O percentual de trabalhos desenvolvidos em ambientes temperados foi bem maior do que nas outras regiões, representando 75,5% (80) dos estudos, seguido pelos desenvolvidos em regiões subtropicais com 13,2% (14) e tropicais 11,3% (12).

A maioria destes estudos foram desenvolvidos na última década, sendo encontrados 89 trabalhos (84,0%). Nos anos 90 foram registrados 14 (13,2%), na década de 80 foi verificado apenas o estudo de Takamura e Yasuno (1984) e na de

70, os trabalhos de Viner (1977) e Melack (1979). O reduzido número de pesquisas com este enfoque nas décadas de 80 e 70 deveu-se a restrição de acesso aos trabalhos e ao reduzido número de pesquisadores atuando nesta área.

Viner (1977) em estudo realizado em um lago tropical (Lago George) na Nova Zelândia observou que as flutuações da biomassa fitoplanctônica ao longo do ano são influenciadas pelas entradas de nitrogênio e fósforo no sistema, e as altas densidades fitoplanctônicas na superfície, impediram a passagem da luz para as camadas mais profundas do lago, causando a limitação no fitoplâncton devido ao fenômeno de auto-sombreamento.

Melack (1979) em um estudo sobre a variabilidade temporal fitoplanctônica em lagos tropicais, baseado em um levantamento de dados de 26 ambientes da América do Sul, África e Ásia, reconheceu três padrões distintos: a) Sazonal, provocado por variações de precipitação, aumento da descarga do rio e alterações no regime de mistura da água; b) Diários, ocorrem em ambiente onde as variações diárias são mais pronunciadas que mensais e c) mudanças abruptas de florações persistentes de algas potencialmente tóxicas, ocorrendo substituição da espécie dominante por outra.

Takamura e Yasuno (1984) estudando a migração vertical diária de cinco espécies fitoplanctônicas, três Cianobactérias e duas Diatomáceas em um Lago hipertrófico do Japão, observaram que cianobactérias apresentam vantagens competitivas por luz e nutrientes em relação às diatomáceas, pois conseguem regular a sua posição na coluna de água. Desta forma, aproveitam melhor os recursos disponíveis.

Garcia-de-Emiliani (1997) trabalhando em Lago de Inundação do Rio Paraná na Argentina e Naseli-Flores e Barone (1997) em um Reservatório na Itália observaram que as flutuações de nível da água são eventos importantes para a variação sazonal tanto da biomassa quanto da composição fitoplanctônica. Os últimos autores afirmam que a constante mudança de nível em reservatórios provoca alterações na profundidade de mistura da coluna de água que afetam a sucessão fitoplanctônica, pois estas oscilações agem como distúrbios intermediários que propiciam a coexistência de pequenas espécies r-estrategistas, que caracterizam-se por apresentar rápido crescimento. Garcia-de-Emiliani (1997)

chama a atenção para a dominância de espécies c-estrategistas, no período de subida das águas, sendo posteriormente substituídas por r-estrategistas nos períodos de maior turbulência e por s-estrategistas quando os nutrientes se tornam mais escassos.

Whitehead, Howard e Arulmani (1997) trazem à discussão a utilização de modernas ferramentas de modelagem computacional para o monitoramento da qualidade da água, baseada na análise de séries temporais (sazonais, mensais e diárias), no balanço de massa e em equações sobre a dinâmica de crescimento do fitoplâncton. Estes autores propõem a utilização de redes neurais para a construção de modelos que auxiliem os gestores de qualidade de água e fornecedores de água, métodos para prever o comportamento e o crescimento do fitoplâncton, ajudando na gestão operacional dos ecossistemas aquáticos.

Alguns trabalhos destacam a importância de fatores externos como vento (BERMAN; SHTEINMAN, 1998), gelo (ADRIAN *et al.*, 1999), tempestades (BARBIERO; JAMES; BARKO, 1999) e mecanismos de funcionamento dos reservatórios (WELKER; WALZ, 1999) sobre o regime de mistura da água, e como estes fatores contribuem para a variação espaço-temporal do fitoplâncton. Lindenschmidt e Chorus (1998) em um estudo realizado no Lago Tegel, em Berlim, observaram que tanto a profundidade de mistura da coluna de água quanto o seu tempo de prevalência ao longo do ano, são fatores importantes para a sucessão sazonal das espécies fitoplanctônicas e a sua variação espacial, permitindo o desenvolvimento de diferentes grupos de microalgas, em diferentes períodos do ano.

Além disso, o regime de mistura contribui para aumentar ou diminuir tanto a diversidade quanto o grau de similaridade do habitat. Pois, em situações onde ocorre a completa mistura da coluna de água ou estratificação, por períodos muito prolongados de tempo, em geral irão favorecer o desenvolvimento de algumas poucas espécies, reduzindo a diversidade específica e aumentando a similaridade do ambiente em função da homogeneização das condições ambientais (LINDENSCHMIDT; CHORUS, 1998).

Domitrovic, Asselborn e Casco (1998) estudaram a variação espacial e temporal do fitoplâncton de um lago subtropical eutrófico polimítico (Laguna

Aeroclub) na província de Corrientes na Argentina, verificando a dominância de Cyanophyceae durante todo o ano, bem como, maior diversidade de espécie na área litorânea do lago e maiores biomassas na área limnetica. As elevadas biomassas de cianobactérias foram associadas às condições hipertróficas do lago. Pérez, Bonilla e Martínez (1999) realizaram um estudo em reservatório subtropical polimítico (Reservatório Rincón del Bonete - URU) e observaram a predominância de *Aulacoseira* spp. durante todo o período de estudo, relacionando a predominância destas diatomáceas a condição de polimixia do reservatório.

Havens (1998) observou que a luz poderia ser considerada um dos fatores mais importantes para a regulação da composição de espécie de cianobactérias em ambientes aquáticos subtropicais, além de ser um dos fatores principais a distribuição vertical das espécies fitoplanctônicas. Akbay *et al.* (1999) estudando um grande reservatório da Turquia observou que as flutuações anuais de luz e nutrientes, foram os fatores mais importantes para explicar a variação espaço-temporal do fitoplâncton no Reservatório Kebam.

Rojo e Alvarez-Cobelas (2000) chamam atenção dos limnólogos para a necessidade de se fazer mais estudos ecológicos sobre o fitoplâncton. Apontando problemas que devem ser sanados para que se possa chegar à correta conceituação sobre a ecologia destes organismos. Um dos principais problemas mencionado pelos autores é a falta de longas séries temporais de estudo sobre o fitoplâncton, o que impossibilita a proposição de padrões temporais de distribuição para esta comunidade.

Neste sentido, alguns trabalhos começaram a surgir a partir de então, como Diaz, Temporetti e Pedrozo (2001) que estudaram a dinâmica do fitoplâncton em resposta ao enriquecimento de nutrientes por fazendas de piscicultura em um reservatório da Argentina por um período de sete anos consecutivos. Os autores observaram que os níveis de nutrientes ao final do período de estudo permaneceram inalterados em relação aos níveis registrados no início dos experimentos. Contudo, foram observadas alterações na composição de espécies e mudanças temporais das associações dominantes no ambiente. Anneville *et al.* (2004) realizaram um estudo de 28 anos em três lagos perialpinos da Suíça e observaram que em lagos eutróficos os padrões sazonais são caracterizados por apresentar mais estágios sucessionais que lagos meso ou oligotróficos.

Zohary (2004) verificou em um estudo realizado no Lago Kinneret (Israel) que as mudanças observadas na estrutura da comunidade fitoplanctônica ao longo de um período de 34 anos, eram reflexo do estresse provocado pelas atividades antropogênicas no entorno do lago.

Trabalhos sobre variações de curto intervalo também foram realizados. Kobayashi *et al.* (2008) estudaram a resposta do fitoplâncton e do componente microbiano em intervalo de uma semana em uma área de pântano exposta ao dessecamento e outra não exposta na Austrália. Os autores concluíram que na área exposta, a reutilização dos nutrientes, pelo fitoplâncton e bactérias, é mais efetiva do que na área não exposta.

Contudo a maioria dos estudos abordam principalmente a dinâmica nutricional para explicar a variação espaço-temporal do fitoplâncton, Bukaveckas e Crain (2002), realizaram um estudo inter-anual e sazonal sobre variação da produção fitoplanctônica em função da limitação por nutrientes em um reservatório de Kentucky (USA). Observaram a limitação de nutrientes em reservatórios construídos através do barramento de rios é substancialmente influenciada pelo seu regime hidrológico e que a limitação de nutrientes é um fator muito importante para a variação sazonal e espacial do fitoplâncton.

Wondie *et al.* (2007) observaram que a disponibilidade de nutrientes e a transparência da água foram os principais fatores reguladores da variação sazonal do fitoplâncton do lago Tana na Etiópia. Fato semelhante foi observado por Dejenie *et al.* (2008) para a variação espacial e sazonal do fitoplâncton de 32 reservatórios da Etiópia, sendo verificado que a disponibilidade de nutrientes, a transparência da água e sólidos em suspensão foram as variáveis mais importantes para a dinâmica espaço-temporal do fitoplâncton destes ambientes.

Sthapit, Ochs e Zimba (2008) analisaram a variação espacial e temporal do fitoplâncton de um reservatório do Mississipi (USA), e verificaram que o tempo de retenção e a variação sazonal da temperatura da água foram os fatores mais importantes para explicar a variação sazonal das espécies, enquanto que a variação espacial das algas foi melhor explicada pela combinação da morfologia do reservatório e pela entrada de nutrientes através dos diversos tributários, o que

promoveu um padrão muito distinto na distribuição da biomassa, na diversidade e na composição de espécies.

Moreno-Ostos *et al.* (2008) estudando o reservatório El Gergal, em Sevilha (ESP), concluíram que a variação temporal da comunidade fitoplanctônica, foi explicada pelas propriedades de fluatibilidade do fitoplâncton e pelas características de mistura do reservatório, proporcionando a dominância de diatomáceas no período de isoterminia e de cianobactérias em períodos de estratificação térmica da coluna de água.

Okoth *et al.* (2009) observaram que a chuva foi a principal variável relacionada com a variação sazonal do fitoplâncton, enquanto a variação espacial foi atribuída heterogeneidade espacial de diferentes fontes poluidoras provenientes de diferentes atividades antrópicas desenvolvidas no entorno do lago Nakuru, no Kênia.

2.3 Variação Espaço-Temporal da Comunidade Fitoplanctônica no Brasil

No Brasil, foram encontrados 121 trabalhos, com a maioria destes estudos sendo desenvolvidos na região Sudeste, que apresentou 57 trabalhos, representando 46,7% do total, seguida pelo Nordeste com 30 (24,6%), Sul com 20 (16,4%), Centro-Oeste com 11 (9,0%) e a região Norte com, apenas, três (2,5%). A quantidade de estudos sobre o fitoplâncton no Brasil aumentou bastante nesta última década. Na década de 80, foram encontrados apenas oito trabalhos efetivamente publicados que tratavam da variação espaço-temporal fitoplanctônica, na década de 90 foram 28 e de 2000 a 2009, já foram publicados 85.

Os primeiros estudos desenvolvidos no Brasil, ainda na década de 80, tratavam principalmente da caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e a influência das variáveis ambientais na composição (XAVIER, 1988), distribuição espacial (GIANI; LEONARDO, 1988), variação sazonal da biomassa (ALVES; CAVALCANTI; MATTOS, 1988; BARBOSA; TORRES; COUTINHO, 1988; ESTEVES *et al.*, 1988; ODEBRECHT; MÖLLER-JR; NIENCHESK, 1988) e da produção primária (TOLEDO; HAY, 1988).

Giani e Leonardo (1988) estudaram a variação vertical e sazonal de algumas espécies fitoplanctônicas no reservatório da Pampulha-MG e concluíram que a chuva foi o fator determinante para a variação sazonal das densidades

populacionais do fitoplâncton. Contudo, não exerceu grande influência na distribuição vertical destas algas. Toledo e Hay (1984), no entanto, estudando a variação sazonal da produtividade primária do Lago Paranoá (DF) não verificaram diferenças de produtividade entre os períodos sazonais, porém inibições da produtividade foram observadas na superfície devido à alta intensidade luminosa.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos em reservatórios neste período trata da estrutura da comunidade fitoplanctônica. Xavier (1993) estudou a variação vertical de Euglenofíceas na represa Billings (SP) e verificou que verticalmente a temperatura da água e a intensidade luminosa foram determinantes para a distribuição destes organismos. Nogueira e Matsumura-Tundisi (1996), em estudo, com coletas quinzenais durante um ano no reservatório de Monjolinho (SP), observaram que as variações sazonais são mais evidentes que as quinzenais, sendo as flutuações sazonais da composição e biomassa do fitoplâncton reflexo das condições de instabilidade física do ambiente, com espécies r-estrategistas predominando durante maior parte do ano.

O início de 2000 foi marcado pelo grande número de trabalhos desenvolvidos sobre fatores promotores de florações de Cianobactérias em várias regiões do Brasil. Huszar *et al.* (2000) estudaram a dinâmica de florações de cianobactérias em oito reservatórios das regiões nordeste e sudeste, e verificaram diferenças quanto aos padrões sazonais entre as regiões. No Sudeste, foram observados padrões trimodais, com três picos de biomassa ao longo do ano, enquanto no Nordeste observou-se um padrão unimodal, com apenas um pico de biomassa. Em ambas as regiões as variações de temperatura da água foi a variável mais importante para explicar a variação sazonal das florações de cianobactérias.

Beyruth (2000) constatou que as variações espaciais e temporais de cianobactérias no reservatório de Guarapiranga foram controladas principalmente pelas flutuações do gradiente trófico do ambiente. Tucci e Sant'Anna (2003) analisando as variações temporais da densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Lago das Garças (SP) verificaram que a dinâmica sazonal da espécie esteve relacionada a variações da disponibilidade de luz no ambiente.

Outros trabalhos, no entanto, enfocam a importância de fatores ambientais, internos e externos, envolvidos na distribuição espacial e temporal do fitoplâncton, destacando-se principalmente os trabalhos sobre variações anuais ou sazonais.

Figueredo e Giani (2001) ressaltam a importância da chuva como agente controlador da dinâmica temporal do fitoplâncton, regulando a riqueza e a diversidade de espécies nos ambientes aquáticos continentais. Enquanto Fonseca e Bicudo (2008), descrevem a modificação no padrão de mistura da coluna de água como principal fator regulador da distribuição vertical e sazonal do fitoplâncton.

Matsumura-Tundisi e Tundisi (2005), em trabalho realizado no reservatório de Barra Bonita (SP), concluíram que as variações temporais e espaciais do fitoplâncton foram controladas principalmente pelas flutuações anuais das concentrações de fósforo, que atuou como principal fator limitante para a comunidade.

Borges, Train e Rodrigues (2008), observaram a importância das variações anuais do tempo de residência da água como fator regulador do crescimento fitoplanctônico e da variação longitudinal da biomassa fitoplanctônica em dois reservatórios do Paraná. Com valores de biomassa maiores na zona lítica e decrescendo em direção à represa, no reservatório de Capivari, e valores maiores na zona de transição, em Segredo. Becker *et al.* (2008), enfatizaram que a manutenção da estratificação térmica por períodos muito prolongados, podem ocasionar mudanças sucessionais na comunidade fitoplanctônica ao longo do ano, como observado no reservatório de Faxinal no Paraná.

Embora a maioria dos estudos sobre variações espaço-temporal do fitoplâncton sejam em escalas anuais e sazonais, estudos sobre variações em curtos intervalos também vem sendo desenvolvidos no Brasil. Ramirez e Bicudo (2002; 2005) em estudo nictemeral realizado em quatro períodos sazonais no Lago das Garças em São Paulo, concluíram que o vento foi o principal responsável pelas variações no regime térmico do reservatório ao longo das estações sazonais. Entretanto, não foram observadas variações diárias nem verticais para os parâmetros físico-químicos, o que refletiu em uma distribuição homogênea da comunidade fitoplanctônica no reservatório.

Lopes, Bicudo e Ferragut (2005) estudaram a variação semanal do fitoplâncton de um lago raso (Lago do IAG) da cidade de São Paulo em dois períodos sazonais. Durante o período seco, foram verificadas diferenças na distribuição vertical e temporal (horas) das espécies mais importantes em todos os dias de coleta, enquanto no chuvoso, foram registradas apenas diferenças entre os dias, não havendo diferenças entre profundidades e horários de coleta.

2.4 Variação Espaço-Temporal da Comunidade Fitoplanctônica no Nordeste

O Nordeste, ainda apresenta um número reduzido de estudos sobre a comunidade fitoplanctônica quando comparado às regiões Sul e Sudeste. No entanto, com relação ao número de trabalhos sobre a variação espacial e temporal o Nordeste vem apresentando um aumento bastante acentuado, principalmente a partir de 2000.

A maioria dos estudos da região Nordeste tem sido desenvolvido em reservatórios das regiões semi-áridas (COSTA; ARAÚJO; CHELLAPPA, 1998; PÔMPEO *et al.*, 1998; ARAÚJO; COSTA; CHELLAPPA, 2000; CHELLAPPA; COSTA, 2003; CHELLAPPA; BORBA; ROCHA, 2008; CHELLAPPA; CHELLAPPA; CHELLAPPA, 2008; CHELLAPPA; CÂMARA; ROCHA, 2009), contudo, outros ambientes como lagoas (MOSCHINI-CARLOS; PÔMPEO, 2001; DELLAMANO-OLIVEIRA; SENNA; TANIGUSHI, 2003; MELO-MAGALHÃES *et al.*, 2009) e lagos (NOGUEIRA *et al.*, 2005), também, tem recebido a atenção dos limnólogos do Nordeste.

Costa, Araújo e Chellappa (1998) verificaram que o regime de mistura teve grande influência sobre a composição e a variação espaço-temporal da produtividade primária do fitoplâncton no reservatório Armando Ribeiro (RN), com dominância de diatomáceas nos períodos de mistura e de cianobactérias durante as fases de estratificação. Resultados semelhantes também foram registrados por Araújo, Costa e Chellappa (2000) para o reservatório de Extremoz (RN), onde o regime de mistura provocou alterações quali-quantitativas na variação temporal do fitoplâncton, com predominância de diatomáceas nos períodos de mistura e de cianobactérias em períodos de estratificação.

Pômpeo *et al.* (1998) estudaram a heterogeneidade espacial do reservatório de Boa Esperança (MA/PI) e constataram a ocorrência de compartimentos ao longo

do eixo longitudinal do reservatório. Esta compartimentalização teve influência sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, com predominância de Bacillariophyceae no trecho lótico e de Cyanophyceae no lêntico. Chellappa e Costa (2003) no Rio Grande do Norte estudando a dinâmica sazonal fitoplanctônica no reservatório Marechal Dutra, observaram que fontes pontuais de nutrientes, tais como cultivo de peixes em tanques-rede, constituem uma fonte de distúrbios muito importante para estes ambientes, podendo causar modificações espaciais quali-quantitativas na comunidade fitoplanctônica.

Chellappa, Borba e Rocha (2008) estudando os principais fatores que influenciam as mudanças na composição do fitoplâncton no reservatório de Cruzeta (RN), verificaram que as variações de níveis da água é a força primordial que controla as flutuações anuais da composição de espécies no ambiente.

Moschini-Carlos e Pômpeo (2001) estudando uma lagoa de duna (Lagoa Azul) no Maranhão verificaram que tanto fatores externos (regime de precipitação e vento) quanto internos (predação e a competição das espécies fitoplanctônicas por recursos) são determinantes para a variação espaço-temporal do fitoplâncton nestes ambientes. Dellamano-Oliveira, Senna e Tanigushi (2003) verificaram que a precipitação pluviométrica, foi o fator determinante para a variação sazonal do fitoplâncton na Lagoa do Caçó (MA), sendo verificada uma baixa uniformidade na distribuição das espécies no período chuvoso, com predominância de Clorofíceas e uma maior uniformidade no período seco, devido às elevadas densidades de cianobactérias.

Segundo Nogueira *et al.* (2005), a turbulência, a precipitação pluviométrica e as variações de nível da água foram os principais fatores controladores da sucessão ecológica do fitoplâncton no Lago Quebra Pote no Maranhão, enquanto que a temperatura da água foi responsável pelo aumento da densidade de organismos. Melo-Magalhães *et al.* (2009) estudando a distribuição espaço-temporal fitoplanctônica no complexo de lagoas Mundaú-Manguaba (AL), verificaram que o grau de trofia exerce forte influência sobre a distribuição espacial quali-quantitativa do fitoplâncton destes ambientes, ocorrendo a predominância de cianobactérias nas áreas mais impactadas.

2.5 Variação Espaço-Temporal da Comunidade Fitoplanctônica em Pernambuco

Os estudos sobre o fitoplâncton de ecossistemas continentais em Pernambuco tiveram início em meados da década de 70 e versavam sobre Florística e Taxonomia de grupos ou de espécies, como os trabalhos de Barreto (1974), Chamixaes e Mariz (1985) e Chamixaes (1990), Carvalho-De-La Mora (1986; 1991), Falcão *et al.* (2002), Travassos-Júnior *et al.* (2005) e Travassos-Junior, Moura e Rosemond (2006). Os estudos sobre a variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em Pernambuco começaram a ser desenvolvidos ainda na década de 80 com o trabalho de Hartman, Asbury e Coler (1981) no reservatório de Tapacurá em Pernambuco, que observaram haver um aumento da produtividade primária fitoplanctônica durante o período de estiagem.

Bouvy, Barros-Franca e Carmouze (1998) realizaram um estudo para caracterizar a estrutura do componente microbiano, englobando bactérias, fitoplâncton e ciliados, de sete reservatórios do estado. Os resultados mostraram que as variações espaciais e temporais do fitoplâncton exercem forte influência sobre as flutuações espaciais da densidade do bacterioplâncton. Bouvy *et al.* (1999; 2000; 2001; 2003) observaram que eventos climáticos extremos como o *El Niño*, provocam alterações na dinâmica espaço-temporal do fitoplâncton, em virtude da homogeneização das condições ambientais, acabando com a sucessão anual de espécies e propiciando o desenvolvimento de intensas florações de cianobactérias potencialmente tóxicas.

Falcão *et al.* (2002) analisaram a distribuição geográfica do fitoplâncton em 12 bacias hidrográficas de Pernambuco e verificaram que a dominância qualitativa do ambiente estava relacionado com grau de eutrofização dos ambientes estudados, sendo observada a predominância de diatomáceas em ambientes oligotróficos, de clorofíceas em mesotróficos e eutróficos e de cianobactéria em mananciais hipertróficos. Travassos-Júnior *et al.* (2005) observaram no reservatório de Jucazinho que a densidade fitoplanctônica neste ambiente não apresenta variações sazonais significativas, sendo verificada uma distribuição temporal bastante homogênea ao longo do ano.

Cardoso *et al.* (2006) estudaram a variação nictemeral do fitoplâncton no reservatório Saco I, e observaram que a dominância de *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komàrková-Legnerová (Chlorophyta) esteve associada à alta turbidez, baixos valores de pH e profundidade do ambiente. Não sendo observadas variações da sua densidade entre os horários de coleta. Aragão *et al.* (2007) analisando a dinâmica temporal do fitoplâncton do reservatório de Carpina, verificaram que procedimentos de operação, tais como a abertura de comportas, podem causar variações bruscas da densidade fitoplanctônica em reservatórios.

Moura *et al.* (2006) estudando a variação espacial e temporal do fitoplâncton em um reservatório oligotrófico (reservatório de Duas Unas), verificaram que tanto a diversidade de espécies quanto a densidade foram maiores no período chuvoso, com predominância de diatomáceas durante o estudo. Moura, Dantas e Bittencourt-Oliveira (2007) em estudo sobre a estrutura do fitoplâncton no reservatório de Carpina, constataram a dominância da cianobactéria *Planktothrix agardhii* tanto na superfície quanto no fundo reservatório, e atribuíram o sucesso da distribuição vertical destes organismos a sua capacidade de migração na coluna de água.

Moura *et al.* (2007) analisaram os eventos de dominância do fitoplâncton no reservatório de Mundaú e concluíram que a disponibilidade de luz, foi determinante na distribuição espacial e temporal do fitoplâncton, ocorrendo a dominância de organismos s-estrategistas, melhor adaptados a condições de pouca disponibilidade de luz. Moura *et al.* (2008) estudando a diversidade e a variação sazonal do fitoplâncton de dez reservatórios do estado de Pernambuco, observaram uma baixa diversidade de espécies de algas planctônicas nos reservatórios estudados, atribuindo esta baixa diversidade a eutrofização destes ecossistemas. Entretanto não foram verificadas variações quanto ao número de espécies entre os períodos sazonais.

Dantas *et al.* 2008 estudaram a dinâmica sazonal e nictemeral (24 horas) da comunidade fitoplanctônica. Concluíram que as flutuações sazonais da biomassa fitoplanctônica foram influenciadas principalmente pelo balanço de nutrientes (Razão N:P) e variações do pH da água, enquanto que as variações diárias foram mais afetadas pela variação diária da temperatura da água. Dantas *et al.* (2009) observaram no reservatório de Mundaú, a existência de uma competição por recursos entre as comunidades zooplanctônica e fitoplanctônica, sendo verificada

maiores biomassas de algas no período seco, devido as maiores taxas de nutrientes dissolvidos, e de Rotíferos no período chuvoso, com predominância de nutrientes particulados.

Lira *et al.* 2009 estudando a variação semanal e sazonal do fitoplâncton de reservatório eutrófico da Mata Norte do estado (Reservatório de Botafogo), verificaram uma baixa diversidade de espécie, atribuída principalmente às elevadas concentrações de nutrientes decorrentes de atividades de agrícolas desenvolvidas no entorno do ecossistema. Valores de diversidade um pouco maior estiveram correlacionados com o aumento de chuvas na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIAN, R.; WALSH, N.; HINTZE, T.; HOEG, S.; RUSCHE, R. Effects of ice duration on plankton succession during spring in a shallow polymictic lake. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 41, p. 621-632, 1999.

AKBAY, N.; ANUL, N.; YERLI, S.; SOUYPAK, S.; YURTERI, C. Seasonal distribution of large phytoplankton in the Keban Dam Reservoir. **Journal of Plankton Research**, London, v. 21, n. 4, p. 771-787, 1999.

AKIYAMA, M. On some Brazilian species of Trentepohliaceae. **Memoirs of the Faculty of Education. Shimane University: Natural Science**, Matsue, v. 5, p. 81-95, 1971

ALVAREZ-COBELAS, M.; REYNOLDS, C.S.; SANCHEZ-CASTILLO, P. & KRISTIANSEN, J. **Phytoplankton and trophic gradients**. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ. 1998. 372p. (Developments in Hydrobiology 129).

ALVES, V.R.E.; CAVALCANTI, C.G.B.; MATTOS, S.P. Análise comparativa de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em um período de 24 horas, no Lago Paranoá, Brasília – DF, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 11, p. 199-218, 1988.

ANNEVILLE, O.; SOUISSI, S.; GAMMETER, S.; STRAILE, D. Seasonal and inter-annual scales of variability in phytoplankton assemblages: comparison of phytoplankton dynamics in three peri-alpine lakes over a period of 28 years. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 49, p. 98–115, 2004.

ANGELINI, R.; PETRERE JR, M. A model for the plankton system of the Broa reservoir, São Carlos, Brazil. **Ecological Modelling**, Oxford, v. 126, p. 131–137, 2000.

ARAGÃO, N.K.C.V.; GOMES, C.T.S.; LIRA, G.A.S.T.; ANDRADE, C.M. Study of the phytoplankton community with emphasis on Cyanobacteria, in Carpina-PE reservoir. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n.3, p. 240-248, 2007.

ARAÚJO, M.A.R.; PINTO-COELHO, R.M. Produção e consumo de carbono orgânico na comunidade planctônica da represa da Pampulha, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 3, p. 405-416, 1998.

ARAÚJO, M.F.F.; COSTA, I.A.S.; CHELLAPPA, N.T. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na lagoa de Extremos, Natal – RN, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 12, p. 127-140, 2000.

ARMENGOL, J.; GARCIA, J. C.; COMERMA, M.; ROMERO, M.; DOLZ, J.; ROUSA, M.; HAN, B. H.; VIDAL, A.; SIMEK, K. Longitudinal processes in canyon type reservoir: the case of Sau (N.E. SPAIN), pp. 313-345. In: J. G. Tundisi & M. Straškraba (eds.), **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, 1999, 585p.

BARBIERO, R.P.; JAMES, W.F.; BARKO, J.W. The effects of disturbance events on phytoplankton community structure in a small temperate reservoir. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 42, p. 503-512, 1999.

BARBOSA, F.A.R.; TORRES, G.E.; COUTINHO, M.E. Ciclo anual de temperatura e sua influência nas variações sazonais de alguns parâmetros físico-químicos e da clorofila a na Lagoa Carioca – Parque Florestal do Rio Doce, MG. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v.2, p.129-151, 1988.

BARRETO, E. Algumas espécies de *Cosmarium* corda, 1834 ocorrentes em Pernambuco. **Memorial Instituto de Biociências**, Recife, v. 1, n. 1, p. 241-248, 1974.

BECKER, V.; HUSZAR, V.L.M.; NASELLI-FLORES, L.; PADISÁK, J. Phytoplankton equilibrium phases during thermal stratification in a deep subtropical reservoir. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 53, p. 952-963, 2008.

BERMAN, T.; SHTEINMAN, B. Phytoplankton development and turbulent mixing in Lake Kinneret (1992-1996). **Journal of Plankton Research**, London, v. 20 n. 4 p. 709-726, 1998.

BEYRUTH, Z. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga Reservoir, São Paulo State, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 424: p. 51–65, 2000.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, R.M.T. Algas da Lagoa das Prateleiras, Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. **Rickia**, São Paulo, v. 4, p.1-40, 1969.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, R.M.T. **Algas de água continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e Editora da Universidade de São Paulo, 228 p.1970

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, M.C.; BOLCH, C.J.S. Genetic variability of Brazilian strains of *Microcystis aeruginosa* complex (Cyanophyceae/Cyanobacteria) using the nucleotide sequence of the intergenic spacer and flanking regions from cpcBA-phycoyanin operon. **Journal of Phycology**, Indianápolis, v. 37, n. 5, p. 810-818, 2001.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; KUJBIDA, P.; CARDOZO, K.H.M.; CARVALHO, V.M.; MOURA, A.N.; COLEPICOLO, P.; PINTO, E. A novel rhythm of microcystin biosynthesis is described in the cyanobacterium *Microcystis panniformis* Komárek et al. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Oxford, v. 326, p. 687–694, 2005.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MASSOLA JR., N.S.; ROMO, S.; HERNANDEZ-MARINE, M.; MOURA, A.N. Taxonomic investigation using DNA fingerprinting in *Geitlerinema* species (Oscillatoriales, Cyanobacteria). **Phycological Research**, Indianápolis, v. 55, p. 214-221, 2007.

BORGES, P.A.F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 607, p. 63-74, 2008.

BOUVY, M.; BARROS-FRANCA, L.M.; CARMOUZE, J.P. Compartimento microbiano no meio pelágico de sete açudes do estado de Pernambuco. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 93-101, 1998.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, Oldendorf/Luhe, v. 20, p. 285-297, 1999.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, Oldendorf/Luhe, v. 23, p. 13-27, 2000.

BOUVY, M.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial *bloom* (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbial Ecology**, Oldendorf/Luhe, v. 25, p. 215-227, 2001.

BOUVY, M.; NASCIMENTO, S.M.; MOLICA, R.J.R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V.; AZEVEDO, S.M.F.O. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeastern Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 493, p. 115-130, 2003.

BOVO-SCOMPARIN, V.M.; TRAIN, S. Long-term variability of the phytoplankton community in an isolated floodplain lake of the Ivinhema River State Park, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 610, p. 331-344, 2008.

BOZELLI, R.L.; HUSZAR, V.L.M. Comunidades fito e zooplanctônicas continentais em tempo de avaliação. In: BOZELLI, R.L.; BONECKER, C.; SALMEIRO, A. **Limnotemas**. São Carlos, 2003. 32p.

BRAUN, R. Limnologische Untersuchungen an einigen seen im Amazonasgebit. **Schweizerische Zeitschrift Fur Hydrologie**, Suíça, v. 14, p. 1-128, 1952.

BUKAVECKAS, P.; CRAIN, A.S. Inter-annual, seasonal and spatial variability in nutrient limitation of phytoplankton production in a river impoundment. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 481, p. 19–31, 2002.

CAPUTO, L.; NASELLI-FLORES, ORDOÑ EZ L, J.; ARMENGOL, J. Phytoplankton distribution along trophic gradients within and among reservoirs in Catalonia (Spain). **Freshwater Biology**, Oxford, v. 53, p. 2543–2556. 2008.

CARDOSO, E.N.; LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N. Variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica e características limnológicas do reservatório Saco I, Serra Talhada – Pernambuco. In: ULYSSES, A.P.; VÉRAS, A.S.C.; FREIRE, F.J.; LIRA JÚNIOR, M.A. (orgs.). **Caminhos da Ciência**, 2006. p. 79-92.

- CARDOSO, E.N. Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica... 22
- CARVALHO-DE-LA-MORA, L.M. Nostochophyceae (Cyanophyceae) de mananciais de abastecimento. I – Açude do Prata, Recife, Pernambuco. **Anais do II Encontro Brasileiro de Plâncton**, Salvador-BA, p.1-32. 1986.
- CARVALHO-DE-LA-MORA, L.M. Chroococcales (Cyanophyceae) do Estado de Pernambuco, Brasil – II. *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Cyanothece*, *Merismopedia*, *Aphanothece*, *Gleocapsa*, *Chroococcus*, *Gleothece*, *Gomphosphaeria* e *Johannesbaptistia*. **Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton**, Recife-PE, p. 139-169. 1991.
- CHAMIXAES, C.B.C.B.; MARIZ, G. Novas referências de *Scenedesmus* Meyen (Chlorococcales) para o Estado de Pernambuco–Brasil. **Anais da VIII Reunião Nordestina de Botânica**, Recife-PE. p. 3-13. 1985.
- CHAMIXAES, C.B.C.B. Ficoflórula do Açude de Apipucos (Recife-PE). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 50, n. 1, p. 45-60, 1990.
- CHELLAPPA, N.T.; COSTA, M.A.M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 24, p. 3-10, 2003.
- CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.L.M.; OLIVEIRA, R.K.; LIMA, A.K.A. Diversidade, co-existência e dominância na comunidade fitoplanctônica da Barragem Cruzeta, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 126-128, 2007.
- CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.M.; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.68, n. 3, p. 477-494. 2008
- CHELLAPPA, N.T.; CHELLAPPA, S.L.; CHELLAPPA, S. Harmful Phytoplankton Blooms and Fish Mortality in a eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, V. 51, n. 4, p. 833-841, 2008.
- CHELLAPPA, N.T.; CÂMARA, F.R.A.; ROCHA, O. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 2, p. 241-251, 2009.

CONNELL, J.H. Diversity in tropical forests and coral reefs. **Science**, Washington, v. 199, p. 1302-1310, 1978.

COSTA, I.A.S.; ARAÚJO, F.F.; CHELLAPPA, N.T. Estudo do fitoplâncton da barragem engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, Assu/RN. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 67-80, 1998.

CROSSETTI, L.O.; BICUDO, C.E.M. Phytoplankton as a monitoring tool in a tropical urban shallow reservoir (Garças Pond): the assemblage index application. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 173, p. 610:161, 2008.

DANTAS, E.W.; MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; DE TOLEDO ARRUDA NETO, J.D.; DE DEUS-CAVALCANTI, A.C. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the mundaú reservoir, northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasiliensia**, São Carlos, v. 22, n. 4, p. 970-982, 2008.

DANTAS, E.N.; ALMEIDA, V.L.; BARBOSA, J.E.L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplanctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 99, n. 2, p. 132-141, 2009.

DATTA, S.; JANA, B.B. Control of bloom in a tropical lake: grazing efficiency of some herbivorous fishes. **Journal of Fish Biology**, v. Somerset, 53, p. 12–24, 1998.

DEJENIE, T., ASMELASH, T., DE MEESTER, L., MULUGETA, A., GEBREKIDAN, A., RISCH, S., PALS, A., VAN DER GUCHT, K., VYVERMAN, W., NYSSSEN, J., DECKERS, J., DECLERCK, S. Limnological and ecological characteristics of tropical highland reservoirs in Tigray, Northern Ethiopia. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 610, p. 193–209, 2008.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J., SENNA, P.A.C.; TANIGUSHI, G.M. 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**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 641-651, 2003.

DEVERCELLI, M. Phytoplankton of the Middle Parana´ River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 563, p. 465–478, 2006.

DIAZ, M.M.; TEMPORETTI, P.F.; PEDROZO, F.L. Response of phytoplankton to enrichment from cage fish farm waste in Alicura Reservoir (Patagonia, Argentina). **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, Richmond, v. 6: p. 151–158, 2001.

DIEHL, S. Paradoxes of Enrichment: Effects of Increased Light versus Nutrient Supply on Pelagic Producer-Grazer Systems. **The American Naturalist**, v. 169, n. 6, p. 173-191, 2007.

DOMITROVIC, Y.Z.; ASSELBORN, V.M.; CASCO, S.L. Variaciones espaciales y temporales del fitoplancton en un lago subtropical de Argentina. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 3, p. 359-382. 1998.

DOS SANTOS, A.C.A.; CALIJURI, M.C. Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita reservoir (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 367, p. 139-152, 1998.

ESTEVES, F.A.; BOZELLI, R.L.; CAMARGO, A.F.M.; ROLAND, F.; THOMAZ, S.M. 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**, São Carlos, v. 2, p. 99-127, 1988.

FALCÃO, D.P.M.; MOURA, A.N.; PIRES, A.H.B.; BOUVY, M.; MARINHO, M. FERRAZ, A.C.N.; SILVA, A.M. Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, pp 63-77. 2002.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 445, p. 165-174, 2001.

FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A.; BIRD, D.F. Does allelopathy contribute to *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) bloom occurrence and geographic expansion? **Journal of Phycology**, Indianápolis, v.43, p.256-265, 2007.

FONSECA, B.M.; BICUDO, C.E.M. Phytoplankton seasonal variation in a shallow stratified eutrophic reservoir (Garças Pond, Brazil). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 600, p. 267-282, 2008.

FÖSTER, K. Amazonische Desmidiéen, 1: Areal Santarém. **Amazoniana**, Berlim, v. 2, n. 1-2, p. 5-116, 1966.

FRAGOSO JR., C.R.; MOTTA-MARQUES, D.M.L.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M.; van Nes, E.H. Modelling spatial heterogeneity of phytoplankton in Lake Mangueira, a large shallow subtropical lake in South Brazil. **Ecological Modelling**, Oxford, v. 219, p. 125–137, 2008.

GARCIA-DE-EMILIANI, M.O. Effects of water level fluctuations on phytoplankton in a river-floodplain lake system (Paraná River, Argentina). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 357, p. 1–15, 1997.

GIANI, A.; LEONARDO, M.M. Distribuição vertical de algas fitoplanctônicas no reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, MG). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p 387-404, 1988.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation processes**. John Wiley & Sons, Chichester. 1979.

GUO, L.; LI, Z. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. **Aquaculture**, Oxford, v. 226, p. 201–212, 2003.

HARTMAN, E., ASBURY, C.; COLER, R.A. Seasonal variations of primary productivity in lake Tapacurá, a tropical reservoir. **Journal of Freshwater Ecology**, La Crosse, v. 1, n. 2, p. 203-213, 1981.

HAVENS, K.E.; PHILIPS, E.J.; CICHRA, M.F.; LI, B.L. Light availability as a possible regulator of cyanobacteria species composition in a shallow subtropical lake. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 39, p. 547-556, 1998.

HILLMER, I.; VAN REENEN, P.; IMBERGER, J.; ZOHARY, T. Phytoplankton patchiness and their role in the modeled productivity of a large, seasonally stratified lake. **Ecological Modelling**, Oxford, v. 218, p. 49–59, 2008.

HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M., DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C.L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 424, p. 67-77, 2000.

HUTCHINSON, G.E. The paradox of the plankton. **The American Naturalist**. Chicago, v. 95, p. 137-147, 1961.

KOBAYASHI, T.; RYD, D.S.; GORDON, G.; SHANNON, INGLENTON, T.; CARPENTER, M.; JACOBS, S.J. Short-term response of nutrients, carbon and planktonic microbial communities to floodplain wetland inundation. **Aquatic Ecology**, Texas, in Press, p. 1-16, 2008. DOI 10.1007/s10452-008-9219-2.

KOCH, R.W.; BUKAVECKAS, P.A.; GUELDA, D.L. Importance of phytoplankton carbon to heterotrophic bacteria in the Ohio, Cumberland, and Tennessee rivers, USA. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 586, p.79–91, 2007.

KRUK, C.; MAZZEO, N.; LACEROT, G.; REYNOLDS, C.S. Classification schemes for phytoplankton: a local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. **Journal of Plankton Research**, London, v. 24, n. 9, p. 901-912, 2002.

LAZZARO, X.; BOUVY, M.; RIBEIRO-FILHO, R.A.; OLIVEIRA, V.S.; SALES, L.T.; VASCONCELOS, A.R.M.; MATA, M.R. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoir? **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 649-668, 2003.

LINDENSCHMIDT K.E.; CHORUS, I. The effect of water column mixing on phytoplankton succession, diversity and similarity. **Journal of Plankton Research**, London, v. 20, n.10, p.1927-1951, 1998.

LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 219-211, 2007.

LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N. Structure and dynamics of phytoplankton community in the Botafogo reservoir – Pernambuco - Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 2, p. 493-501. 2009.

LOPES, M.R.M.; BICUDO, C.E.M.; FERRAGUT, M.C. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 542, p. 235-247, 2005.

LOHRENZ, S.E.; REDALJE, D.G.; CAI, W.J.; ACKER, J.; DAGG, M. A retrospective analysis of nutrients and phytoplankton productivity in the Mississippi River plume. **Continental Shelf Research**, Oxford, v. 28, p. 1466-1475, 2008.

MAROTTA, H. Os fatores reguladores do metabolismo aquático e sua influência sobre o fluxo de dióxido de carbono entre os lagos e a atmosfera. **Oecologia Brasiliensia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 177-185, 2006.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 542, n. 8, p. 367-378, 2005.

MELACK, J.M. Temporal Variability of Phytoplankton in Tropical Lakes. **Oecologia**, Berlim, v. 44, p. 1-7, 1979.

MELO-MAGALHÃES, E.M.; MEDEIROS, P.R.P.; LIRA, M.C.A.; KOENING, M.L.; MOURA, A.N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas - Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 69, n. 2, p. 271-280, 2009.

MOLICA, R.; ONODERA, H.; GARCÍA, C.; RIVAS, M.; ANDRINOLO, D.; NASCIMENTO, S.; MEGURO, H.; OSHIMA, Y.; AZEVEDO, S.; LAGOS, N. Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. **Phycologia**, Oxford, v. 41, n. 6, p. 606-611, 2002.

MOLICA, R.J.R.; OLIVEIRA, E.J.A.; CARVALHO, P.V.V.C.; COSTA, A.N.S.F.; CUNHA, M.C.C.; MELO, G.L.; AZEVEDO, S.M.F.O. Occurrence of saxitoxins and an

anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, Amsterdam, v. 4, p. 743-753, 2005.

MORENO-OSTOS, E.; CRUZ-PIZARRO, L.; BASANTA, A.; GEORGE, D.G. The spatial distribution of different phytoplankton functional groups in a Mediterranean reservoir. **Aquatic Ecology**, Texas, v. 42, p. 115–128, 2008.

MOSCHINI-CARLOS, V.; PÔMPEO, M.L.M. Dinâmica do fitoplâncton de uma lagoa de duna (Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, MA, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 53-68, 2001.

MOURA, A.N.; PIMENTEL, R.M.M.; LIRA, G.A.S.T.; CHAGAS, M.G.S.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Composição e estrutura da Comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. **Revista de Geografia**, Recife, v. 23, n. 3, p. 19-30, 2006.

MOURA, A.N.; DANTAS, E.W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco – Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 4, p. 645-654, 2007a.

MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; DANTAS, E.W.; ARRUDA-NETO, J.D.T. Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 641-648, 2007.

MOURA, A. N.; NASCIMENTO, E.C.; DIAS, S.N.; OLIVEIRA, H.S.B.; DANTAS, E.W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Diversidade e variação sazonal do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento público no estado de Pernambuco. In: ARIADNE N. MOURA; ELCIDA DE LIMA ARAÚJO; ULYSSES PAULINO ALBUQUERQUE. (Org.). **Biodiversidade, Potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Vol. I.. 1 ed. Recife: Comunigraf, 2008, v. 1, p. 159-179.

NASELI-FLORES, L.; BARONE, R. Importance of water-level fluctuation on population dynamics of cladocerans in a hypertrophic reservoir (Lake Arancio, south-west Sicily, Italy). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 360, p. 223–232, 1997.

NOGUEIRA, M.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 8, p. 149-168, 1996.

NOGUEIRA, N.M.C.; BARBIERI, R.; COSTA NETO, J.P.; ROCHA, O. Composition and temporal changes of phytoplankton community in Lake Quebra-Pote, MA, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 419-431, 2005.

ODEBRECHT, C.; MÖLLER JR.; O.D.; NIENCHESK, L.F.H. Biomassa e categorias de tamanho do fitoplâncton total na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, 367-386, 1988.

OKOTH, O.E.; MUCAI, M.; SHIVOGA, W.A.; MILLER, S.N.; RASOWO, J.; NGUGI, C.C. Spatial and seasonal variations in phytoplankton community structure in alkaline–saline Lake Nakuru, Kenya. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, Richmond, v. 14, p. 57–69, 2009.

OLIVEIRA, L.H.; NASCIMENTO, R.; KRAU, L.M.A. Observações biogeográficas e hidrobiológicas sobre a lagoa de Maricá. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 53, p. 171-227, 1955.

PADISÁK, J.; REYNOLDS, C.S.; SOMMER, U. **The intermediate disturbance hypothesis in phytoplankton ecology**. Kluwer, Dordrecht. 1993. (Reprinted from **Hydrobiologia**, 249).

PADISÁK, J.; CROSSETTI, L.; NASELLI-FLORES, L. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 621, p.1–19, 2009.

PANOSSO, R.; COSTA, I.A.S.; SOUZA, N.R.; ATTAYDE, J.L.; CUNHA, S.R.S.; GOMES, F.C. F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007.

PÉREZ, M. C.; BONILLA, S.; MARTÍNEZ, G. Phytoplankton community of a polymictic reservoir, La Plata river basin, Uruguay. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 4, p. 535-541, 1999.

POMPÊO, M.L.M., MOSCHINI-CARLOS, V., COSTA NETO, J.P., CAVALCANTE, P.R.S., IBAÑEZ, M.S.R., FERREIRA-CORREIA, M.M., BARBIERI, R. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão - Piauí, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 101-113, 1998.

RAMÍREZ, J.J.; BICUDO, C.E.M. 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**, São Carlos v. 62, n. 1, p. 1-14, 2002.

RAMÍREZ, J.J.; BICUDO, C.E.M. 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**, São Carlos, v. 65, n. 1, p. 141-157, 2005.

REYNOLDS, C.; DOKULIL, M.; PADISAK, J. Understanding the assembly of phytoplankton in relation to the trophic spectrum: where are we now? **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 424, p. 147-152, 2000.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, London, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.

ROJO, C. ALVAREZ-COBELAS, M. A plea for more ecology in phytoplankton ecology. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 424, p. 141–146, 2000.

SALMASO, N.; PADISÁK, J. Morpho-Functional Groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 578, p. 97–112, 2007.

SARMENTO, H.; UNREIN, F.; ISUMBISHO, M.; STENUITE, S.; GASOL, J.M.; DESCY, J.P. Abundance and distribution of picoplankton in tropical, oligotrophic Lake Kivu, eastern Africa. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 53, p. 756–771, 2008.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 281-303, 1999.

SIOLI, H. Das Wasser in Amazonasgebiet. **Forschungs Fortschritte**, Bad Homburg, v. 26, n. 21-22, p. 274-280, 1950.

SIOLI, H. Okologie in brasilianischen Amazonasgebiet. Arbeiten Abteilen der Abteilung Tropen Okologie des MPI fur Limnologie. **Naturwissenschaften**, Berlim, v. 36, p. 284-255, 1969.

SKVORTZOV, B.V. New genera of primitive green flagellate Hongkong and São Paulo. **Gardens' Bulletin**, Singapura, v. 22, n. 3, p. 455-459. 1968.

SKVORTZOV, B.V. New genera of primitive green flagellate of Fam. Pedinomonadaceae Korsch., Class Volvocinae collected in Winter cold period in São Paulo. **Boletín de la Sociedad Botánica La Libertad**, Cidade do México, v. 3, n. 2, p. 83-93, 1971.

STARLING, F.L.R.M. Control of eutrophication by Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the tropical Paranoá Reservoir (Brasilia, Brazil): a mesocosm experiment. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 257, p. 143-152, 1993.

STHAPIT, E.; OCHS, C.A.; ZIMBA, P.V. Spatial and temporal variation in phytoplankton community structure in a southeastern U.S. reservoir determined by HPLC and light microscopy. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 600, p. 215–228, 2008.

TAKAMURA, N.; YASUNO, M. Diurnal changes in the vertical distribution of phytoplankton in hypertrophic Lake Kasumigaura, Japan. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 112, p. 53-60, 1984.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; ALBERTE, S. M., Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal, p. 19-37. In: A. A. Agostinho & L. C. Gomes (eds.), **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997, 387p.

TOLEDO, L.G.; HAY, J.D. Variação sazonal da produção diária do fitoplâncton e de dois fatores limnológicos do lago Paranoá, Brasília, DF. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p. 347-365, 1988.

TRAVASSOS-JÚNIOR, A.; MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; LIRA, G.A.T.; MENDONÇA, D.F.P. Comunidade fitoplanctônica no reservatório de

Jucazinho região agreste do Estado de Pernambuco. **Cadernos FAFIRE**, Recife, v. 4, n. 11, p. 13-15, 2005.

TRAVASSOS-JÚNIOR, A.; MOURA, A.N.; ROSEMOND, A.D. Ecological inferences about the phytoplankton composition from water supply system in the United States of America and Brazil. **Revista Lumem**, Recife, v. 14, n. 1, p. 93-99, 2006.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.26, n.1, p.97-112, 2003.

TUNDISI, J.G. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. Instituto Internacional de Limnologia, São Carlos, SP, 1999. 24p.

TUNDISI, J.G. Limnologia e gerenciamento integrado de recursos hídricos: avanços conceituais e metodológicos. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n. 21, p. 9-20, 2000.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; ROCHA, O.; GENTIL, J.G.; NAKAMOTO, N. Primary production, standing-stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (represa do Broa, São Carlos, SP). **Seminário sobre Médio Ambiente y Represas**. Montevideu, v. 1, p. 138-172, 1977.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**, São Paulo, Ed. Oficina de Texto, 2008. 632 p.

VINER, A.B. Relationships of nitrogen and phosphorus to a tropical phytoplankton population. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 52, n. 2-3, p. 185-196, 1977.

WELKER, M.; WALZ, N. Plankton dynamics in a river-lake system – on continuity and discontinuity. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 408/409, p. 233–239, 1999.

WHITEHEAD, P.G.; HOWARD, A.; ARULMANI, C. Modelling algal growth and transport in rivers: a comparison of time series analysis, dynamic mass balance and neural network techniques. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 349, p. 39–46, 1997.

WONDIE, A.; MENGISTU, S.; VIJVERBERG, J.; DEJEN E. Seasonal variation in primary production of a large high altitude tropical lake (Lake Tana, Ethiopia): effects of nutrient availability and water transparency. **Aquatic Ecology**, Texas, v. 41, p. 195–207, 2007.

XAVIER, M.B. Euglenaceae pigmentadas (Euglenophyceae) do rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Limnológicos. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 2, p. 303-321, 1988.

XAVIER, M.B. Distribuição vertical das Euglenaceae pigmentadas do rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil. **Acta Limnologia Brasiliensia**, São Carlos, v. 6, p. 11-30, 1993.

ZANATA, L.H.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Longitudinal processes in Salto Grande reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 2, p. 347-361, 2002.

ZOHARY, T. Changes to the phytoplankton assemblage of Lake Kinneret after decades of a predictable, repetitive pattern. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 49, p. 1355–1371, 2004.

Manuscrito

Trabalho a ser enviado para publicação na Revista Hydrobiologia

Dinâmica sazonal e espacial do fitoplâncton em um reservatório eutrófico de uma região semi-árida tropical (Reservatório de Jucazinho, Pernambuco - Brasil)

Emanuel Cardoso do Nascimento¹; Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira²; Ariadne do Nascimento Moura¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, área de Botânica, R. D. Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

Phone: +55 81 3320 6362 e-mail: manocn@hotmail.com

²Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Phone: +55 19 3429 4128 Fax: +55 19 3434 8295

"Este documento não foi apresentado em outro lugar de forma idêntica ou semelhante, nem será, durante os primeiros três meses após a sua submissão para Hydrobiologia."

Resumo:

Embora o estudo do fitoplâncton seja de fundamental importância para compreensão da ecologia dos ecossistemas aquáticos, ainda é bastante escasso o número de trabalhos desenvolvidos em ambientes tropicais, sobretudo nas regiões semi-áridas. Desta forma o objetivo do presente trabalho foi identificar as variáveis ambientais que exercem maior influência sobre a dinâmica sazonal e espacial da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho (07°57'50"S e 35°44'27" W), localizado

no semi-árido brasileiro. As coletas foram realizadas em três estações de coletas e duas profundidades, durante os períodos chuvoso (ago/2008 e fev e mar/2009) e de estiagem (out, nov e dez/2008). O fitoplâncton foi identificado e a sua densidade determinada, sendo posteriormente convertida à biomassa. Concomitantemente, foram feitas análises para caracterização do sistema. O reservatório apresentou-se muito homogêneo quanto à variação espaço-temporal das variáveis hidrológicas: com a água bem oxigenada na superfície e anóxica no fundo, pH variando de neutro a alcalino, temperaturas sempre acima dos 25°C e elevadas turbidez e condutividade, em todas as estações e profundidades de coleta. Em ambos os períodos sazonais, foram verificadas limitações de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo. As Cyanophyta dominaram o ambiente, representando em geral, mais de 80% da biomassa fitoplanctônica durante praticamente todo o estudo, em todas as estações e profundidades de coleta, sendo registrada a co-dominância de cianobactérias pertencentes às associações **H1**, **MP**, **S1** e **Sn** durante maior parte do período de estudo, exceto em ago/2008, quando ocorreu a substituição da associação **S1** (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek) por **P** (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen) no reservatório. A temperatura da água, a precipitação pluviométrica e o pH foram os fatores que tiveram maior influência sobre a variação temporal do fitoplâncton, enquanto a distribuição vertical da biomassa fitoplanctônica esteve diretamente relacionada à disponibilidade de luz na coluna de água.

Palavras-chave: Associações fitoplanctônicas, disponibilidade de luz, Agreste, Reservatório de Jucazinho.

Abstract

Although the study of phytoplankton is of fundamental importance to understanding the ecology of aquatic ecosystems, there are few studies on phytoplankton in tropical

environments, especially in semi-arid regions. The aim of the present study was to identify the environmental variables that exercise the greatest influence over the seasonal and spatial dynamics of the phytoplankton community in a reservoir located in a semi-arid region of northeastern Brazil (Jucazinho Reservoir). Collections were carried out at three sampling stations and two depths during the rainy (Aug 2008, Feb and Mar 2009) and dry (Oct, Nov and Dec 2008) seasons. The phytoplankton was identified and its density was determined, which was subsequently converted to biomass values. Concomitantly, analyses were performed for the characterization of the system. The reservoir was very homogeneous with regard to the spatial-temporal variation in hydrological variables: water well oxygenated at the surface and anoxic at the bottom; pH ranging from neutral to alkaline; temperatures always above 25° C; high turbidity; and high electrical conductivity at all sampling stations and depths. In both seasons, there was limited nitrogen and high concentrations of phosphorus. Cyanophyta species were predominant in the environment, generally representing 80% of the phytoplankton biomass throughout practically the entire study at all sampling stations and depths. Co-dominance of cyanobacteria belonging to **H1**, **MP**, **S1** and **Sn** associations was recorded in most of the months studied, except August 2008, where there was a substitution of the S1 association (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek) for the **P** association (*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen). Water temperature, precipitation and pH were the parameters with the greatest influence over the temporal variation in phytoplankton, whereas the vertical distribution of the phytoplankton biomass was directly related to the availability of light in the water column.

Key-words: Phytoplankton associations, Availability of light, Agreste, Jucazinho Reservoir.

1 INTRODUÇÃO

A variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica tem recebido a atenção de limnólogos do mundo inteiro há muitos anos. Diversos trabalhos têm focado o estudo da variação fitoplanctônica com gradientes ambientais, mostrando que as disponibilidades de luz e de nutrientes são as variáveis ambientais que exercem maior influência na dinâmica espacial e temporal do fitoplâncton, tanto em ambientes temperados (Kimmel et al., 1990; Havens et al., 1998; Diehl, 2007; Caputo et al., 2008; Lohrenz et al., 2008), quanto, em ambientes subtropicais (Zanata & Espíndola, 2002; Borges et al., 2008) e tropicais (Viner, 1977; Beyruth, 2000; Sarmiento et al., 2008; Wondie et al., 2007; Dejenie et al., 2008).

Pesquisas têm ressaltado a importância de outras variáveis, na distribuição espacial do fitoplâncton de reservatórios, como temperatura, transparência da água, condições hidráulicas, tamanho e propósitos de utilização dos ambientes aquáticos e a própria estrutura da cadeia trófica podem provocar modificações horizontais e verticais na estrutura dessa comunidade (Barbiero et al. 1999; Zanata & Espíndola, 2002). Outros trabalhos mostram a importância do regime climático regional, hidrológico e geomorfológico na dinâmica temporal do fitoplâncton, pois, podem provocar alterações na disponibilidade de nutrientes, na intensidade de fluxo e no tempo de residência da água dos reservatórios (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Fatores morfo-fisiológicos e estratégias de flutuabilidade das espécies estão diretamente relacionados com a variação espacial, principalmente vertical, do fitoplâncton. Sendo reconhecido por Reynolds (1984) três grupos distintos de algas. Algas não moveis, com flutuabilidade negativa, e grande velocidade de afundamento, algas de flutuabilidade positiva, que conseguem flutuar devido à presença de vesículas gasosas e organismos de flutuabilidade neutra e móveis, com

estruturas capazes de diminuir o processo de afundamento, como espinhos e/ou flagelados, que lhes permitem migrar na coluna de água.

De acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) estudos sobre a variação e a distribuição espacial do fitoplâncton são importantes para determinar a variabilidade espacial dos organismos, sendo fundamentais para a preparação de programas de amostragem e a aplicação de métodos de validação estatística. Sendo a heterogeneidade espacial do fitoplâncton considerada uma característica estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos (Armengol et al., 1999).

No Nordeste do Brasil, principalmente, nas regiões semi-áridas (agreste e sertão) a demanda por água potável é muito grande. Desta forma, vários reservatórios foram construídos, com o intuito de minimizar os impactos da seca na região. Estes corpos de água são utilizados para diversos propósitos, sendo o principal deles, o abastecimento público de populações urbanas. Entretanto, o consumo de água não tratada por comunidades próximas a estes ecossistemas é bastante comum.

Dentre os diversos reservatórios da região, Jucazinho, apresenta elevada importância por ser o maior reservatório de abastecimento do estado, fornecendo água para mais de 800.000 habitantes da região semi-árida de Pernambuco. Atualmente, este ecossistema vem sendo utilizado para diversos usos, entre os quais, o cultivo intensivo de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). Esta atividade é muito importante para a geração de renda das populações circunvizinhas e a diversificação da economia dos municípios da região. No entanto, o cultivo intensivo de peixes pode acelerar a deterioração da qualidade da água, aumentando os teores de nutrientes, eutrofizando a água e provocando alterações na composição e na dominância de espécies fitoplanctônicas (Diaz et al., 2001),

propiciando o desenvolvimento de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas (Guo & Li, 2003), bem como

Embora a ecologia de reservatórios seja bastante estudada em todo mundo (Scheffer, 1998) a maioria dos trabalhos publicados tem focado suas pesquisas em ambientes temperados (Moss, 1998), sendo os estudos desenvolvidos em reservatórios de regiões semi-áridas relativamente escassos (Naselli-Flores, 2003). O objetivo deste trabalho foi identificar as variáveis ambientais de maior influência sobre a dinâmica sazonal e espacial da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico de uma área semi-árida do Nordeste do Brasil (Reservatório de Jucazinho).

2 ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Jucazinho (Fig.1) (07°57'50"S e 35°44'27" W) localiza-se na região Agreste, em uma área do Bioma Caatinga, entre os municípios de Cumaru, Riacho das Almas e Surubim, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. O clima da região é semi-árido quente de baixas latitudes (BSHs'), com temperatura média anual acima de 25°C e precipitação média anual de 599 mm, com chuvas irregularmente distribuídas ao longo do ano (Albuquerque & Andrade, 2002) e velocidade média do vento de 5,0 m.s⁻¹.

Jucazinho é o maior reservatório do estado de Pernambuco, com volume de 327.035.818m³, abastecendo aproximadamente 800.000 habitantes, apresenta profundidade máxima de 40m e tempo de residência teórico de 2103 dias. O reservatório foi construído sobre rocha granítica e solo litolítico e atualmente encontra-se hipertrófico (Melo-Júnior et al., 2007). O sedimento do fundo reservatório apresenta elevados teores de fósforo (P), íons de cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), matéria orgânica (M.O.) e carbono orgânico (C.O.), com pH variando de neutro a alcalino.

O entorno do reservatório apresenta áreas de Caatinga nativa e áreas agrícolas onde são desenvolvidas plantações de subsistência e criação de gado bovino pela população local. Nos últimos anos, atividades de criação intensiva de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) em sistemas de tanques-rede vêm sendo desenvolvidas neste ecossistema.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no Reservatório de Jucazinho, localizado na região Agreste do estado de Pernambuco. A região caracteriza-se por apresentar dois períodos sazonais distintos, estiagem (setembro a fevereiro) e chuvosa (março a agosto) (Melo-Júnior et al. 2007).

As amostras foram coletadas em três estações de coleta (Fig. 1) em duas profundidades (subsuperfície e $\pm 0,5\text{m}$ do fundo) na zona pelágica do reservatório. Com a estação 1 (E1 - $07^{\circ}59'00.1''\text{S}$ e $35^{\circ}49'03.9''\text{W}$) apresentando uma profundidade mínima de 17,5 m e máxima de 23,9 m, a estação 2 (E2 - $07^{\circ}58'57.5''\text{S}$ e $35^{\circ}48'39.3''\text{W}$), profundidade mínima de 22,7 m e máxima de 26,0 m e estação 3 (E3 - $07^{\circ}58'43.4''\text{S}$ e $35^{\circ}48'25.4''\text{W}$), profundidade mínima de 12,2 m e máxima de 22,0 m. As amostragens, tanto na superfície quanto no fundo do reservatório, foram realizadas com utilização de garrafa de van Dorn.

As análises da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), precipitação pluviométrica (mm), direção ($^{\circ}$) e velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), foram obtidas através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Em campo foram determinadas a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) com Oxímetro (Schott Glaswerke Mainz, handylab OX1), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) com condutivímetro (Hanna Instruments HI8733), turbidez da água (UNT) com turbidímetro (Hanna Instruments, HI 93703), pH com potenciômetro (Digimed, DMPH-2) e transparência da água (m) com disco

de Secchi. Posteriormente foi determinado o limite da zona eufótica (Zeu), calculado como 2.7 vezes a profundidade de Secchi (Cole, 1983).

As determinações das concentrações de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) foram realizadas de acordo com Valderrama (1981). A razão NT:PT foi calculada de acordo com Downing & McCauley (1992).

As amostras destinadas as análises quali-quantitativas foram coletadas com garrafa de *van Dorn* e acondicionadas em frascos âmbar de 100 mL e preservadas com lugol acético, na proporção de 1 mL de lugol para cada 100 mL da amostra. Os organismos fitoplanctônicos foram observados em microscópio ótico (Zeiss/Axioskop) e identificados até o mais alto nível taxonômico possível. A bibliografia utilizada para a determinação dos táxons foi: Bacillariophyta – Krammer & Lange-Bertalot (1991a e b), Chlorophyta – Komárek & Fott (1983) e Prescott & Vinyard (1982), Cyanophyta – Anagnostidis & Komárek (1985; 1988; 1990), Hoeck et al. (1997), Komárek & Anagnostidis (1986; 1989; 2000; 2005), Euglenophyta - Giani et al. (1999), Keppeler et al. (1999) e para Chrysophyta e Cryptophyta – John et al. (2002) e Giani et al. (1999).

A análise quantitativa do fitoplâncton foi realizada de acordo com Utermöhl (1958) em campos aleatórios segundo Uhelinger (1964) e as densidades calculadas de acordo com Weber (1973). O biovolume foi calculado seguindo metodologia descrita por Hillebrand et al. (1999) e Sun & Liu (2003) e convertido em biomassa assumindo uma gravidade específica de 1 mg.mm^{-3} (Wetzel & Likens, 1991) e expressa em mg.L^{-1} .

As espécies encontradas foram enquadradas em grupos funcionais de acordo com Reynolds (1997), Reynolds et al. (2000; 2002) e Padisák et al. (2009). Cada agrupamento (Códon) do sistema de Reynolds é ou pode ser formado por

organismos fitoplanctônicos de diferentes grupos filogenéticos que compartilham as mesmas características adaptativas.

A diversidade específica e a equitabilidade foram calculadas de acordo com Shannon & Weaver (1963) e Pielou (1966), respectivamente, a partir dos dados de biomassa. A abundância e a dominância foram determinadas de acordo com o critério adotado por Lobo & Leighton (1986).

Os dados abióticos e bióticos foram analisados utilizando análise de correspondência destendenciada (DCA) (Hill & Gauch, 1980). Posteriormente, foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) para determinar as variáveis ambientais mais importantes para a explicação da variação espacial e temporal do fitoplâncton. O índice de similaridade de Bray-Curtis (Krebs, 1989) foi adotado para estabelecer uma matriz de similaridade, com base na composição e na biomassa das espécies, entre as estações e períodos sazonais considerados, gerando valores entre 0 (completamente diferentes) e 100 (estações completamente similares).

4 RESULTADOS

4.1 Variáveis Abióticas

As temperaturas do ar apresentaram valores absolutos e médios próximos durante todo o estudo, tendo os menores valores sido registrados no mês de ago/2008 e os maiores em jan/2009 (Fig. 2). Os valores de precipitação foram significativamente diferentes entre os períodos sazonais ($F= 13,16$), $\bar{X} = 93,93 \pm 42,80$ mm no período de chuvas e $\bar{X} = 3,53 \pm 4,16$ mm no de estiagem (ANOVA, $p < 0,05$). A velocidade do vento não apresentou variação sazonal, $\bar{X} = 5,9 \pm 0,59$ m.s⁻¹ no período de estiagem e $\bar{X} = 4,2 \pm 0,45$ m.s⁻¹ no chuvoso. A direção do vento predominante na região foi de Oeste (O) para Leste (L), exceto em ago/2008, que foi de Noroeste (NO) para Sudeste (SE).

Quanto à variação espacial das variáveis hidrológicas abióticas do reservatório de Jucazinho, não foram observadas diferenças significativas para a maioria das variáveis analisadas, exceto para temperatura da água ($F= 14.94$) e oxigênio dissolvido ($F= 29.04$) que apresentaram-se significativamente diferentes entre as profundidades amostradas (ANOVA, $p < 0,05$).

Com relação às variações entre os períodos climáticos, as maiores médias de temperatura da água ($\bar{X} = 27,7 \pm 1,70$ °C), oxigênio dissolvido ($\bar{X} = 7,25 \pm 3,99$ mg.L⁻¹), condutividade elétrica ($\bar{X} = 1648,78 \pm 168,31$ μS.cm⁻¹), turbidez ($\bar{X} = 50,19 \pm 32,45$ UNT), transparência da água ($\bar{X} = 0,99 \pm 0,14$ m) e limite da zona eufótica ($\bar{X} = 2,66 \pm 0,37$ m) foram verificadas no período chuvoso, enquanto que o pH ($\bar{X} = 7,99 \pm 0,44$) apresentou as maiores médias no período de estiagem. Durante o estudo, temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH apresentaram mais elevados na superfície, em todas as estações. A condutividade elétrica foi em geral maior no fundo do reservatório (Fig. 3).

As concentrações de nutrientes foram sempre elevadas, com os valores de fósforo total maiores durante o período chuvoso ($\bar{X} = 343,48 \pm 116,26$ μg.L⁻¹), sendo verificadas diferenças sazonais significativas, tanto na superfície ($F= 15,09$) quanto no fundo ($F= 8.49$) do reservatório. Entretanto, não foram verificadas diferenças entre as estações de coleta (ANOVA, $p 0,01$). Os valores de nitrogênio total não apresentaram diferenças espaciais e temporais, e, portanto, não foi verificado nenhum padrão de distribuição. Os valores de nitrogênio total foram um pouco mais elevados durante o período de estiagem ($\bar{X} = 48,00 \pm 36,07$ μg.L⁻¹) (Fig. 3). A relação nitrogênio:fósforo (NT:PT) foi muito baixa durante todo período de estudo, valores acima de 1,0 foram registrados apenas na superfície da estação 1 nos meses de novembro e dezembro e no fundo da estação 2 em novembro.

4.2 Variação Espaço-Temporal do Fitoplâncton

O fitoplâncton esteve constituído por 53 espécies e uma variedade, sendo 24 Chlorophyta (45,28%), 16 Cyanophyta (30,19%), oito espécies de Bacillariophyta (15,09%) e uma variedade (*Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Muller) Simonsen), duas Euglenophyta e Cryptophyta (3,77%) e apenas uma Chrysophyta (1,89%). Não foram observadas diferenças significativas do número de espécies de Bacillariophyta, Chlorophyta e Cyanophyta entre os períodos sazonais. No período de estiagem Bacillariophyta esteve representada por cinco espécies e no chuvoso por oito, enquanto Chlorophyta por 20 no chuvoso e 21 na estiagem e Cyanophyta 15 no chuvoso e 16 na estiagem. Chrysophyta, Cryptophyta e Euglenophyta não tiveram variação do número espécie entre os períodos sazonais.

Espacialmente, não houve diferenças significativas horizontais nem verticais. As estações 1 e 3 apresentaram as maiores riquezas de espécie, com 47 e 48 espécies, respectivamente, enquanto a estação 2 apresentou o menor número, 42 espécies. Quanto ao número de espécies por estação, Chlorophyta apresentou $\bar{X} = 18 \pm 2,08$ espécies por estação, Cyanophyta $\bar{X} = 16 \pm 1,00$ espécies, Bacillariophyta $\bar{X} = 7 \pm 1,15$, Cryptophyta $\bar{X} = \text{duas} \pm 0,58$, Chrysophyta $\bar{X} = \text{uma} \pm 0,00$ e Euglenophyta $\bar{X} = \text{duas} \pm 0,00$.

Verticalmente, foi observada maior riqueza de espécies no fundo do reservatório, com 51 táxons, que na superfície, onde foram registradas 47 espécies. Chlorophyta esteve representada por 19 espécies na superfície e 20 no fundo, Cyanophyta 16 táxons na superfície e 17 no fundo e Bacillariophyta sete espécies na superfície e nove no fundo. Euglenophyta, Cryptophyta e Chrysophyta não apresentaram diferenças verticais quanto ao número de táxons, com Euglenophyta e Cryptophyta sendo representadas por duas espécies cada e Chrysophyta por apenas uma.

Elevados valores de biomassa (Fig. 4) foram registrados ao longo de todo o estudo, $\bar{X} = 35,28 \pm 28,66 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso e $\bar{X} = 39,18 \pm 23,92 \text{ mg.L}^{-1}$ na estiagem, no entanto, não verificou-se diferenças sazonais significativas. Verticalmente foram observadas diferenças significativas ($F= 33.42$), com os valores de biomassa na superfície ($\bar{X} = 55,32 \pm 22,86 \text{ mg.L}^{-1}$) em média três vezes maior que no fundo ($\bar{X} = 19,15 \pm 13,64 \text{ mg.L}^{-1}$) (ANOVA, $p < 0,01$). Entre as estações, não houve diferença significativa nos valores de biomassa na superfície em ambos os períodos sazonais, enquanto, na profundidade de fundo foram verificadas significativas diferenças entre as estações 1 e 3 no período de chuvas ($F= 3.51$), e entre as estações 2 e 3 na estiagem ($F= 13.62$) (ANOVA, $p < 0,05$).

Cianobactérias e diatomáceas foram os grupos que mais contribuíram para a biomassa fitoplanctônica, com *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn e *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen representando, em média, mais de 85,0% da biomassa total em Jucazinho. Entretanto, a contribuição relativa destas espécies variou ao longo do estudo. No decorrer do estudo, outras 11 espécies contribuíram com mais de 5% da biomassa total.

Durante o período de estudo foi observada a dominância de três espécies em Jucazinho, *Anabaena* sp. (58,7%) na superfície da E1 durante o período de estiagem (dez/2008), *A. granulata* (56,8%), no fundo da E1 durante parte do período chuvoso (ago/2008) e *P. agardhii* ($\bar{X} = 72,6 \pm 9,11\%$) em parte do período chuvoso (fev/2009) em ambas as profundidades de coleta.

Com exceção do mês de fevereiro de 2009 (período chuvoso) onde foi observada a dominância de *P. agardhii*, o reservatório de Jucazinho foi caracterizado pela co-dominância das espécies *P. catenata* ($\bar{X} = 17,92 \pm 5,80 \%$), *C.*

raciborskii ($\bar{X} = 22,38 \pm 10,25$ %) e *P. agardhii* ($\bar{X} = 29,08 \pm 7,73$ %) durante todo o período de estiagem em todas as estações e profundidades de coleta. Enquanto no período chuvoso (agosto/2008 e março/2009) foi verificada a co-dominância de *P. catenata* ($\bar{X} = 14,15 \pm 6,19$ %), *P. agardhii* ($\bar{X} = 15,92 \pm 15,92$ %), *A. granulata* ($\bar{X} = 23,59 \pm 24,78$ %) e *C. raciborskii* ($\bar{X} = 23,80 \pm 5,77$ %) em todas as estações e profundidades de coleta.

No Reservatório de Jucazinho, em função da dominância de poucas espécies durante todo o estudo, foram verificados baixos valores de diversidade ($\bar{X} = 2,38 \pm 0,57$ bit.mg⁻¹) e equitabilidade ($\bar{X} = 0,53 \pm 0,17$). Em geral os valores de diversidade e equitabilidade foram maiores no período de estiagem, tanto na superfície ($\bar{X} = 2,75 \pm 0,38$ bit.mg⁻¹ e $\bar{X} = 0,59 \pm 0,07$) quanto no fundo ($\bar{X} = 2,67 \pm 0,35$ bit.mg⁻¹ e $\bar{X} = 0,61 \pm 0,06$) do reservatório (Fig. 5). No período de chuvas os valores foram menores tanto na superfície ($\bar{X} = 2,15 \pm 0,66$ bit.mg⁻¹ e $\bar{X} = 0,47 \pm 0,14$) quanto no fundo ($\bar{X} = 1,97 \pm 0,46$ bit.mg⁻¹ e $\bar{X} = 0,46 \pm 0,10$).

Dezenove grupos funcionais foram observados, com predominância de grupos adaptados a condições de eutrofização. Durante, praticamente, todo o estudo foi verificada a co-dominância dos grupos **S1**, representado por *P. agardhii* e *Geitlerinema amphibium* (Agardh) Anagnostidis, **Sn** por *C. raciborskii*, **MP** pela espécie *P. catenata* e **H1** por *Anabaena* sp. e *Aphanizomenon* sp., exceto em agosto, onde o grupo **P**, representado por *A. granulata*, substituiu o grupo **S1** (Fig. 6a e b).

Não foram verificadas diferenças significativas na distribuição espacial, vertical ou horizontal, dos principais grupos fitoplanctônicos no período de chuvas, sendo as biomassas de **H1**, **MP**, **S1** e **Sn** em geral maiores na superfície, enquanto, **P** apresentou maiores biomassas no fundo. Durante o período de estiagem foram

observadas significativas diferenças entre a biomassa fitoplanctônica das associações **H1**, **MP**, **S1** e **SN** entre a superfície e fundo ($F= 6.71$), e entre as estações de coleta no fundo do reservatório ($F= 5.28$) (ANOVA, $p < 0,05$). Em geral, a associação **S1** foi à associação que mais contribuiu para a biomassa fitoplanctônica total, em todas as estações e profundidades de coleta em ambos os períodos sazonais (Fig. 6a e b).

A análise de componentes principais (ACP), explicou 68,3% da variabilidade dos dados nos dois primeiros eixos (eixo 1 = 62,8%; eixo 2 = 31,5%) (Fig. 7). Os dois primeiros eixos evidenciaram a variação vertical e temporal da comunidade fitoplanctônica. Com a biomassa fitoplanctônica correlacionando-se positivamente com a temperatura da água (0,72), condutividade elétrica (0,81) e o pH (0,70). A PCA mostrou, ainda, o predomínio das associações **H1**, **Sn** e **MP** na superfície durante o período de estiagem e das associações **P** e **S1** tanto na superfície quanto no fundo durante o período chuvoso e no fundo durante o período de estiagem.

A análise de similaridade (Fig. 8a) mostrou não haver diferenças entre as estações de coleta quanto à composição e a biomassa fitoplanctônica na superfície (Fig. 8a). Entretanto no fundo foi verificada diferença entre a E2 e as demais estações (Fig. 8b). Diferenças sazonais foram observadas apenas na superfície, sendo notada a separação entre os meses mais chuvosos (ago/08 e fev/09) e os demais (Fig. 8a).

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi verificado um padrão homogêneo de distribuição longitudinal das variáveis limnológicas, não se encaixando no modelo de distribuição longitudinal proposto por Thornton et al. (1990), tão pouco, foi possível verificar a influência de fontes pontuais de eutrofização (Fazenda de Tilápias) sobre a dinâmica espacial (horizontal e vertical) das variáveis ambientais em Jucazinho.

De acordo com Armengol et al. (1999) e Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) a homogeneidade das condições ambientais reflete diretamente na dinâmica espacial da comunidade fitoplanctônica de reservatórios, uma vez que fatores físicos e químicos são os principais responsáveis pela variação espaço-temporal desta comunidade.

A composição de espécies fitoplanctônicas encontrada no reservatório de Jucazinho evidencia o acelerado processo de eutrofização deste ecossistema, com predominância de cianobactérias e clorofíceas. Estudos desenvolvidos em outros reservatórios da região semi-árida do Nordeste do Brasil, por Chellappa et al. (2008); Moura et al. (2007a, 2007b); Dantas et al. (2008); Lira et al. (2009), mostram a predominância quantitativa de Cyanophyta e qualitativa de Chlorophyta, estando à última, representada principalmente pelas Chlorococcales.

Segundo Huszar (2000) as Chlorococcales são o grupo de maior riqueza de espécies em ambientes dulciaquícolas do Brasil. Resultados semelhantes foram observados por Ndebele (2009) em um reservatório tropical no Zimbábue (Represa Cleveland).

Elevados valores de biomassa em ambientes aquáticos, podem ser explicados pela grande disponibilidade de nutrientes (Kimmel et al., 1990; Sarmiento et al., 2008), condições ótimas de temperatura (Coles & Jones, 2000; Moisan et al., 2002; Oberhaus et al., 2007) e pelo longo tempo de retenção da água (Rueda et al., 2006; Borges et al. 2008), como observado por estes autores tanto em reservatórios temperados quanto tropicais. Em Jucazinho, todas estas condições foram observadas, o que explica os elevados valores de biomassa registrados no reservatório durante todo o estudo.

A dinâmica vertical do fitoplâncton esteve relacionada principalmente com a profundidade da estação de coleta, sendo a disponibilidade de luz um fator limitante

ao aumento da biomassa fitoplanctônica no fundo do reservatório. Segundo Padisák et al. (2003), espécies fitoplanctônicas cilíndricas possuem vantagens adaptativas quanto à captura de energia luminosa em relação a espécies que possuem outras formas. Além disso, são capazes de se manterem na superfície da coluna de água por mais tempo, principalmente, aquelas espécies que são providas de numerosas vesículas gasosas.

De acordo com Reynolds et al. (2002) e Padisák et al. (2009) a dominância de cianobactérias filamentosas das associações **H1**, **MP**, **S1** e **Sn** são comuns em ambientes eutróficos e estratificados, enquanto, os organismos pertencentes à associação **P** possuem melhor desenvolvimento em ambientes misturados.

A dominância da associação **P**, formada por *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *Fragilaria capucina* e *Closteriopsis acicularis*, esteve associada com altos valores de nutrientes, especialmente nitrogênio total, menores temperaturas e condições de total mistura da coluna de água. A condição de completa mistura foi evidenciada pela diferença de temperatura menor que 1°C entre a superfície e o fundo da coluna de água do reservatório, no mês de agosto (período chuvoso). Isto corrobora com Reynolds (1999) que afirma que representantes deste grupo são bastante comuns em reservatórios tropicais e subtropicais.

A associação **S1**, representada por *Planktothrix agardhii* e *Geitlerinema amphibium*, apresentou dominância associada a altos valores de nutrientes, temperatura, pH, condutividade elétrica e turbidez, predominando nos meses de fevereiro e março (período chuvoso). *P. agardhii* é uma espécie bastante comum em lagos e reservatórios de todo mundo, podendo formar florações persistentes em ambientes rasos por vários anos consecutivos (Chorus & Bartram, 1999; Poulíčková et al., 2004).

De acordo com Oberhaus et al. (2007) *P. agardhii* apresenta crescimento ótimo em temperaturas acima dos 20°C e baixa intensidade luminosa. Além de serem bastante tolerantes a condições de alta turbulência (Reynolds et al., 2002) do ambiente. A forma cilíndrica da espécie e a presença de inúmeras vesículas gasosas (aerótopos) lhe conferem vantagens adaptativas, permitindo manter-se flutuando na superfície da água mesmo sob condições de elevada intensidade de fluxo da água, geradas por variações tanto de direção quanto de velocidade do vento.

Os grupos **H1**, **MP** e **Sn** foram dominantes durante o período de estiagem, quando foram registrados os maiores valores de nutrientes, maiores concentrações de oxigênio dissolvido e maior velocidade do vento, pois em geral, ocorreram na superfície. A associação **H1** foi representada por *Anabaena* sp. e *Aphanizomenon* sp. De acordo com Reynolds et al. (2002) os representantes deste grupo possuem vantagens adaptativas sobre outros organismos que ocorrem em ambientes com baixas concentrações de nitrogênio, pois, possuem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, devido à presença de células especializadas denominadas de acinetos. Embora, estes organismos sejam capazes de regular a sua posição na coluna, são bastante sensíveis a condições de mistura e alta turbidez da água.

A associação **MP**, representada por *Pseudanabaena catenata*, é formada por espécies perifíticas que ocorrem ocasionalmente no plâncton, sendo observada a ocorrência da espécie, principalmente, em ambientes muito turbulentos e de águas turvas (Moura et al., 2007a; Padisák et al., 2006; 2009).

O grupo **Sn** representado por *Cylindrospermopsis raciborskii*, embora seja uma cianobactéria filamentosa fixadora de nitrogênio como os representantes das associações **H1** e **H2**, foi agrupado por Reynolds et al. (2002) na associação **Sn**, por

apresentar preferências ambientais semelhantes aos organismos pertencentes aos grupos **S1** e **S2**, formados por organismos filamentosos não fixadores de nitrogênio.

Cylindrospermopsis raciborskii apresentou elevada biomassa durante todo o período de estudo, refletindo as condições eutróficas do reservatório de Jucazinho, o qual apresenta águas quentes e túrbidas durante o ano todo. Segundo Padisák & Reynolds (1998) e Reynolds et al. (2002) *C. raciborskii*, é uma espécie muito bem adaptada a ambientes quentes e misturados, com grande tolerância a condições de pouca intensidade luminosa, sendo constantemente observada a dominância destes organismos em ambientes eutróficos com elevados valores de turbidez (Berger et al., 2006; Figueredo & Giane, 2001).

A ausência de gradiente longitudinal no reservatório de Jucazinho demonstra o avançado processo de eutrofização em que este ambiente se encontra, apresentando-se muito homogêneo quanto as suas condições físico-químicas, não havendo limitação de nutrientes para a comunidade fitoplanctônica.

Desta forma, os resultados mostram que, provavelmente, a disponibilidade de luz na coluna de água, seja o fator que exerça maior influência sobre a dinâmica espacial e temporal do fitoplâncton em Jucazinho. Pois, em ambos os períodos sazonais foi observada a dominância de espécies, que apresentam características morfo-fisiológicas adaptadas a condições de pouca intensidade luminosa, o que lhes conferem vantagens sobre outros organismos menos adaptados a esta condição.

Os resultados obtidos mostram, ainda, a importância dos eventos perturbadores externos, como a mudança na direção do vento, exerce sobre a comunidade fitoplanctônica, principalmente para a dinâmica sazonal das diatomáceas. Provocando a desestratificação da coluna de água e conseqüente ressuspensão de sílica e formas esporófitas destes organismos, permitindo o seu desenvolvimento.

Em Jucazinho, os fatores que tiveram maior influência sobre a variação temporal (sazonal) do fitoplâncton foram: temperatura da água, precipitação pluviométrica e pH, enquanto que, a distribuição vertical da biomassa fitoplanctônica foi, provavelmente, regulada pela disponibilidade de luz na coluna de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa e financiamento do trabalho, Proc. 471121/2007-0.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, U. P. & L. H. C. Andrade, 2002. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 16(3): 273-285.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek, 1985. 1: Introduction: Modern approach to the classification system of cyanophytes. *Archives für Hydrobiologie* 71(s): 291-302.
- 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.
- Armengol, J., J. C. Garcia, M. Comerma, M. Romero, J. Dolz, M. Rousa, B. H. Han, A. Vidal & K. Simek, 1999. Longitudinal processes in canyon type reservoir: the case of Sau (N.E. SPAIN), pp. 313-345. In: Tundisi, J. G. & M. Straškraba (eds.), *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers.

- Barbiero, R. P., W. F. James & J. W. Barko, 1999. The effects of disturbance events on phytoplankton community structure in a small temperate reservoir. *Freshwater Biology* 42: 503-512.
- Beyruth, Z. 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga Reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia* 424: 51–65.
- Berger, C., Ba, N., Gugger, M., Bouvy, M., Rusconi, F., Couté, A., M. Troussellier & C. Bernard. 2006. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guiers (Senegal, West Africa). *FEMS Microbiology Ecology* 57: 355–366
- Borges, P. A. F., S. Train & L. C. Rodrigues, 2008. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia* 607: 63-74.
- Caputo, L., L. Naselli-Flores, L. J. Ordoñez & J. Armengol, 2008. Phytoplankton distribution along trophic gradients within and among reservoirs in Catalonia (Spain). *Freshwater Biology* 53: 2543–2556.
- Chellappa, N. T., J. M. Borba & O. Rocha, 2008. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68(3): 477-494.
- Chorus, I. & J. Bartram, 1999. *Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*. Für WHO durch E e FN Spon /Chapman & Hall, London.
- Cole G. A. 1983. *Textbook of Limnology*. Waveland Press Inc., Illinois.
- Coles, J. F. & R. C. Jones, 2000. Effect of temperature on photosynthesis-light response and growth of four phytoplankton species isolated from a tidal freshwater river. *Journal of Phycology* 36: 7–16.

- CARDOSO, E.N. Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica... 55
- Dantas, E. W., A. N. Moura, M. C. Bittencourt-Oliveira, J. D. T. Arruda Neto & A. C. de Deus-Cavalcanti, 2008. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasiliensia* 22(4): 970-982.
- Dejenie, T., T. Asmelash, L. De Meester, A. Mulugeta, A. Gebrekidan, S. Risch, A. Pals, K. Van der Gucht, W. Vyverman, J. Nyssen, J. Deckers & S. Declerck, 2008. Limnological and ecological characteristics of tropical highland reservoirs in Tigray, Northern Ethiopia. *Hydrobiologia* 610:193–209.
- Diaz, M.M., P.F. Temporetti & F.L. PEDROZO, 2001. Response of phytoplankton to enrichment from cage fish farm waste in Alicura Reservoir (Patagonia, Argentina). *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 6: 151–158.
- Diehl, S., 2007. Paradoxes of Enrichment: Effects of Increased Light versus Nutrient Supply on Pelagic Producer-Grazer Systems. *The American Naturalist* 169(6): 173-191.
- Downing, J. A. & E. McCauley, (1992), The nitrogen: phosphorus relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*, 37, 936-945.
- Figueredo, C. C. & A. Giani, 2001. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 445: 165-174.
- Giani, A., C. C. Figueredo, P. C. Eterovick, 1999. Algas planctônicas do reservatório da Pampulha (MG): Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Cyanobacteria. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 107-116.
- Guo, L. & Z. LI, 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture* 226: 201–212.

- Havens, K. E., E. J. Philips, M. F. Cichra & B. L. Li, 1998. Light availability as a possible regulator of cyanobacteria species composition in a shallow subtropical lake. *Freshwater Biology* 39: 547-556,
- Hill M. O. & H. E. J. Gauch, 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Plant Ecology* 42: 47–58.
- Hillebrand, H., C. D. Dürselen, D. Kirschtel & U. P. T. Zohary, 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* 35: 403-424,
- Hoek, C., D. G. Mann, & H. M. Jahns, 1997. *Algae: an introduction of phycology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huszar, V. L. M., L. H. S. Silva, P. Domingos, M. Marinho & S. Melo, 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia* 369/370: 59-7.
- John, D.M., B. A. Whitton, & A. J. Brook, 2002. The freshwater algal flora of the British Isles. Cambridge University Press, Cambridge.
- Keppeler, E.C., M. R. M. Lopes & C. S. Lima, 1999. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco, Acre, I: Euglenophyceae. *Revista Brasileira de Biologia* 59(4): 679-686.
- Kimmel, B. L., O. T. Lind & L. J. Paulson, 1990. Reservoir primary production. In Thornton, K. W., B. L. Kimmel & F. E. Paine (eds), *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. Wiley, New York, 133–193.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archives für Hydrobiologie 73/Algological Studies* 43: 157-226.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Archives für Hydrobiologie 73/Algological Studies* 56: 247-345.

- CARDOSO, E.N. Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica... 57
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2000. Cyanoprokaryota: Chroococcales. In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig, D. Mollenhauer (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokariota: Oscillatoriales. In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig, D. Mollenhauer (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Komárek, J. & B. Fott, 1983. Chlorophyceae: Chlorococcales. In: Elster, H. J. & W. Ohle (Eds.). Das Phytoplankton des Süßwassers. Gustav Fischer, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991a. Bacillariophyceae: Achananthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) and Gomphonema Gesamthitratverzeichnis. In: Ettl, H.; J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart. 437p.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991b. Bacillariophyceael: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H.; J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer, Stuttgart. 576p.
- Krebs, C.J., 1989. Ecological methodology. Harper & Hall, New York.
- Lira, G. A. S. T., M. C. Bittencourt-Oliveira & A. N. Moura, 2009. Structure and dynamics of phytoplankton community in the Botafogo reservoir – Pernambuco - Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology 52(2): 493-501.
- Lobo, E. A. & G. Leighton, 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la Zona Central de Chile. Revista Biología Marina 22: 1-29.
- Lohrenz, S. E., D. G. Redalje, W. J. Cai, J. Acker & M. Dagg, 2008. A retrospective analysis of nutrients and phytoplankton productivity in the Mississippi River plume. Continental Shelf Research 28: 1466-1475.

Melo-Júnior, M., V.L.S. Almeida, M.N. Paranaguá & A.N. Moura. 2007. Crustáceos planctônicos de um reservatório oligotrófico do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 9(1): 19-30.

Moisan, J. R., T. A. Moisan & M. R. Abbott. 2002. Modelling the effect of temperature on the maximum growth rates of phytoplankton populations. *Ecological Modelling* 153: 197–215.

Moss, B., 1998. *Ecology of Fresh Waters, Man and Medium*. Blackwell Scientific Publications, London.

Moura, A.N., E.W. Dantas & M.C. Bittencourt-Oliveira, 2007a. Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco – Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50(4): 645-654.

Moura, A. N., M. C. Bittencourt-Oliveira, E. W. Dantas & J. D. T. Arruda-Neto, 2007b. Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Botanica Brasilica* 21(3): 641-648.

Naselli-Flores, L., 2003. Man-made lakes in Mediterranean semi-arid climate: the strange case of Dr Deep Lake and Mr Shallow Lake. *Hydrobiologia* 506/509: 13–21.

Ndebele, M.R., 2009. Primary production and other limnological aspects of Cleveland Dam, Harare, Zimbabwe. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 14: 151–161.

Oberhaus, L., J. F. Briand, C. Leboulanger, S. Jacquet & J. F. Humbert, 2007. Comparative effects of the quality and quantity of light and temperature on the growth of *Planktothrix agardhii* and *P. rubescens*. *Journal of Phycology* 43: 1191–1199.

Padisák, J. & C. S. Reynolds, 1998. Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia* 384: 41–53.

Padisák, J., E. Soróczki-Pintér & Z. Reznér, 2003. Sinking properties of some phytoplankton shapes and the relation of form resistance to morphological diversity of plankton – an experimental study. *Hydrobiologia* 500: 243–257.

Padisák, J., I. Grigorszky, G. Borics & E. Soróczki-Pintér, 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: The assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1–14.

Padisák, J., L. Crossetti & L. Naselli-Flores, 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1–19.

Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.

Poulickova, A., P. Hasler & M. Kitner, 2004. Annual Cycle of *Planktothrix agardhii* (GOM.) Anagn. & Kom. Nature Population. *International Revue of Hydrobiologia* 89(3): 278-288.

Prescott, G. W. & W. C. Vinyard, 1982. A Synopsis of North American Desmids. University of Nebraska Press, Nebraska.

Reynolds, C. S., 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology* 14: 111–142.

Reynolds, C.S., 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Germany Ecology Institute.

Reynolds, C. S., 1999. Phytoplankton assemblages in reservoirs. In: Tundisi, J. G. & M. Straškraba, (eds), *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications* 439–456.

- CARDOSO, E.N. Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica... 60
- Reynolds, C., M. Dokulil & J. Padisak, 2000. Understanding the assembly of phytoplankton in relation to the trophic spectrum: where are we now? *Hydrobiologia* 424: 147-152.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, Naselli-Flores, L. & S. Melo, 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24(5): 417-428.
- Rueda, F., H. Moreno-Ostos & J. Armengol, 2006. The residence time of river water in reservoirs. *Ecological Modelling* 191: 260–274
- Sarmiento, H., F. Unrein, M. Isumbisho, S. Stenuite, J. M. Gasol & J. P. Descy, 2008. Abundance and distribution of picoplankton in tropical, oligotrophic Lake Kivu, eastern Africa. *Freshwater Biology* 53: 756–771.
- Scheffer, M. 1998. *Ecology of Shallow Lakes*. Chapman and Hall, London.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*, Urbana, Illinois University Press.
- Sun, J. & D. Liu, 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25(2): 1331-1346.
- Thornton, K. E., B. L. Kimmel & F. E. Payne, 1990. *Reservoir Limnology: Ecological perspectives*. John Wiley e Sons, New York.
- Tundisi, J.G. & T. Matsumura-Tundisi, 2008. *Limnologia, Oficina de Texto*, São Paulo.
- Uhelinger, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctônica. *Archive de Science* 17 : 121-223.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte 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.
- Viner, A.B. 1977. Relationships of nitrogen and phosphorus to a tropical phytoplankton population. *Hydrobiologia* 52(2-3): 185-196.
- Weber, C. I. 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. EPA-670/4-73-001. National Environmental Research Center, Office of Research & Development, U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, OH.
- Wetzel, R. G. & G. E. Likens, 1991. *Limnological Analyses*. Springer-Verlag, New York.
- Wondie, A., S. Mengistu, J. Vijverberg & E. Dejen, 2007. Seasonal variation in primary production of a large high altitude tropical lake (Lake Tana, Ethiopia): effects of nutrient availability and water transparency. *Aquatic Ecology* 41:195–207.
- Zanata, L. H. & E. L. G. Espíndola, 2002. Longitudinal processes in Salto Grande reservoir (Americana, SP, Brazil) and its influence in the formation of compartment system. *Brazilian Journal of Biology* 62(2): 347-361.

FIGURAS E TABELAS

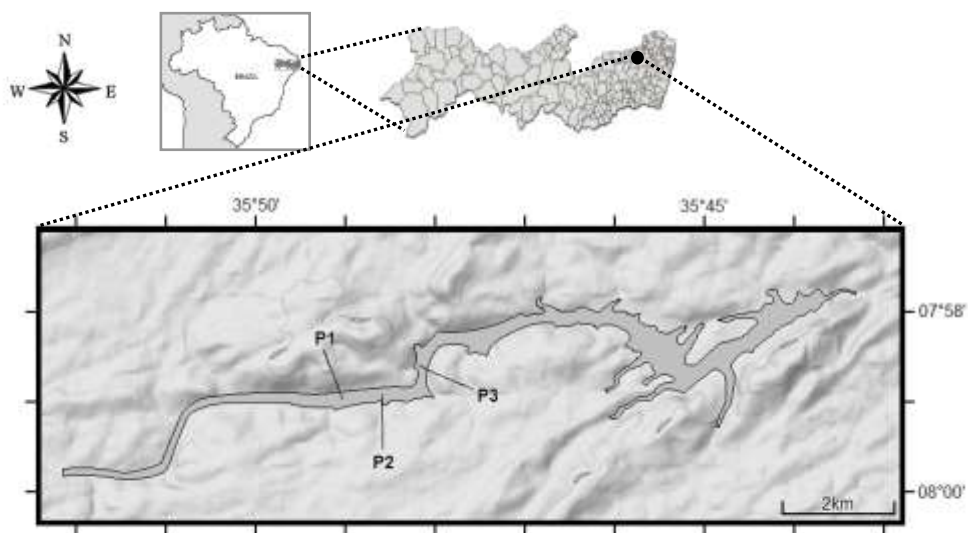


Figura 1. Mapa de localização do Reservatório de Jucazinho com indicação dos pontos de coleta.

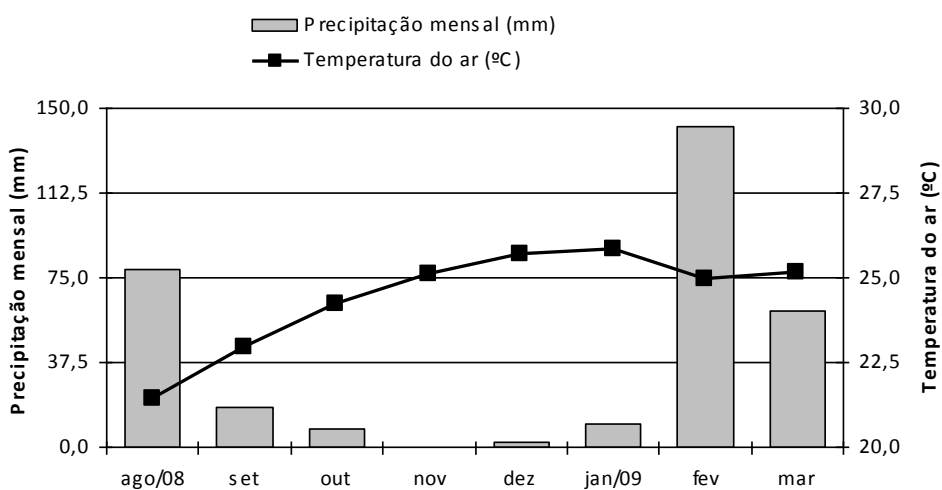


Figura 2. Valores mensais de precipitação e média de temperatura do ar durante o período estudado. Dados fornecidos pela Estação Meteorológica do INMET do Município de Surubim - PE (localizada a aproximadamente 15 km do Reservatório de Jucazinho).

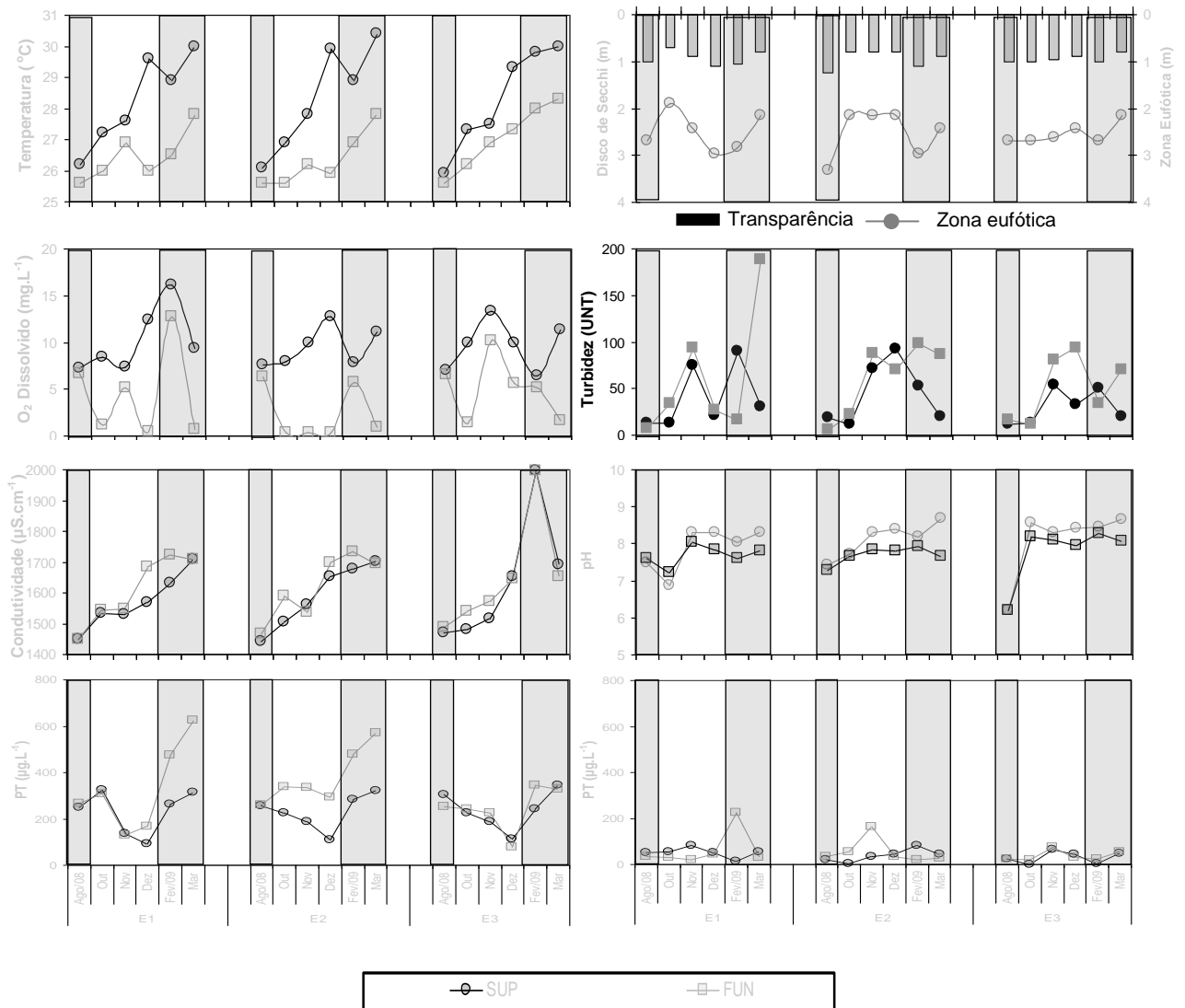


Figura 3. Variação espaço-temporal da temperatura da água (°C), transparência da água e limite da zona eufótica (m), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), Turbidez (UNT), condutividade elétrica (µS.cm⁻¹), pH, fósforo total (µg.L⁻¹) e nitrogênio total (µg.L⁻¹) no Reservatório de Juczinho durante os períodos chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08).

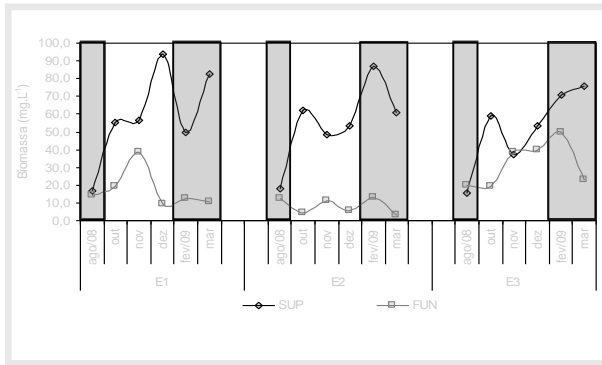


Figura 4. Variação espacial e temporal da biomassa total do fitoplâncton no reservatório de Jucazinho, durante o período chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08).

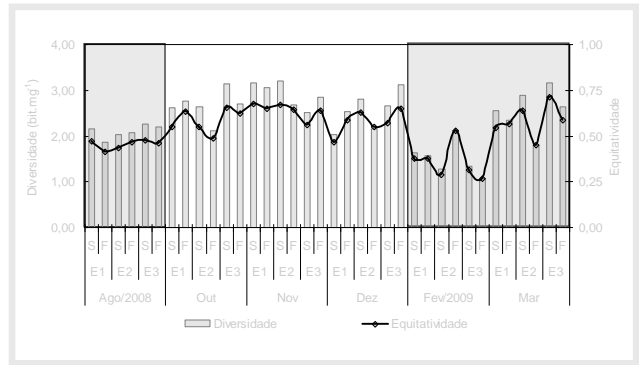


Figura 5. Dados de diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica durante o período chuvoso (Ago/08 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08).

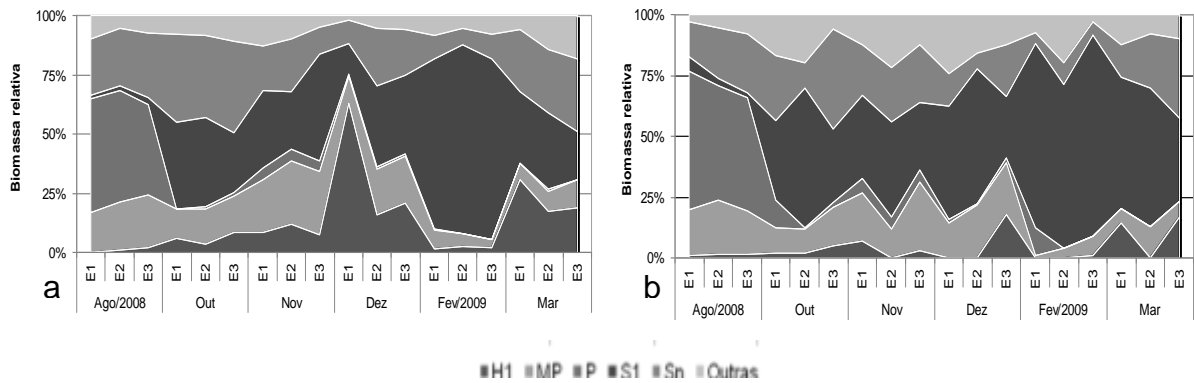


Figura 6. Variação sazonal dos principais grupos fitoplanctônicos observados na superfície (a) e no fundo (b) do reservatório de Jucazinho, durante o período chuvoso (Ago/2008 e Fev e Mar/09) e de estiagem (Out, Nov e Dez/08).

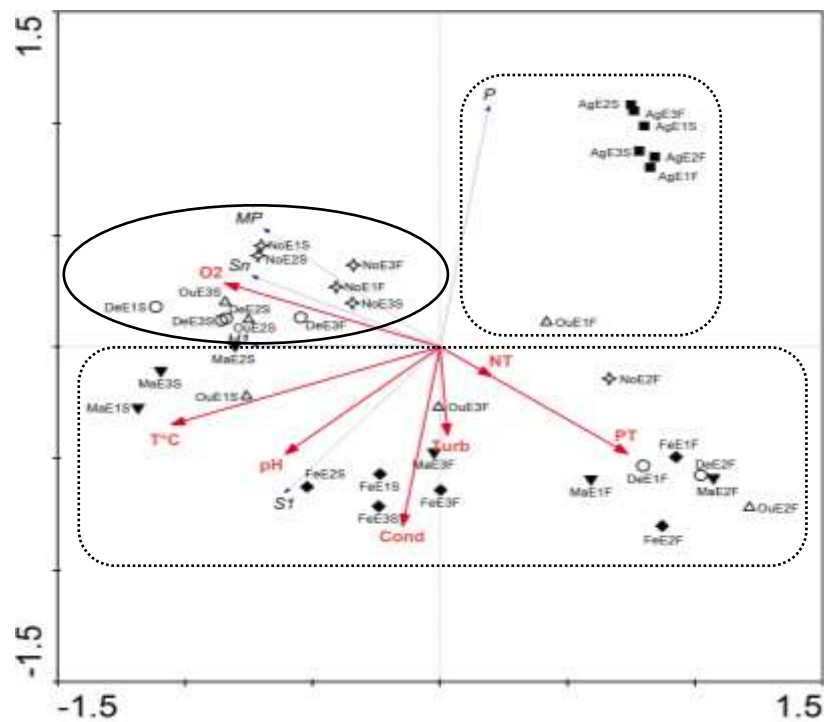


Figura 7. Biplot da análise de componentes principais (ACP) de sete variáveis abióticas e das associações fitoplânctônicas com biomassa média maior que 5% no reservatório de Jucazinho.

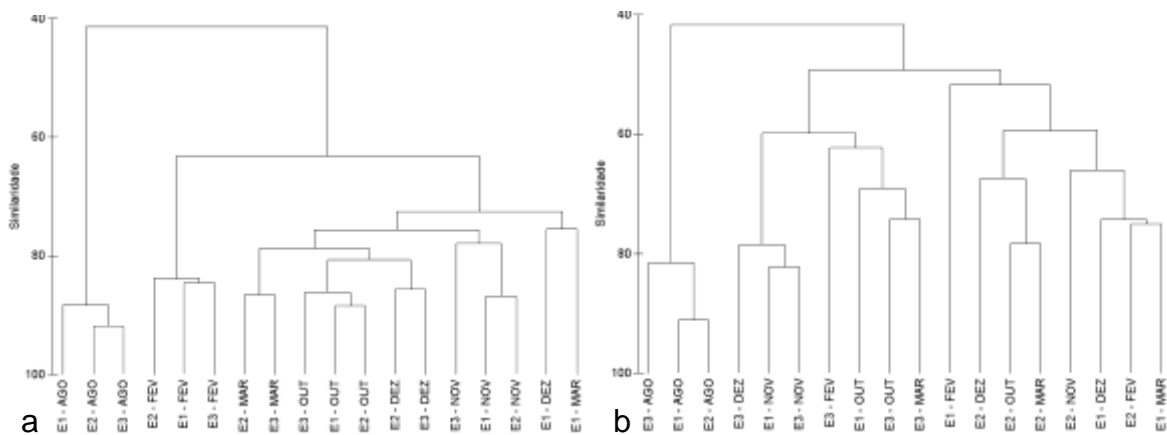


Figura 8. Análise de similaridade entre as estações de coleta, na superfície (a) e no fundo (b), em relação á composição e a biomassa das espécies fitoplânctônicas no reservatório de Jucazinho.

ANEXOS

Tabela 1. Contribuição de biomassa (mg.L⁻¹) das espécies fitoplanctônicas encontradas na superfície do Reservatório de Jucazinho durante o período chuvoso e suas respectivas associações fitoplanctônicas (AF).

	Agosto/2008			Fevereiro/2009			Março/2009			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CYANOPHYTA										
<i>Anabaena</i> sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	25.3394	0.0000	1.1017	H1
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0.0000	0.2120	0.3392	0.8481	2.1201	1.2721	0.0000	10.6007	13.1448	H1
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	0.0058	0.0033	0.0408	0.0499	0.0083	0.0499	0.0000	0.0083	0.0250	K
<i>Aphanothece conglomerata</i> Rich	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390	0.0000	0.0000	K
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	0.0000	0.0005	0.0003	0.0086	0.0000	0.0029	0.0005	0.0000	0.0000	Lo
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	0.0060	0.0167	0.0113	0.0000	0.0133	0.0000	0.0133	0.0234	0.0067	Lo
<i>Cyanosarcina burmensis</i> (Skuja) Kovácik	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Lo
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	3.9579	4.4366	4.1420	5.0060	6.0750	7.3636	21.6508	16.1180	23.4098	Sn
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis	0.0961	0.1337	0.1442	0.5256	0.5707	0.3004	3.2740	1.6069	2.5531	S1
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Lo
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0.0002	0.0011	0.0007	0.0022	0.0022	0.0000	0.0045	0.0011	0.0022	Lo
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo & Senna	0.0060	0.0517	0.0179	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	M
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.2928	0.0732	0.0488	1.4639	2.4399	4.3918	0.0000	4.7578	8.2956	Tc
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	0.1599	0.1599	0.3199	35.1851	68.7709	53.5773	21.5908	17.9924	12.7946	S1
<i>Pseudanabena catenata</i> Lauterborn	2.8032	3.5808	3.3984	3.9360	4.8959	2.4960	5.8079	4.9439	9.0239	MP
BACILLARIOPHYTA										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	7.9945	8.4540	5.7432	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6892	0.0000	P
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	0.1005	0.0628	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.0433	0.0577	0.0577	0.2887	0.1443	0.1443	0.1443	0.0000	0.0000	C
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	0.0000	0.0000	0.0030	0.0372	0.0223	0.0223	0.0149	0.0112	0.0074	P
<i>Melosira varians</i> Agardh	0.0167	0.0167	0.0104	0.0000	0.0209	0.0626	0.6469	0.3339	0.5217	Tb
<i>Navicula</i> sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.1076	0.0717	0.0717	0.3944	0.4840	0.9322	Tb
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Smith	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0465	0.0372	0.0372	0.0000	0.0000	D

Tabela 1. Continuação.

	Agosto/2008			Fevereiro/2009			Março/2009			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CHLOROPHYTA										
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	0.0082	0.0000	0.0245	0.0000	0.0205	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	0.0000	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0232	0.0116	0.0000	0.0000	J
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	0.0309	0.0412	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0257	0.0000	0.0000	X1
<i>Closteriopsis cf. acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	0.0025	0.0008	0.0050	0.0083	0.0083	0.0000	0.0125	0.0000	0.0167	P
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	0.4208	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	0.0194	0.0194	0.0135	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0000	0.0169	F
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	K
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	K
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	0.0037	0.0086	0.0096	0.0066	0.0133	0.0199	0.0100	0.0100	0.0100	X1
<i>Monoraphidium irregulare</i> (Smith) Komárková-Legnerová	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000	0.0030	0.0045	0.0030	0.0060	0.0015	X1
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0.0004	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0025	0.0058	X1
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0091	0.1461	0.0000	K
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	0.0000	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	J
<i>Tetrastrum staurogeineaforme</i> (Schröder) Lemmermann	0.0020	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
EUGLENOPHYTA										
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	0.6241	0.4854	0.7628	0.6934	1.0401	0.0000	2.4270	2.4270	2.7737	W2
CRYPTOPHYTA										
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0.1997	0.1631	0.1531	0.1664	0.6324	0.1664	0.8987	0.4826	1.1982	Y
<i>Cryptomonas</i> sp.	0.0000	0.0000	0.0000	1.3047	0.0000	0.6524	0.0000	0.0000	0.0000	Y
CRYSOPHYTA										
<i>Mallomonas caudata</i> Ivanov	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1409	0.0000	0.2114	0.0705	0.1409	E

Tabela 2. Contribuição de biomassa (mg.L⁻¹) das espécies fitoplanctônicas encontradas no fundo do Reservatório de Jucazinho durante o período chuvoso e suas respectivas associações fitoplanctônicas (AF).

	Agosto/2008			Fevereiro/2009			Março/2009			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CYANOPHYTA										
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0.1696	0.1696	0.3392	0.0000	0.0000	0.4240	1.4841	0.0000	3.8162	H1
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	0.0033	0.0449	0.0283	0.0416	0.0499	0.0499	0.0083	0.0042	0.0000	K
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	0.0003	0.0002	0.0004	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0005	Lo
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	0.0000	0.0013	0.0167	0.0067	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	Lo
<i>Cyanosarcina burmensis</i> (Skuja) Kováčik	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	Lo
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	2.0434	2.6141	4.6953	0.5523	1.1045	2.5773	1.3832	0.7389	7.4658	Sn
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis	0.1952	0.1637	0.3214	0.4505	1.4868	0.3755	1.2015	0.7134	1.0963	S1
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0060	Lo
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0.0009	0.0034	0.0013	0.0157	0.0269	0.0022	0.0302	0.0112	0.0157	Lo
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo & Senna	0.0119	0.0116	0.0173	0.0230	0.0920	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	M
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.0000	0.0244	0.0732	0.2440	0.2440	1.2199	0.3660	0.0000	1.0979	Tc
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	0.6397	0.2399	0.0800	8.7963	7.1969	40.7827	4.3981	1.1995	6.7971	S1
<i>Pseudanabena catenata</i> Lauterborn	2.6880	2.8128	3.4656	0.0960	0.4800	4.0320	0.6240	0.4320	1.4880	MP
BACILLARIOPHYTA										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	8.2243	5.8810	9.0972	1.3784	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	0.0503	0.0503	0.0691	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.0577	0.1443	0.0144	0.2887	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	C
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	0.0000	0.0000	0.0000	0.0486	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	D
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037	P
<i>Melosira varians</i> Agardh	0.0000	0.0083	0.0146	0.0000	0.0209	0.0000	0.0522	0.0104	0.0313	Tb
<i>Navicula</i> sp.	0.0000	0.0000	0.0036	0.0000	0.0000	0.1076	0.0359	0.0179	0.1793	Tb
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Smith	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0000	0.0326	0.0023	0.0000	0.0000	D
<i>Nitzschia paleaformis</i> Hustedt	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0000	0.0000	0.0000	D

Tabela 2. Continuação.

	Agosto/2008			Fevereiro/2009			Março/2009			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CHLOROPHYTA										
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	0.0000	0.0041	0.0123	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	0.0070	0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	0.0154	0.0051	0.0103	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	X1
<i>Closteriopsis cf. acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	0.0017	0.0000	0.0008	0.0083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0125	P
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	0.0000	0.0000	0.2525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	0.0101	0.0110	0.0169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	F
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	K
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	0.0037	0.0000	0.0076	0.0066	0.0000	0.0033	0.0000	0.0017	0.0017	X1
<i>Monoraphidium irregulare</i> (Smith) Komárková-Legnerová	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0030	0.0015	0.0000	0.0007	0.0000	X1
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0025	X1
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0183	0.0091	0.0183	0.0000	K
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	J
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Tetrastrum staurogeineaforme</i> (Schröder) Lemmermann	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	W1
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	0.2427	0.3120	0.8668	0.0000	1.0401	0.0000	0.5201	0.1734	0.5201	W2
CRYPTOPHYTA										
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0.1032	0.1032	0.2696	0.2330	0.1331	0.1331	0.1664	0.0333	0.0499	Y
CRYSOPHYTA										
<i>Mallomonas caudata</i> Ivanov	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2818	0.0000	0.0705	0.0000	0.3523	E

Tabela 3. Contribuição de biomassa (mg.L⁻¹) das espécies fitoplanctônicas encontradas na superfície do Reservatório de Jucazinho durante o período de estiagem e suas respectivas associações fitoplanctônicas (AF).

	Outubro/2008			Novembro/2008			Dezembro/2008			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CYANOPHYTA										
<i>Anabaena</i> sp.	1.1017	0.5509	2.2034	2.2034	3.3051	1.1017	55.0856	3.3051	0.0000	H1
<i>Aphanizomenon</i> sp.	2.1201	1.4841	2.7562	2.5442	2.5442	1.6961	3.8162	5.0883	11.0247	H1
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	0.0374	0.0582	0.0291	0.0416	0.0333	0.0582	0.0499	0.0749	0.0333	K
<i>Aphanothece conglomerata</i> Rich	0.0000	0.0000	0.0195	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	K
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	0.0024	0.0033	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000	Lo
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	0.0100	0.0067	0.0033	0.0200	0.0267	0.0534	0.0334	0.0334	0.0133	Lo
<i>Cyanosarcina burmensis</i> (Skuja) Kováčik	0.0019	0.0000	0.0078	0.0117	0.0078	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	Lo
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	20.4180	21.5689	22.7706	10.6975	10.8765	4.2341	9.3936	12.8964	10.4982	Sn
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis	0.9987	1.5093	1.4042	2.3278	1.9974	1.5469	1.7721	2.2677	1.7271	S1
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1615	0.0000	0.0000	Tc
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	0.0000	0.0020	0.0060	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Lo
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0.0134	0.0067	0.0011	0.0022	0.0112	0.0022	0.0000	0.0179	0.0022	Lo
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo & Senna	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0578	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	M
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.0000	0.0000	0.1220	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Tc
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	19.1919	21.5908	13.5942	15.9932	9.5959	15.1936	10.3956	15.9932	15.9932	S1
<i>Pseudanabena catenata</i> Lauterborn	6.8639	9.4559	8.9759	12.4798	12.8638	9.9839	10.9439	10.3679	10.5599	MP
BACILLARIOPHYTA										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	0.0000	0.4595	0.6892	0.4595	0.4595	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	0.0314	0.0000	0.0314	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.0000	0.1443	0.2165	0.1443	0.1443	0.1443	0.2887	0.0000	0.2887	C
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	0.0447	0.1192	0.1713	2.4808	1.9444	1.6613	0.7152	0.5811	0.5960	P
<i>Melosira varians</i> Agardh	0.1982	0.1878	0.1878	0.5425	0.8555	0.2295	0.1461	0.0626	0.0626	Tb
<i>Navicula</i> sp.	1.0039	0.6633	0.6633	1.3983	0.7171	0.0000	0.4661	0.4661	0.5736	Tb

Tabela 3. Continuação.

	Outubro/2008			Novembro/2008			Dezembro/2008			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CHLOROPHYTA										
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	0.0000	0.0409	0.0511	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	0.0348	0.0000	0.0000	0.0000	0.0232	0.0232	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	0.0257	0.0257	0.0000	0.0514	0.1543	0.0514	0.0000	0.0000	0.0000	X1
<i>Closteriopsis cf. acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	0.0208	0.0083	0.0000	0.0167	0.0083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1052	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	0.0000	0.0000	1.2623	0.0000	0.8416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	0.0253	0.0253	0.0000	0.1013	0.0253	0.0084	0.0084	0.0000	0.0253	F
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	K
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0037	0.0027	0.0018	K
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	0.0033	0.0149	0.0033	0.0100	0.0033	0.0233	0.0199	0.0133	0.0066	X1
<i>Monoraphidium irregulare</i> (Smith) Komárková-Legnerová	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105	0.0210	X1
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0.0049	0.0025	0.0000	0.0337	0.0337	0.0164	0.0140	0.0271	0.0115	X1
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0183	0.0183	0.0000	0.0183	0.0183	K
<i>Phytelios viridis</i> Frenzel	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0526	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Sphaerocystis Schroeterii</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3429	K
<i>Tetrastrum staurogeineaforme</i> (Schröder) Lemmermann	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0131	J
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	0.0000	0.6713	0.0000	1.3426	1.3426	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	W1
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	1.9069	2.7737	2.9470	2.7737	0.0000	0.6934	0.3467	2.0803	1.0401	W2
CRYPTOPHYTA										
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0.5325	0.4161	0.8155	0.2663	0.4660	0.2996	0.1664	0.0999	0.4660	Y
<i>Cryptomonas</i> sp.	0.3262	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Y
CRYSOPHYTA										
<i>Mallomonas caudata</i> Ivanov	0.1409	0.1409	0.0705	0.5637	0.0000	0.1409	0.0000	0.0000	0.1409	E

Tabela 4. Contribuição de biomassa (mg.L^{-1}) das espécies fitoplanctônicas encontradas no fundo do Reservatório de Jucazinho durante o período de estiagem e suas respectivas associações fitoplanctônicas (AF).

	Outubro/2008			Novembro/2008			Dezembro/2008			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CYANOPHYTA										
<i>Anabaena</i> sp.	0.0000	0.0000	0.2203	2.2034	0.0000	1.1017	0.0000	0.0000	3.3051	H1
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0.4240	0.0848	0.7632	0.4240	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.8162	H1
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	0.0000	0.0000	0.0100	0.0499	0.0999	0.0166	0.0666	0.0749	0.0832	K
<i>Aphanothece conglomerata</i> Rich	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0195	K
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	0.0059	0.0065	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0057	0.0133	0.0000	Lo
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	0.0000	0.0000	0.0374	0.0200	0.0000	0.0601	0.0601	0.0734	0.0334	Lo
<i>Cyanosarcina burmensis</i> (Skuja) Kováčik	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0273	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	Lo
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	5.0491	0.4438	7.8861	8.1050	2.5773	9.0458	1.2886	0.3682	8.4833	Sn
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh) Anagnostidis	0.8981	0.6218	1.2045	1.1864	0.4956	0.9912	1.1714	1.5619	1.4417	S1
<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0807	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Tc
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	0.0224	0.0543	0.0639	0.0000	0.0160	0.0000	0.0679	0.0679	0.0000	Lo
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0.2039	0.1456	0.1013	0.0045	0.0291	0.0000	0.1008	0.1075	0.0112	Lo
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	5.4377	1.9192	4.6380	11.9949	3.9983	9.5959	3.1986	1.5993	8.7963	S1
<i>Pseudanabena catenata</i> Lauterborn	1.9968	0.4416	3.0336	7.6799	1.3440	10.8479	1.3440	1.2480	8.4479	MP
BACILLARIOPHYTA										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	2.1135	0.0000	0.2757	0.4595	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	P
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.1732	0.0000	0.2598	0.2887	0.0000	0.2887	0.0000	0.2887	0.2887	C
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	0.0194	0.0104	0.0492	1.8252	0.5587	1.9891	0.1490	0.0372	0.7748	P
<i>Melosira varians</i> Agardh	0.0209	0.0292	0.0376	0.5217	0.0626	0.1669	0.0626	0.0000	0.2087	Tb
<i>Navicula</i> sp.	0.2438	0.0645	0.0000	0.8963	0.0000	1.4341	0.0717	0.0717	0.6812	Tb

Tabela 4. Continuação.

	Outubro/2009			Novembro/2009			Dezembro/2009			AF
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
CHLOROPHYTA										
<i>Actinastrum gracillimum</i> Smith	0.0000	0.0000	0.0123	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0205	J
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	0.0046	0.0000	0.0000	0.0232	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	0.0000	0.0000	0.0206	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	X1
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0329	X1
<i>Closteriopsis cf. acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	0.0017	0.0017	0.0000	0.0417	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0083	P
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	0.0000	0.0000	0.0000	1.6831	0.8416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0023	0.0000	0.0000	J
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	0.0051	0.0051	0.0000	0.0084	0.0000	0.0084	0.0000	0.0000	0.0000	F
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	0.0000	0.0110	0.0000	0.0088	K
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0018	0.0018	0.0000	0.0000	0.0027	K
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	0.0013	0.0020	0.0047	0.0033	0.0000	0.0133	0.0100	0.0100	0.0133	X1
<i>Monoraphidium irregulare</i> (Smith) Komárková-Legnerová	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	X1
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222	0.0058	0.0255	0.0033	0.0000	0.0049	X1
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0365	0.0548	0.0913	0.0000	0.0000	K
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
<i>Sphaerocystis Schroeterii</i> Chodat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1714	K
<i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0298	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	J
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	0.0000	0.1343	0.0000	0.6713	0.0000	0.6713	0.0000	0.0000	0.0000	W1
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	0.0000	0.2080	0.0000	0.0000	0.3467	1.7335	1.3868	0.0000	3.1204	W2
CRYPTOPHYTA										
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	0.0000	0.1464	0.2996	0.1997	0.4993	0.1664	0.1997	0.0666	0.0666	Y
<i>Cryptomonas</i> sp.	2.5442	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Y
CRYSOPHYTA										
<i>Mallomonas caudata</i> Ivanov	0.0564	0.0846	0.2537	0.2818	0.4228	0.1409	0.1409	0.1409	0.1409	E

Normas de submissão da revista Hydrobiologia



Hydrobiologia

The International Journal of Aquatic Sciences

Editor-in-Chief: Koen Martens

ISSN: 0018-8158 (print version)

ISSN: 1573-5117 (electronic version)

Journal no. 10750

Springer Netherlands

Online version available

Online First articles available

Description|Editorial Board

Instructions for Authors

Hydrobiologia

Aims and Scope

Editorial Policy

Categories of Contributions

Online Manuscript Submission

Electronic Figures

Colour Figures

Language

Preparing the Manuscript

References

Offprints and Copyright

Developments in Hydrobiology

Springer Open Choice

Aims and 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.

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.

Manuscripts should be submitted to:

<http://hydr.editorialmanager.com>

<http://hydr.edmgr.com>

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.ohio-state.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.

www.springer.com/prod/s/DIHY

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 click on the link below 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.

www.springer.com/openchoice