

Silvana Nascimento Dias

Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde:
estudo nictemeral e sazonal.



RECIFE

2009

SILVANA NASCIMENTO DIAS

Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde:
estudo nictemeral e sazonal.

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

ORIENTADORA:

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

CO-ORIENTADORA:

Prof^a Dr^a. Ariadne do Nascimento Moura

RECIFE

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

D541e Dias, Silvana Nascimento
 Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde :
 estudo nictemeral e sazonal / Silvana Nascimento Dias . --
 2009.
 49 f. : il.

 Orientadora : Maria do Carmo Bittencourt - Oliveira
 Dissertação (Mestrado em Botânica) -- Universidade
 Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.
 Inclui anexo e bibliografia.

CDD 581.3

1. Ecologia vegetal
 2. Eutrofização
 3. *Cylindrospermopsis raciborskii*
 4. Semi - árido
- I. Bittencourt – Oliveira, Maria do Carmo
 - II. Título

**Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde:
estudo nictemeral e sazonal.**

SILVANA NASCIMENTO DIAS

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora: _____

Dr^a. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira
Presidente/Esalq/USP

Examinadores: _____

Dra. Enide Eskinazi Leça
Titular/UFRPE

Dr. José Zanon de Oliveira Passavante
Titular/UFPE

Dr. William Severi
Titular/UFRPE

Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa
Suplente/UFPE

Data da aprovação: / / 2009

RECIFE

2009

Dedicatória

Aos meus pais, Benedito Nascimento Dias e Maria das Dores da Conceição, pelos ensinamentos sobre a vida, e ao meu irmão, pelo apoio constante.

Agradecimentos

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

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), à Coordenadora Cibele Castro, e ao Ex-Coordenador Ulysses P. de Albuquerque, por toda ajuda durante o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro através da concessão de Bolsa de Mestrado.

À minha orientadora, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira, pelo auxílio, orientação, dedicação e sugestões.

À minha co-orientadora Ariadne do Nascimento Moura, pela dedicação, sugestões valiosas e experiência transmitida.

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.

À ex-secretária dona Margarida Clara da Silva, por sua dedicação.

À secretária Ariane, pelas informações e ajudas prestadas.

A Manasses Araújo Silva (seu Mano), pelo auxílio e presença constante.

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas: Arthur de Paula, Emanuel Cardoso, Ênio Wocyli, Fábria Carraro, Helton Soriano, Ivo Thadeu, João da Silva, Micheline Kézia, Péricles Ferraz, Rosângela Viana e Viviane Almeida, pelas incansáveis horas de trabalho, antes, durante e depois das coletas, e pela harmonia e amizade de todos.

Aos que passaram por este laboratório e que levaram e deixaram um pouco de si: Antônio Travassos, Bruno Veríssimo, Cláudio Costa, Danilo Mamede, Edson Júnior, Giulliani Lira, Hugo Mariz, Ise Goreth, Juarez Monteiro, Manoela Perez e Moura Júnior.

Aos amigos do Laboratório de Macroalgas: Douglas Burgos, Fátima Carvalho, Key Albert, Leonardo Rafael, Paula Regina, Suellen Brayner e Talita, 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 - Espécies encontradas no reservatório Arcoverde durante o período de estudo. a- *Coelastrum astroideum*; b- *Planktothrix agardhii*; c- *Microcystis aeruginosa*; d- *Cryptomonas* sp.; e- *Aulacoseira granulata*; f- *Cylindrospermopsis raciborskii*; g- *Merismopedia punctata*; h- *Chroococcus minutus*; i- *Closterium* sp..... 21
- Figura 2 - Densidade fitoplanctônica e densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* durante dominância no reservatório Arcoverde, no período de estiagem (13 e 14/novembro/2007)..... 22
- Figura 3 - Diversidade e equitatividade do fitoplâncton no Reservatório Arcoverde, durante ciclos nictemerais em dois períodos sazonais na subsuperfície (S) e fundo (F)..... 27
- Figura 4 - Análise dos Componentes Principais entre as variáveis abióticas e as espécies abundantes no reservatório Arcoverde em ciclos nictemerais durante dois períodos sazonais em duas profundidades. Sigla das espécies na tabela 2. Subsuperfície chuvoso (sc), fundo chuvoso (fc), subsuperfície estiagem (se) e fundo estiagem (fe)..... 28

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Variáveis abióticas do reservatório Arcoverde durante os períodos chuvoso (C), 14 e 15/agosto/2007, e de estiagem (E), 13 e 14/novembro/2007, na subsuperfície (S) e fundo (F) durante ciclos nictemerais.....	24
Tabela 2 - Densidade total (org.mL^{-1}) do fitoplâncton durante os períodos chuvoso (C), 14 e 15/agosto/2007, e de estiagem (E), 13 e 14/novembro/2007, na subsuperfície (S) e fundo (F) do reservatório Arcoverde, durante ciclos nictemerais.....	25
Tabela 3 - Densidade total (org.mL^{-1}) do fitoplâncton durante o período chuvoso (C), 14 e 15/agosto/2007 na subsuperfície (S) e fundo (F) do reservatório Arcoverde durante um ciclo nictemeral.....	32
Tabela 4 - Densidade total (org.mL^{-1}) do fitoplâncton durante o período de estiagem (E), 13 e 14/novembro/2007, na subsuperfície (S) e fundo (F) do reservatório Arcoverde durante um ciclo nictemeral.....	34

Dias, Silvana Nascimento, mestranda pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, fevereiro de 2009. *Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde: estudo nictemeral e sazonal*. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira (Orientadora), Ariadne do Nascimento Moura (Co-orientadora).

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi analisar o fitoplâncton no reservatório Arcoverde-PE, durante ciclo nictemeral em dois períodos sazonais distintos. As coletas foram feitas em duas profundidades durante os períodos chuvoso e de estiagem de 2007. O fitoplâncton foi identificado e a densidade determinada. Concomitantemente, foram feitas análises para caracterização do sistema. No período chuvoso, a água apresentou-se oxigenada, com pH neutro, turbida e quente, e no de estiagem, a água variou de oxigenada a anoxia, com pH alcalino e turbida na superfície. Nos dois períodos sazonais, foi verificada limitação de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo. Foram identificados 38 táxons infraespecíficos. Chlorophyta e Cyanophyta apresentaram maior número de espécies. Cyanophyta apresentou geralmente densidades mais elevadas nos dois períodos sazonais, profundidades e horários. Foi registrada floração perene de *Cylindrospermopsis raciborskii* no reservatório Arcoverde. Foram observadas variações significativas entre as horas e profundidades para as variáveis abióticas em ambos períodos. Foram observadas diferenças significantes para a densidade do fitoplâncton na análise sazonal, indicando que as mudanças ambientais nas concentrações de nutrientes, pH e turbidez da água são fatores facilitadores para a ocorrência de Cyanophyta.

Palavras chaves: eutrofização, *Cylindrospermopsis raciborskii* e semiárido.

Dias, Silvana Nascimento, mestrandia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, fevereiro de 2009. *Ecology of the phytoplankton in the Arcoverde reservoir: study nictemeral and sazonal*. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira (Orientadora), Ariadne do Nascimento Moura (Co-orientadora).

Abstract: The aim of the present study was to analyze the phytoplankton in the Arcoverde-PE reservoir, during the nictemeral cycle in two distinct seasonal periods. Collections were made at two depths during the rainy and dry periods in 2007. The phytoplankton was identified and the density determined. Concomitantly, analyses were carried out for the characterization of the system. In the rainy season, water was oxygenated, neutral pH, turbid and warmer, and in the dry season, the water ranged from oxygenated to anoxic, alkaline pH and turbidity at surface. In both seasons, there was limited nitrogen and high concentrations of phosphorus. Thirty-eight infraspecific taxa were identified. Chlorophyta and Cyanophyta had the greatest number of species. Cyanophyta generally had higher densities in both seasons, at both depths and at different hours. It was observed a perennial bloom of *Cylindrospermopsis raciborskii*. There were significant variations among hours and depths for abiotic variables in both seasons and it was observed significant differences for densities of phytoplankton for seasonal analysis. This indicates that environmental changes in the concentration of nutrients, pH and turbidity of the water are factors that facilitate the occurrence of Cyanophyta.

Key words: eutrophication, *Cylindrospermopsis raciborskii* and semi-arid.

Sumário

Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Resumo	
Abstract	
Introdução.....	01
Revisão Bibliográfica.....	03
Referências Bibliográficas.....	08
Manuscrito (Variação nictemeral do fitoplâncton relacionada com as condições ambientais em um reservatório da região semiárida do estado de Pernambuco-Brasil).....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	19
Materiais e Métodos.....	20
Resultados.....	20
Discussão.....	22
Agradecimentos.....	28
Resumo.....	28
Referências Bibliográficas.....	29
Anexos	31
Normas de submissão da revista Brazilian Archives of Biology and Technology	36

Introdução

A água é essencial ao desenvolvimento e sobrevivência dos seres vivos, porém apenas 3% de toda a água do planeta está disponível como água doce, e destes apenas 15% disponível para consumo (TUNDISI, 2005). O aumento populacional e o avanço na economia nos últimos tempos têm ocasionado modificações na utilização dos corpos d'água e isto vem causando um impacto negativo na quantidade e qualidade deste bem.

Muitos estudos têm sido realizados em diversos ecossistemas aquáticos continentais, dentre estes, os sistemas lênticos, como lagos, lagoas e reservatórios. Os reservatórios foram construídos, inicialmente, com a finalidade de gerar energia e/ou conter enchentes. Na região Nordeste eles são utilizados principalmente para armazenamento e abastecimento público, mas os diversos usos aos quais são designados dificultam seu manejo e acelera o processo de eutrofização, ocasionando a perda da qualidade da água, resultando em uma significativa perda de seu valor econômico e ambiental (HEO e KIM, 2004).

A disposição ou potencial das algas em se ajustarem à heterogeneidade do habitat é reflexo do seu caráter comportamental e reprodutivo, que confere a elas um caráter preditivo dos eventos ambientais, indissociáveis na interpretação do funcionamento dos ecossistemas. Com base neste princípio, o estudo da diversidade fitoplanctônica é uma importante ferramenta na elaboração de modelos capazes de responder às características diagnósticas dos sistemas (HUSZAR *et al.*, 1998).

Os estudos ecológicos desenvolvidos apontam como diversas as causas que podem interferir na estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica, como os fatores físicos (BOUVY *et al.*, 2006), concentrações de nutrientes (GLIGORIA *et al.*, 2007) ou perturbações externas (LEITÃO *et al.*, 2003). Mudanças na composição e diversidade fitoplanctônica são observadas em reservatórios em processo de eutrofização, e as espécies planctônicas são substituídas por outras para as novas condições (MATSUMURA-TUNDISI E TUNDISI, 2005).

Em reservatórios da região semiárida brasileira tem sido observada a ocorrência de cianobactérias, principalmente da espécie potencialmente tóxica *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju (BOUVY *et al.*, 2000, CHELLAPPA e COSTA, 2003; COSTA *et al.*, 2006), cuja dominância deste grupo deve-se a uma multiplicidade de fatores (DOKULIL e TEUBNER, 2000). Bittencourt-Oliveira e Molica (2003) realizaram estudos moleculares e toxicológicos nas cepas desta espécie provenientes do reservatório Arcoverde e observaram efeitos neurotóxicos em bioensaios com camundongos.

Os trabalhos pioneiros sobre o fitoplâncton ocorrente em ecossistemas aquáticos do estado de Pernambuco versam sobre florística ou estudo taxonômico de grupos ou espécies, como os de Barreto (1974), Chamixaes (1985; 1990) e Carvalho-de-La Mora (1986; 1991).

A retomada dos estudos sobre a comunidade fitoplanctônica se deram a partir de 1999 com os trabalhos realizados por Bouvy *et al.* (1999; 2000; 2001; 2003); Falcão *et al.* (2002a; 2002b); Huszar *et al.* (2000); Bittencourt-Oliveira e Molica (2003); Lazzaro *et al.* (2003); Molica *et al.* (2005); Travassos-Júnior *et al.* (2005; 2006). E mais recentemente por Aragão *et al.* (2007); Moura *et al.* (2006; 2007a; 2007b; 2007c; 2008); Lira *et al.* (2007); Monteiro *et al.* (2007) e Dantas *et al.* (2008).

Dentre os trabalhos direcionados ao fitoplâncton em curto intervalo amostral, dias ou horas, são conhecidos os de Lopes *et al.* (2005) para a região Sudeste, e Melo e Huszar (2000) para o Norte. E em escala nictemeral, são conhecidos alguns trabalhos, como os de Xavier (1996) e Ramírez e Bicudo (2002; 2005) para a região Sudeste; Becker *et al.* (2008) no Sul; Alves *et al.* (1988) e Pivato *et al.* (2006) no Centro-Oeste; Franca e Coimbra (1998) e Cardoso *et al.* (2006) no Nordeste.

Ainda são poucos os estudos desenvolvidos na região semi-árida do estado de Pernambuco, principalmente em escala nictemeral. Com este enfoque, até o momento, não há trabalhos efetivamente publicados abrangendo os dois períodos sazonais.

Considerando à escassez de estudos sobre a dinâmica fitoplanctônica em escala nictemeral, a necessidade de conhecimento sobre a estrutura destas comunidades, assim como a presença constante de espécies potencialmente tóxicas (BOUVY *et al.*, 2000; MOURA *et al.*, 2007a), o presente trabalho tem como objetivo o conhecimento do ritmo nictemeral de populações de algas planctônicas durante dois ciclos sazonais em um reservatório eutrófico do estado de Pernambuco, visando a necessidade de obtenção de dados que possam auxiliar no gerenciamento dos recursos hídricos.

Revisão Bibliográfica

Muitos estudos com enfoque taxonômico e ecológico referentes ao fitoplâncton vêm sendo desenvolvidos em todo o mundo, embora a maioria destes trabalhos estejam concentrados em países de clima temperado.

Na tentativa de descobrir o que ocasiona mudanças na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, muitos pesquisadores vêm estudando diversos ecossistemas aquáticos.

Para os ambientes lênticos continentais, como lagos e reservatórios, pode-se citar os trabalhos desenvolvidos por Bouvy *et al.* (2006) que estudando um lago na África observaram que a estrutura da comunidade fitoplanctônica e a sucessão de assembleias são dirigidas por fatores físicos, tais como temperatura, irradiação e estabilidade da coluna d'água. Gligora *et al.* (2007) consideram a concentração de nutrientes um fator controlador das assembleias fitoplanctônicas, biomassa e mudanças na dominância do fitoplâncton no Lago Vrana na Croácia. De acordo com os estudos de Leitão *et al.* (2003) em um reservatório na França, perturbações externas como precipitação, ocasionam a redução da temperatura, elevadas turbidez e disponibilidade de nutrientes, aumentando assim a diversidade e favorecendo as espécies de pequeno tamanho celular.

Dokulil e Teubner (2000) analisando as causas da dominância de Cyanophyta em lagos rasos e misturados, e profundos e estratificados de regiões temperadas e (sub) tropicais, perceberam que tal fato ocorre devido a uma multiplicidade de fatores. Heo e Kim (2004) instalaram um sistema de aeração no reservatório da Coreia e observaram que a desestratificação causada removeu as florações de Cyanophyta, mas não reduziu a biomassa total.

A Cyanophyta *C. raciborskii* é uma espécie cosmopolita (Padisák, 1997) e potencialmente tóxica que vem despertando o interesse de diversos autores, como MacGregor e Fabbro (2000) que analisando reservatórios na Austrália relacionaram a dominância desta espécie a fatores ambientais e hidrológicos. Istvánovics *et al.* (2002) associaram a dominância aos aspectos morfométricos específicos de um lago na Hungria. Berger *et al.* (2006) estudando a dinâmica sazonal e a toxicidade desta espécie em um Lago na África relacionaram a elevada biomassa com o aumento da temperatura e a estabilidade da coluna d'água.

Dentre os estudos desenvolvidos em escala nictemeral pode-se citar Hasler e Poulicková (2003) que analisaram a variação diurna na distribuição vertical e morfologia de *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek em um viveiro de peixes na República Checa, e

observaram que nos períodos de luz do dia os filamentos longos dominam a camada superficial e os curtos nas partes mais baixas.

No Brasil, os trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em ambientes lênticos estão concentrados na região Sudeste.

Os estudos iniciais sobre aspectos ecológicos do fitoplâncton versavam sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, tendo Braun (1952) como pioneiro. Huszar e Silva em 1999 publicaram um trabalho referente ao levantamento de estudos desenvolvidos sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil, tendo como resultado 155 estudos.

Trabalhos taxonômicos e florísticos recentes com enfoque nas Cyanophyta foram desenvolvidos por Sant'Anna *et al.* (2004; 2007) em reservatórios da região Sudeste e Werner *et al.* (2006) para uma lagoa na região Sul, enquanto que a composição fitoplanctônica na região Sudeste foi estudada por Tucci *et al.* (2006) em um lago em São Paulo, e Delazari-Barroso *et al.* (2007) em um reservatório no Espírito Santo.

Muitos estudos versam sobre a ecologia em reservatórios, alguns destes trabalhos foram desenvolvidos na região Sudeste, como os de Nogueira (2000) que estudou a composição, dominância e abundância fitoplanctônica. Tucci e Sant'Anna (2003) estudaram a relação da variação semanal de *C. raciborskii* com fatores abióticos. Variações sazonais e espaciais na comunidade e/ou estrutura fitoplanctônica foram analisadas por Figueredo e Giani (2001); Calijuri *et al.* (2002); Falco e Calijuri (2002) e Fonseca e Bicudo (2008). Matsumura-Tundisi e Tundisi (2005) avaliaram os fatores que influenciam a riqueza de espécies em um reservatório eutrófico.

Dentre os trabalhos direcionados ao fitoplâncton em curto intervalo amostral de dias ou horas, pode-se citar para a região Sudeste o de Lopes *et al.* (2005), e para o Norte, o de Melo e Huszar (2000). Dos estudos desenvolvidos em escala nictemeral, pode-se citar Xavier (1996) e Ramírez e Bicudo (2002; 2005) para a região Sudeste; Becker *et al.* (2008) no Sul; Alves *et al.* (1988) e Pivato *et al.* (2006) no Centro-oeste; Franca e Coimbra (1998) e Cardoso *et al.* (2006) no Nordeste.

Xavier (1996) estudou as variações do fitoplâncton na Represa Billings (SP). Chlorophyta e Euglenophyta foram mais representativas, tendo Chlorococcales apresentado maior riqueza de espécies. Variações espacial, sazonal e nictemeral na estrutura da comunidade fitoplanctônica e algumas variáveis ambientais no Lago das Garças (SP) foram estudadas por Ramírez e Bicudo (2002) que observaram a influência de Cyanophyta no aumento da turbidez em razão de uma floração de *Microcystis* Kützing ex Lemmermann, e por Ramírez e Bicudo (2005) que ao analisarem as variações de alguns nutrientes, associaram a redução das formas de nitrogênio à ocorrência da floração de *Microcystis* sp.

Becker *et al.* (2008) ao estudarem o reservatório Faxinal, verificaram que a distribuição dos grupos funcionais esteve relacionada com as condições ambientais.

Ao analisarem as variações diurnas dos fatores bióticos e abióticos no Lago Paranoá (DF), Alves *et al.* (1988) associaram a presença e densidade de *C. raciborskii* na superfície com uma maior disponibilidade de nutrientes, luminosidade e pH alcalino. Pivato *et al.* (2006) investigando as variações nictemeral e vertical da distribuição do fitoplâncton no reservatório Corumbá (GO), relacionaram os baixos valores de densidade e biomassa às características morfométricas e sedimentológicas, e o curto tempo de residência da água.

No nordeste brasileiro os trabalhos com fitoplâncton, exceto Pernambuco, concentram-se nos estados do Maranhão (POMPÊO *et al.*, 1998; MOSCHINI-CARLOS e POMPÊO, 2001; DELLAMANO-OLIVEIRA *et al.*, 2003), Rio Grande do Norte (COSTA *et al.*, 1998; COSTA *et al.*, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2000; CHELLAPPA *et al.*, 2000; CHELLAPPA e COSTA, 2003; CÂMARA *et al.*, 2007; CHELLAPPA *et al.*, 2007; CHELLAPPA *et al.*, 2008a; CHELLAPPA *et al.*, 2008b), Paraíba (BARBOSA e MENDES, 2005), Ceará (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2006).

Em escala nictemeral, são conhecidos os trabalhos de Franca e Coimbra (1998) que estudaram o reservatório de Itaparica (BA/PE). Os táxons foram distribuídos em três divisões, onde Chlorophyta predominou em 10 das 12 coletas realizadas, apresentando maior número de espécies no horário das 20h horas tendo *Pediastrum* Meyen ocorrido em todas as amostras. Moschini-Carlos *et al.* (2008) analisaram dez lagoas dos Lençóis Maranhenses (MA), realizando estudo nictemeral apenas na Lagoa Azul. Os autores associaram as baixas riqueza de espécies e densidade nesta Lagoa, às elevadas temperatura e radiação solar, baixa concentração de nutrientes, estratificação térmica diária, períodos de inundação e seca, e a variação morfométrica da lagoa.

Os estudos pioneiros em Pernambuco iniciaram na década de 1970 e tratavam principalmente sobre florística ou estudo taxonômico de grupos ou espécies em corpos d'água localizados em diferentes regiões fitogeográficas (BARRETO, 1974; CHAMIXAES, 1985, 1990; CARVALHO-DE-LA-MORA, 1986, 1991).

Mais recentemente, ainda com enfoque taxonômico tem-se os trabalhos de Falcão *et al.* (2002a) que fizeram um levantamento fitoplanctônico em 64 reservatórios de diferentes regiões fitogeográficas do Estado. Chlorophyta e Cyanophyta apresentaram maior número de espécies. Falcão *et al.* (2002b) monitorando 82 reservatórios do Estado observaram a ocorrência de florações de cianobactérias em 86% dos reservatórios na região do semiárido. *C. raciborskii* foi responsável por 70% das florações.

A comunidade fitoplanctônica do reservatório Jucazinho (PE) foi investigada por Travassos Júnior *et al.* (2005), sendo os táxons identificados distribuídos entre Cyanophyta e Chlorophyta. Cyanophyta apresentou maior número de espécies, dentre elas, *C. raciborskii* e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing. Travassos Júnior *et al.* (2006) estudando aspectos ecológicos da composição fitoplanctônica nos reservatórios Duas Unas e Jucazinho/Brasil e no Rio Oconee/EUA, observaram que apesar das diferenças geográfica, climática e sócio-econômica entre as duas áreas de estudo a distribuição do fitoplâncton foi similar e algumas espécies podem ser utilizadas em monitoramento como bioindicadores da qualidade da água.

A comunidade fitoplanctônica relacionada com as condições ambientais em reservatórios do estado de Pernambuco foi estudada por Bouvy *et al.* (1999; 2000; 2003) destacando a ocorrência e a ecologia da cianobactéria *C. raciborskii*.

Versando sobre ecologia do fitoplâncton em reservatórios do Estado são conhecidos os trabalhos de Huszar *et al.* (2000), Bouvy *et al.* (2001), Molica (2002), Bittencourt-Oliveira (2003), Bittencourt-Oliveira e Molica (2003), Lazzaro *et al.* (2003), Molica (2005), Cardoso *et al.* (2006), Aragão *et al.* (2007), Moura *et al.* (2006; 2007a;b;c; 2008), Lira *et al.* (2007), Monteiro *et al.* (2007) e Dantas (2008b).

Analisando assembléias de cianobactérias em oito lagos tropicais brasileiros das regiões nordeste e sudeste, Huszar *et al.* (2000) observaram que no Nordeste a dominância das Cyanophyta foi de 100% durante o ciclo anual.

Estudos com enfoque na comunidade fitoplanctônica do reservatório de Carpina foram realizados por Moura *et al.* (2007a) onde a alta densidade de Cyanophyta foi influenciada pelo pH alcalino. No mesmo reservatório, Aragão *et al.* (2007) deram ênfase a Cyanophyta, que também apresentou elevada densidade com espécies dominantes e abundantes, sendo algumas delas potencialmente tóxicas.

Moura *et al.* (2007b) estudando o reservatório Mundaú, região agreste, verificaram que os táxons identificados foram agrupados em associações fitoplanctônicas, sendo a maioria típica de ecossistemas eutróficos. As condições ambientais observadas favorecem Cyanophyta *R*-estrategistas, como *C. raciborskii* que apresentou uma densidade total maior do que 50%.

Moura *et al.* (2006) e Lira *et al.* (2007) ao estudarem a composição fitoplanctônica do reservatório Botafogo verificaram que Chlorophyta e Cyanophyta apresentaram maior riqueza de espécies, e maior densidade de Euglenophyta e Chlorophyta. O reservatório foi classificado como hipertrófico, possivelmente devido à entrada de nutrientes de plantações circunvizinhas de cana de açúcar. No reservatório Saco I, Monteiro *et al.* (2007) analisaram a diversidade fitoplanctônica e as características limnológicas encontrando maior número de espécies para Chlorophyta e Cyanophyta. As maiores densidades ocorreram no período

chuvoso e foram relacionadas com a menor transparência da água e elevados valores de turbidez.

Investigando o fitoplâncton e a qualidade da água no reservatório Duas Unas, Moura *et al.* (2007c) identificaram espécies ocorrentes em ambientes eutrofizados, tornando necessário o gerenciamento da bacia de drenagem para que não seja estabelecido o avançado estado de eutrofização neste sistema. Moura *et al.* (2008) analisaram também a diversidade e variação sazonal em dez reservatórios abrangendo diferentes regiões fitogeográficas do Estado. O maior número de espécies pertenceu a Chlorophyta e Cyanophyta, sendo os táxons agrupados em associações típicas de ambientes eutróficos. O reservatório de Carpina apresentou maior número de espécies. Em oito destes reservatórios a espécie potencialmente tóxica *C. raciborskii* esteve presente.

Estudos associando o fitoplâncton a outras comunidades vêm sendo desenvolvidos por alguns pesquisadores como Bouvy *et al.* (2001) com comunidades de bactérias e zooplâncton e Lazzaro *et al.* (2003) com peixes.

Aspectos de distribuição de algas tóxicas e presença de cianotoxinas para os reservatórios do Estado foram desenvolvidos por Bittencourt-Oliveira e Molica (2003) nos reservatórios Tapacurá e Arcoverde. Molica *et al.* (2002) no reservatório Tabocas. Molica *et al.* (2005) no reservatório Tapacurá. Estudos sobre biologia molecular foram realizados por Bittencourt-Oliveira (2003) no reservatório Duas Unas.

Trabalhos em curto intervalo amostral foram realizados por Cardoso *et al.* (2006) que analisaram a variação fitoplanctônica do reservatório Saco I apenas no período de estiagem. Chlorophyta apresentou maior riqueza de espécies, seguida por Cyanophyta. O reservatório foi classificado como hipertrófico e apresentou pH alcalino, favorecendo estes dois grupos. Dentre as Cyanophyta, espécies potencialmente tóxicas, tais como *C. raciborskii* e *M. aeruginosa*, foram encontradas. Dantas *et al.* (2008b) analisaram a variação espacial e temporal no reservatório Mundaú encontrando resultados semelhantes, uma vez que Cyanophyta apresentou mais do que 80% de biomassa, sendo *C. raciborskii* a espécie dominante com elevada biomassa na superfície durante o período de estiagem.

REFERÊNCIAS

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. 2, p. 199-218, 1988.

ARAGÃO, N.K.C.V.; GOMES, C.T.S.; LIRA, G.A.S.T.; ANDRADE, C.M. Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 240-248, 2007.

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.

BARBOSA, J.E.L.; MENDES, J.S. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semiárido paraibano**. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FICOLOGIA (Org.). **Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2005. p. 339-360.

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.; CARDOSO, L.S. Diel variation of phytoplankton functional groups in a subtropical reservoir in southern Brazil during an autumnal stratification period. **Aquatic Ecology**, Texas (*in press*) DOI 10.1007/s10452-008-9164-0. 2008.

BERGER, C.; BA, N.; GUGGER, M.; BOUVY, M.; RUSCONI, F.; COUTÉ, A.; TROUSSELLIER, M.; BERNARD, C. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guies (Senegal, West Africa). **FEMS Microbiology Ecology**, Netherlands, v. 57, p. 355-366, 2006.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Detection of potential microcystin-producing cyanobacteria in Brazilian reservoirs with a *mcyB* molecular marker. **Harmful Algae**, Amsterdam, v. 2, p. 51-60, 2003.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOLICA, R. Cianobactéria invasora: Aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 30, p. 82-90, 2003.

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 (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 493, p. 115-130, 2003.

BOUVY, M.; BA, N.; KA, S.; SANE, S.; PAGANO, M.; ARFI, R. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (lake Guiers, Senegal). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 45, p. 147-161, 2006.

BRAUN, R. Limnologische Untersuchungen an einigen seen im Amazonasgebiet. **Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie**, Dübendorf v.14, p. 1-128, 1952.

CALIJURI, M.C.; DOS SANTOS, A.C.A.; JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP - Brazil). **Journal Plankton Research**, London, v. 24, n. 7, p. 617-634, 2002.

CÂMARA, F.R.A.; LIMA, A.K.A., CHELLAPPA, N.T. Diversidade da comunidade fitoplanctônica do canal do Pataxó, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-23, 2007.

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. (Org.). **Pernambuco: caminhos da ciência**, Recife: Comunigraf, 2006. p. 79-92.

CARVALHO-DE-LA-MORA, L.M. Nostocophyceae (Cyanophyceae) de mananciais de abastecimento. I – Açude do Prata, Recife, Pernambuco. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 2., 1986, Salvador. **Anais do II Encontro Brasileiro de Plâncton**, Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1986. p.1-32.

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*. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1991, Recife. **Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton**, Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1991. p.139-169.

CHAMIXAES, C.B.C.B.; MARIZ, G. Novas referências de *Scenedesmus* Meyen (Chlorococcales) para o Estado de Pernambuco–Brasil. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 8., 1985, Recife. **Anais da VIII Reunião Nordestina de Botânica**, Recife: Sociedade Botânica do Brasil, 1985. p. 3-13.

CHAMIXAES, C.B.C.B. Ficoflórula do Açude de Apipucos (Recife-PE). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 45-60, 1990.

CHELLAPPA, N.T., COSTA, M.A.M.; MARINHO, I.R. Harmful cyanobacterial blooms from semiarid freshwater ecosystems of North-East Brazil. **Australian Society for Limnology**, Australia, v. 38, n. 2, p. 45-49, 2000.

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.; 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, 2008a.

CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.M.; ROCHA, O. Phytoplankton community 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, 2008b.

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.

COSTA, I.A.S.; AZEVEDO, S.M.F.O.; SENNA, P.A.C.; BERNARDO, R.R.; COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria bloom in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1B, p. 211-219, 2006.

DANTAS, E.W.; MOURA, A.N; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; ARRUDA NETO, J.D.T.; CAVALCANTI, A.D.C.;. Temporal variation of the phytoplanktonic community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 970-982, 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.

DELAZARI-BARROSO, A., SANT'ANNA, C.L.; SENNA, P.A.C. Phytoplankton Duas Bocas reservoir, Espírito Santos State, Brazil, (except diatoms). **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 211-229, 2007.

DOKULIL, M.T.; TEUBNER, K. Cyanobacterial dominance in lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 438, p. 1-12, 2000.

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, 2002a. p. 63-77.

FALCÃO, D.P.M.; MOURA, A.N.; FERRAZ, A. Florações de microalgas em mananciais do Estado de Pernambuco: uma ameaça à qualidade da água. **Cadernos FAFIRE**, Recife. v. 1, n. 4, p. 28-32, 2002b.

FALCO, P.B.; CALIJURI, M.C. Longitudinal phytoplankton community distribution in a tropical Reservoir (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 27-37, 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.

FIGUEIRÊDO, M.C.B.; VIEIRA, V.P.P.B.; MOTA, F.S.B. Avaliação do risco de eutrofização em reservatórios da bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Tecnológica, Maringá**, v. 27, n. 2, p. 179-189, 2006.

FONSECA, B.M.; BICUDO, C.E.M. Phytoplankton seasonal variation in a shallow stratified eutrophic reservoir (Garças Pond) Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 60, p. 267-282, 2008.

FRANCA, L.M.B.; COIMBRA, M.M.L. Fitoplâncton coletado num período de 24 horas no Reservatório de Itaparica (PE/BA). **Caderno Ômega**, Recife, v. 4, p. 69-83, 1998.

GLIGORA, M.; PLENKOVIĆ-MORAJ, A.; KRALJ, K.; GRIGORSZKY, I.; PEROS-PUCAR, D. The relationship between phytoplankton species dominance and environmental variables in a shallow lake (Lake Vrana, Croatia). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 584, p. 337-346, 2007.

HASLER, P.; POULÍČKOVÁ, A. Diurnal changes in vertical distribution and morphology of a natural population of *Planktothrix agardhii* (Bom.) Anagnostidis et Komárek (Cyanobacteria). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 506-509, p. 195-201, 2003.

HEO, W.; KIM, B. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 524, p. 229-239, 2004.

HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M.M.; MELO, S. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 369, p. 59-72, 1998.

HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S. A estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: Cinco décadas de estudos. **Sociedade Brasileira de Limnologia**, São Paulo, v.2, p. 1-22, 1999.

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.

ISTVÁNOVICS, V.; SOMLYÓDY, L.; CLEMENT, A. Cyanobacteria-mediated internal eutrophication in shallow Lake Balaton after load reduction. **Water Research**, New York, v. 36, p. 3314-3322, 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.

LEITÃO, M.; MORATA, S.M.; RODRIGUEZ, S.; VERGON, J.P. The effect of perturbations on phytoplankton assemblages in a deep reservoir (Vouglans, France). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 502, p. 73-83, 2003.

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.

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.

MACGREGOR, G.B.; FABBRO, L.D. Dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanoprokaryota) in Queensland tropical and subtropical reservoirs: implications for monitoring and management. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, Richmond, v. 5, p. 195-205, 2000.

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.

MELO, S.; HUSZAR, V.L.M. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brazil): diel variation and species strategies. **Journal of Plankton Research**, London, v. 22, n. 1, p. 63-76, 2000.

MOLICA, R.; ONODBRA, H.; GARCIA, C.; RIVAS, M.; ANDARILHO, 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, n. 4, p. 743-753, 2005.

MONTEIRO, J.J.F.; CARDOSO, E.N.; MOURA, A.N. Diversidade fitoplanctônica e características limnológicas do Reservatório Saco I – Sertão de Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 324-326, 2007.

MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, 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.

MOSCHINI-CARLOS, V.; PEREIRA, D. WISNIEWSKI, M.J.S.; POMPÊO, M.L.M. The planktonic community in tropical interdunal ponds (Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 99-110, 2008.

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 Geográfica**, 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, 2007b.

MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MENDONÇA, D.F.P.; OLIVEIRA, H.S.B.; DANTAS, E.W.; PIMENTEL, R.M.M., Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na Região Metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 1, p. 151-174, 2007c.

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: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. (Org.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf, 2008. p. 159-179.

NOGUEIRA, M.G. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 431, p.115-128, 2000.

PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Archiv fuer Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 107, n. 4, p. 563-593, 1997. Supplement.

PIVATO, B.M.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Dinâmica nictemeral das assembleias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 19-29, 2006.

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.

SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P., SENNA, P.A.C., KOMÁREK, J., KOMÁRKOVÁ, J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 213-227, 2004.

SANT'ANNA, C.L.; MELCHER, S.S.; CARVALHO, M.C.; GEMELGO, M.P.; AZEVEDO, M.T.P. Planktic cyanobacteria from upper Tiête basin reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1 p. 1-17, 2007.

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 – FAFIRE**, Recife, v. 14, n. 1, p. 93-99, 2006.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e 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.

TUCCI, A. SANT'ANNA, C.L., GENTIL, R.C., AZEVEDO, M.T.P. Fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 147-175, 2006.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2005. 248p.

XAVIER, M.B. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: estudo taxonômico. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 47, p. 103-122, 1996.

WERNER, V.R.; SANT'ANNA, C.L. Occurrence of the rara genus *Microcrocis* P. Richter (Chroococcales, cyanobacteria) in a coastal lagoon from southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 183-186, 2006.

Manuscrito

**Trabalho a ser enviado para publicação na Revista
Brazilian Archives of Biology and Technology**

Variação Nictemeral do Fitoplâncton Relacionada com as Condições Ambientais em um Reservatório da Região Semi-Árida do Estado de Pernambuco - Brasil.

Silvana Nascimento Dias¹, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira² e Ariadne do Nascimento Moura^{1*}

¹Departamento de Biologia; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n; Dois Irmãos; anavlisdias@hotmail.com; 51171-900; Recife - PE - Brasil; ²Departamento de Ciências Biológicas; Universidade de São Paulo; Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz; 13418-900; Piracicaba - SP - Brasil.

ABSTRACT

*The aim of the present study was to analyze the phytoplankton in the Arcoverde-PE reservoir, during the nictemeral cycle in two distinct seasonal periods. Collections were made at two depths during the rainy and dry periods in 2007. The phytoplankton was identified and the density determined. Concomitantly, analyses were carried out for the characterization of the system. In the rainy season, water high concentration oxygen, neutral pH, turbid and warmer, and in the dry season, the concentration of oxygen of the water ranged of high to anoxic, alkaline pH and turbidity at subsurface. In both seasons, there was limited nitrogen and high concentrations of phosphorus. Thirty-eight infraspecific taxa were identified. Chlorophyta and Cyanophyta had the greatest number of species. Cyanophyta generally had higher densities in both seasons, at both depths and at different hours. It was observed a perennial bloom of *C. raciborskii*. There was significant variations among hours and depths for abiotic variables in both season and significant differences for densities of phytoplankton for seasonal analysis. This indicates that environmental changes in the concentration of nutrients, pH and turbidity of the water are factors that facilitate the occurrence of Cyanophyta.*

Key words: drinking water supply, nictemeral cycle, phytoplankton community, northeastern Brazil, semi arid region

INTRODUCTION

A construção de reservatórios no nordeste brasileiro teve início com a finalidade de minimizar os impactos provocados pelas secas periódicas ocorrentes na região e para geração de energia. Entretanto, os usos múltiplos destes ecossistemas dificultam seu manejo e aumentam o grau de interferência e instabilidade na biota. Somado a isso, estes sistemas vêm sendo fortemente degradados pelo crescimento desordenado de populações humanas e com a formação de resíduos orgânicos e inorgânicos que escoam diretamente para suas águas. A eutrofização antrópica, como é chamado este processo, torna a água imprópria para o consumo, resultando em significativo prejuízo econômico e ambiental (Heo e Kim, 2004), o que reflete na diversidade fitoplanctônica.

Muitas são as necessidades fisiológicas e as respostas as quais levam às mudanças na estrutura e composição do fitoplâncton (Calijuri et al., 2002). Estas mudanças são rápidas, uma vez que este grupo de organismos apresenta um breve ciclo de vida, de dias e até mesmo horas, fazendo com que sejam formadas muitas gerações em um curto espaço de tempo. Uma das formas de entender a dinâmica fitoplanctônica nos ecossistemas tropicais em curtos intervalos se dá a partir do estudo da variação nictemeral, pois muitas vezes, um ciclo de 24 horas tem maior influência do que um ciclo anual (Bozelli et al., 1990).

Estudos com fitoplâncton em ecossistemas aquáticos do estado de Pernambuco vêm sendo desenvolvidos há muitos anos. Os trabalhos pioneiros versavam sobre florística ou estudo taxonômico de grupos ou espécies (Barreto, 1974; Chamixaes e Mariz, 1985; Chamixaes, 1990 e Carvalho-de-La Mora, 1986; 1991). A partir de 1999, os trabalhos com taxonomia e ecologia do

* Author for correspondence

fitoplâncton foram retomados por Bouvy et al. (1999), seguidos por Bouvy et al., (2000); Falcão et al. (2002); Huszar et al. (2000); Cardoso et al. (2006); Moura et al. (2007a; 2007b) e Aragão et al. (2007).

Considerando a falta de estudos sobre a dinâmica fitoplanctônica em escala nictemeral, a necessidade de conhecimento sobre a estrutura destas comunidades, assim como a presença constante de espécies potencialmente tóxicas (Bouvy et al., 2000; Moura et al., 2007a), o presente trabalho tem como objetivo o conhecimento do ritmo nictemeral de populações de algas planctônicas durante dois ciclos sazonais em um reservatório eutrófico do estado de Pernambuco, visando a necessidade de obtenção de dados que possam auxiliar no gerenciamento dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O reservatório Arcoverde (08°33'33"S e 36°59'07"W) situa-se no município de Pedra, região semi-árida do estado de Pernambuco, faz parte da bacia hidrográfica do rio Ipanema e foi construído para abastecimento público. Possui capacidade máxima de acumulação de 16.800.000m³ e profundidade máxima de 20m.

A vegetação ribeirinha é formada por floresta caducifolia arbustiva espinhosa. O clima é do tipo BShs' (quente e seco), típico do semi-árido nordestino (Albuquerque e Andrade, 2002). A estação de coleta (08°33'28,7"S e 36°59'16,5"W) localiza-se a 100 m do ponto de captação de água da companhia de abastecimento. As coletas foram realizadas com intervalos de quatro horas, sendo os horários claros – 13:00, 17:00, 09:00 e 13:00 h - e os escuros – 21:00, 01:00 e 05:00 h - em dois períodos sazonais, chuvoso (14 e 15 de agosto de 2007) e de estiagem (13 e 14 de novembro de 2007). As profundidades de amostragem foram determinadas de acordo com a penetração da luz, na subsuperfície e no fundo (10m).

Dados de temperatura do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm) foram adquiridos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008), proveniente de uma estação meteorológica na cidade de Arcoverde e que dista cerca de 15 Km do local de coleta.

Em campo, foram medidos o oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) e a temperatura da água (°C) com oxímetro de campo Handylab OX1/SET, a turbidez da água (UNT) com turbidímetro HANNA HI93703, transparência da água (m) com

disco de Secchi e o pH com potenciômetro de bancada Ação científica mPA – 210. Nitrogênio total, fósforo total e ortofosfato foram determinados segundo Valderrama (1981), fósforo total dissolvido segundo Strickland e Parsons (1965) e nitrito e nitrato utilizou-se Mackareth et al. (1978). O índice de estado trófico (IET) foi calculado de acordo com Toledo Jr. et al. (1983), a partir das concentrações de fósforo, e a razão atômica NT/PT segundo Downing e McCauley (1992).

As amostras para estudo fitoplanctônico foram coletadas na superfície, com recipiente de boca larga, e no fundo, com garrafa de *Van Dorn*, sendo acondicionadas em recipientes plásticos e preservadas em lugol acético. Foram feitas lâminas semi-permanentes e permanentes (Carr et al., 1986), e posteriores observações em microscópio Zeiss com ocular de medição acoplada. Os táxons foram identificados segundo Germain (1981); Komárek e Fott (1983); Komárek e Anagnostidis (1986; 2005) e John et al. (2002). A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo Utermöhl (1958).

A diversidade específica foi calculada pelo índice de Shannon e Weaver (1963) e a equitatividade segundo Pielou (1966), utilizado-se o software Diversity. As associações fitoplanctônicas foram estabelecidas de acordo com Reynolds et al. (2002). Foi calculada a variância entre períodos sazonais, profundidades e horários para as variáveis bióticas e abióticas, sendo p<0,05, utilizando-se o BioEstat 3.0 (Ayres et al., 2003).

Todas as variáveis ambientais e espécies abundantes, em cada unidade amostral para os dois períodos sazonais, foram utilizadas na Análise de Componentes Principais (ACP), para a qual foi usado o software PC-ORD, versão 4.14 para Windows (McCune e Mefford, 1999).

RESULTADOS

Caracterização ambiental

O período chuvoso foi caracterizado por temperaturas mais baixas (\bar{x} mensal = 19,73°C) e precipitações mais elevadas (\bar{x} mensal = 43,75mm), e o de estiagem por temperaturas mais elevadas (\bar{x} mensal = 23,75°C) e menores precipitações (\bar{x} mensal = 2,32mm) sendo a diferença de temperatura entre os dois períodos de 5,3 °C.

No período chuvoso, a temperatura da água esteve mais elevada a partir da madrugada (01:00 h), tanto na subsuperfície quanto no fundo. As águas apresentaram alta concentração de oxigênio nas duas profundidades e em todos os horários. O pH variou de neutro a levemente alcalino. As águas encontravam-se túrbidas, com limitação de nitrogênio e ricas em fósforo (Tab. 1). Diferenças significativas entre as profundidades só foram observadas para o oxigênio dissolvido ($F=9,42$, $p<0,03$), enquanto que entre os horários foram observadas diferenças significativas para a temperatura da água ($F=325,88$, $p<0,00$), oxigênio dissolvido ($F=9,26$, $p<0,02$), nitrato ($F=10,02$, $p<0,00$), nitrito ($F=7,27$, $p<0,01$), nitrogênio total ($F=5,85$, $p<0,02$) e fósforo total dissolvido ($F=6,94$, $p<0,01$).

No período de estiagem, as águas do reservatório apresentaram temperaturas mais elevadas na subsuperfície, a concentração de oxigênio variou de alta a anoxia, pH alcalino, maior turbidez na superfície, limitação de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo (Tab. 1). Diferenças significativas entre as profundidades amostradas foram observadas para a temperatura da água ($F=117,07$, $p<0,00$), oxigênio dissolvido ($F=8,59$, $p<0,02$), turbidez ($F=169,13$, $p<0,00$), pH ($F=626,33$, $p<0,00$), fósforo total dissolvido ($F=6,28$, $p<0,04$) e fósforo total ($F=9,40$, $p<0,02$). Não houve diferenças significativas entre os horários amostrados para nenhuma das variáveis abióticas.

O reservatório foi classificado como eutrófico durante os dois períodos, exceto para 15 de agosto às 9:00h no fundo do reservatório quando foi oligotrófico (Tab. 1).

Composição da comunidade

Foram identificados 38 táxons infragenéricos distribuídos entre Chlorophyta (15 spp.), Cyanophyta (13 spp.), Heterokontophyta (5 spp.), Cryptophyta (3 spp.), Dinophyta e Euglenophyta (1 sp.) (Tab. 2).

Dos táxons encontrados, 28 espécies foram comuns aos dois períodos, sete ocorreram exclusivamente no período chuvoso e três apenas no período de estiagem (Tab. 2).

Foram verificadas diferenças significativas nas densidades de algas entre os períodos sazonais para Cyanophyta ($F=7,43$, $p<0,01$), Chlorophyta ($F=9,93$, $p<0,00$) e Cryptophyta ($F=10,67$, $p<0,00$), e para as demais divisões não foram observadas diferenças significativas. As

densidades mais elevadas no período de estiagem foram observadas para as divisões acima enumeradas.

Durante o período chuvoso, não foram verificadas diferenças significativas nas densidades das divisões entre as profundidades e horários. No período de estiagem, foram observadas diferenças nas densidades entre as profundidades para Cyanophyta ($F=305,84$, $p<0,00$), Chlorophyta ($F=83,76$, $p<0,00$), Cryptophyta ($F=16,71$, $p<0,00$) e Heterokontophyta ($F=5,94$, $p<0,02$) que foram mais elevadas na subsuperfície, e entre os horários apenas Heterokontophyta ($F=5,92$, $p<0,02$) que apresentou diferença significativa, com valores mais elevados às 17:00 e 21:00 h.

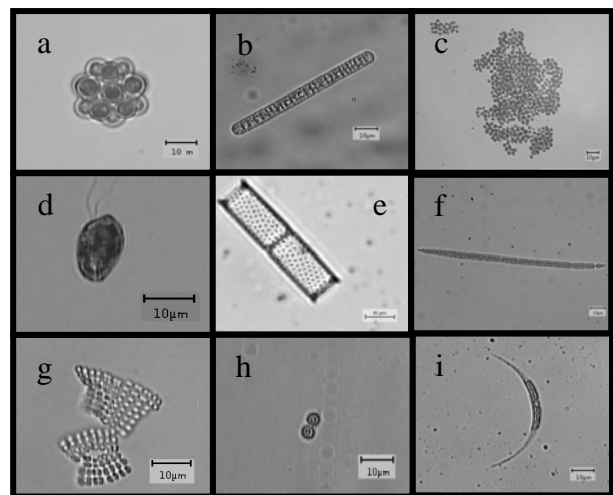


Figura 1. Espécies encontradas no Reservatório Arcoverde durante o período de estudo. a- *Coelastrum astroideum*; b- *Planktothrix agardhii*; c- *Microcystis aeruginosa*; d- *Cryptomonas* sp.; e- *Aulacoseira granulata*; f- *Cylindrospermopsis raciborskii*; g- *Merismopedia punctata*; h- *Chroococcus minutus*; i- *Closterium* sp.

As altas densidades de algas nos dois períodos sazonais foram observadas para as Cyanophyta, seguidas pelas Chlorophyta e Cryptophyta. Maiores densidades de Chlorophyta no período chuvoso, e de Cryptophyta no período de estiagem (Tab. 2). As densidades de Cyanophyta foram mais elevadas do que Chlorophyta 4,68 vezes no período chuvoso e 81,30 vezes na estiagem, enquanto que Cyanophyta foi 10,47 vezes e 107,14 vezes mais elevada do que Cryptophyta, para os períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente.

As Cyanophyta que apresentaram maiores densidades na subsuperfície durante o período chuvoso foram *Chroococcus minutus* (Kützinger)

Nägeli (Fig. 1h), *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju (Fig. 1f), *Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis, *Merismopedia punctata* Meyen (Fig. 1g) e *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (Fig. 1b) (Tab. 2). No período de estiagem, *C. minutus*, *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *Raphidiopsis curvata* F. E. Fritsch & M. F. Rich e *Raphidiopsis mediterranea* Skuja apresentaram maiores densidades na subsuperfície, e *M. punctata* no fundo do reservatório (Tab. 2).

As Chlorophyta que apresentaram maiores densidades durante o período chuvoso foram *Coelastrum* sp., *Kirchneriella obesa* (G. S. West) Schmidle, *Micractinium pusillum* Fresenius, *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová e *Schroederia* sp., e de estiagem foram *Coelastrum* sp., *K. obesa* e *M. contortum* (Tab. 2).

Dentre as Cryptophyta, *Cryptomonas ovata* Ehrenberg (Fig. 1d) apresentou maiores densidades nos dois períodos de estudo (Tab. 2).

As espécies abundantes durante o período chuvoso foram *C. minutus*, *Coelastrum* sp., *C. ovata*, *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *M. punctata*, *M. contortum*, *Oscillatoria* sp2. e *P. agardhii*. No período de estiagem, foram *C. raciborskii*, *G. amphibium* e *M. punctata* (Tab. 2).

No período chuvoso, apesar das maiores densidades de *G. amphibium*, 1.012 a 3.402 org.mL⁻¹, não foi verificada dominância de nenhuma espécie, enquanto que no de estiagem, *C. raciborskii* foi dominante. Neste período, a densidade total de algas variou de 13,0 x 10³ a 81,0 x 10³ org.mL⁻¹ enquanto que a de *C. raciborskii* esteve entre 2,0 x 10³ e 64,0 x 10³ org.mL⁻¹, representado 69% do total da comunidade (Fig. 2).

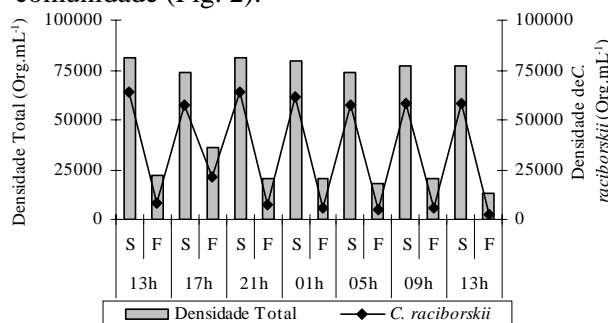


Figura 2. Densidade fitoplanctônica e densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* durante dominância no reservatório Arcoverde, no período de estiagem (13 e 14/novembro/2007).

Apesar do número de espécies entre os períodos sazonais apresentar-se próximo, chuvoso

com 35 e estiagem com 31 táxons, a diversidade (3,5 bits.ind⁻¹) e a equitatividade (0,6) foram altas no período chuvoso, e baixas na estiagem, diversidade (1,5 bits.ind⁻¹) e equitatividade (0,2) (Fig. 3). Estes resultados se devem às elevadas densidades de *C. raciborskii*.

Os táxons encontrados foram agrupados em 18 associações, sendo sete associações de Cyanophyta (**H₁**, **Z**, **S_n**, **S₁**, **M**, **L_o** e **S₂**), quatro de Chlorophyta (**J**, **P**, **F** e **X₁**) e Heterokontophyta (**E**, **P**, **B** e **D**), e Cryptophyta (**Y**), Dinophyta (**L_o**) e Euglenophyta (**W₂**) com uma associação cada (Tab. 2). As espécies abundantes foram enquadradas nas associações **Z**, **J**, **Y**, **S₁**, **L_o** e **X₁**, e a dominante, *C. raciborskii*, pertence à associação **S_n** (Tab. 2).

Os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (ACP) explicaram 75,93% da variância total (Fig. 4). O eixo 1 explicou 49,58% da variação dos dados, mostrando que a presença de *M. contortum*, *C. minutus* e *Coelastrum* sp. esteve associada positivamente com o oxigênio dissolvido, e *G. amphibium* com as concentrações de nitrogênio total. O eixo 2 explicou 26,35% da variação do sistema, mostrando que a densidade de *C. raciborskii* esteve associada ao pH. A ACP mostrou uma clara separação dos períodos sazonais. O período chuvoso foi caracterizado por maiores valores de turbidez e oxigênio dissolvido, e concentrações de fósforo total dissolvido, nitrito e nitrato, e maiores densidades de *C. minutus*, *Coelastrum* sp., *C. ovata*, *M. contortum* e *P. agardhii*. O período de estiagem demonstrou relação entre as maiores concentrações de nitrogênio total, pH alcalino e maiores densidades de *C. raciborskii*, *G. amphibium* e *M. punctata* (Fig. 4).

DISCUSSÃO

O reservatório Arcoverde está situado na região semi-árida, município de Pedra-PE, o qual está inserido no “Polígono da seca” e apresentou características típicas de ambiente eutrófico, tais como, temperatura da água elevada, altas concentrações de elementos fosfatados e baixa relação nitrogênio/fósforo durante todo o ano. Estas características ratificam o que foi observado por outros pesquisadores que realizaram estudos em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil (Bouvy et al., 1999; 2000; Falcão et al. 2002; Chellappa e Costa, 2003; Moura et al. 2007b). Estas condições ambientais caracterizam o estresse

hídrico nessas regiões, aliado à degradação associada a fatores climáticos tais como baixa precipitação pluviométrica e alta evaporação, associado a fatores antrópicos como falta de saneamento básico e elevado *runoff* de produtos agrícolas para os reservatórios.

A elevada turbidez verificada no período chuvoso foi devido à entrada de material alóctone proveniente de resíduos agrícolas e sanitários, trazidos pela chuva e pelas altas densidades de cianobactérias. Neste período, as concentrações de nitrato, nitrito, fósforo total dissolvido e fósforo total foram mais elevadas, provavelmente causadas pelo forte *input* de material alóctone no sistema. Esta observação corrobora com Chellappa e Costa (2003), que relacionaram o aumento da turbidez com os elevados valores de nitrogênio e fósforo total durante o período chuvoso em um reservatório da região semi-árida no Rio Grande do Norte. O aumento da turbidez, causado por alta densidade de algas foi verificado por Bouvy et al. (1999) e Chellappa e Costa (2003).

A disposição ou potencial das algas em se ajustarem à heterogeneidade do habitat é reflexo do seu caráter comportamental e reprodutivo, conferindo um caráter preditivo dos eventos ambientais, indissociáveis na interpretação do funcionamento dos ecossistemas. Neste contexto, o estudo da diversidade fitoplanctônica é uma importante ferramenta na elaboração de modelos capazes de responder prontamente às características diagnósticas dos sistemas (Huszar et al., 1998).

A baixa riqueza de espécies observada no reservatório Arcoverde (38 spp.) também tem sido verificada por outros pesquisadores em reservatórios de Pernambuco, como Bouvy et al. (1999) para o reservatório Ingazeira, Moura et al. (2006) para o reservatório de Botafogo e Aragão et al. (2007) para o de Carpina.

O maior número de espécies para Chlorophyta e a maior densidade para Cyanophyta corrobora com os trabalhos de Bouvy et al. (1999), Moura et al. (2007a) e Calijuri et al. (2002) para o Brasil e Moustaka-Gouni et al. (2007) para a Grécia.

Mudanças climáticas no nordeste do Brasil e a perda da qualidade da água tem propiciado condições ecológicas para o desenvolvimento de cianobactérias em muitos reservatórios brasileiros. A redução na diversidade fitoplanctônica e a dominância de cianobactérias deve-se à eutrofização, sendo potencializada pela baixa relação NT/PT (Dokulil e Teubner, 2000) e pH

alcalino (Moura et al., 2007a), sendo estas condições encontradas no ecossistema estudado, o que pode colaborar para a presença constante de cianobactérias neste ambiente.

No reservatório Arcoverde, *C. raciborskii* representou mais de 16 e 69% da densidade total durante os períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente. No período de estiagem, os valores de temperatura da água e pH foram mais elevados e foram associados ao domínio deste táxon. Bouvy et al. (2000), estudando reservatórios pernambucanos, observaram resultados semelhantes. Para estes autores, o pH alcalino contribui para a manutenção constante de condições favoráveis ao desenvolvimento de *C. raciborskii*. Contribuições desta espécie acima de 50% da densidade total têm sido encontradas em outros reservatórios (Bouvy et al. 1999; 2000).

C. raciborskii pode ser dominante durante todo o ano (Padisák, 1997), mas encontrados geralmente em períodos secos e de baixa pluviosidade (Bittencourt-Oliveira e Molica, 2003) e elevadas temperaturas (Bouvy et al., 2006), uma vez que a estabilidade na coluna d'água (Berger et al., 2006) e o longo tempo de retenção da água aliados à seca criou condições de temperatura e irradiação para sua dominância (Bouvy et al., 2000).

C. raciborskii representa o Grupo S_n (Reynolds et al., 2002) que está associado a ambientes deficientes em nitrogênio e luz. pH alcalino e águas túrbidas também favorecem o seu desenvolvimento (Padisák, 1997; Bouvy et al., 1999). Moustaka-Gouni et al. (2007) associaram a dominância desta espécie às baixas concentrações das formas de nitrogênio, elevadas temperaturas da água e condições deficientes de luz ao estudarem o Lago Kastoria na Grécia.

A ocorrência de *C. raciborskii*, bem como de outras cianobactérias, tem sido evidenciada em outros trabalhos da região semi-árida brasileira (Bouvy et al. 2000, Chellappa e Costa, 2003; Costa et al., 2006; Chellappa et al., 2008; Dantas et al., 2008) e para outros países (Moustaka-Gouni et al., 2007; Bouvy et al., 2006), uma vez que o estado de equilíbrio das cianobactérias pode estar relacionado a fatores ambientais característicos e à dinâmica fitoplanctônica.

A maioria dos grupos funcionais encontrados são característicos de ambientes eutróficos ou em início de eutrofização. Muitos destes grupos foram encontrados por autores em lagos e reservatórios (Melo et al., 2007b; Becker et al., 2008).

Tabela 1. Variáveis abióticas do reservatório Arcoverde durante os períodos chuvoso (C), 14 e 15/agosto/2007, e de estiagem (E), 13 e 14/novembro/2007, na subsuperfície (S) e fundo (F), durante ciclos nictemerais. ND= Não detectável

Variáveis abióticas	Horários	13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00h	
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
Temperatura do ar (°C)	C	24,4		19,8		17,8		17,5		17,4		19,4		22,5	
	E	32,5		26,6		20,7		19,3		19,3		25,7		31,2	
Disco de Secchi (m)	C	0,7	-	0,7	-	-	-	-	-	0,9	-	0,7	-	0,9	-
	E	0,4	-	0,4	-	-	-	-	-	0,4	-	0,5	-	0,45	-
Temperatura da água (°C)	C	23,4	23,2	23,3	23,2	23,1	23,3	25,7	25,8	28,4	ND	25,8	26,1	27	27
	E	26,7	23,9	26,2	23,9	26,2	24,4	25,7	23,9	25,3	23,9	25,8	24,1	26,4	23,9
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	C	6	3,9	5,45	4,1	4,75	4,3	ND	ND	ND	ND	7,82	6,59	6,5	6,34
	E	3,01	0,06	5,57	0,01	1,48	0	1,07	0,12	1,05	0,15	0,76	0,11	1,24	0,06
pH	C	7,1	7,15	7,15	7,04	7,15	7,02	7,11	7,11	7,12	7,14	7,19	7,28	7,25	7,29
	E	8,69	7,8	8,63	7,69	8,68	7,7	8,72	7,57	8,61	7,65	8,57	7,59	8,4	7,58
Turbidez (UNT)	C	160	258	160	197	266	306	191	214	523	257	155	284	233	290
	E	63	18,76	60	19,94	75	17,78	59	19,4	79	19,8	57	21,7	62	20,3
Nitrito (µg.L ⁻¹)	C	593,01	632,99	613	559,69	506,39	519,71	746,26	706,28	719,6	852,86	752,92	752,92	619,66	666,3
	E	86,62	6,66	6,66	59,97	33,32	26,65	53,3	33,32	79,96	6,66	19,99	13,33	33,32	33,32
Nitrito (µg.L ⁻¹)	C	129,45	165,82	149,77	116,61	124,1	113,4	163,68	176,52	194,7	203,26	176,52	185,08	186,15	180,8
	E	2,14	7,49	3,21	4,28	4,28	6,42	6,42	8,56	3,21	4,28	8,56	3,21	6,42	8,56
Nitrogênio Total (µg.L ⁻¹)	C	13,03	10,72	16,22	15,06	8,4	12,75	4,34	2,61	4,63	1,74	12,46	13,61	16,8	8,11
	E	13,9	13,03	12,46	14,48	11,01	16,51	19,7	21,72	8,98	18,83	13,61	11,88	19,12	9,85
Ortofosfato (µg.L ⁻¹)	C	21,92	40,19	58,46	47,5	47,5	43,85	69,42	58,46	36,54	65,77	29,23	ND	62,11	21,92
	E	40,19	95	25,58	47,5	54,81	58,46	58,46	43,85	18,27	54,81	80,38	65,77	51,15	102,31
Fósforo Total Dissolvido (µg.L ⁻¹)	C	37,52	40,03	35,02	32,52	80,05	65,04	67,54	71,3	50,03	81,3	47,53	60,04	21,26	30,02
	E	28,77	37,52	16,26	40,03	36,27	36,27	36,27	32,52	22,51	50,03	21,26	28,77	26,27	38,77
Fósforo Total (µg.L ⁻¹)	C	64,7	60,82	59,52	62,11	82,82	67,29	69,88	73,76	51,76	84,11	49,17	62,11	41,41	51,76
	E	56,94	73,76	42,7	65,99	55,64	72,46	51,76	81,52	62,11	77,64	62,11	56,94	51,76	53,05
Razão N:P	C	0,45	0,39	0,6	0,54	0,22	0,42	0,14	0,08	0,2	0,05	0,56	0,48	0,9	0,35
	E	0,54	0,39	0,65	0,49	0,44	0,5	0,84	0,59	0,32	0,54	0,48	0,46	0,82	0,41
Índice de Estado Trófico (IET)	C	58,55	62,47	65,02	63,83	65,91	63,83	67,42	66,57	60,62	68,36	58,64	28,15	62,84	56,94
	E	62	70,07	56,66	64,27	64,07	66,44	64,01	65,21	56,94	66,47	67,62	65,55	63,05	68,23

Tabela 2. Continuação.

Espécies		13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00h		AF
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
<i>Coelastrum</i> sp. * (Coelas)	C	109	-	176	101	131	302	277	141	211	328	322	236	232	252	J
	E	-	157	374	257	209	262	366	51	-	-	262	52	-	-	
<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle	C	119	79	86	131	191	111	148	91	91	103	181	185	282	211	F
	E	262	52	214	-	105	52	-	154	105	-	209	-	523	53	
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	C	99	40	101	50	70	151	59	121	131	113	111	82	131	111	F
	E	105	-	53	-	105	-	52	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová * (Moncon)	C	336	262	262	302	403	181	336	342	292	277	523	246	242	342	X ₁
	E	366	105	53	-	419	52	157	51	157	103	471	209	105	160	
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	C	99	35	15	81	70	40	40	70	151	62	60	10	-	20	X ₁
	E	157	-	107	-	52	-	-	-	52	-	-	-	52	-	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> Lagerheim	C	10	10	25	-	-	10	10	20	10	-	10	31	-	40	J
	E	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	C	-	-	10	10	10	10	40	10	10	21	20	21	-	30	J
	E	-	52	-	-	52	52	-	-	-	-	52	-	-	-	
<i>Schroederia</i> sp.	C	99	30	35	141	111	70	40	81	70	72	91	51	70	111	J
	E	105	-	107	-	262	52	105	-	52	-	105	52	52	-	
<i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	J
	E	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	C	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	J
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cryptophyta																
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg * (Crypov)	C	691	59	252	413	282	312	227	352	121	123	604	380	503	453	Y
	E	1309	-	320	154	628	52	366	51	366	-	628	-	890	-	
<i>Cryptomonas</i> sp1.	C	138	44	60	101	30	70	79	101	50	133	70	113	40	161	Y
	E	366	-	-	-	-	-	-	-	733	-	105	-	105	-	
<i>Cryptomonas</i> sp2.	C	30	-	25	30	40	30	-	30	30	21	91	31	40	60	Y
	E	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157	-	
Dinophyta																
<i>Peridinium</i> sp.	C	30	-	-	10	10	20	30	-	-	-	30	21	-	-	L ₀
	E	52	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Euglenophyta																
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	C	-	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	10	10	-	W ₂
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-	

Tabela 2. Continuação.

Espécies		13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00h		AF
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F			
Heterokontophyta																
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	C	198	119	111	181	161	91	148	181	111	236	302	195	252	191	P
	E	262	209	641	205	471	52	262	103	157	51	262	157	209	-	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	C	49	-	55	60	40	20	79	101	70	41	60	21	40	50	B
	E	-	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-	
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	C	-	5	5	-	-	-	10	10	-	-	-	-	-	P	
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	C	89	-	25	10	81	40	10	91	111	62	50	51	40	81	D
	E	105	52	53	411	262	262	157	308	105	103	105	105	52	214	
<i>Mallomonas</i> sp.	C	-	5	-	-	-	10	10	10	10	21	10	-	-	E	
	E	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-		
Densidade Total	C	6887	4223	4620	7067	6895	5062	6047	5487	5887	6129	9349	5903	6804	6068	-
Densidade Total	E	80874	21932	73870	35821	81398	20150	79563	20423	73388	18168	77000	20466	77314	13086	-

* Espécies abundantes • Espécies dominantes

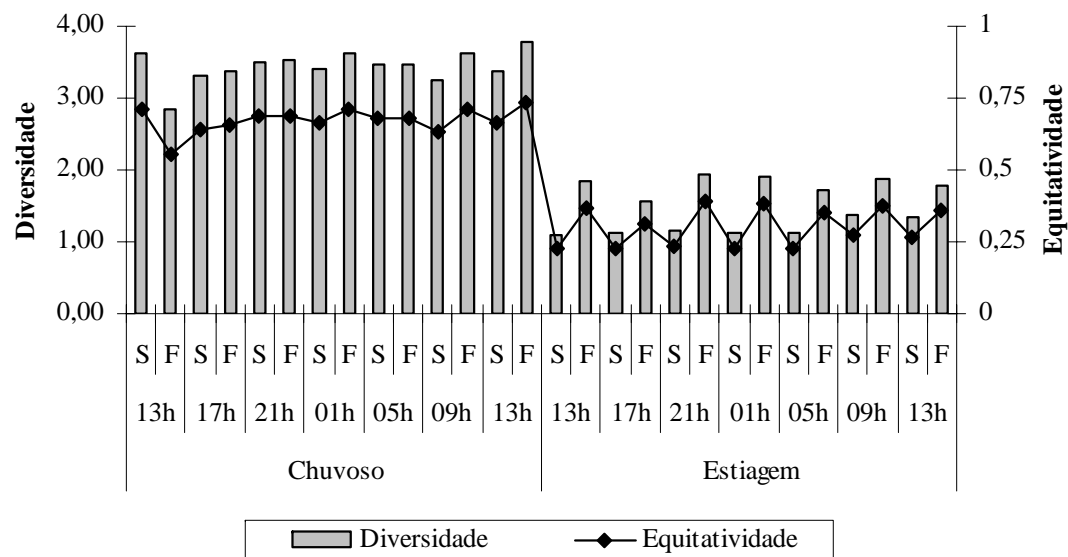


Figura 3. Diversidade e equitatividade do fitoplâncton no Reservatório Arcoverde, durante ciclos nictemerais em dois períodos sazonais na subsuperfície (S) e fundo (F).

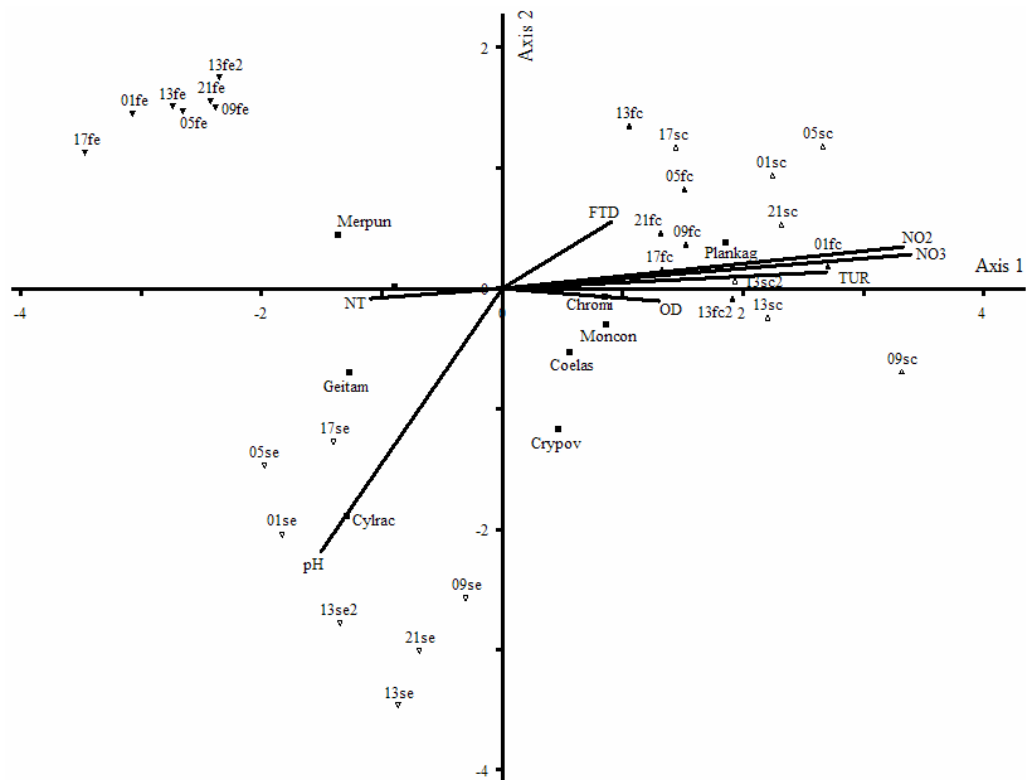


Figura 4. Análise dos Componentes Principais entre as variáveis abióticas e as espécies abundantes no reservatório Arcoverde em ciclos nictemerais durante dois períodos sazonais em duas profundidades. Sigla das espécies na tabela 2. Subsuperfície chuvoso (sc), fundo chuvoso (fc), subsuperfície estiagem (se) e fundo estiagem (fe).

O reservatório apresentou altas densidades de cianobactérias, especialmente de *C. raciborskii*, nos horários, profundidades e períodos sazonais. Elevadas concentrações de fósforo e baixas concentrações de nitrogênio indicam que o reservatório encontra-se em condições favoráveis a constante ocorrência de florações de *C. raciborskii*, que é uma cianobactéria potencialmente tóxica.

O estudo revelou não haver variação nictemeral significativa e que as variações só são verificadas em análise sazonal, indicando que as mudanças ambientais nas concentrações de nutrientes, pH e turbidez da água são fatores facilitadores para a ocorrência de cianobactérias.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de produtividade em pesquisa (Proc. 300612/2005-2 e Proc. 300794/2004-5) às demais autoras.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar o fitoplâncton no reservatório Arcoverde-PE,

durante ciclo nictemeral em dois períodos sazonais distintos. As coletas foram feitas em duas profundidades durante os períodos chuvoso e de estiagem de 2007. O fitoplâncton foi identificado e a densidade determinada. Concomitantemente, foram feitas análises para caracterização do sistema. No período chuvoso, a água apresentou alta concentração de oxigênio, com pH neutro, turbida e quente, e no de estiagem, a concentração de oxigênio variou de alta a anoxia, com pH alcalino e turbida na subsuperfície. Nos dois períodos sazonais, foi verificada limitação de nitrogênio e elevadas concentrações de fósforo. Foram identificados 38 táxons infraespecíficos. Chlorophyta e Cyanophyta apresentaram maior número de espécies. Cyanophyta apresentou geralmente densidades mais elevadas nos dois períodos sazonais, profundidades e horários. Foi registrada floração perene de *C. raciborskii* no reservatório Arcoverde. Foram observadas variações significativas entre as horas e profundidades para as variáveis abióticas em ambos os períodos, e diferenças significativas para a densidade do fitoplâncton na análise sazonal, indicando que as mudanças ambientais nas concentrações de nutrientes, pH e turbidez da água são fatores facilitadores para a ocorrência de Cyanophyta.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, U. P. e Andrade, L. H. C. (2002), Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, **16**, 273-285.
- Aragão, N. K. C. V.; Gomes, C. T. S.; Lira, G. A. S. T. e Andrade, C. M. (2007), Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, **66**, 240-248.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D. L. e dos Santos, A. A. (2003), *Software bioestat, aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas – versão 3.0*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPq. Brasil.
- Barreto, E. (1974), Algumas espécies de *Cosmarium corda*, 1834 ocorrentes em Pernambuco. *Memorial Instituto Biociências*, **1**, 241-248.
- Berger, C.; Ba, N.; Gugger, M.; Bouvy, M.; Rusconi, F.; Couté, A.; Troussellier, M. e Bernard, C. (2006), Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guies (Senegal, West Africa). *FEMS Microbiology Ecology*, **57**, 355-366.
- Becker, V.; Naselli-Flores, L. e Padisák, J. (2008), Phytoplankton equilibrium phases during thermal stratification in a deep tropical reservoir. *Freshwater Biology*, **53**, 952-963.
- Bittencourt-Oliveira, M. C. e Molica, R. (2003), Cianobactéria invasora: Aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, **30**, 82-90.
- Bouvy, M.; Molica, R.; Oliveira, S.; Marinho, M. e Beker, B. (1999), Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. *Aquatic Microbial Ecology*, **20**, 285-297.
- Bouvy, M.; Falcão, D.; Marinho, M.; Pagano, M. e Moura, A. (2000), Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. *Aquatic Microbial Ecology*, **23**, 13-27.
- Bouvy, M.; Ba, N.; Ka, S.; Sane, S.; Pagano, M. e Arfi, R. (2006), Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (lake Guiers, Senegal). *Hydrobiologia*, **45**, 147-161.
- Bozelli, R. L.; Esteves, F. A.; Camargo, A. F. M.; Roland, F. e Thomaz, S. M. (1990), Dinâmica nictemeral dos principais nutrientes inorgânicos e clorofila *a* em duas lagoas costeiras fluminenses. *Acta Limnologica Brasiliensis*, **3**, 319-346.
- Calijuri, M. C.; Dos Santos, A. C. A. e Jati, S. (2002), Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP - Brazil). *Journal Plankton Research*, **24**, 617-634.
- Cardoso, E. N.; Lira, G. A. S. T.; Bittencourt-Oliveira, M. C. e Moura, A. N. (2006), Variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica e características limnológicas do reservatório Saco I, Serra Talhada – Pernambuco. In: Ulysses, A. P.; Vêras, A. S. C.; Freire, F. J. e Lira Júnior, M. A. (org.). Pernambuco: *Caminhos da ciência*, pp. 79-92.
- Carr, J. M.; Hergenrader, G. L. e Troelstrup-Jr, N. H. (1986), A simple, inexpensive method for cleaning diatoms. *Transactions of the American Microscopical Society*, **105**, 152-157.
- Carvalho-De-La-Mora, L. M. (1986), Nostocophyceae (Cyanophyceae) de mananciais de abastecimento. I – Açude do Prata, Recife, Pernambuco. Paper presented at *Anais do II Encontro Brasileiro de Plâncton*, Salvador, Bahia.
- Carvalho-De-La-Mora, L. M. (1991), Chroococcales (Cyanophyceae) do Estado de Pernambuco, Brasil – II. *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Cyanothece*, *Merismopedia*, *Aphanothece*, *Gleocapsa*, *Chroococcus*, *Gleothece*, *Gomphosphaeria* e *Johannesbaptistia*. Paper presented at *Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton*, Recife, Pernambuco.
- Chamixaes, C. B. C. B. e Mariz, G. (1985), Novas referências de *Scenedesmus* Meyen (Chlorococcales) para o Estado de Pernambuco–Brasil. Paper presented at *Anais da VIII Reunião Nordestina de Botânica*, Recife, Pernambuco.
- Chamixaes, C. B. C. B. (1990), Ficoflórula do Açude de Apipucos (Recife-PE). *Revista Brasileira de Biologia*, **50**, 45-60.
- Chellappa, N. T. e Costa, M. A. M. (2003), Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecologica*, **24**, 3-10.
- Chellappa, N. T.; Chellappa, S. L. e Chellappa, S. (2008), Harmful phytoplankton blooms and fish mortality in a eutrophicated reservoir of northeast Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **51**, 833-841.
- Costa, I. A. S.; Azevedo, S. M. F. O.; Senna, P. A. C.; Bernardo, R. R.; Costa, S. M. e Chellappa, N. T. (2006), Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. *Brazilian journal of biology*, **66**, 211-219.
- Dantas, E. W.; Bittencourt-Oliveira, M. C.; Arruda-Neto, J. D. T.; Cavalvanti, A. D. C. e Moura, A. N. (2008), Spatial and temporal variation of the phytoplanktonic community at small sampling intervals in the Mundaú reservoir, Brazilian Northeast region. *Acta Botanica Brasilica*, **22**, 970-982.
- Dokulil, M. T. e Teubner, K. (2000), Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia*, **438**, 1-12.

- Downing, J. A. and McCauley, E. (1992), The nitrogen: phosphorus relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*, **37**, 936-945.
- Falcão, D. P. M.; Moura, A. N.; Pires, A. H. B.; Bouvy, M.; Marinho, M. Ferraz, A. C. N. e Silva, A. M. (2002), Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas da Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. In: Tabarelli, M. and Silva, J. M. C. (Eds.) *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, **1**, pp 63-77.
- Germain, H. (1981), *Flore des Diatomees. Eaux Douces et Saumâtres*. Societe Nouvelle des Éditions Boubee. Paris. 444 pp.
- Heo, W. e Kim, B. (2004), The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. *Hydrobiologia*, **524**, 229-239.
- Huszar, V. L. M.; Silva, L. H. S.; Marinho, M. M. e Melo, S. (1998), Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia*, **369**, 59-72.
- Huszar, V. L. M.; Silva, L. H. S.; Marinho, M.; Domingos, P. e Sant'Anna, C. L. (2000), Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, **424**, 67-77.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/historico/consulta_pcdm.jsp. Data de acesso: 13/02/08.
- John, D. M.; Whitton, B. A. e Brook, A. J. (2002), *The freshwater algal flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge, 702pp.
- Komárek, J. e Fott, B. (1983), *Das Phytoplankton des Süßwasser Systematik und Biologie. 7 Teil: Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. In: Esler, H. J. and Ohle, W. (Eds.): *Die Binnengewässer Begründet von August Thienemann*. Stuttgart. 1044 p.
- Komárek, J. e Anagnostidis, K. (1986), Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 73. Algological Studies*, **43**, 157-226.
- Komárek, J. e Anagnostidis, K. (2005), *Cyanoprokaryota. 2 Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. B. Büdel, G. Gärtner, L. Krienitz, M. Schagerl (Hrsg.) 19/2. Elsevier GmbH, München. 759p.
- Mackereth, F. J. H.; Heron, J. e Talling, J. F. (1978), Water analysis: some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, **36**. Titus Wilson & Sons Ltda, Kendall. 117 p.
- McCune, B. e Mefford, M. J. (1999), PC-ORD for windows. Multivariate Analyses of Ecological Data. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Melo, S. e Huszar, V. L. M. (2000), Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brazil): diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research*, **22**, 63-76.
- Moura, A. N.; Pimentel, R. M. M.; Lira, G. A. S. T.; Chagas, M. G. S. e Bittencourt-Oliveira, M. C. (2006), Composição e estrutura da Comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. *Revista de Geografia*, Recife, **23**, 19-30.
- Moura, A. N.; Dantas, E. W. e Bittencourt-Oliveira, M. C. (2007a), Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco – Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **50**, 645-654.
- Moura, A. N.; Bittencourt-Oliveira, M. C.; Dantas, E. W. e Arruda-Neto, J. D. T. (2007b), Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Botanica Brasilica*, **21**, 641-648.
- Moustaka-Gouni, M.; Vardaka, E. e Tryfon, E. (2007), Phytoplankton species succession in a shallow mediterranean lake (I. Kastoria, Greece): steady-state dominance of *Limnithrix redekei*, *Microcystis aeruginosa* and *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Hydrobiologia*, **575**, 129-140.
- Padisák, J. (1997), *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv Hydrobiologie/Suppl.*, **107**, 563-593.
- Pielou, E. C. (1966), The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, **13**, 131-144.
- Reynolds, C. S.; Huszar, V.; Kruk, C.; Naselli-Flores, L. e Melo, S. (2002), Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, **24**, 417-428.
- Shannon, C. E. e Weaver, W. (1963), *The mathematical theory of communication*, Urbana, Illinois University Press. 177 p.
- Strickland, J. D. H. e Parsons, T. R. (1965), A manual of sea water analysis. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, **125**, 1-185.
- Toledo Jr., A. P. De; Talarico, M.; Chinez, S. J. e Agudo, E. G. (1983), A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. 1-34, Camboriú.
- 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.

Anexos

Tabela 3. Densidade total (org.mL⁻¹) do fitoplâncton durante o período chuvoso (C), 14 e 15/agosto/2007 na subsuperfície (S) e fundo (F) do reservatório Arcoverde durante um ciclo nictemeral.

Espécies	13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00h		TOTAL	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F		
Cyanophyta																
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	375	133	211	252	252	151	286	252	372	246	302	257	252	342	3684	
<i>Chroococcus</i> sp.	40	-	-	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-	20	90	
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	1501	879	649	1339	1309	926	1146	1087	1148	1232	1218	1098	876	232	14639	
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis	1264	1012	1319	1973	1470	1158	1333	1349	1198	1334	3402	1262	1721	1540	21337	
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	968	1160	876	1228	1359	815	1185	252	1077	1098	1117	955	1419	1067	14577	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	20	20	35	50	81	30	79	60	50	41	101	62	20	70	719	
<i>Oscillatoria</i> sp1.	99	-	25	20	91	81	30	91	20	216	131	51	50	60	964	
<i>Oscillatoria</i> sp2.	198	-	-	181	221	-	-	-	-	-	-	113	211	252	1176	
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	138	331	257	181	352	322	375	534	463	287	483	257	282	191	4454	
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-	10	66	
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	89	-	-	91	30	81	30	50	70	31	-	82	81	91	725	
TOTAL	4691	3536	3377	5335	5184	3564	4464	3674	4399	4485	6755	4188	4912	3876	62441	
Chlorophyta																
<i>Actinastrum gracillimum</i> G. M. Smith	-	-	-	-	-	-	10	10	-	10	60	-	-	20	111	
<i>Closterium</i> sp.	20	-	-	-	10	10	10	30	-	-	-	10	10	20	120	
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	-	-	-	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	40	81	
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	79	-	-	91	50	-	20	-	10	21	-	21	-	-	291	
<i>Coelastrum</i> sp.	109	-	176	101	131	302	277	141	211	328	322	236	232	252	2817	
<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle	119	79	86	131	191	111	148	91	91	103	181	185	282	211	2007	
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	99	40	101	50	70	151	59	121	131	113	111	82	131	111	1369	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	336	262	262	302	403	181	336	342	292	277	523	246	242	342	4346	
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	99	35	15	81	70	40	40	70	151	62	60	10	-	20	753	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> Lagerheim	10	10	25	-	-	10	10	20	10	-	10	31	-	10	146	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	-	-	10	10	10	10	40	10	10	21	20	21	-	30	191	
<i>Schroederia</i> sp.	99	30	35	141	111	70	40	81	70	72	91	51	70	111	1071	

Tabela 3. Continuação.

Espécies	13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00h		TOTAL
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10
TOTAL	968	454	710	926	1067	886	988	916	987	1006	1379	893	966	1168	13313
Cryptophyta															
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	691	59	252	413	282	312	227	352	121	123	604	380	503	453	4772
<i>Cryptomonas</i> sp1.	138	44	60	101	30	70	79	101	50	133	70	113	40	161	1193
<i>Cryptomonas</i> sp2.	30	-	25	30	40	30	-	30	30	21	91	31	40	60	458
TOTAL	859	104	337	544	352	413	306	483	201	277	765	523	584	674	6423
Dinophyta															
<i>Peridinium</i> sp.	30	-	-	10	10	20	30	-	-	-	30	21	-	-	
TOTAL	30	-	-	10	10	20	30	-	-	-	30	21	-	-	150
Euglenophyta															
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	10	10	-	
TOTAL	-	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	10	10	-	61
Herokontophyta															
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	198	119	111	181	161	91	148	181	111	236	302	195	252	191	2476
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	49	-	55	60	40	20	79	101	70	41	60	21	40	50	688
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	-	5	5	-	-	-	10	10	-	-	-	-	-	-	30
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	89	-	25	10	81	40	10	91	111	62	50	51	40	81	740
<i>Mallomonas</i> sp.	-	5	-	-	-	10	10	10	10	21	10	-	-	-	76
TOTAL	336	128	196	252	282	161	257	393	302	359	423	267	332	322	4010

Tabela 4. Densidade total (org.mL⁻¹) do fitoplâncton durante o período de estiagem (E), 13 e 14/novembro/2007, na subsuperfície (S) e fundo (F) do reservatório Arcoverde durante um ciclo nictemeral.

Espécies	13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00		TOTAL
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
Cyanophyta															
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	209	52	374	-	105	209	157	-	52	103	209	157	105	107	1840
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	64228	8585	57634	21554	63914	7328	61297	6107	57737	5235	58470	5706	58575	2083	478453
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis	11621	7538	11270	8262	11778	6962	13662	6261	10417	7698	8742	8271	10417	5662	128560
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	1466	4973	2350	4824	2094	4763	1884	7133	2094	4824	2041	5653	1937	4754	50791
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	-	-	53	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	106
<i>Oscillatoria</i> sp1.	-	-	-	51	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-	103
<i>Oscillatoria</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	52
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	-	52	-	-	105	-	-	51	-	-	-	52	52	-	313
<i>Raphidiopsis curvata</i> F.E. Fritsch & M.F. Rich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4240	-	2827	53	7120
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	209	105	214	103	785	52	890	51	1204	-	1047	52	1204	-	5916
TOTAL	77733	21305	71895	34795	78780	19316	77943	19655	71504	17859	74802	19891	75116	12659	673254
Chlorophyta															
<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	52	51	-	-	-	-	104
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	52
<i>Coelastrum</i> sp.	-	157	374	257	209	262	366	51	-	-	262	52	-	-	1990
<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle	262	52	214	-	105	52	-	154	105	-	209	-	523	53	1730
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	105	-	53	-	105	-	52	-	-	-	-	-	-	-	315
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	366	105	53	-	419	52	157	51	157	103	471	209	105	160	2409
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	157	-	107	-	52	-	-	-	52	-	-	-	52	-	421
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	52
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	-	52	-	-	52	52	-	-	-	-	52	-	-	-	209
<i>Scenedesmus acuminatus</i> Lagerheim	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53
<i>Schroederia</i> sp.	105	-	107	-	262	52	105	-	52	-	105	52	52	-	892

Tabela 4. Continuação.

Espécies	13:00h		17:00h		21:00h		01:00h		05:00h		09:00h		13:00		TOTAL
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
<i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	52
TOTAL	995	366	961	257	1204	471	785	257	419	154	1099	314	785	214	8281
Cryptophyta															
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	1309	-	320	154	628	52	366	51	366	-	628	-	890	-	4766
<i>Cryptomonas</i> sp1.	366	-	-	-	-	-	-	-	733	-	105	-	105	-	1309
<i>Cryptomonas</i> sp2.	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157	-	209
TOTAL	1727	0	320	154	628	52	366	51	1099	0	733	0	1152	0	6284
Dinophyta															
<i>Peridinium</i> sp.	52	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105
TOTAL															
Euglenophyta															
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-	105
TOTAL															
Herokontophyta															
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	262	209	641	205	471	52	262	103	157	51	262	157	209	-	3042
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-	51
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	105	52	53	411	262	262	157	308	105	103	105	105	52	214	2292
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	52
TOTAL	366	262	694	616	733	314	471	462	262	154	366	262	262	214	5437

Brazilian Archives of Biology and Technology

ISSN 1678-4324 *online version* ISSN 1516-8913 *printed version*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope The Brazilian Archives of Biology and Technology, publishes original research papers, Short notes and Review articles in English in the interdisciplinary areas of biological sciences and engineering/technology.

Preparation of manuscripts

Submission of paper implies that it has not been published or being considered for publication elsewhere. Care should be taken to prepare a compact manuscript with precision in presentation, which will help authors in its acceptance. All the papers are subjected to review by referees.

Manuscript

Three copies of the single-spaced typed manuscript (maximum 12 pages) on a high grade A-4 size paper (210x297 mm), with margins (left 25, right 20, superior and inferior 30 mm) should be prepared. This should be divided under the following headings: **ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGEMENTS, RESUMO, REFERENCES.** These headings should be typed in bold upper case (12 font).

Title

The title (18 font, bold) of the paper should clearly reflect its contents. It should be followed by the name(s) of author(s) with expanded initials (12 font, bold) and the address(s) (*italic*, 10 font) of the institution(s) where the work has been carried out.

ABSTRACT

Each paper should be provided with an abstract (*italic*) of 100-150 words, describing briefly on the purpose and results of the study. It should be prepared as concisely as possible.

Key words

Authors should provide three to six key words that will be used in indexing their paper.

INTRODUCTION

This should describe the background and relevant information about the work. It should also state the objective of the work.

MATERIALS AND METHODS

Authors must take care in providing sufficient details so that others can repeat the work. Standard procedures need not be described in detail.

RESULTS AND DISCUSSION

Results and Discussion may be presented separately or in combined form (authors may decide easier way for them). Preliminary work or less relevant results are not to be described. The reproducibility of the results, including the number of times the experiment was conducted and the number of replicate samples should be stated clearly

RESUMO

An abstract of the paper should also be prepared in Portuguese and placed before the list of References. Authors from other than Latin American countries can seek the help of Editor's office to prepare Portuguese resumo of their papers.

REFERENCES

References in the text should be cited at the appropriate point by the name(s) of the author(s) and year (e.g. Raimbault & Roussos, 1996; Raimbault *et al.*, 1997). A list of references, in the alphabetic order (10 font), should appear at the end of the manuscript. All references in the list should be indicated at some point in the text and vice versa. Unpublished results should not be included in the list. Examples of references are given below.

In journals:

Pandey, A. (1992), Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.*, 27, 109-117

Thesis:

Chang, C. W. (1975), Effect of fluoride pollution on plants and cattle. PhD Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi, India

In books:

Tengerdy, R. P. (1998), Solid substrate fermentation for enzyme production. In-
Advances in Biotechnology, ed. A. Pandey. Educational Publishers & Distributors, New
Delhi, pp. 13-16

Pandey, A. (1998), *Threads of Life*. National Institute of Science Communication, New
Delhi

In conferences:

Davison, A. W. (1982), Uptake, transport and accumulation of soil and airborne
fluorides by vegetation. Paper presented at 6th International Fluoride Symposium, 1-3
May, Logan, Utah

Tables and Figures

Tables and figures, numbered consecutively with arabic numerals must be inserted at
appropriate place in the text. These should be used to present only those data, which can
not be described in the text.

Units and Abbreviations

The SI system should be used for all experimental data. In case other units are used,
these should be added in parentheses. Only standard abbreviations for the units should
be used. Full stop should not be included in the abbreviation (e.g. m, not m. or rpm, not
r.p.m.). Authors should use '%' and '/' in place of 'per cent' and 'per'.

Manuscript lay-out

It is suggested that authors consult a recent issue of the journal for the style and layout.
Except the title, abstract and key words, entire text should be placed in two columns on
each page. Footnotes, except on first page indicating the corresponding author (8 font)
should not be included. The entire manuscript should be prepared in Times New Roman,
11 font (except reference list, which should be in 10 font).

Spacing

Leave one space between the title of the paper and the name(s) of the author(s), and
between the headings and the text. No space should be left between the paragraphs in
the text. Leave 0.6-cm space between the two columns.

Electronic submission

Manuscript should be accompanied by a diskette indicating the name and version of the word processing programme used (use only MS Word 6/7 or compatible).

Referees

When submitting the manuscript authors may suggest up to three referees, preferably from other than their own countries, providing full name and address with email. However, the final choice of referees will remain entirely with the Editor.

Page charges and reprints

There will be no page charges. Reprints can be ordered up on acceptance of the paper. Manuscripts and all correspondence should be sent to the Editor, Prof. Dr. Carlos R. Soccol - Brazilian Archives of Biology and Technology ([address below](#)).