

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160  
v.5, n.4, p.592-599, out.-dez., 2010  
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br  
DOI: 10.5239/agraria.v5i4.1023  
Protocolo 1023 – 13/07/2010 \*Aprovado em 18/10/2010

Micheline K. Cordeiro-Araújo<sup>1</sup>

Eduardo V. Fuentes<sup>1</sup>

Nísia K. V. Aragão<sup>1</sup>

Maria do C. Bittencourt-Oliveira<sup>2,3</sup>

Ariadne do N. Moura<sup>1,3</sup>

# Dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em reservatório de abastecimento público do semiárido brasileiro

## RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de conhecer a estrutura e a dinâmica do fitoplâncton no reservatório Bitury (Pernambuco, Brasil), ao longo de dois períodos sazonais, relacionando a variação da densidade com as características físicas e químicas (pH, temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, fósforo e nitrogênio totais). Amostras foram coletadas em agosto e outubro/2008 (período de estiagem), fevereiro e abril/2009 (período chuvoso), em duas estações e profundidades. Foram identificados 92 táxons. Bacillariophyceae apresentou maior densidade, enquanto Chlorophyceae apresentou maior diversidade. No período de estiagem, *Melosira varians* foi predominante, enquanto no período chuvoso *Aulacoseira granulata*, *Geitlerinema amphibium* e *Cylindrospermopsis raciborskii* foram mais abundantes. A Análise de Correspondência Canônica mostrou alta correlação entre dados bióticos e abióticos, sendo a temperatura e o pH as variáveis mais significativas. A turbidez e o nitrogênio total determinam a disponibilidade de luz e nutrientes, influenciando a composição específica e as densidades populacionais.

Palavras-chave: Sazonalidade, variação temporal, variáveis abióticas.

## Phytoplankton dynamics related to environmental conditions in a Brazilian semiarid water supply reservoir

## ABSTRACT

This study investigated the structure and dynamics of phytoplankton in Bitury Reservoir (Pernambuco, Brazil), over two season periods, relating the variations of density to physicochemical characteristics (pH, water temperature, electrical conductivity, turbidity, total phosphorus and total nitrogen). Samples were taken in August and October/2008 (dry period), February and April of 2009 (rainy period) in two seasons and depths. 92 taxa were identified. Bacillariophyceae showed higher densities, while Chlorophyceae showed greater diversity. During the dry period, *Melosira varians* was dominant, whereas in the rainy period, *Aulacoseira granulata*, *Geitlerinema amphibium* and *Cylindrospermopsis raciborskii* were more abundant. The Canonical Correspondence Analysis showed high correlation between the biotic and abiotic data, in which the temperature and pH were the significant variables. Turbidity and total nitrogen are responsible for light and nutrients availability and affect the specific composition and population densities.

Key words: Seasonality, temporal variation, abiotic variables.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Ciências Biológicas. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3320-6362. Fax: (81) 3320-6361. E-mail: mi\_kezia@yahoo.com.br; vetromilla@gmail.com; nisiakarine@yahoo.com.br; ariadne@db.ufrpe.br

<sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Ciências Biológicas. Av. Pádua Dias 11, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. Fone: (19) 3429-4128. Fax: (19) 3434-8295. E-mail: mbitt@esalq.usp.br

<sup>3</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

Reservatórios são importantes ecossistemas aquáticos artificiais, devido à multiplicidade de usos a que estão sujeitos, tais como contenção de enchentes, abastecimento público e geração de energia elétrica (Tundisi, 2005). No semiárido brasileiro, essa importância torna-se mais evidente, em função dos longos períodos de estiagem observados na região.

O fitoplâncton é fundamental na produtividade primária e no funcionamento de reservatórios, sendo de grande importância o conhecimento das suas características ecológicas, tais como variações temporais de densidade, diversidade e coexistência de espécies (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Esse conhecimento pode levar à identificação de períodos favoráveis à ocorrência de florações algais, informação fundamental para o gerenciamento de recursos hídricos, em função da potencialidade tóxica de determinadas espécies (Bouvy et al., 1999; Tundisi, 2005).

Variáveis ambientais como intensidade luminosa, concentração de nutrientes, pH e temperatura são decisivas na composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, e isso tem sido demonstrado em diversos estudos no Brasil e Nordeste brasileiro (Huszar et al., 1998; Tucci & Sant'Anna, 2003; Bicudo et al., 2006; Dantas et al., 2008; Chellapa et al., 2008, 2009; Bouvy et al., 2001, 2003; Moura et al., 2007a, 2007b). No entanto, são poucos os trabalhos realizados em reservatórios com baixo grau de trofia (oligo-mesotróficos), principalmente em regiões semiáridas.

Devido à necessidade de conservação de ambientes com água de boa qualidade, e à importância que as comunidades aquáticas como a fitoplanctônica possuem nesse contexto,

esses estudos tornam-se indispensáveis ao manejo adequado destes recursos. Dessa forma, o presente estudo objetivou conhecer a estrutura e a dinâmica espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil, investigando sua relação com os fatores ambientais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O reservatório Bitury (Barragem Engenheiro Severino Guerra – 08°18'35" S e 36°25'36" W) está localizado no município de Belo Jardim (Pernambuco, Brasil), tendo sido construído com o propósito principal de suprir as necessidades de abastecimento público da região, sendo considerado como mesotrófico. Formado a partir do barramento do Rio Bitury, apresenta capacidade máxima de 17.776.470 m<sup>3</sup>, sendo responsável pelo abastecimento de aproximadamente 200 mil habitantes. O clima da região é tropical chuvoso, com verão seco. O período chuvoso está compreendido entre fevereiro e junho, e o período de estiagem entre julho e janeiro (CPRH, 2004).

As amostragens foram realizadas em agosto e outubro/2008 (período de estiagem), fevereiro e abril/2009 (período chuvoso), em duas estações e profundidades (superfície e fundo), sendo a primeira (E1) situada próxima à tomada para abastecimento público, e a segunda (E2) na região central do reservatório (Figura 1). As coletas para análises taxonômicas e quantitativas foram feitas com garrafa *Van dorn* e preservadas em lugol acético 4%. A estrutura da comunidade foi avaliada através da riqueza específica e da densidade

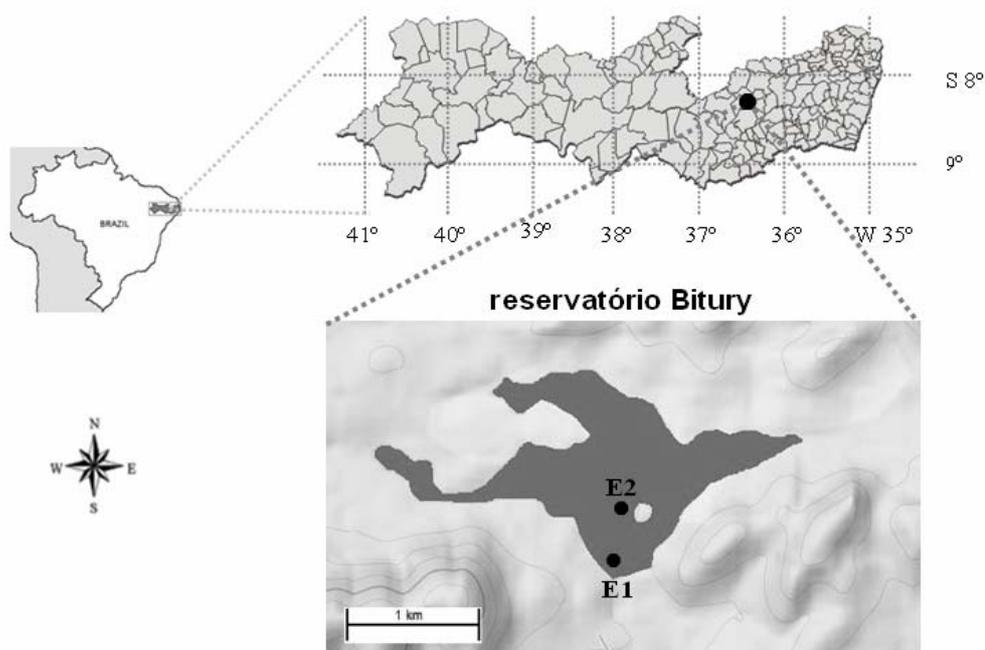


Figura 1. Mapa e localização das estações de amostragem no reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil (Estação de amostragem 1, E1; Estação de amostragem 2, E2).

Figure 1. Map and location of the sampling stations in Bitury reservoir, Pernambuco, Brazil (Sampling station 1, E1; Sampling station 2, E2).

(Cél mL<sup>-1</sup>). Os organismos foram quantificados em câmara de sedimentação (Utermöhl, 1958), sendo analisado um transecto completo por amostra, segundo cálculos propostos por Weber (1973). O sistema de classificação adotado seguiu Van den Hoek et al. (1997), para as classes Cryptophyceae, Dinophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae. As exceções foram Bacillariophyceae e Cyanophyceae, para as quais foram usados Round et al. (1990) e Komárek & Anagnostidis (2000; 2005), respectivamente. Foram mensuradas, em campo, as variáveis temperatura da água (Temp) (Oxímetro Handylab OX1/SET), turbidez (Turb) (Turbidímetro HANNA HI93703), condutividade elétrica (CE) (Conduvímetero Handylab LF1) e pH (Potenciômetro DMPH - 2), e estimados em laboratório, o nitrogênio total (NT) e o fósforo total (PT), conforme metodologia proposta por Valderrama (1981).

Para relacionar as variáveis ambientais com os dados bióticos, realizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), através do programa CANOCO 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 1998). A matriz biológica utilizou espécies com densidades acima de 20%. As densidades foram transformadas por  $[\log(x+1)]$ . A significância das variáveis ambientais foi determinada pela rotina “forward selection”, utilizando teste Monte Carlo (499 permutações aleatórias).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água apresentou tendência de aumento, atingindo valores máximos em abril/2009 (E1/superfície = 30,90°C; E2/superfície = 31,00°C) quando a amplitude entre superfície e fundo foi de aproximadamente 5°C. A turbidez foi mais elevada em agosto/2008 e fevereiro/2009 (E2/superfície = 46,89 UNT e E1/fundo = 49,56 UNT, respectivamente), registrando valor mínimo na superfície em abril/2009 (0,00

UNT). O pH foi levemente ácido no fundo, mantendo-se próximo da neutralidade na superfície durante o período chuvoso. A condutividade elétrica demonstrou tendência de aumento, sendo mais elevada no fundo (E2 = 198,00  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , em abril/2009). O fósforo total, assim como o nitrogênio total, variou entre estações e profundidades, mantendo-se geralmente mais elevado no fundo, com valores mínimos em fevereiro/2009 na superfície (E1 = 7,47  $\mu\text{g L}^{-1}$ ; E2 = 17,93  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), para o nitrogênio total (Tabela 1).

A variação dos valores entre superfície e fundo, assim como entre estações, foi pequena, caracterizando boas condições de mistura, principalmente durante o período de estiagem. Esse fato pode estar relacionado com a pequena profundidade do reservatório (máxima: 13 m). Em abril/2009, as diferenças observadas entre superfície e fundo para algumas variáveis demonstram a ocorrência de estratificação, possivelmente de caráter diurno.

De acordo com Bouvy et al. (2003), a maioria dos reservatórios das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro apresenta estratificação térmica diurna. Esse fenômeno, conhecido como atelomixia, ocorre devido à mudança na densidade da água nas camadas superficiais, provocada pela elevação da temperatura do ar e pela incidência solar durante o dia, criando estratos que se desfazem com o esfriamento à noite. Chellappa & Costa (2003) apontaram que essa condição favorece importantes movimentos convectivos de mistura da coluna d'água, promovendo disponibilização de nutrientes do fundo para a superfície.

O fitoplâncton esteve representado por 92 táxons distribuídos em 8 classes: Cyanophyceae (12), Bacillariophyceae (25), Chlorophyceae (40), Euglenophyceae (8), Cryptophyceae (2), Chrysophyceae (2), Dinophyceae (2) e Xanthophyceae (1).

A densidade total foi mais elevada em outubro/2008, sendo sempre menor no fundo, à exceção de agosto/2008, em E2

Tabela 1. Valores das variáveis físicas e químicas nas diferentes estações e profundidades do reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil (S, superfície; F, fundo)

Table 1. Physical and chemical variables values in different stations and depths of Bitury reservoir, Pernambuco, Brazil (S, surface; F, bottom)

Variável		Período de estiagem				Período chuvoso			
		Ago/08		Out/08		Fev/09		Abr/09	
		E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Temperatura (°C)	S	23,20	23,10	24,40	24,30	26,90	26,90	30,90	31,00
	F	22,60	22,60	23,80	23,70	25,90	25,90	26,20	26,10
Turbidez (UNT)	S	44,76	49,56	7,06	9,34	41,50	43,54	0,00	0,00
	F	44,47	44,92	8,48	9,48	46,89	41,35	8,94	60,84
pH	S	6,35	6,51	6,34	7,00	7,21	7,05	7,09	7,23
	F	6,46	6,55	6,86	7,29	6,88	6,80	6,66	6,64
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	S	125,50	125,80	130,30	126,00	153,00	152,50	154,50	164,00
	F	130,40	127,50	131,10	132,60	154,30	154,40	157,50	198,00
Fósforo total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	S	482,22	133,95	169,20	203,04	191,76	259,44	380,21	401,53
	F	176,25	172,02	148,05	186,12	329,94	291,87	403,31	426,41
Nitrogênio total ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	S	282,30	271,91	147,91	351,09	7,47	17,93	26,89	118,03
	F	62,75	349,60	283,86	26,89	17,93	92,63	100,10	245,02

(Tabela 2). Bacillariophyceae apresentou predominância sobre as demais. Chlorophyceae apresentou maior riqueza, fato observado em grande parte dos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros.

As densidades das Cyanophyceae permaneceram abaixo do limite estabelecido pela resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que é de 20.000 Cél mL<sup>-1</sup>. Densidades menores de cianobactérias podem estar relacionadas aos valores do pH, que foram geralmente de ácidos a neutros, desfavorecendo seu desenvolvimento. De acordo com Watson et al. (1997), o pH alcalino é um dos fatores condicionantes à dominância dessas algas.

A composição específica do fitoplâncton modificou-se entre as amostragens, com maiores densidades de *Melosira varians* C. Agardh no período de estiagem, principalmente em agosto/2008, e *Coelastrum astroideum* De Notaris em outubro/2008. Em fevereiro/2009, *M. varians* e *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen foram mais abundantes, permanecendo esta última com densidades mais elevadas em abril/2009, juntamente com *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis e *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju (Figura 2).

Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 58,8% da variabilidade dos dados abióticos. As variáveis ambientais explicaram 66,2% da variabilidade, com alta correlação entre as variáveis bióticas e abióticas em ambos os eixos. Temperatura e pH foram as variáveis consideradas significativas pelo teste Monte Carlo, obtendo os maiores escores nos eixos 1 e 2, respectivamente (Tabela 3).

A representação gráfica da CCA revelou a influência das variáveis físicas e químicas no padrão de distribuição das espécies, com o primeiro eixo representando o gradiente sazonal da temperatura, separando os períodos sazonais, enquanto que o segundo separou as amostragens do período de estiagem, representando o gradiente da disponibilidade de luz (Figura 3).

Segundo Chellappa et al. (2008), a dinâmica de nutrientes em reservatórios do semiárido é controlada, principalmente, pela variação sazonal das condições climatológicas e hidrológicas. Em períodos de chuva, a entrada de material alóctone na bacia promove diminuição da penetração da luz (aumento da turbidez), podendo desencadear processos de sucessão no fitoplâncton. Tais processos de sucessão puderam ser observados, no presente estudo, através das mudanças na composição e densidade fitoplanctônica, durante os diferentes períodos sazonais.

O segundo eixo do gráfico da CCA revelou o processo de sedimentação que ocorreu no reservatório, sendo agosto/2008 o final do período chuvoso e início da estiagem, e outubro/2008 a fase com tempo de residência mais elevado. Nesse último mês, *Coelastrum reticulatum* apresentou elevada densidade, sendo favorecida pela baixa turbidez, pH alcalino e maior concentração de nitrogênio em E2. De acordo com Reynolds et al. (2002), espécies do gênero *Coelastrum* predominam em ambientes pouco profundos e enriquecidos com nutrientes, sendo favorecidas por condições de alta disponibilidade de luz.

Tabela 2. Valores da densidade (Cél mL<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas nas diferentes estações e profundidades do reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil (S, superfície; F, fundo)

Table 2. Density values (Cel mL<sup>-1</sup>) of phytoplankton classes in different stations and depths of Bitury reservoir, Pernambuco, Brazil (S, surface; F, bottom)

Classe		Período de estiagem				Período chuvoso			
		Ago/08		Out/08		Fev/09		Abr/09	
		E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
Cyanophyceae	S	202	131	457	614	254	147	900	601
	F	223	231	313	142	69	345	980	652
Bacillariophyceae	S	2756	796	3218	3280	401	473	980	951
	F	1753	1324	2163	1683	387	1007	275	804
Chlorophyceae	S	1033	1880	283	831	660	804	224	678
	F	423	2525	983	427	152	93	56	123
Euglenophyceae	S	8	3	59	32	27	64	61	40
	F	0	11	31	0	19	35	11	5
Dinophyceae	S	0	0	0	0	5	13	0	11
	F	0	0	0	0	0	3	0	0
Cryptophyceae	S	41	11	40	40	43	64	16	21
	F	8	10	18	8	5	5	0	0
Chrysophyceae	S	11	3	5	5	0	0	16	11
	F	5	13	3	0	0	0	0	0
Xantophyceae	S	0	0	3	0	0	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	S	4051	2823	4065	4802	1389	1565	2198	2313
	F	2412	4114	3510	2259	633	1488	457	1584

Tabela 3. Proporção explicada da variância dos dados de fitoplâncton ( $\lambda$ ), correlação entre variáveis bióticas e abióticas (CC), e percentuais da variância explicada pela relação biótico-abiótico dos dois primeiros eixos da CCA; Correlação entre variáveis ambientais e eixos gerados, significância do teste Monte Carlo (499 permutações irrestritas) e variância explicada

Table 3. Explained proportion of the phytoplankton data variance ( $\lambda$ ), biotic and abiotic variable correlations (CC), and variance percentage explained by the biotic and abiotic relationship of the first two axes of CCA; Correlation between environmental variables and the two first axes, significance of Monte Carlo test (499 unrestricted permutations) and variance explained by the variables

	CCA		p	variância
	Eixo 1	Eixo 2		
$\lambda$	34,6	24,2		
Correlação espécies-ambiente (CC)	0,88	0,87		
% variância (Biótico-abiótico)	52,3	36,5		
	Eixo 1	Eixo 2	p	variância
Temperatura da água	0,68	0,49	0,01	0,16
Turbidez	-0,04	-0,65	0,09	0,08
pH	-0,02	0,74	0,01	0,10
Condutividade elétrica	0,42	0,24	0,33	0,07
Fósforo total	0,46	0,10	0,69	0,06
Nitrogênio total	-0,40	-0,34	0,59	0,06

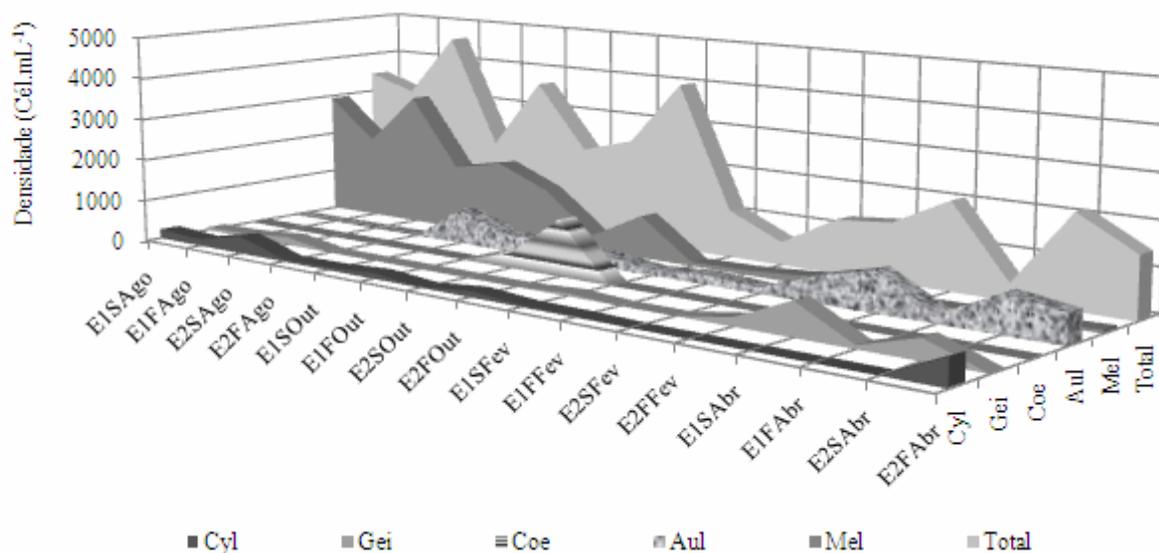


Figura 2. Variação das espécies mais abundantes e da densidade total no reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil (Cyl, *Cylindrospermopsis raciborskii*; Gei, *Geitlerinema amphibium*; Coe, *Coelastrum astroideum*; Aul, *Aulacoseira granulata*; Mel, *Melosira varians*).

Figure 2. Variation of the most abundant species and total density variation in Bitury reservoir, Pernambuco, Brazil (Cyl, *Cylindrospermopsis raciborskii*; Gei, *Geitlerinema amphibium*; Coe, *Coelastrum astroideum*; Aul, *Aulacoseira granulata*; Mel, *Melosira varians*).

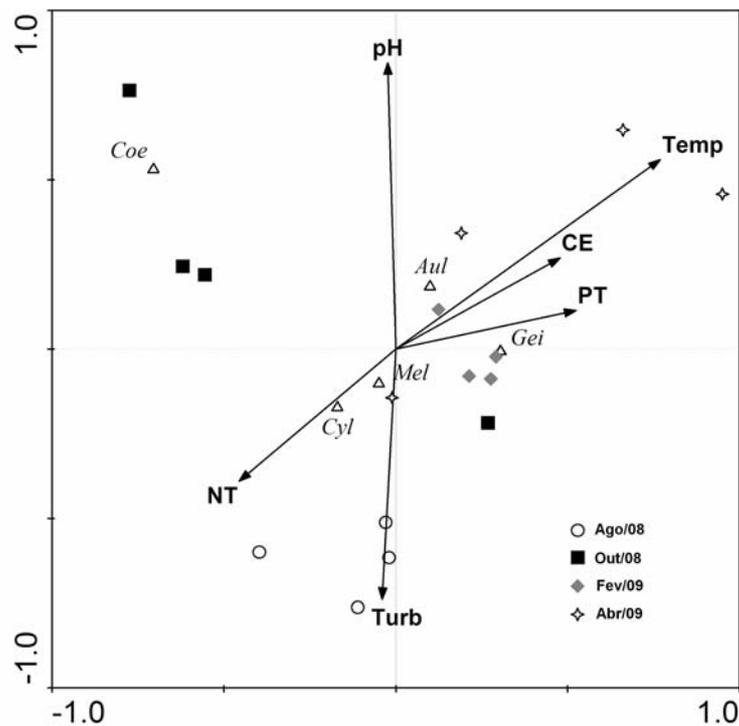


Figura 3. Diagrama de ordenação da CCA mostrando os períodos amostrais, variáveis ambientais e espécies mais abundantes no reservatório Bitury, Pernambuco, Brasil (Aul, *Aulacoseira granulata*; Coe, *Coelastrum reticulatum*; Gei, *Geitlerinema amphibium*; Cyl, *Cylindrospermopsis raciborskii*; Mel, *Melosira varians*; PT, fósforo total; NT, nitrogênio total; CE, condutividade elétrica; Turb, turbidez; Temp, temperatura da água).

Figure 3. CCA ordination diagram showing sampling periods, environmental variables and abundant species in Bitury reservoir, Pernambuco, Brazil (Aul, *Aulacoseira granulata*; Coe, *Coelastrum reticulatum*; Gei, *Geitlerinema amphibium*; Cyl, *Cylindrospermopsis raciborskii*; Mel, *Melosira varians*; PT, total phosphorus; NT, total nitrogen; CE, electric conductivity; Turb, turbidity; Temp, water temperature).

*Melosira varians* ocorreu durante todo o estudo, predominando durante o período de estiagem na maioria das estações e profundidades. Diatomáceas cêntricas, como *M. varians* e *Aulacoseira granulata*, tem preferência por condições de menor disponibilidade de luz, sendo frequentes e abundantes em ambientes com mistura vertical da coluna d'água (Reynolds et al., 2002).

Em fevereiro/2009, essas espécies foram mais abundantes. A baixa densidade total observada, além dos baixos valores de nitrogênio total, demonstra que esse período foi de alta renovação de água, em função do aumento no aporte hídrico. Como consequência, observou-se maior mistura e diminuição no tempo de residência, fatores que favoreceram o sucesso das diatomáceas.

Diversos estudos têm demonstrado que temperaturas mais elevadas, associadas à alta disponibilidade de nutrientes e estabilidade da coluna d'água, são fatores que promovem o desenvolvimento de cianobactérias filamentosas em reservatórios (Nixdorf et al., 2003; Chellapa & Costa, 2003; Fuentes et al., 2010). A estratificação observada (temperatura, pH e turbidez) em abril/2009 favoreceu as cianobactérias

*Cylindrospermopsis raciborskii* e *Geitlerinema amphibium*, que foram mais abundantes no reservatório.

Apesar da resposta do fitoplâncton permanecer limitada pela disponibilidade de nitrogênio e pela renovação da água em períodos chuvosos, considera-se que o reservatório Bitury pode estar em processo de eutrofização, pois apresenta condições propícias a este processo, como elevadas concentrações de nutrientes (fósforo) durante grande parte do período estudado, além da presença constante de espécies de cianobactérias muito frequentes em ambientes eutrofizados. É necessário ressaltar que as condições observadas neste estudo podem se modificar na ocorrência de eventos mais prolongados de estiagem e, dessa forma, o desenvolvimento de cianobactérias pode ser favorecido pelo aumento no tempo de residência e na estabilidade térmica, a exemplo do que se observa em outros reservatórios de abastecimento da região semiárida. Em função disso, torna-se indispensável o monitoramento limnológico do reservatório para fins de conservação da qualidade da água e preservação da saúde pública.

## CONCLUSÕES

A resposta do fitoplâncton às variações sazonais das condições ambientais é evidenciada no estudo através das modificações observadas na estrutura da comunidade.

O reservatório Bitury apresenta-se misturado na maior parte do estudo, favorecido pelas profundidades relativamente baixas, tendo predominância de diatomáceas em termos de densidade.

Os processos de aporte hídrico e sedimentação de sólidos são determinantes na turbidez e na disponibilidade de luz, que por sua vez, influenciaram a dinâmica das espécies na comunidade, conforme resultados obtidos na CCA.

Níveis baixos de nitrogênio total levam à ocorrência de menores densidades totais do fitoplâncton.

No período de temperatura mais elevada, a estabilidade térmica favorece o desenvolvimento de cianobactérias, que permaneceram em níveis aceitáveis pelas normas preconizadas pelo CONAMA, embora a sua presença constante ao longo de todo o estudo possa indicar sinais de alerta.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

## LITERATURA CITADA

- Bicudo, D.C.; Ferragut, C.; Crossetti, L.O.; Bicudo, C.E.M. Efeitos do Represamento sobre a Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica do Reservatório de Rosana, Baixo Rio Paranapanema, Estado de São Paulo. In: Nogueira, M.G.; Henry, R.; Jorcin, A. (Orgs.) Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos: 2006. p.349-377.
- Bouvy, M.; Molica, R.; DE Oliveira, S.; Marinho, M.; Becker, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. *Aquatic Microbiol Ecology*, v.20, n.3, p.285-297, 1999.
- Bouvy, M.; Pagano, M.; Trousselier, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). *Aquatic Microbial Ecology*, v.25, n.3, p.215-227, 2001.
- Bouvy, M.A.; Nascimento, S.M.; Molica, R.J.R.; Ferreira, A. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. *Hydrobiologia*, v.493, n.1-3, p.115-130, 2003.
- Chellappa, N.T.; Borba, J.M.; Rocha, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.68, n.3, p.477-494, 2008.
- Chellappa, N.T.; Chellappa, T.; Câmara, F.R.A.; Rocha, O.; Chellappa, S. Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir. *Limnologia*, v.39, p.273-282, 2009.
- 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*, v.24, Supplement 1, p.3-10, 2003.
- Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos - CPRH. Relatório da Bacia de Ipojuca e do Reservatório de Tapacurá – 2004. <http://www.cprh.pe.gov.br>. 28 Nov. 2008.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. 05 Jul. 2010.
- Dantas, E.W.; Severi, W.; Moura, E.G.J.; Moura, A.N. Heterogeneidade espacial da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Araras, Estado do Ceará. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Albuquerque, U.P. (Orgs.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Recife-PE: NUPEA, 2008. p.181-208.
- Fuentes, E.V.; Oliveira, H.S.B.; Cordeiro-Araújo, M.K.; Severi, W.; Moura, A.N. Variação espacial e temporal do fitoplâncton no Rio de Contas, Bahia, Brasil, *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v.5, n.2, p.13-25, 2010.
- Huszar, V.L.M.; Silva, L.H.S.; Domingos, P. Marinho, M.; Melo, S. Phytoplankton species composition in more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia*, v. 369/370, n.0, p.59-71, 1998.
- Komárek, J.; Anagnostidis K. Cyanoprokaryota 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. In: Büdel, B.; Krienitz, L.; Gärtner, G.; Schagerl, M. (Eds.) *Süßwasserflora Von Mitteleuropa 19/ 2*. Heidelberg: Elsevier/Spektrum, 2005. p.1-759.
- Komárek, J.; Anagnostidis, K. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. In: Büdel, B.; Krienitz, L.; Gärtner, G.; Schagerl, M. (Eds.) *Süßwasserflora Von Mitteleuropa 19/1*. Heidelberg: Elsevier/Spektrum, 2000.
- Moura, A.N.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Falcão, D.P.M.; Soriano, H.B.O.; 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*, v.24, n.2, p.154-177, 2007b.
- 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*, v.50, n.4, p.645-654. 2007a.
- Nixdorf, B.; Mischke, U.; Rucker, J. Phytoplankton assemblages and steady state in deep and shallow eutrophic lakes – an approach to differentiate the habitat properties of Oscillatoriales. *Hydrobiologia*, v.502, n.1-3, p.111-121, 2003.
- Reynolds, C.S.; Huszar, V.; Kruk, C.; Naselli-Flores, L.; Melo, S. Towards a functional classification of the freshwater

- phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, v.24, n.5, p.417-428, 2002.
- Round, F.E.; Crawford, R.M.; Mann, D.G. *The Diatoms: Biology and Morphology at the genera*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747p.
- Ter Braak, C.J.E.; Smilaver, P. *CANOCO Reference Manual and User's Guide to CANOCO for Windows*. Wageningen: Centre for Biometry, 1998. 351p.
- Tucci, A.; Sant'Anna, C.L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, v.26, n.1, p.97-112, 2003.
- Tundisi, J.G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. 2.ed. São Carlos: Rima, IIE, 2005. 248p.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632p.
- Utermöhl, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - Methodic. *Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte, Limnologie*, v.9, n. 1, p.1-38. 1958.
- Valderrama, G.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, v.10, n.2, p.109-122. 1981.
- Van Den Hoek, C.; Mann, D.G.; Jahns, M. *An introduction to phycology*. Cambridge: Cambridge University Press, 627p. 1997
- Watson, S.B.; McCauley, E.; Downing, J.A. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limnology and Oceanography*, v.42, n.3, p.487-495, 1997.
- Weber, C.I. *Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents*. Cincinnati, OH: National Environmental Research Center/Office of Research & Development/U.S. Environmental Protection Agency. 1973. 194p. (EPA-670/4-73-001).