

MICROALGAS E QUALIDADE DA ÁGUA DE MANANCIAL UTILIZADO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO LOCALIZADO NA REGIÃO METROPOLITANA DA CIDADE DO RECIFE, PE, BRASIL

Ariadne do Nascimento MOURA¹

Maria do Carmo BITTENCOURT-OLIVEIRA²

Diogo Falcão Pereira de MENDONÇA³

Helton Soriano Bezerra de OLIVEIRA¹

Ênio Wocyli DANTAS^{4,1}

Rejane Magalhães de Mendonça PIMENTEL¹

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a composição e densidade do fitoplâncton e analisar a qualidade da água do reservatório de Duas Unas (8°05'31,5'' S e 35°02'19,2''). Realizaram-se coletas mensais em duas estações (uma na zona litorânea e outra na zona pelágica) em duas profundidades, no período de março/2000 a fevereiro/2001. As variáveis abióticas (temperatura da água, turbidez, condutividade, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, transparência da água) foram medidas em *in situ* com uma sonda modelo Horiba U – 10. Dados climatológicos foram obtidos na Secretaria de Recursos Hídricos de Recife/PE. Para a análise da composição fitoplanctônica foram feitos arrastos horizontais com rede de plâncton e para quantificação desta comunidade, as amostras foram coletadas com garrafa de Kemmerer e contadas segundo o método de Utermöhl. As espécies foram enquadradas em associações fitossociológicas propostas por Reynolds. Os fatores abióticos foram correlacionados com o fitoplâncton. O sistema apresentou geralmente águas levemente ácidas, misturadas termicamente, bem oxigenadas e com baixa transparência. Foram identificadas 51 espécies distribuídas nas divisões Chlorophyta (26 spp.), Bacillariophyta (13 spp.), Cyanophyta (7 spp.), Euglenophyta (3 spp.) e Dinophyta e Cryptophyta (1 sp.). Sete táxons apresentaram dominância em pelo menos uma unidade amostral, com destaque para a associação P, representada por *Melosira varians*. Esta espécie é típica de ambientes eutróficos misturados, adequa-se às condições ambientais verificadas no reservatório de Duas Unas.

Palavras-chave: Qualidade da água, reservatório, abastecimento público, microalgas.

¹ Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua D. Manoel de Medeiros, S/N. CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: ariadne@db.ufrpe.br, ariadne_moura@hotmail.com.

² Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, SP, Brasil.

³ Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos hídricos, Setor de monitoramento das águas superficiais, CPRH-PE, Brasil.

⁴ Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Campus V, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: eniowocyli@yahoo.com.br.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the composition and density of phytoplankton and analyze water quality at the Duas Unas reservoir (8°05'31.5'' S and 35°02'19.2''). Monthly collections were carried out at two stations (one in the littoral zone and one in the pelagic zone) at two depths between March 2000 and February 2001. Abiotic variables (water temperature, turbidity, conductivity, salinity, pH, dissolve oxygen, water transparency) measured *in situ* were obtained using a Horiba U-10 water quality meter. Climatologic data were obtained from the Secretary of Water Resources of the city of Recife/PE (Brazil). For the analysis of phytoplankton composition, horizontal drags were performed with a plankton net and samples were collected with a Kemmerer bottle for the quantification of this community, counted in accordance with the Utermöhl method. Species were categorized into the phytosociological associations proposed by Reynolds. Abiotic factors were correlated with the phytoplankton. The system generally had slightly acid, thermally blended, well-oxygenated waters with low transparency. Fifty-one species were identified, distributed in the divisions Chlorophyta (26 spp.), Bacillariophyta (13 spp.), Cyanophyta (7 spp.), Euglenophyta (3 spp.) and Dinophyta and Cryptophyta (1 sp.). Seven taxa exhibited dominance in at least one sampling unit, highlighting the P association, represented by *Melosira varians*. This species is typical of mixed eutrophic environments and is adapted to the environmental conditions at the Duas Unas reservoir.

Key words: Water quality, reservoir, public water, micro-algae.

1. INTRODUÇÃO

O crescente uso dos recursos hídricos no mundo, tem em vários casos trazido conseqüências indesejadas para o homem, entre elas, a escassez desses recursos pelo uso abusivo e o comprometimento da qualidade da água, figuram entre os problemas que demandam soluções urgentes.

No nordeste do Brasil, os reservatórios desempenham papel fundamental na minimização dos impactos provocados pelas secas periódicas que ocorrem na região. Os usos múltiplos desses ecossistemas dificultam seu manejo e aumentam o grau de interferência e instabilidade na biota aquática. Segundo Straskraba *et al.* (1993), a complexidade em manejar a qualidade da água de um reservatório reside na natureza dinâmica desse sistema, na interferência do homem e variabilidade nos procedimentos de operação sobre os processos ecológicos.

Neste sentido, segundo Sant'Anna *et al.* (1997), a análise da comunidade fitoplanctônica tem importante participação na aplicação do monitoramento biológico, definido como o uso sistemático de respostas biológicas para avaliar mudanças no meio ambiente. Além disso, de acordo com Calijuri *et al.* (1999), o ecossistema aquático apresenta uma variabilidade espacial e temporal que define um elevado grau de incerteza com relação às comunidade fitoplanctônicas.

O histórico dos estudos sobre ecologia do fitoplâncton em reservatórios no estado de Pernambuco, mostra que apenas recentemente (início da década de 90) estudos sistematizados foram desenvolvidos. Como os realizados por Bouvy *et al.* (1999; 2000; 2001; 2003), Falcão *et al.* (2000; 2002a; 2002b), Huszar *et al.* (2000), Bittencourt-Oliveira e Molica (2003), Lazzaro *et al.* (2003), Molica *et al.* (2005) e Moura *et al.* (2006; 2007a; 2007b), além destes, várias dissertações e teses também foram desenvolvidas, enfocando aspectos ecológicos de microorganismos em alguns reservatórios do estado.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi conhecer o fitoplâncton e suas respostas às variações abióticas espaço-temporal no reservatório Duas Unas, utilizado para abastecimento de cerca de 2 milhões de habitantes da cidade do Recife e região metropolitana sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O reservatório Duas Unas, está localizado no município de Jaboatão dos Guararapes a $08^{\circ}05'31,7''$ S e $35^{\circ}02'19,4''$ W (Figura 1).

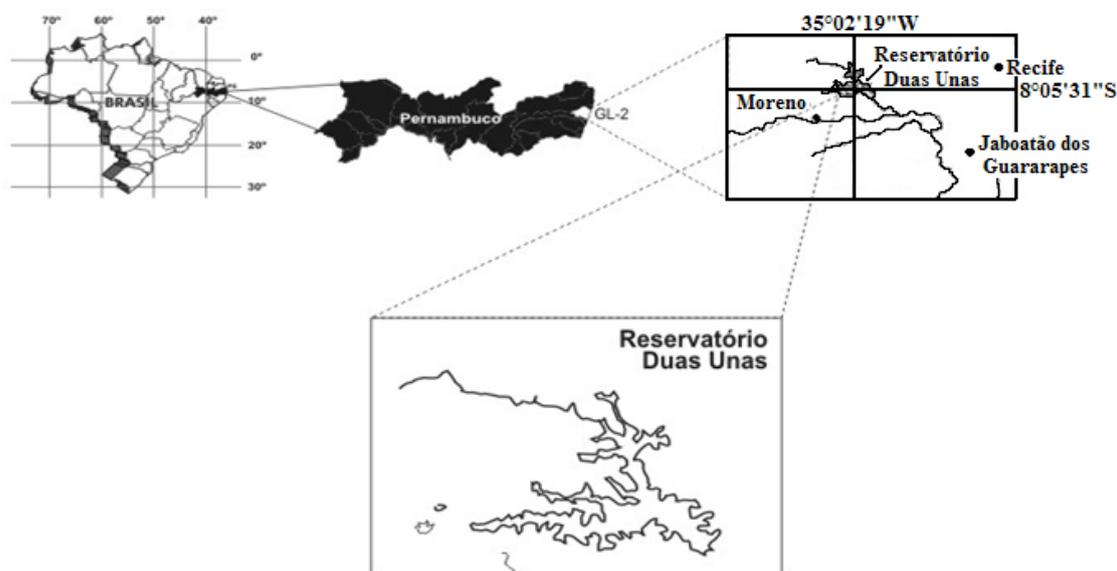


Figura 1. Localização geográfica do reservatório Duas Unas no estado de Pernambuco.

O ambiente está inserido na zona da mata do estado de Pernambuco, a qual apresenta clima caracterizado por inverno chuvoso e verão seco, com chuvas em média acima de $2.000 \text{ mm.ano}^{-1}$. O período chuvoso é extenso, com pelo menos 6 meses de duração e, em geral, as chuvas ocorrem de março a agosto (SRH, 1999).

A média anual da temperatura do ar é de 26°C com valores mínimos absolutos, alcançando 18°C e valores máximos, ultrapassando 34°C (ANDRADE e LINS, 1971). No período chuvoso predominam ventos sudeste, com velocidade média de 4 m.s⁻¹, enquanto que no período de estiagem, predominam ventos leste, com média de 2 m.s⁻¹ (MEDEIROS, 1991).

Para avaliar as variações temporais da comunidade fitoplanctônica no reservatório Duas Unas, foram escolhidas duas estações, uma na região litoral e a outra na limnética. As amostragens em cada estação foram realizadas em duas profundidades, subsuperfície (0,3 m) e na região mais profunda, com frequência de coleta mensal, durante um ano (Março/2000 a Fevereiro/2001).

Os dados meteorológicos (temperatura do ar, precipitação pluviométrica, velocidade dos ventos e radiação solar) foram obtidos na Secretaria de Recursos Hídricos (Recife-PE), coletados na estação do Recife (Curado) que dista aproximadamente 10 km do reservatório. A variação do volume acumulado no reservatório foi calculada e fornecida pela Secretaria de Recursos Hídricos do estado de Pernambuco.

As amostras de água foram coletadas com garrafa de “Kemmerer” com 3 litros de capacidade. A transparência da água foi obtida utilizando-se um Disco de Secchi e o coeficiente de absorção da luz foi determinado segundo Poole e Atkins (1929). A temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, pH, salinidade e oxigênio dissolvido foram medidas com o equipamento Horiba U-10, de 0,50 em 0,50 m (com exceção da turbidez), o que permitiu obter perfis completos dessas variáveis no campo, em ambas as estações. A clorofila *a*, foi determinada segundo Golterman e Clymo (1979), na superfície e no fundo de cada estação.

As amostras destinadas à determinação da densidade fitoplanctônica foram preservadas com lugol a 3% e para a taxonomia, com formol a 4%. A identificação dos táxons foi procedida com microscópio binocular (Zeiss/Modelo Axioskop) e com auxílio de literatura especializada para cada grupo de algas: Prescott e Vinyard (1982) e Komárek e Fott (1983), para as clorófitas, Komárek e Anagnostidis (1986, 2005) e Anagnostidis e Komárek (1988, 1990), para as cianobactérias, Popovský e Pfiester (1990), para os dinoflagelados, Krammer e Lange-Bertalot (1991a,b), para as diatomáceas e John *et al.* (2002), para os outros fitoflagelados, como euglenas e criptomonadas. A contagem dos organismos foi feita utilizando-se o método descrito em Uthermöhl (1958), com uso de microscópio invertido (Zeiss/Modelo Axiovert). A densidade total de organismos foi calculada segundo Apha (1985). Foram determinadas as frequências de ocorrência das

espécies, bem como a abundância relativa dos grupos algais e das espécies identificadas, segundo o método desenvolvido por Mateucci e Colma (1982).

A definição das associações fitoplanctônicas foi baseada na classificação fitossociológica de Reynolds *et al.* (2002).

3. RESULTADOS

A precipitação pluviométrica foi atípica durante o período de estudo. A incidência de chuvas apresentou precipitação total de 3.070,4 mm estando 36% acima da média histórica para o local (2254 mm). O mês que apresentou maior precipitação foi julho/2000 (650,9 mm) e em janeiro e fevereiro/2001, não ocorreram chuvas (Figura 2). Foi observado, ainda, que entre abril e setembro/2000 ocorreram 87% do total da precipitação no período.

A Figura 3 apresenta a variação do volume de água acumulado durante o período de estudo onde se observou que no mês de março/2000 o reservatório estava com 67% da capacidade. Como esperado, os maiores volumes ocorreram no período de maior precipitação pluviométrica (maio a agosto/2000). É importante destacar que em aproximadamente 45% do período estudado, o reservatório esteve vertendo.

As maiores transparências (Z_{Secchi}) ocorreram no período seco (verão-menor precipitação), em ambas as estações, com conseqüente aumento da Z_{euf} e menores valores de K. No período chuvoso (inverno), devido à maior precipitação e aumento da turbidez, obteve-se os maiores valores de K com redução da Z_{euf} . Em julho/2000 observou-se as menores Z_{Secchi} (0,15 m), com as maiores ocorrendo em fevereiro/2001 (2,2 m), respectivamente nas duas estações. As profundidades médias na zona litoral e limnética foram, respectivamente, 5,2 m e 11,6 m (Figura 4).

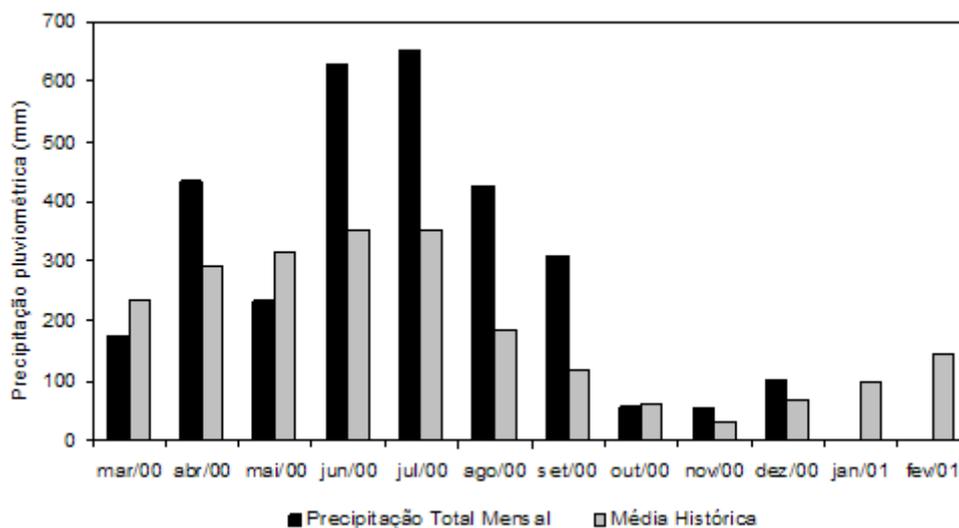


Figura 2. Variação mensal da precipitação pluviométrica e média histórica (últimos 34 anos) da precipitação pluviométrica na estação meteorológica Recife/Curado, durante o período de estudo.

Os dados físicos, químicos e biológicos estão apresentados na Tabela 1. As médias dos valores de pH mostraram um sistema com águas ligeiramente ácidas. A condutividade e a salinidade estiveram ligeiramente maior na região limnética. Seus valores foram maiores no período seco ($p < 0,01$), ao contrário da turbidez, cujos maiores valores ocorreram no período chuvoso ($p < 0,01$).

As maiores temperaturas da água foram observadas no início das chuvas enquanto que as menores foram registradas no término do período chuvoso. Os perfis verticais de temperatura da água na região litoral demonstrou que a coluna d'água não apresentou estratificação térmica. Nesta região, a amplitude anual foi de $5,2^{\circ}\text{C}$, oscilando entre $24,4^{\circ}\text{C}$ em agosto/2000 e $29,6^{\circ}\text{C}$ em março/2000. A região limnética apresentou uma tendência à estratificação, sendo a variação da temperatura da água entre o período seco e chuvoso de $6,7^{\circ}\text{C}$ (Tabela 1).

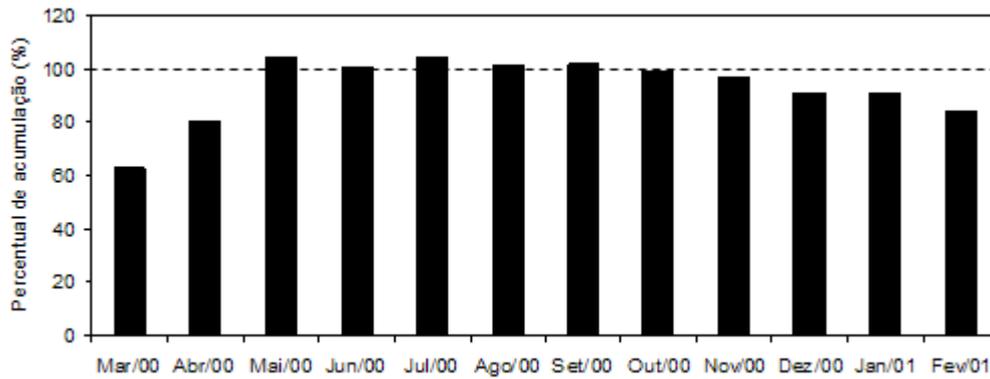


Figura 3. Variação do percentual de acumulação de água durante o período de estudo no reservatório Duas Unas.

Os perfis verticais de oxigênio dissolvido na zona litoral demonstrou que em praticamente todos os meses a coluna d'água apresentou um perfil ortogrado, exceto em setembro/2000, com perfil clinogrado, mínimo de $0,47 \text{ mg.L}^{-1}$ e máximo de $4,33 \text{ mg.L}^{-1}$. Na zona limnética, em oposição ao observado na zona litoral, apresentaram-se clinogrados em praticamente todos os meses, com exceção de janeiro/2001, quando se apresentou ortogrado, caracterizando um período de mistura na coluna d'água.

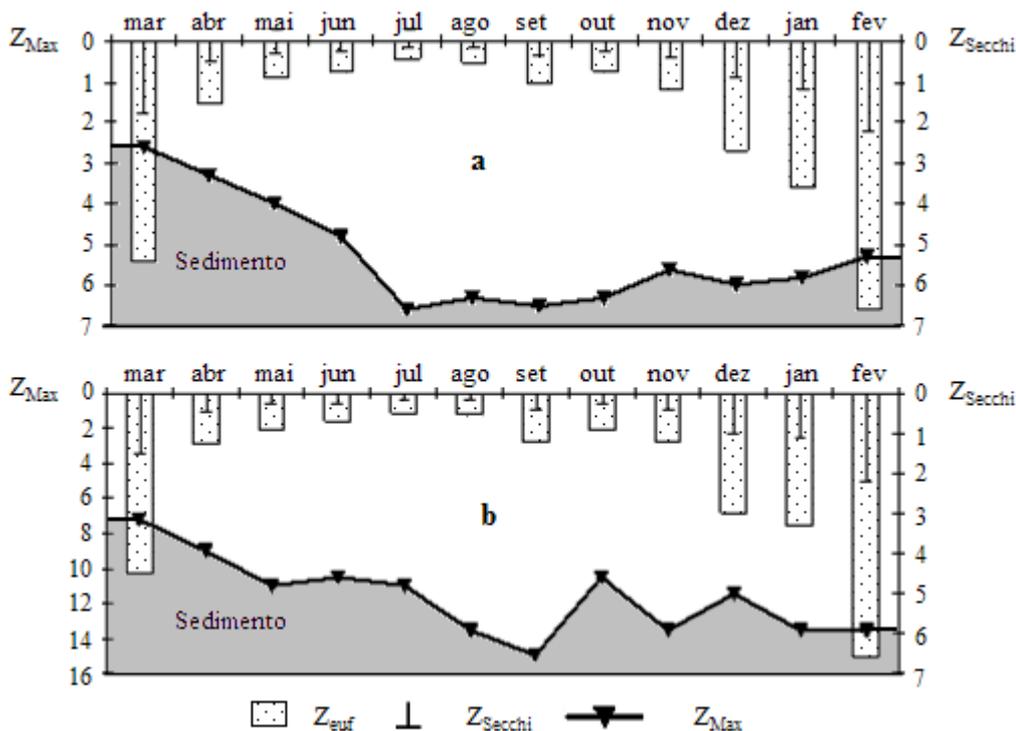


Figura 4 – Z_{euf} (m), Z_{Secchi} (m) e $Z_{máx}$ (m) no reservatório Duas Unas nas regiões litoral (a) e limnética (b).

Tabela 1. Valores mínimo, máximo, média e desvio-padrão (DP) em cada região de coleta, nas duas profundidades e valores da turbidez, no reservatório Duas Unas (Pt-1S: região litoral-subsuperfície; Pt-1F: região litoral-fundo; Pt-2S: região limnética-subsuperfície; Pt-2F: região limnética-fundo).

Parâmetros	Estação				
	de coleta	Mínimo	Máximo	Média	DP
pH	Pt-1S	5,55 (mai/00)	8,3 (nov/00)	6,57	0,80
	Pt-1F	5,65 (mai/00)	7,06 (ago/00)	6,26	0,57
	Pt-2S	5,65 (mai/00)	7,62 (nov/00)	6,59	0,58
	Pt-2F	5,42 (mai/00)	7,55 (mar/00)	6,19	0,54
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Pt-1S	35,00 (ago/00)	108,00 (mar/00)	65,92	23,37
	Pt-1F	36,00 (ago/00)	107,00 (mar/00)	66,42	23,19
	Pt-2S	35,00 (ago/00)	109,00 (mar/00)	66,67	23,66
	Pt-2F	36,00 (ago/00)	196,00 (mar/00)	75,08	41,66
Salinidade (‰)	Pt-1S	0,01 (ago/00)	0,05 (mar/00)	0,03	0,01
	Pt-1F	0,02 (jun-ago e nov/00)	0,04 (mar-mai e set/00)	0,03	0,01
	Pt-2S	0,01 (ago/00)	0,05 (mar/00)	0,03	0,01
	Pt-2F	0,02 (jul, ago e nov/00)	0,09 (mar/00)	0,04	0,02
Turbidez (NTU)		2,00 (fev/01)	118,00 (jun/00)	39,59	38,69
	Pt-1S	24,4 (ago/00)	29,6 (mar/00)	27,01	1,63
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Pt-1F	24,4 (ago/00)	29,3 (mar/00)	26,70	1,54
	Pt-2S	24,5 (ago/00)	30,2 (mar/00)	27,19	1,71
	Pt-2F	23,5 (ago/00)	28,5 (mar/00)	25,95	1,67
	Pt-1S	3,78 (mar/00)	5,85 (jan/01)	5,23	0,66
Oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Pt-1F	0,47 (set/00)	5,52 (jan/01)	3,86	1,29
	Pt-2S	4,04 (mar/00)	6,33 (jan/01)	5,58	0,78
	Pt-2F	0,00 (set/00)	5,64 (jan/01)	1,09	1,66
	Pt-1S	* (jul e set/00 e fev/01)	1,91 (ago/00)	0,92	0,50
Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Pt-1F	* (mar e mai-jul/00 e fev/01)	1,92 (abr/00)	1,29	0,48
		* (mar, mai, jul, ago, out e dez/00)			
	Pt-2S		2,45 (jun/00)	1,34	0,74
	Pt-2F	* (abr, mai, jul, out-dez/00 e fev/01)	1,71 (mar/00)	0,97	0,55

*Abaixo do limite de detecção.

As concentrações de clorofila *a* no reservatório Duas Unas apresentaram valores muito baixos e, muitas vezes, abaixo do limite de detecção. As concentrações médias da clorofila *a* foram maiores na superfície das duas estações em comparação com o fundo. A maior concentração ocorreu em junho/00, na superfície da região limnética com 2,45 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Tabela 1).

Foi identificado um total de 51 táxons, pertencentes a 5 divisões assim representadas: Chlorophyta (26 spp.), Bacillariophyta (13 spp.), Cyanophyta (7 spp.), Euglenophyta (3 spp.), Dinophyta e Cryptophyta (1 spp.) (Tabela 2).

O maior número de espécies ocorreu no período seco tanto para a região litoral como limnética. A distribuição vertical das espécies, na zona litoral, teve o maior número ocorrendo no fundo em praticamente todo o estudo, exceto nos meses de agosto, setembro e outubro/2000. Na região limnética, o maior número de espécies ocorreu na subsuperfície, exceto para os meses de maio/2000 e janeiro/01 (Figura 5).

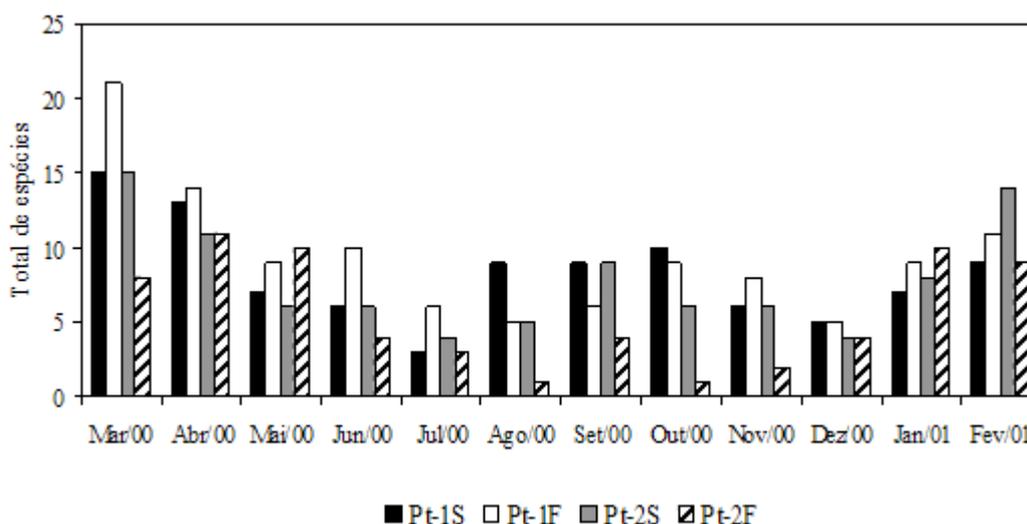


Figura 5. Variação mensal do total de espécies nas duas regiões de coleta em ambas as profundidades, no reservatório de Duas Unas.

Na região litoral, quatro espécies foram consideradas como muito frequentes: *Melosira varians*, *Cryptomonas* sp., *Monoraphidium contortum* e *M. griffithii* e 13 espécies estiveram entre as frequentes: *Chroococcus* cf. *minutus*, *Oscillatoria* sp., *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Navicula cryptocephala*, *Trachelomonas volvocina*, *Closterium acutum*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium minutum* e *Radiococcus planktonicus*. Dos 46 táxons que ocorreram na

região litoral, 12 foram exclusivas: (Chlorophyta) *Characium* sp., *Closterium* sp2., *Coelastrum microporum*, *Kirchneriella lunaris*, *Selenastrum acuminatum* e *Westella botryoides*, (Cyanophyta) *Anabaena flos-aquae*, *Anabaena* sp., *Lyngbya limnetica* e *Synechocystis aquatilis*, (Bacillariophyta) *Cocconeis placentula*, *Eunotia* sp., *Nitzschia lineata*, *Pinnularia* sp., (Euglenophyta) *Phacus* sp. Na zona litoral não foram registrados representantes da divisão Dinophyta (Tabela 2).

Na zona limnética, três espécies foram consideradas como muito frequentes: *Aulacoseira granulata*, *Melosira varians* e *Cryptomonas* sp. e sete foram consideradas como frequentes: *Oscillatoria* sp., *Trachelomonas volvocina*, *Chlorococcus infusionum*, *Closterium acutum*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium minutum*, *Oocystis solitaria* e *Radiococcus planktonicus*. Foram observadas 35 espécies na zona limnética, com cinco destas ocorrendo apenas nesta estação, sendo duas Chlorophyta (*Dictyosphaerium pulchellum* e *Treubaria triapendiculata*), 1 Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta (*Urosolenia longiseta*, *Euglena acus* e *Peridinium* sp.) (Tabela 2).

A variação da densidade total do fitoplâncton está representada na Figura 6. Mais de 60% da densidade total do fitoplâncton ocorreu no período chuvoso. Foi observado a existência de dois picos de densidade, um no mês de junho/2000 e outro, de menor intensidade, no mês de novembro/2000. Estes picos coincidem com os picos de densidade da diatomácea *Melosira varians*, táxon numericamente mais importante no reservatório de Duas Unas.

Com relação à densidade do fitoplâncton, foi verificado que a divisão Bacillariophyta foi a mais representativa com 50% da densidade total, seguida pelas Chlorophyta (33%), Cryptophyta (9%), Cyanophyta (6%) e Euglenophyta (2%).

Foram registrados 19 táxons abundantes no reservatório de Duas Unas em pelo menos uma unidade amostral, sendo duas cianobactérias (*Chroococcus* cf. *minutus* e *Oscillatoria* sp.), três diatomáceas (*Aulacoseira granulata*, *Melosira varians* e *Navicula cryptocephala*), onze clorófitas (*Chlorococcum infusionum*, *Coelastrum microporum*, *Elakatotrix gelatinosa*, *Gloeocystis rupestris*, *Monoraphidium contortum*, *M. griffithii*, *M. minutum*, *Oocystis solitaria*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Radiococcus planktonicus* e *Selenastrum acuminatum*), duas euglenas (*Euglena acus* e *Trachelomonas volvocina*) e uma criptomonada (*Cryptomonas* sp.). Destas, apenas sete táxons foram considerados dominantes em pelo menos uma unidade amostral: *Oscillatoria* sp. (associação S₁), *M.*

varians (associação P), *C. infusionum* (associação Z), *M. contortum* (associação X₁), *M. minutum* (associação X₁), *T. volvocina* (associação W₂) e *Cryptomonas* sp. (associação Y).

Dictyosphaerium pulchellum Wood
Tabela 2. Continuação.

Pt-2

- 8

Táxon	mar/00	abr/00	Mai/00	jun/00	jul/00	ago/00	set/00	out/00	nov/00	dez/00	jan/01	fev/01	Pt-1	Pt-2
<i>Elaktothrix gelatinosa</i> Wille	Pt-1, 2	Pt-2									Pt-1	Pt-1	25	17
<i>Eremosphaeria minor</i> R.L. Smith & Bold	Pt-1	Pt-1, 2											17	8
<i>Gloeocystis rupestris</i> (Lyngb.) Rabenh	Pt-1	Pt-2											8	8
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	Pt-1												8	-
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	Pt-1, 2	Pt-1		Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-1	Pt-1, 2	Pt-1	92	67				
<i>M. griffithii</i> (Berkel) Komárková-Legnerová	Pt-1, 2	Pt-1	Pt-1	Pt-1	Pt-1	Pt-1	Pt-1, 2	Pt-1	Pt-1	Pt-1	Pt-1		92	17
<i>M. minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-1, 2			Pt-1	Pt-1		Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-2	Pt-1, 2	67	58
<i>Oedogonium</i> sp.	Pt-1						Pt-2						8	8
<i>Oocystis solitaria</i> Wittr In Wittr & Nordst.	Pt-1	Pt-1, 2									Pt-1, 2	Pt-2	25	25
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith	Pt-1											Pt-1, 2	17	8
<i>Radiococcus planktonicus</i> Lund	Pt-1, 2	Pt-1	Pt-1				Pt-2			Pt-1	Pt-1, 2	Pt-1, 2	50	33
<i>Schoerederia setigera</i> (Schröd.) Lemmermann			Pt-1, 2	Pt-2									8	17
<i>Selenastrum acuminatum</i> Lagerh. In Wittr & Nordst.		Pt-1											8	-
<i>Staurastrum</i> cf. <i>tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs	Pt-1, 2	Pt-1, 2											17	17
<i>Staurastrum gracile</i> var. <i>cyathiforme</i> West et West	Pt-2	Pt-1											8	8
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braum) Hansgirg										Pt-1, 2			8	8
<i>Treubaria triapendiculata</i> Bernard											Pt-2		-	8
<i>Westella botryoides</i> (West) Wildemann				Pt-1									8	-
EUGLENOPHYTA														
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg							Pt-2						-	8
<i>Phacus</i> sp.							Pt-1						8	-
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-1	Pt-1, 2		Pt-2	Pt-1, 2			Pt-2	Pt-1, 2	Pt-1, 2	58	67
CRYPTOPHYTA														
<i>Cryptomonas</i> sp.	Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-1, 2	Pt-2	Pt-1, 2	92	100						
DINOPHYTA														
<i>Peridinium</i> sp.	Pt-2	Pt-2											-	17

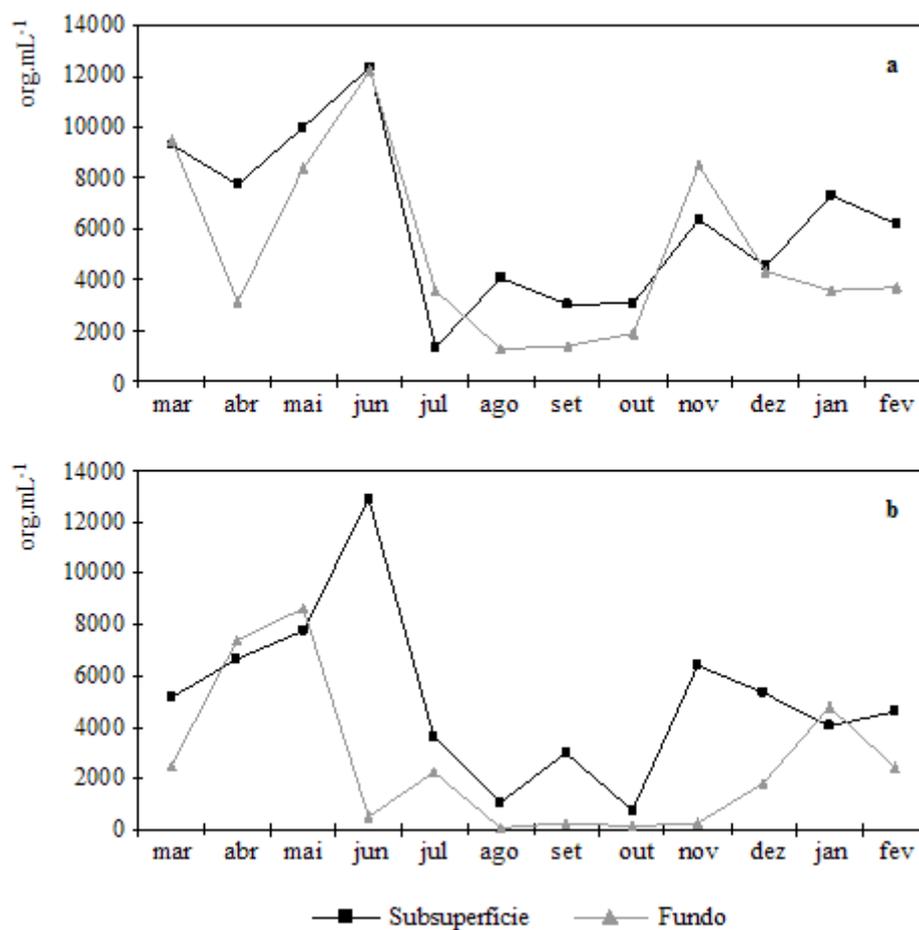


Figura 6. Perfil vertical da variação mensal da densidade total do fitoplâncton na região litoral (a) e limnética (b) em ambas as profundidades no reservatório Duas Unas.

No mês de março/2000, o fitoplâncton do sistema apresentava formado por clorófitas coloniais (associações X₁, F e Z), bem como cianobactérias também coloniais (Associação Z). Com o início das chuvas, estes táxons foram substituídos inicialmente, no mês de abril/00, por clorófitas coloniais sem mucilagem (associação J) e fitoflagelados (associação Y) e, posteriormente, no mês de maio/2000 por diatomáceas filamentosas (Associação P). No fim do período chuvoso (agosto e setembro/2000), as diatomáceas foram substituídas por fitoflagelados (associação Y, W₁ e W₂), clorófitas (Associação X₁) e cianobactérias filamentosas (S₁). Um novo pico de densidade no mês de novembro registrou-se o reaparecimento das diatomáceas filamentosas (associação P) em coexistência com clorófitas (associação X₁). O declínio do segundo pico de densidade demarcou o ressurgimento de clorófitas coloniais sem mucilagem (associação J) no mês de dezembro e, posteriormente de clorófitas coloniais (associações X₁, F e Z) e cianobactérias coloniais (associação Z) (Tabela 3).

Tabela 3. Variação mensal das espécies mais abundantes e/ou dominantes no reservatório Duas Unas (Pt-1S: região litoral-subsuperfície; Pt-1F: região litoral-fundo; Pt-2S: região limnética-subsuperfície; Pt-2F: região limnética-fundo).

Meses de Coleta	Espécies abundantes e dominantes	Abundância relativa (%)				Associação
		PT-1S	PT-1F	PT-2S	PT-2F	
Março/00	<i>Monoraphidium contortum</i>	10	20	11	13	X ₁
	<i>Monoraphidium minutum</i>	18	9	27	39	X ₁
	<i>Chroococcus</i> cf. <i>minutus</i>	42	25	7	-	Z
	<i>Chlorococcum infusionum</i>	-	9,5	16	26	Z
	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	-	5	-	-	F
	<i>Gloeocystis rupestris</i>	-	7,5	-	-	F
Abril/00	<i>Monoraphidium contortum</i>	27	-	25	18	X ₁
	<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	12	11	Y
	<i>Monoraphidium minutum</i>	29	-	51	34	X ₁
	<i>Chroococcus</i> cf. <i>minutus</i>	11	17	-	-	Z
	<i>Oocystis solitária</i>	11	-	-	10	F
	<i>Coelastrum microporum</i>	-	7	-	-	J
	<i>Selenastrum</i> sp.	-	7	-	-	J
	<i>Melosira varians</i>	-	10	-	-	P
Maio/00	<i>Melosira varians</i>	63	75	77	76	P
	<i>Cryptomonas</i> sp.	16	-	-	10	Y
	<i>Oocystis solitária</i>	-	-	-	10	F
	<i>Monoraphidium minutum</i>	-	-	-	16	X ₁
Junho/00	<i>Melosira varians</i>	73	89	76	67	P
	<i>Cryptomonas</i> sp.	17	-	-	-	Y
Julho/00	<i>Melosira varians</i>	77	71	78	58	P
	<i>Monoraphidium contortum</i>	-	18	-	-	X ₁
Agosto/00	<i>Cryptomonas</i> sp.	56	48	59	-	Y
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	19	-	-	-	X ₁
	<i>Melosira varians</i>	-	-	23,5	-	P
	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	100	S ₁
Setembro/00	<i>Melosira varians</i>	12	-	24	25	P
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	29	-	24	-	X ₁
	<i>Aulacoseira granulata</i>	12	-	-	25	P
	<i>Monoraphidium minutum</i>	17	-	-	-	X ₁
	<i>Radiococcus planktonicus</i>	-	-	22	-	J
	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	25	S ₁
	<i>Euglena acus</i>	-	-	-	25	W ₁
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	-	67	-	-	W ₂
Outubro/00	<i>Melosira varians</i>	32	28	38	-	P
	<i>Aulacoseira granulata</i>	-	12,5	23	-	P
	<i>Cryptomonas</i> sp.	22	-	-	-	Y
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	22	-	-	-	X ₁
	<i>Monoraphidium contortum</i>	-	25	-	-	X ₁
	<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	100	S ₁
Novembro/00	<i>Melosira varians</i>	74	68	59	-	P
	<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	17	-	Y
	<i>Monoraphidium contortum</i>	-	15	-	75	X ₁

Tabela 3. Continuação.

Meses de Coleta	Espécies abundantes e dominantes	Abundância relativa (%)				Associação
		PT-1S	PT-1F	PT-2S	PT-2F	
Dezembro/00	<i>Melosira varians</i>	59	86	77	82	P
	<i>Radiococcus planktonicus</i>	22	-	-	-	J
Janeiro/01	<i>Melosira varians</i>	30	64	30	68	P
	<i>Radiococcus planktonicus</i>	-	-	32	-	J
	<i>Chlorococcum infusionum</i>	55	-	-	-	Z
	<i>Navicula</i> sp.		13	-	-	D
Fevereiro/01	<i>Melosira varians</i>	12	27	28	64	P
	<i>Cryptomonas</i> sp.	38	-	-	-	Y
	<i>Chlorococcum infusionum</i>	-	-	11	11	Z
	<i>Monoraphidium contortum</i>	37	28	-	-	X ₁
	<i>Radiococcus planktonicus</i>	-	12	-	-	J
	<i>Plankthosphaeria gelatinosa</i>	-	-	7	-	F
	<i>Coenochloris piscinalis</i>	-	-	11,5	-	F
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	-	-	20	-	X ₁

4. DISCUSSÃO

Os ecossistemas aquáticos de todo o mundo vêm sofrendo, nos últimos anos, fortes degradações ambientais provocadas especialmente pelo crescimento desordenado de populações humanas e concomitante formação de resíduos orgânicos e inorgânicos que escoam diretamente para estes corpos. A eutrofização antrópica, como é chamado este processo, leva a deteriorização da qualidade da água, resultando em uma significativa perda de seu valor econômico e ambiental (HEO e KIM, 2004). Para o estado de Pernambuco, 90% de 39 reservatórios estudados foram considerados de eutróficos a hipereutróficos (BOUVY *et al.*, 2000) significando que a eutrofização é realidade bem presente também em nossa região. A trofia, entretanto, é um estado ambiental difícil de ser determinado, pois inclui a análise de diversos parâmetros que apresentam frequentemente variações estocásticas e propensas a modificações por diversos fatores.

Para maiores inferências quanto a qualidade da água, os pesquisadores precisam chegar a um consenso de como os sistemas trabalham e como seu comportamento é regulado antes de sugerir medidas corretivas para qualquer tipo de problema (REYNOLDS, 1998). A determinação da qualidade da água pode ser realizada por meio da determinação da concentração de nutrientes, como fósforo, de pigmentos algais, no caso da clorofila, e de alguns elementos tóxicos, especialmente metais e hidrocarbonetos.

Embora não havendo realizado determinação de nutrientes e de elementos tóxicos neste estudo, algumas inferências podem ser feitas na avaliação trófica do sistema. A

Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD, 1982), criou valores mínimos e máximos baseados em alguns fatores, entre eles os pigmentos do fitoplâncton, para sugerir uma classificação dos ecossistemas aquáticos em relação com o nível trófico. De acordo com esta classificação, o reservatório Duas Unas apresentou valores médios da clorofila $< 2,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, podendo, portanto, ser classificado como ultra-oligotrófico durante todo período de estudo.

A condição de oligotrofia, porém, é encontrada em ambientes quando a camada eufótica (Z_{euf}) é superior à zona de mistura (Z_{mix}) (PÁDISÁK, 2003). No reservatório de Duas Unas, a zona de mistura correspondeu à profundidade máxima (Z_{max}), em decorrência da ausência de estratificação, principalmente na região litoral, durante todo o ano. Nesta região, a relação $Z_{\text{euf}}:Z_{\text{mix}}$ foi maior que zero apenas nos meses de mar/2000 e fev/2001, meses considerados secos e que apresentou baixos volumes no reservatório em comparação com os outros meses. As chuvas carregam para o sistema grande quantidade de material particulado, geram condições de mistura que ressuspendem partículas aprisionadas no sedimento que juntos, contribuem para a redução da camada eufótica. Durante o estudo, o reservatório apresentou vertendo suas águas por cinco meses, levando a redução do tempo de residência teórico com conseqüente aumento do fluxo hídrico, fatores que também contribuem para a manutenção das condições de mistura e, por sua vez, da redução da transparência.

Neste contexto, as comunidades planctônicas são vistas como indissociáveis a interpretação do funcionamento dos corpos aquáticos, pois se ajustam rapidamente às alterações ambientais, bem como se relacionam com a ciclagem de materiais intrínsecos a dinâmica do ecossistema. A ecologia dos organismos planctônicos, em especial do fitoplâncton, é uma importante ferramenta tecnológica simples e eficaz na elaboração de modelos capazes de responder prontamente às características diagnósticas dos sistemas (HUSZAR *et al.*, 1998). A compreensão dos eventos a luz da ecologia do fitoplâncton, permite a predição, prevenção e controle de problemas relacionados ao funcionamento dos corpos hídricos. A partir da utilização da teoria fitossociológica para as algas, realizada por Reynolds (1997) e revisada por Reynolds *et al.* (2002), o uso das associações fitoplanctônicas na caracterização dos ecossistemas aquáticos, tornou-se um importante instrumento para auxiliar, dentre outras funções, na determinação da qualidade da água.

Nove associações presentes no reservatório de Duas Unas foram ditas abundantes durante o ciclo sazonal. Destas, quatro foram de clorófitas (F, J, X₁ e Z), três fitoflagelados (Y, W₁ e W₂), duas cianobactérias (S₁ e Z) e uma diatomácea (P). A associação Z foi

formada por espécies de duas divisões diferentes. De acordo com Kruk *et al.* (2002), a delimitação destas associações baseia-se na ecologia sendo os grupos, frequentemente, polifiléticos. Em vista disso, o estudo da ecologia dos grupos abundantes no reservatório com base na teoria fitossociológica, indica que os nichos preferenciais da maioria destes organismos são ambientes eutróficos e misturados termicamente (REYNOLDS *et al.*, 2002).

As clorófitas encontradas no reservatório de Duas Unas são adaptadas a ambientes de águas claras (KRUK *et al.*, 2002). As pertencentes à associação F apresentaram distribuição preferencialmente nos meses com maior transparência, como encontrados por Lopes *et al.* (2005) em um reservatório oligotrófico do sudeste brasileiro. Em sistemas rasos, como Duas Unas, regiões amostrais que apresentam Z_{euf} elevadas, podem configurar situações onde $Z_{euf} > Z_{mix}$. Segundo Padisák (2005), estas condições podem indicar um estado trófico mais oligotrófico, corroborando com Lopes *et al.* (2005). Nestas condições, todos os organismos da coluna d'água podem utilizar a luz sub-aquática para realização de suas atividades funcionais básicas. O desenvolvimento de estratégias de flutuação, como a presença de mucilagem, pode ser importante para seu sucesso no ambiente (PADISÁK *et al.*, 2003). Estas foram, provavelmente, as características que possibilitaram a abundância destas clorófitas coloniais em Duas Unas.

Os táxons incluídos associação J ocorreram especialmente na região litoral, uma vez que a falta de mucilagem dificulta sua ocorrência em regiões mais profundas, sendo, portanto típicas de sistemas rasos e enriquecidos (KRUK *et al.*, 2002). Segundo Wetzel (1990), a região litoral é mais produtiva em comparação com a região limnética, afetando marcadamente os fluxos de energia e biogeoquímicos dos ecossistemas aquáticos. Em Duas Unas, estas algas também ocorreram nos meses de maior transparência da água, pois são considerados algas C-estrategistas (DEVERCELLI, 2006). Segundo Tucci e Sant'Anna (2003), as macrófitas, típicas de região litoral, contribuem para a redução da turbulência da água com conseqüente aumento da transparência, fatores que provavelmente relacionaram-se a ocorrência destas algas no reservatório de Duas Unas.

As clorófitas incluídas na associação X_1 , relacionam-se a altos valores de fósforo total (LOPES *et al.*, 2005). O carreamento de fósforo em sistemas aquáticos se dá em razão da contribuição do escoamento superficial e transporte subterrâneo (FERREIRA *et al.*, 2005). Segundo Reynolds *et al.* (2002), estas algas são típicas de sistemas eutróficos e hipereutróficos, estado ambiental caracterizado pela grande quantidade de nutrientes presentes na água, especialmente o fósforo. Embora não tendo analisado neste estudo os

teores de fósforo, é fácil perceber que a influência das chuvas na lixiviação de elementos fosforados oriundos provavelmente dos solos utilizados para plantação de cana da bacia hidrográfica do rio Duas Unas. Isso explica a abundância destas clorófitas nos meses de chuva e quando o volume do reservatório apresentou elevado durante o estudo.

A espécie mais importante no reservatório de Duas Unas em termos quantitativos foi a diatomácea *Melosira varians* (associação P). Esta espécie é típica de ambientes eutróficos misturados (REYNOLDS *et al.*, 2002), condição presente durante praticamente todo o estudo. Foram registrados dois picos de biomassa provocada principalmente por esta espécie, uma no período chuvoso, quando as águas começaram a ser vertidas do sistema, e outra no início do período de estiagem, quando as águas pararam de verter do reservatório. De acordo com Huszar *et al.* (2003), a redução da temperatura favorece o declínio de densidade destes organismos, mesmo mantendo-se as condições de mistura. Isso provavelmente contribuiu para a redução do primeiro pico de biomassa. Os fitoflagelados, comumente tidos como organismos oportunistas e que podem ocorrer independente da estação do ano, apresentou abundância após o declínio populacional de *M. varians*. Este padrão foi apresentado por Klaveness (1988) no estudo da ecologia de criptomonados. Em outros pontos amostrais do reservatório, observou-se também o aumento da abundância de cianobactérias filamentosas (associação S₁), tidas também como oportunistas (KRUK *et al.*, 2002) as quais aproveitaram o declínio de *M. varians* para se estabelecer.

O segundo pico de densidade ocorreu em razão do aumento de temperatura, típico do estabelecimento do período de estiagem, e da persistência da desestratificação no mês de novembro. Estas condições favoreceram novamente o estabelecimento de *M. varians*. Com a redução da velocidade do vento e do fluxo hidráulico, com conseqüente aumento das taxas de sedimentação e transparência da água, observou-se uma tendência a uma estratificação nos meses seguintes. Isso foi suficiente para ocasionar o declínio do segundo pico de densidade e contribuir para o estabelecimento, inicialmente de táxons oportunistas, como os fitoflagelados e, posteriormente, de clorófitas, táxons mais dependentes de luz.

O estabelecimento das clorófitas encerra o ciclo sucessional das algas no reservatório de Duas Unas e põe em evidência que a condição básica para a abundância das espécies é a mistura d'água e o estado trófico elevado. Entretanto, é importante evidenciar que mesmo as espécies apresentando preferências ambientais por sistemas eutrofizados, observou-se que as mesmas não apresentaram densidades elevadas, típicas de sistemas eutrofizados.

Isso sugere que o estado atual do sistema de Duas Unas, embora não sendo de eutrofização, tem uma forte tendência para o estabelecimento deste estado trófico no futuro se não resolver seus principais contribuintes de nutrientes advindos de sua bacia de drenagem.

5. REFERÊNCIAS

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**. v. 80, n. 1/4, p. 327-472.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. **Algological Studies**. v. 59, p. 1-73.

ANDRADE, G.O.; LINS, R.C. 1971. Os climas do nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed.) **As regiões naturais do nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE. pp. 95-138.

APHA (American Public Health Association). 1985. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16^a edition. p. 1088-1101.

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

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; 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**. v. 20, p. 285-297.

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

BOUVY, M.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. 2001. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbiol Ecology**. v. 25, n. 3, p. 215-227.

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

CALIJURI, M.C.; DEBERDT, G.L.B.; MINOTI, R.T. 1999. A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande (Americana-SP). (Ed.), In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. São Paulo: FAPESP, FUNDIBIO. pp. 109-48.

DEVERCELLI, M. 2006. Phytoplankton of the middle Paraná River during and anomalous hydrological period: a morphological and functional approach. **Hydrobiologia**. v. 563, p. 467-478.

FALCÃO, D.P.M.; FERRAZ, A.C.N.; SILVA, A.M.; MOURA, A.N.; MARINHO, M., BOUVY, M. 2000. Monitoramento da qualidade da água em Reservatórios da Zona da Mata e Sertão do Estado de Pernambuco: Importância do estudo das microalgas. **Anais do V Simpósio Nordestino de Recursos Hídricos**. p. 238-246.

FALCÃO, D.P.M.; MOURA, A.N.; PIRES, A.H.B.; BOUVY, M.; MARINHO, M.; FERRAZ, A.C.N.; SILVA, A.M. 2002a. Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas: Mata, Agreste e Sertão do estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Orgs.). **Atlas da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. pp. 17-38.

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

FERREIRA, R.M.; BARROS, N.O.; DUQUE-ESTRADA, C.H.; ROLAND, F. 2005. Caminhos do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais. In: ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. (Eds.) **Lições de Limnologia**. São Carlos: Rima. p. 229-242.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. 1979. **Methods for chemical analysis of freshwaters**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, IBP. Handbook, n. 8. 121p.

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

HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M.; MELO, S. 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. **Hydrobiologia**. v. 369-370, p. 59-71.

HUSZAR, V.L.M.; SILVA, L.H.S.; MARINHO, M.M.; DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C.L. 2000. Cyanoprokaryotes assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**. v. 424, n. 1-3, p. 67-77.

HUSZAR, V.; KRUK, C.; CARACO, N. 2003. Steady-state assemblages of phytoplankton in four temperate lakes (NE U.S.A.). **Hydrobiologia**. v. 502, p. 97-109.

JOHN, D.M.; WHITTON, B.A.; BROOK, A.J. 2002. **The freshwater algal flora of the British Isles**. Cambridge University Press, Cambridge. 702p.

KLAVENESS, D. 1988. Ecology of cryptomonadina: a first review. In: SANDGREN, C.D. (Ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 105-33.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie*. **Algological Studies**. v. 43, Suppl. 73, p.157-226.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokayota 2. Teil: Oscillatoriales. In: BRIDEL, B.; GASTER, G.; KRIENITZ, L.; SCHARGERL, M. (Eds.). **Subwasserflora von Mitteleuropa**. Müncher: Elsevier. 759p.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. 1983. **Chlorphyceae. Chlorococcales**. Stuttgart: Begründent von August Thienemann. 1044p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. 1991a. **Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, SEMPER BONIS ARTIBUS**. 576p.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. 1991b. **Bacillariophyceae, 4. Teil: Achananthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) and *Gomphonema* Gesamthitratverzeichnis Teil 1-4, SEMPER BONIS ARTIBUS.** 437p.

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

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

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

MATEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. **La metodología para el estudio de la vegetación.** Coleccion de monografías científicas. Série Biología. 168p.

MEDEIROS, C. 1991. **Circulatinos and mixing processes in the Itamaracá estuarine system, Brazil.** (Tese de Doutorado em Filosofia). University of South Carolina, USA. 31p.

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. 2005. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae, USA.** v. 4, n. 4, p.743-753.

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

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

MOURA, A.N.; DANTAS, E.W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. 2007b. 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.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). 1982. **Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control**. OECD, Paris. 150p.

PADISÁK, J. 2003. Phytoplankton. In: O'SULLIVAN, P.E.; REYNOLDS, C.S. (Eds.). **The Lakes Handbook 1. Limnology and Limnetic Ecology**. Oxford: Blackwell Science Ltd. pp. 251-308.

PADISÁK, J.; BORICS, G.; FEHÉR, G.; GRIGORSZKY, I.; OLDAL, I.; SCHMIDT, A.; ZÁMBÓNÉ-DOMA, Z. 2003. Dominant species, functional assemblages and equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. **Hidrobiologia**. v. 502, p. 157-168.

POOLE, H.H.; ATKINS, W.R.G. 1929. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of Marine biological association of the United Kingdom**. v.16, p.297-327.

POPOVSKÝ, J.; PFIESTER, L.A. 1990. **Dinophyceae (Dinoflagellida)**. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Stuttgart. 271p.

PRESCOTT, G.W.; VINYARD, W.C. 1982. **A Synopsis of North American Desmids**. University of Nebraska Press, Nebraska. 700p.

REYNOLDS, C.S. 1997. **Vegetation processes in the Pelagic. A Model for Ecosystem Theory**. Oldendorf: ECI. 286p.

REYNOLDS, C.S. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? **Hydrobiologia**. v. 369/370, p. 11-26.

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

SANT'ANNA, C.L.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M.T.P. 1997. Variação sazonal do fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, SP. **Hoehnea**. v. 24, p. 67-86.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO (SRH). 1999. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco**. Recife, Documento Síntese. 267p.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G.; DUCAN, A. 1993. **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Dordrecht: Kluwer. 291p.

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

WETZEL, R.G. 1990. Land-Water interfaces: Metabolic and Limnological Regulators. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**. v. 24, p. 6-24.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**. v. 9, p. 1-38.