

PARÂMETROS INTERFERENTES NA EUTROFIZAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO AÇUDE ORÓS, CEARÁ¹

ADRIANA ALVES BATISTA^{2*}, ANA CÉLIA MAIA MEIRELLES³, JOSÉ RIBEIRO DE ARAÚJO NETO⁴, EUNICE MAIA DE ANDRADE³, HELBA ARAÚJO DE QUEIROZ PALÁCIO⁴

RESUMO – Este estudo objetivou avaliar os fatores que influenciaram a variação espacial da produção de clorofila “a” nas águas superficiais do açude Orós, Ceará, bem como, identificar os pontos de coleta das águas com características limnológicas semelhantes. Para avaliar a qualidade das águas no açude foram realizadas 12 coletas em 7 pontos de amostragens distintos, em intervalos bimestrais, durante o período de abril/2008 e abril/2010. As variáveis analisadas foram o nutriente fósforo total, a temperatura, a transparência das águas e a produção de clorofila “a”. Para identificar a similaridade entre os pontos de amostragens quanto ao processo de eutrofização aplicou-se a técnica de Análise Multivariada/Análise de Agrupamento Hierárquico (*cluster analysis*). O estudo identificou a influência dos fatores temperatura, transparência e teores de fósforo total na variação espacial da produção de clorofila “a”. O aumento da temperatura da água mostrou-se como o fator que mais contribuiu para a produção de clorofila “a” nas águas do reservatório. Pela análise de Agrupamento Hierárquico foi possível identificar similaridade entre os pontos de coleta quanto aos indicadores de eutrofização das águas, tendo sido formado 2 grupos distintos, sendo que os atributos determinantes para formação do grupo 1 foram as maiores concentrações de sedimentos nas águas e os menores teores de clorofila “a”. Já para o grupo 2, foram determinantes os maiores valores de temperatura da água e das concentrações de clorofila “a”.

Palavras- chave: Clorofila “a”. Qualidade de água. Reservatório.

INTERFERING PARAMETERS IN THE EUTROPHICATION OF THE SURFACE WATER ORÓS RESERVOIR, CEARÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT – The main goal aim of this work was study the parameters that influence in the spatial variation of the chlorophyll "a" in the surface water of the Orós reservoir, Ceará state, Brazil. It was studied the comparison of the water in that reservoir, too. Twelve water samples were taken in seven different sites in the reservoir. They were sampled every two months from April/2008 to April/2010. Total phosphorus, water temperature, water transparency and the chlorophyll "a" production were analyzed. To assessment the eutrophication between the sampled sites it was used the Hierarchical Cluster Analysis. Results showed that the eutrophication allowed observes that the water temperature, water transparence and total phosphorus are influential in the chlorophyll "a" production. The increasing of the water temperature increase the chlorophyll "a" concentration. Hierarchical Cluster Analysis showed that the sampled sites 1 and 2 are similar in relation to water eutrophication and it separates the water in two different groups. The group 1 was formed because of the both high sediment concentration and the low levels of chlorophyll “a” and the group 2 was formed because of the both high water temperature values and high chlorophyll "a" concentration.

Keywords: Chlorophyll “a”. Water quality. Reservoir.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 18/05/12; aceito em 25/06/2013.

²Universidade Federal Rural do Semiárido, Departamento de Ciências Ambientais, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN; adriana_tid@hotmail.com

³Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, ameireles2003@yahoo.com.br; eandra-de@ufc.br

⁴Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará- *campus* Iguatu. Iguatu-CE, junior.bg@bol.com; helbaraujo23@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A qualidade da água não se restringe a determinação da pureza da mesma, mas às suas características relacionadas ao uso a que se destina. A qualidade das águas de um corpo hídrico pode sofrer mudanças tanto em suas características físicas, químicas quanto às biológicas (GIRÃO et al., 2007).

Dentre os impactos qualitativos da água, destaca-se a eutrofização, que afeta com maior ou menor intensidade, os ambientes aquáticos, sendo considerado um dos processos poluidores, mas comuns nos corpos hídricos (FIGUEIRÊDO et al., 2007). Este processo diz respeito ao enriquecimento dos corpos hídricos por nutrientes produzindo aumento de biomassa algal, frequentemente acompanhado por florações de cianobactérias ou algas verdes, levando a deficiência de oxigênio, maus odores e crescimento excessivo de macrofitas, predominância de peixes que se alimentam de bentos e plantas, e maior turbidez da água (FRAGOSO JÚNIOR et al., 2007; SPERLING et al., 2008).

A produtividade e a biomassa fitoplanctônica, medida por meio da concentração de clorofila "a", é influenciada principalmente por três fatores: a temperatura, a transparência da água e nutrientes (fósforo total é um dos exemplos de nutrientes). A temperatura da água é uma variável física que assume grande importância na produtividade biológica da água. A transparência varia em função da chuva e da drenagem terrestre, reduzindo a entrada de luz no ambiente aquático, aumentando a concentração de nutrientes nos sedimentos, influenciando diretamente na produção de biomassa fitoplanctônica (AZEVEDO et al., 2008). A presença do fósforo deve ser entendido como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como um dos fatores limitante causador do processo (MATTAR NETO et al., 2009).

Para a maioria dos lagos tropicais da América Latina o fósforo é o elemento limitante, pois mesmo que se controle o aporte externo de nitrogênio, há algas com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, que não teriam a sua concentração reduzida com a diminuição da carga afluyente de nitrogênio. Por estas razões, prefere-se dar uma maior prioridade ao controle das fontes de fósforo quando se pretende controlar a eutrofização em um corpo d'água (SALAS; MARTINO (1991) apud VON SPERLING, 1995).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os fatores que influenciam na variação espacial da produção de clorofila "a" nas águas superficiais do açude Orós, Ceará, bem como, identificar a similaridade limnológica das águas nos pontos de amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido nas águas superficiais do açude Orós (Figura 1), localizado na cidade

de Orós no estado do Ceará. Com volume máximo de armazenamento de 1,94 bilhões de metros cúbicos, este é o segundo maior reservatório do estado, constituindo importante fonte hídrica para o Médio e Baixo Jaguaribe, garantindo a perenização do rio Jaguaribe até sua foz, além de contribuir também para a bacia do Salgado (SILVA et al., 2006). A bacia hidráulica do açude Orós (35.000 ha) está dividida politicamente entre três municípios isto é, Iguatu, Quixelô e Orós. A bacia hidrográfica do reservatório corresponde a aproximadamente 96% da sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia de drenagem do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe (SOARES et al., 2009).

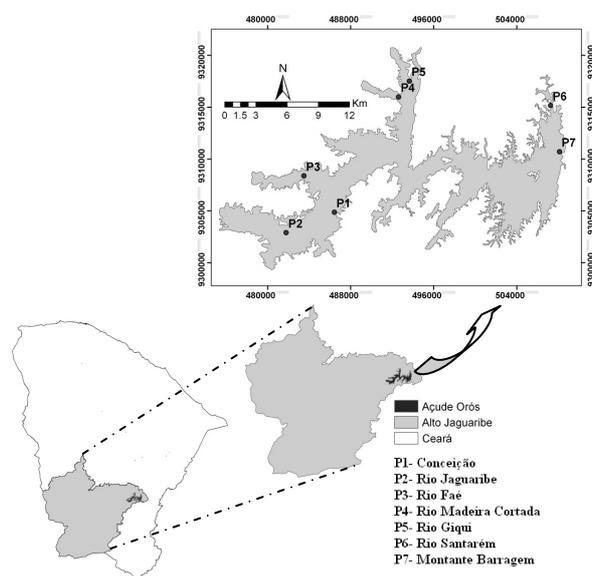


Figura 1. Bacia do Alto Jaguaribe, com a localização do açude Orós.

O clima da região, conforme o Índice de Aridez Thornthwaite (1948), é de 0,44 classificando-se como semiárido. As precipitações das cidades que ficam ao entorno do reservatório chegam a atingir valores médios anuais superiores a 800 mm, sendo a evapotranspiração potencial média anual em torno de 1900 mm, ou seja, apresenta valores superiores aos valores de precipitação (FUNCEME, 2008).

A geologia da área onde está inserido o açude Orós é marcada pela evidente preponderância de rochas do embasamento cristalino onde se constata uma grande variedade de litotipos com predominância de migmatitos homogêneos e heterogêneos, além de gnaisses variados, associados a xistos, calcários metamórficos, quartzitos e núcleos granitóides (SOARES et al., 2009). No entorno do açude Orós verifica-se a presença de núcleos urbanos e o desenvolvimento de atividades como a criação de animais às margens do açude, sendo a principal delas é a exploração agropecuária, com uso inadequado de fertilizantes. O uso e ocupação do solo nas áreas de pre-

servação permanente (APP) no entorno do açude Orós é composto por 42,38% da APP ocupada com pastagens, 24,05% com capoeira, 2,08% com cultura do milho, 15,83% com cultura do arroz (rizinocultura), 7,89% com outras culturas e usos, e somente 7,77% ainda se encontram com vegetação natural (SOARES et al., 2009). Verifica-se ainda, o desenvolvimento da criação de peixes em tanques rede em diferentes pontos do reservatório.

Para avaliar as águas no açude Orós, foram realizadas 12 amostragens, em intervalos bimestrais, durante o período de abr/2008 a abr/2010, em 7 pontos de amostragens (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7), sendo seis nas confluências dos principais afluentes e um à montante da barragem.

As amostras foram coletadas na sub-superfície, profundidade de 0,30 m da superfície da coluna d'água, limite da zona eufótica. Os parâmetros clorofila "a" e fósforo total foram determinados através do Standard Methods for the Examination of Water e Wastewater (2005).

Para determinação da clorofila "a" as amostras foram filtradas em filtros de fibra de vidro do tipo AP20, 47 mm de diâmetro, e extraídas em aceto-

na 90% após 24 horas no congelador, sendo lidas em espectrofotômetro de UV-visível Hach.

O fósforo total (Pt) foi determinado pelo método colorimétrico automático com reagente molibdato/antimonil/ácido ascórbico. Para a determinação, cada amostra foi previamente submetida à digestão com mistura de ácido ascórbico, sulfato de potássio e óxido de mercúrio, a 300°C.

A temperatura da água foi medida in situ através de sonda Horiba U50 e a transparência foi realizada com o auxílio do disco de Secchi. A zona eufótica (Zeu) foi obtida multiplicando-se a profundidade do disco de Secchi pelo fator 3,0 (COLE, 1975). As análises foram realizadas no Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Reservatórios – LIAMAR do Instituto Federal do Ceará - IFCE, Campus Fortaleza.

O estado trófico dos pontos avaliados foi definido conforme os limites estabelecidos pela Cetesb (2006) (Tabela 1). Estes limites tem como base no Índice clássico de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983), que leva em consideração a clorofila-a e o nutriente fósforo total.

Tabela 1. Classificação do Estado Trófico de acordo com a Cetesb (2006).

Estado trófico	Fósforo total mg L ⁻¹	Clorofila "a" µg L ⁻¹ *
Oligotrófico	P = 0,026	Cl "a" = 3,8
Mesotrófico	0,026 < P = 0,053	3,8 < Cl "a" = 10,3
Eutrófico	0,053 < P = 0,211	10,3 < Cl "a" = 76,1
Hipereutrófico	P > 0,211	Cl "a" > 76,1

* mg m⁻³ = µg L⁻¹

A semelhança das águas entre os pontos de coleta foi avaliada pelo emprego da técnica de Análise Multivariada/Análise de Agrupamento Hierárquico (*cluster analysis*), software SPSS 16.0. O número de agrupamentos formados na análise hierárquica é função do maior ou menor grau de homogeneidade que se deseja impor ao grupo formado (HAIR JR. et al., 2005; MOURA et al., 2010). Inicialmente, os dados foram normalizados (*Z-scores*) e tratados pelo método de ligação de Ward (método da variância mínima), com o quadrado da distância Euclidiana como medida de similaridade, conforme trabalho de Palácio et al. (2009).

Para se reduzir os erros devido às escalas e as unidades das variáveis selecionadas, os dados foram normalizados ($x = 0$, $\sigma = 1$).

Os dados médios de cada parâmetro analisado dos respectivos grupos e dos pontos de coletas formados foram submetidos à análise de teste t de student a $p < 0,05$, através do programa SPSS 16.0 for Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semelhança das águas superficiais do açude Orós nos pontos coletados em relação à eutrofização e aos fatores que influenciam na produção de clorofila "a" foi determinada pelo emprego da técnica de Análise Multivariada/Agrupamento Hierárquico (AHH). No dendrograma (Figura 2), que corresponde à figura com os coeficientes de aglomeração reescalados em que o menor coeficiente corresponde a 1 e o maior a 25, fica explícito que o ponto ótimo de corte é a distância de valor 15. Verifica-se na Figura 2 que o dendrograma formado pode ser dividido em dois grupos distintos. O grupo 1 formado pelos pontos da parte alta da bacia hidráulica do reservatório, pontos P1, P2 e P3, e o grupo 2 formado pelos pontos do terço médio e parte baixa, correspondendo aos pontos P4, P5, P6 e P7 (Figura 3).

A composição média, o desvio padrão, os valores máximos e mínimos das variáveis estudadas nas águas do açude Orós. As concentrações de clorofila "a", além das variáveis transparência,

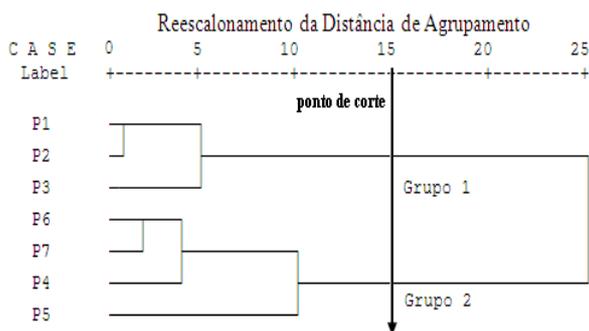


Figura 2. Dendrograma dos pontos de coleta e os grupos do açude Orós.

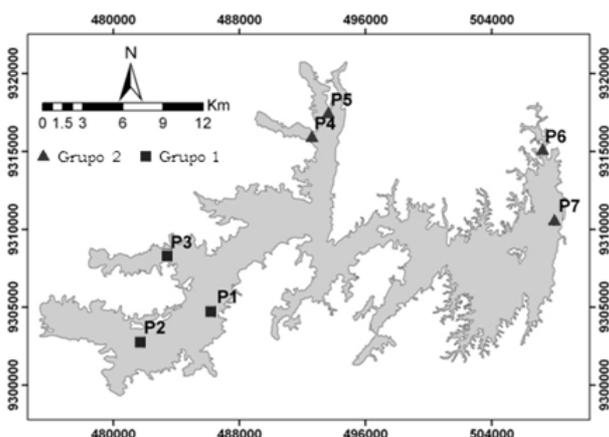


Figura 3. Distribuição dos pontos de coletas nas águas superficiais do açude Orós dentro dos agrupamentos formados.

temperatura da água e zona eufótica (Zeu) apresentaram diferença estatística para $p < 0,05$, indicando que somente o aporte do nutriente fósforo total não foi determinante para a formação dos grupos.

O grupo 1 foi formado pelos pontos de coleta P1, P2 e P3, caracterizados por apresentarem águas com os menores valores de transparência, valores médios de 0,65 m e desvio padrão de 0,65 diferindo estatisticamente para $p < 0,05$ da média do grupo 2, que apresentou transparência média de 1,08 m e desvio padrão de 0,65. Esses menores valores de transparência observados no grupo 1 devem-se ao maior aporte de sedimentos. As maiores concentrações de sedimentos podem ser atribuídas à maior degradação da mata ciliar às margens dos pontos de coleta que compõem o grupo 1, principalmente causada pela exploração de atividades agropecuárias. Pesquisadores como Gomes et al. (2007), Franco e Hernandez (2009), Vanzela et al. (2010) observaram que a retirada da mata ciliar para atividades agropecuárias favorece o transporte e a deposição de materiais sólidos nos mananciais. Dentre os pontos que compõem o grupo 1, destaca-se o P2, aflúncia do rio Jaguaribe ao reservatório, que apresenta elevado aporte de materiais suspensos presentes nas suas águas, principalmente no período chuvoso (LIMA NETO et al., 2011).

Este fato resulta em uma menor proliferação

de algas nesse grupo formado pelos pontos P1, P2 e P3, e, consequentemente, menores concentrações de clorofila "a" (média= $7,06 \mu\text{g L}^{-1}$, desvio padrão= 6,7) diferindo estatisticamente do grupo 2, com concentração de $17,01 \mu\text{g L}^{-1}$ e desvio padrão de 12,60. Esses baixos valores de clorofila "a" para o grupo 1, além de sofrer influência de aportes de sedimentos, que causa minimização da infiltração da radiação solar e diminuição da zona fótica (KARADZINC et al., 2010), também apresentam influência dos menores valores de temperatura da água (média= $28,5 \text{ }^\circ\text{C}$, desvio padrão= 1,48).

O grupo 2 foi composto pelos pontos de coletas P4 e P5 juntamente com o P6 e P7 apresentando como característica as maiores concentrações de clorofila "a" e de temperatura da água, com valores de $17,01 \mu\text{g L}^{-1}$ e $29,31 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente (Tabela 1). Os elevados valores encontrados para a clorofila "a" podem ser justificados, principalmente pelas maiores temperaturas (valor médio= $29,31 \text{ }^\circ\text{C}$, desvio padrão= 1,38), diferindo estatisticamente para $p < 0,05$ do grupo 1, que como mencionado tem forte influência na produção de clorofila "a". Essas maiores temperaturas nesse grupo se devem notadamente pela presença dos pontos P4 e P5, onde suas coletas foram sempre realizadas nos horários de maiores incidência de radiação.

Já a presença dos pontos P6 e P7 nesse grupo, devem-se provavelmente ao incremento de clorofila "a" pelas as maiores transparências, fato que o aproximou dos pontos P4 e P5 formando um único grupo. As maiores transparências foi outro fator determinante na formação do grupo 2. Com menores aportes de sedimentos, principalmente no P6 e P7, os valores de transparência nesse grupo chegaram a atingir 2,47 m, aumentando a zona eufótica (média= 3,23 e desvio padrão= 0,69) e influenciando na maior produção de clorofila "a".

Apesar das concentrações de fósforo total não terem apresentado diferença estatística significativa entre os grupos (Tabela 2), o grupo 2 apresentou menor concentração média em relação ao grupo 1, no entanto suas concentrações de clorofila "a" foram superiores. Assim, percebe-se que, as maiores temperatura (principalmente P4 e P5) e transparência (principalmente P6 e P7) das águas foram decisivas no aumento da concentração média da clorofila "a" para o grupo 2.

A produção de clorofila "a" é influenciada por diversos fatores, dentre eles destacam-se o aporte de nutrientes, principalmente o fósforo total; a temperatura e a transparência das águas. Na Figura 4 são apresentados as concentrações médias da transparência da água, temperatura, clorofila "a" e fósforo total, bem como, a comparação das médias dos pontos de amostragem, utilizando o teste t ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores médios das variáveis em estudo para os grupos das águas superficiais do açude Orós, Ceará.

Variáveis	Estatísticas	Grupo 1	Grupo 2
Clorofila "a" ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Méd. \pm DP	7,06 \pm 6,70 a*	17,01 \pm 12,60 b
	Mín.	1,30	2,00
	Máx.	26,70	45,12
Fósforo Total (mg L^{-1})	Méd. \pm DP	0,103 \pm 0,110 a	0,091 \pm 0,117 a
	Mín.	0,020	0,003
	Máx.	0,695	0,623
Transparência (m)	Méd. \pm DP	0,65 \pm 0,20 a	1,08 \pm 0,65 b
	Mín.	0,18	0,16
	Máx.	1,08	2,47
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Méd. \pm DP	28,5 \pm 1,48 a	29,31 \pm 1,38 b
	Mín.	25,78	26,72
	Máx.	31,00	33,00
Zeu (m)	Méd. \pm DP	1,95 \pm 0,47 a	3,23 \pm 0,69 b
	Mín.	1,42	2,58
	Máx.	2,32	3,85

*Médias seguidas de letra distinta, diferem entre si na coluna pelo Teste de T ($p < 0,05$).

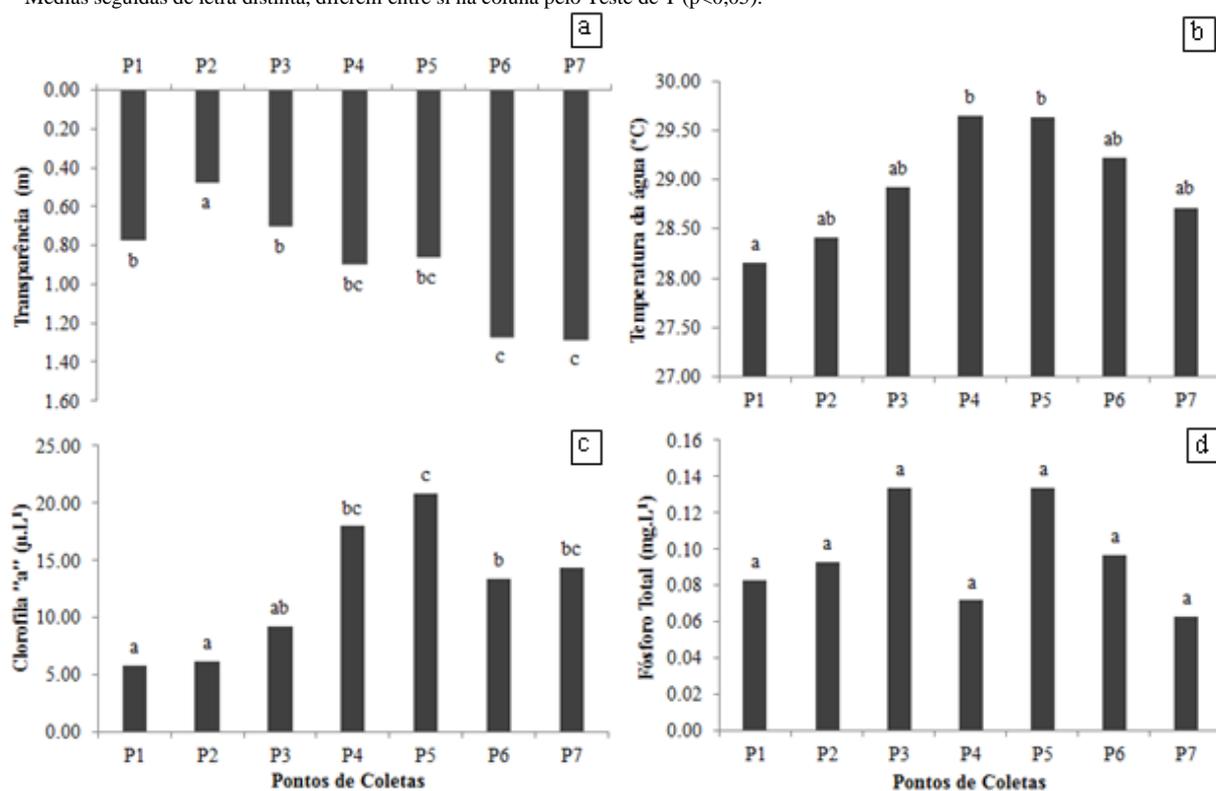


Figura 4. Valores médios e teste de T ($p < 0,05$) para: (a) transparência da água, (b) temperatura da água, (c) clorofila "a" e (d) fósforo total.

As concentrações de clorofila "a" e os valores de transparência e de temperatura da água apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$), em relação à distribuição espacial. Já o aporte de fósforo total não apresentou diferenças entre as médias dos pontos de coletas.

Com relação à clorofila "a", verifica-se que as menores concentrações médias (Figura 4c) ocorreram nos pontos de coletas P1, P2 e P3, com valores de respectivamente 5,76; 6,16 e 9,24 $\mu\text{g L}^{-1}$, que os classifica como mesotróficos, de acordo com os limites estabelecido pela Cetesb (2006), que para essa

classe é de no máximo 10,3 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Tabela 1). Os pontos P4, P5, P6 e P7 foram classificados como eutróficos, apresentando valores entre 10,3 $\mu\text{g L}^{-1}$ (limite mínimo) e 76,1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (limite máximo) de clorofila "a", sendo os dois primeiros pontos citados, com as maiores concentrações médias, de 17,98 e 20,89 $\mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Eskinazi-Sant'anna et al. (2007) que, estudando os reservatórios situados na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Assu, classificaram este como eutrófico durante o período amostral, tendo como indicador valores médios das concentra-

ções de clorofila "a" superiores a 20 µg Cl-a.L⁻¹.

Ainda na Figura 2, observa-se que as baixas concentrações de clorofila "a" nos pontos P1, P2 e P3 estão associadas às menores transparências verificadas, que nesses pontos são de 0,77; 0,47 e 0,70 m, respectivamente (Figura 4a). Com relação a este parâmetro, verifica-se que o P2 diferiu ao nível de $p < 0,05$ dos demais pontos. O P2 refere-se à aflúncia do rio Jaguaribe que, durante a estação chuvosa, é responsável pelo maior aporte de sedimentos nas águas do reservatório. Azevedo et al. (2008) constataram que, nos estuários do Golfão Maranhense o período de maior índice pluviométrico coincide com a menor transparência na água e com o menor teor de clorofila "a". Estes fatores diminuem a camada fótica e dificultam a assimilação dos nutrientes disponibilizados no carreamento pelas águas da chuva.

Essas características, associadas à maior degradação da mata ciliar no entorno desses pontos (SOARES et al., 2009), favorecem as menores transparências verificadas, redução da zona eufótica, sendo a biomassa fitoplactônica sensível a alterações relacionadas a penetração da luz na coluna d'água (Fragoso Júnior et al., 2007). A luz é um dos fatores limitantes para a produção primária da biomassa fitoplanctônica. Apesar de não ter apresentado diferença estatística para $p < 0,05$, não se descarta ainda a influência da temperatura das águas nos pontos P1, P2 e P3, tendo apresentado estes os valores médios mais baixos (28,5 °C) com relação aos demais pontos de coletas. Segundo Nogueira. (1991), a variação na temperatura da água, notadamente em temperaturas acima de 24 °C, tem profundas implicações ecológicas, ocasionadas pelo transporte de nutrientes.

As maiores concentrações de clorofila "a" nos pontos P4 e P5 (Figura 4c) podem estar relacionadas principalmente com as temperaturas mais elevadas (29,6 °C) verificadas (Figura 4b). Essas temperaturas são atribuídas ao horário em que foram realizadas as amostragens, pois as campanhas iniciavam-se pela manhã nos pontos P1 ou P7, sendo os pontos P4 e P5, coletados sempre por volta do meio dia e duas horas da tarde. Nesse horário, a intensa radiação solar e o consequente aumento da temperatura da água favorecem a atividade fotossintética, e acelera a absorção de nutrientes pelas algas, contribuindo com a maior produção e concentração de clorofila "a". Cunha et al. (2008) avaliando a densidade fitoplanctônica e o estado trófico dos rios Canha e Pariquera-Açu, SP, observaram que a variação das concentrações de clorofila "a" está vinculada a diversos fatores, tais como maior atividade biológica normalmente em temperaturas mais elevadas. A temperatura é uma variável física de grande importância na produtividade da biomassa algal, que dentre os fatores decisivos, é principal limitante de muitas dessas espécies. Segundo Camargo et al. (2003), a produção primária das macrófitas aquáticas é controlada por uma série de fatores limitantes, dentre estes, a temperatura.

Ainda, um fator que pode ter contribuído com o aumento na maior produção de clorofila "a" no ponto P5, foi a maior concentração média de fósforo total observada neste ponto, 0,134 mg L⁻¹. Essa concentração média foi semelhante à observada no P3 (Figura 4d). Esses pontos também apresentaram valores similares de transparência da água, respectivamente, 0,86 e 0,70 m para o P5 e P3. Contudo, as concentrações de clorofila "a" no P5, classificado como eutrófico, foram superiores a do P3, classificado como mesotrófico. Estes fatos sugerem que a temperatura da água foi o fator limitante na produção da clorofila "a", tendo em vista a semelhança nos valores médios de transparências e do nutriente fósforo total desses pontos.

Para os pontos de coleta P6 e P7, verifica-se concentrações médias de clorofila "a" inferiores ao P4 e P5, mas superiores aos pontos P1, P2, P3, indicando que estes pontos têm características intermediárias com relação aos demais pontos estudados. Nesses referidos pontos, provavelmente o fator que pode ter influenciado essa elevação na clorofila "a" em relação aos primeiros pontos é a alta transparência da água (Figura 4a) de 1,27 e 1,28 m. Destaca-se a diferença estatística para $p < 0,05$ entre os maiores valores de transparência nos pontos P6 e P7 e dos menores valores de transparência nos pontos P1, P2 e P3. Esses maiores valores de transparência no P6 têm como principal característica relativa à conservação da mata ciliar no seu entorno em relação aos demais, contribuindo com o menor aporte de sedimentos, aumentando a zona fótica. Já os elevados valores no P7, localizado a montante da barragem, parte mais profunda do reservatório, ocorre a decantação dos sedimentos, permitindo a entrada dos raios solares no corpo hídrico e, conseqüentemente, o aumento na produtividade de biomassa. A influência dos sedimentos na variação da zona eufótica também foi verificada por Azevedo et al. (2008) no estado do Maranhão. A alta turbidez compromete o ecossistema aquático, uma vez que reduz a fotossíntese da vegetação aquática (BARRETO et al., 2010). Outra provável influência para essas concentrações intermediárias nos pontos P6 e P7 foi à temperatura da água, que também apresentou valor médio intermediário (29 °C).

CONCLUSÕES

Pela análise de agrupamento Hierárquico foi possível identificar formação de dois grupos distintos quanto ao processo de eutrofização, sendo que os atributos determinantes para a formação do grupo 1 foram os menores valores de clorofila "a", de temperatura da água e os maiores aporte de sedimentos nas águas. Já para o grupo 2, foram determinantes as maiores concentrações de clorofila "a" e dos valores de temperatura e transparência;

O estudo realizado permitiu identificar a in-

fluência dos fatores temperatura da água, transparência e os teores de fósforo total na variação espacial da produção de clorofila “a” no açude Orós;

Os pontos P1, P2 e P3 classificaram-se mesotróficos e os pontos P4, P5, P6 e P7 fora classificados eutróficos com relação a clorofila “a”.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro dado a pesquisa e ao IFCE, Campus Iguatu, pelo o apoio logístico.

REFERÊNCIAS

APHA. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER E WASTEWATER. 21.ed. Washington, DC, EUA: **American Public Health Association (APHA)**, the American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF), 2005.

AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.

BARRETO, P. R.; GARCIA, C. A. B.; Caracterização da qualidade da água do açude Buri-Frei Paulo/SE. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 6, n. 9, p. 1-21, 2010.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes á produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (ed.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá/Paraná: EDUEM, 2003. cap. 3. p. 59-83.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas no Estado de São Paulo**, 1995. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iet.asp>. Acesso em: 07 nov. 2006.

COLE, G.A. Textbook of limnology. Saint-Louis: C.V. Mosby, 1975.

CUNHA, D. G.; FALCO, P. B. de; CALIJURI, M. do C. Densidade fitoplactônica e estado trófico dos rios Canha e Pariquera-Açu, bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, SP, Brasil. **Revista Ambiente e Água**. Taubaté, v. 3, n. 2, p. 90-105, 2008.

ESKINAZI-SANT’ANNA, E. M.; et al. Composição da comunidade zooplancônica em reservatórios

eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 410-421, 2007.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro v. 12, n. 4, p. 399-409, 2007.

FRAGOSO JUNIOR, C. R.; et al. Simulação de Eutrofização em Lagos Rasos II: Sistema do Taim (RS). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 37-48. 2007.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 772-780, 2009.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Monitoramento hidroambiental das chuvas**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/DIPAN/index.htm>> Acesso em: 20 dez. 2008.

GIRÃO, E. G.; et al. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2007.

HAIR JUNIOR, J. F.; et al. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant’Anna e Anselmo Chaves Neto, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

KARADZINC, V.; et al. Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs Garaši and Bukulja (Serbia). **Desalination**, v. 255, n. 1-3, p. 91-96, 2010.

LIMA NETO, I. E.; WIEGAND, M. C.; ARAÚJO, J. C. Sediment redistribution due to a dense reservoir network in a large semiarid Brazilian basin. **Hydrological Sciences Journal**, v. 56, n.2, p. 319-333, 2011.

MATTAR NETO J.; KRÜGER C. M.; DZIEDZIC M. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 205-214, 2009.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 97-103, 2010.

NOGUEIRA, V. P. Q. Qualidade da água em lagos e reservatórios. In: PORTO, R.L.L. (Org.). **Hidrologia**

ambiental. São Paulo: ABRH. p. 165-210. 1991.

PALÁCIO, H. A. Q.; et al. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Curu, Ceará. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2494-2500, 2009.

SILVA, U. P. A.; et al. Experiência da alocação negociada de água nos Vales do Jaguaribe e Banabuiú. In: **VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. Gravatá. 2006.

SOARES, Z. M. L.; et al. Uso e ocupação da terra nas áreas de entorno do açude Orós com vistas ao ordenamento territorial. In: **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto**. Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009, p. 4417-4424.

SPERLING, E. V.; FERREIRA, A. C. S.; GOMES, L. N. L. Comparative eutrophication development in two Brazilian water supply reservoirs with respect to nutrient concentrations and bacteria growth. **Desalination**, v. 226, n. 1-3, p. 169-174, 2008.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55-94, 1948.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

VON SPERLING M.. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 240 p., 1995.