



CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA E INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO EM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA/CE

Ticianá Fontoura Vidal ¹

José Capelo Neto ²

RESUMO

O enriquecimento da água por nutrientes é consequência direta da presença excessiva de fitoplâncton. A determinação de parâmetros físicos, químicos e biológicos podem avaliar o nível de eutrofização em que um reservatório se encontra. O açude Gavião, responsável pelo abastecimento de água potável da Região Metropolitana de Fortaleza/CE foi estudado com o intuito de se caracterizar os parâmetros limnológicos, identificar o nível trófico das águas usando o Índice de Estado Trófico médio (IETm) e observar a influência da chuva nestes parâmetros. As análises foram realizadas em cinco pontos de amostragem, durante o período de julho de 2010 a junho de 2011, correspondendo à períodos de estiagem e de chuva, para fim de comparação. As variáveis analisadas foram: transparência da água, concentração de fósforo total e clorofila-a para o cálculo do IET, além de temperatura, oxigênio dissolvido e pH para perfilagens verticais. Os resultados mostraram que a temperatura influenciou diretamente a concentração de oxigênio e variação de pH, tendo a chuva como um forte interferente em suas concentrações. Já o IET das águas foi classificado como eutrófico para os dois períodos estudados, sendo o IET para o período chuvoso mais elevado, demonstrando influência direta das chuvas no estado trófico do açude.

PALAVRAS-CHAVE: Limnologia. Qualidade de água. Eutrofização.

LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION AND INFLUENCE OF RAINFALL IN A PUBLIC WATER SUPPLY RESERVOIR

ABSTRACT

The excessive presence of phytoplankton is a direct consequence of the enrichment of water by nutrients. The determination of physical, chemical and biological parameters can assess the level of

¹ Mestre em Eng. Civil (Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Ceará/Aluna de Doutorado em Eng. Civil (Recursos Hídricos). ticianafvidal@yahoo.com.br

²Doutor em Eng. Civil (Recursos Hídricos), Universidade Federal do Ceará/Professor Adjunto do Departamento de Eng. Hidráulica e Ambiental. capelo@ufc.br



eutrophication in a reservoir that is. The reservoir Gavião responsible for drinking water supply in the Metropolitan Region of Fortaleza was studied in order to characterize the limnological parameters, identify the trophic level of the water using the average Trophic State Index (TSI) and observe the influence of rain these parameters. Analyses were performed in five sampling points during the period July 2010 to June 2011, corresponding to periods of drought and rain, in order to make a comparison. The variables analyzed were: water transparency, concentration of total phosphorus and chlorophyll-a for the calculation of the TSI, as well as temperature, dissolved oxygen and pH for vertical profiling. The results shown for the levels of phosphorus, its waters have been classified into eutrophic. The results showed that the temperature directly influenced the oxygen concentration and pH variation, taking the rain as a strong interfering in their concentrations. And the TSI was classified as eutrophic for the two study periods, where the TSI for rainy season was the highest, demonstrating the direct influence of rainfall on the trophic state of the reservoir.

KEY-WORDS: Limnology. Water quality. Eutrophication process.

CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA Y LA INFLUENCIA DE LLUVIAS EM PRESA DEL ABASTECIMIENTO PÚBLICO

RESUMEN

El enriquecimiento de nutrientes en el agua es una consecuencia directa de la presencia excesiva de fitoplancton. La determinación de los parámetros biológicos físicos, químicos y puede evaluar el nivel de eutrofización en un depósito que es. La presa Gavião responsable de abastecimiento de agua potable en la Región Metropolitana de Fortaleza fue estudiada con el fin de caracterizar los parámetros limnológicos, identificar el nivel trófico de las aguas mediante el índice del estado trófico (IET) y observar la influencia de la lluvia en estos parámetros. Los análisis se realizaron en cinco puntos de muestreo durante el período julio 2010 hasta junio 2011, correspondiente a los períodos de sequía y lluvia. Las variables analizadas fueron: la claridad del agua, concentración de fósforo total y clorofila-a para el cálculo del IET, así como la temperatura, el oxígeno disuelto y pH para el perfil vertical. Los resultados mostraron que la temperatura influyó directamente en la variación de la concentración de oxígeno y el pH, teniendo la lluvia como una fuerte intromisión en sus concentraciones. Ya el IET fue clasificado como eutrófico para los dos períodos estudiados, el IET para la mayor temporada de lluvias, lo que demuestra la fuerte influencia de las lluvias en el estado trófico de vertedero.

PALABRAS-CLAVE: Limnología. Calidad del agua. Eutrofización.

1. INTRODUÇÃO

Em função da eutrofização, muitos reservatórios e lagos no mundo já perderam a capacidade de abastecimento humano, de manutenção da vida aquática e de recreação. Segundo Duarte & Vieira (2009), muitos impactos negativos são gerados pela utilização dos meios hídricos que funcionam como receptores de descargas pontuais e difusas, responsáveis pela diminuição da qualidade da água e consequente alteração da sua estrutura trófica.



Durante o período de chuvas, a quantidade de nutrientes carregada ao reservatório aumenta consideravelmente, facilitando ainda mais a proliferação das algas. Sendo a quadra chuvosa nas regiões semiáridas bastante curta, seu estudo faz-se primordial para um bom acompanhamento das variáveis limnológicas ao longo do tempo. Já o Índice do Estado Trófico (IET) tem como finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, de forma confiável, a partir do levantamento das concentrações do nutriente e da clorofila-a (Cordeiro *et al.*, 2009). A transparência também é outro fator de extrema importância, pois a presença de sedimentos na água tem grande influência na variação da zona eufótica e consequente diminuição da atividade fotossintética.

E, por sua vez, a temperatura influencia diretamente a cinética dos processos metabólicos oxidativos vitais: respiração, processos de decomposição da matéria orgânica, solubilidade de gases, acarretando mudanças de pH e nas concentrações de OD, atuando diretamente sobre a magnitude e variação dos valores da densidade da água, sendo um parâmetro essencial em estudos, monitoramentos e planos de gerenciamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Temperatura, OD e pH foram obtidos *in situ* utilizando-se sonda multiparamétrica (Modelo YSI 6600V2), pertencente a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH. As análises de fósforo total e clorofila-a foram determinados em laboratório, usando como referência Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) e foram realizadas em triplicata. A variável transparência da água foi medida em campo com a utilização do disco de Secchi, à 0,3 m de profundidade. Amostras de água foram analisadas no açude Gavião em cinco pontos distintos ao longo de julho de 2010 a junho de 2011, campanhas com periodicidade mensal para o cálculo do IET e com periodicidade trimestral para os parâmetros com sonda. Para ambos, compreendendo ciclos de



estiagem e de chuva na região. A escolha de cada ponto a ser monitorado foi feita levando em consideração a importância estratégica de cada um em particular e sua localização dentro da bacia hidrográfica. Valores médios mensais foram usados para cada parâmetro.

A classificação do estado trófico do reservatório foi realizada utilizando o método de Carlson modificado por Toledo *et al.* (1984), cada parâmetro foi classificado quanto ao seu estado trófico conforme os limites recomendados na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do estado trófico para reservatórios segundo Carlson (1977) modificado por Toledo.

| Estado Trófico | Fósforo total (mg/L) | Clorofila-a (mg/L) | Transparência (m) |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| Ultraoligotrófico | $P \leq 0,008$ | $CI \leq 1,17$ | $DS \geq 2,4$ |
| Oligotrófico | $0,008 < P \leq 0,019$ | $1,17 < CI \leq 3,24$ | $2,4 > DS \geq 1,7$ |
| Mesotrófico | $0,008 \leq P \leq 0,052$ | $3,24 \leq CI \leq 11,03$ | $1,7 \geq DS \geq 1,1$ |
| Eutrófico | $0,052 \leq P \leq 0,120$ | $11,03 \leq CI \leq 30,55$ | $1,1 \geq DS \geq 0,8$ |
| Supereutrófico | $0,120 \leq P \leq 0,233$ | $30,55 \leq CI \leq 69,05$ | $0,8 \geq DS \geq 0,6$ |
| Hipereutrófico | $0,233 < P$ | $69,05 < CI$ | $0,6 > DS$ |

Fonte: Toledo *et al.* (1984).

O Índice de Estado Trófico pode ser obtido através das seguintes equações:

$$IET(DS) = 10 * \left(6 - \frac{0,64 + \ln DS}{\ln 2} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$IET(Pt) = 10 * \left(6 - \frac{\ln \frac{80,32}{P}}{\ln 2} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$IET(CI) = 10 * \left(6 - \frac{2,04 - 0,695 \ln CI}{\ln 2} \right) \quad (\text{Eq. 3})$$

O IET de Carlson (1977) modificado por Toledo *et al.* (1984) pode ser obtido separadamente ou através do IET médio, usando os três parâmetros supracitados, como mostra a equação abaixo:



$$IET_m = \frac{IET(DS) + IET(Pt) + IET(Cl)}{3} \quad (\text{Eq. 4})$$

Após calcular o Índice de Estado Trófico Médio (IET_m), as águas do reservatório foram classificadas de acordo com os limites estabelecidos por Toledo *et al.* (1984), conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do Índice de Estado Trófico.

| Critério | Estado Trófico |
|-----------------------|-------------------|
| $IET \leq 24$ | Ultraoligotrófico |
| $24 \leq IET \leq 44$ | Oligotrófico |
| $44 \leq IET \leq 54$ | Mesotrófico |
| $54 \leq IET \leq 74$ | Eutrófico |
| $IET > 74$ | Hipereutrófico |

Fonte: Toledo *et al.* (1984).

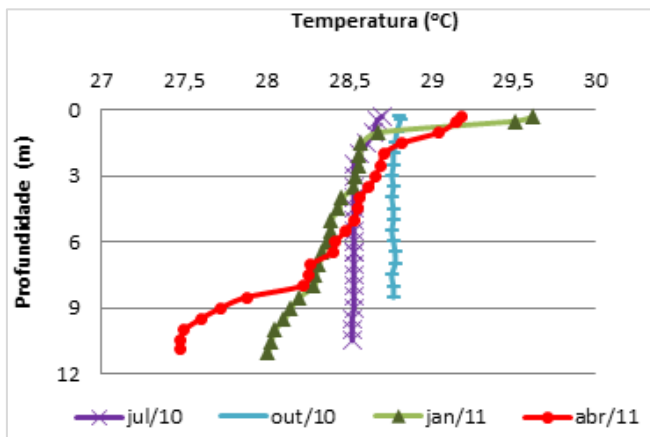
2.2 Resultados

A caracterização dos perfis verticais de temperatura em um reservatório fornece uma base sólida para o entendimento das mudanças provocadas pelo aquecimento da água. No caso, campanhas trimestrais foram feitas no ponto mais profundo do reservatório (cerca de 12,0 m), localizado a montante da estação de tratamento de água, que abastece a Grande Fortaleza. Foram feitas perfilagens verticais neste ponto, com o uso de sonda, em julho e outubro (2010) e janeiro e abril (2011).

Os valores para a temperatura são mostrados na Figura 1.



Figura 1 – Variação de temperatura ao longo da coluna d'água para os meses estudados.



Os valores de temperatura neste ponto (o mais representativo do açude, já que é o mais profundo e se localiza próximo a entrada da estação de tratamento de água), oscilaram-se entre 27,48 e 29,62°C, considerando todas as profundidades. Em julho de 2010, mês caracterizado por apresentar baixos índices de precipitação, observou-se uma eficiente mistura da coluna d'água, caracterizando um ambiente termicamente desestratificado, fenômeno este também observado durante a campanha do mês de outubro de 2010.

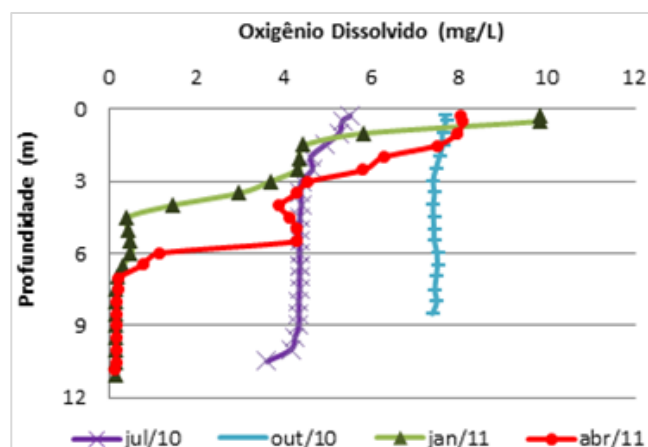
No caso de lagos que apresentam temperaturas aproximadamente uniformes em toda a coluna, a propagação do calor através de toda massa líquida pode ocorrer de maneira muito eficiente, pois nestas condições, a densidade da água é praticamente igual em todas as profundidades, não havendo, portanto, barreira física à circulação completa. Sob estas condições, diz-se que o lago encontra-se em instabilidade térmica e o vento é o agente fornecedor de energia indispensável para a mistura das massas d'água (ESTEVEZ, 2011).

Já durante os meses de janeiro e abril de 2011, estabeleceu-se uma estratificação térmica, ou seja, o calor não se distribuiu uniformemente, criando uma condição de instabilidade térmica, mesmo com o gradiente térmico sendo pequeno, com diferenças em torno de 1,5°C. Assim, concluiu-se que este reservatório, localizado em região tropical semiárida, se estratifica mesmo com reduzida diferença de temperatura entre o epilímnio (camada rica em O₂) e o hipolímnio (camada pobre em O₂).



Os valores para a concentração de oxigênio dissolvido são mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Variação de OD ao longo da coluna d'água para os meses estudados.



Observou-se a mesma tendência de variação do parâmetro físico temperatura. Os resultados mostram que há uma desoxigenação considerável durante o período de chuva intensa (janeiro e abril de 2011), à medida que atinge uma maior profundidade (região do hipolímnio) no reservatório. Neste ponto, por exemplo, depois de 3m de coluna d'água, é observado um declínio acentuado do oxigênio dissolvido na água, chegando a quase zerar depois dos 6m de profundidade. Caracterizando assim, uma região de anoxia (sem oxigênio), onde predominam os agentes decompositores da cadeia trófica. É importante observar que quando houve estratificação, houve formação de região anóxica.

Gorayeb *et al.* (2007), em estudos feitos no reservatório Frios, na Bacia do Rio Curu/CE, observou concentrações de OD abaixo de 3 mg/L em todos os perfis para profundidades inferiores a 9 m, associando este fato à demanda bentônica de oxigênio.

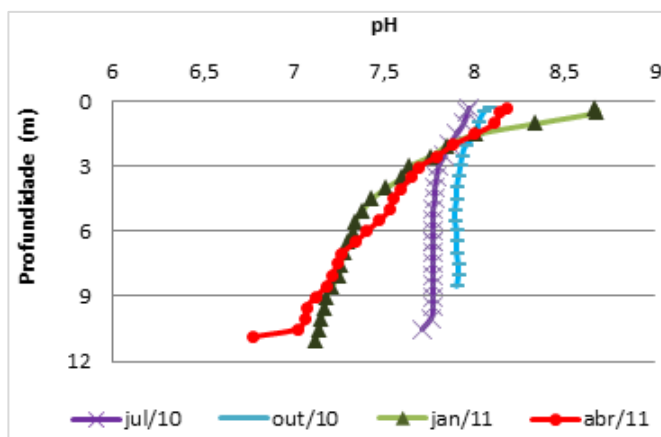
A concentração de matéria orgânica, aliada às altas temperaturas, contribui decisivamente para o grau de desoxigenação da água, se manifestando periodicamente, durante os períodos de chuva. A baixa concentração de oxigênio dissolvido é explicada pelas condições climáticas (muita chuva e pouco vento)



naquela ocasião. Há pouca contribuição da ação do vento para que haja uma mistura do oxigênio dissolvido numa profundidade maior.

Os valores de pH dissolvido são mostrados na Figura 3. Em geral, observa-se valores médios entre 7 e 9, caracterizando, uma tendência levemente alcalina das águas do açude Gavião. A grande maioria dos lagos continentais tem pH variando entre 6 e 8; no entanto, pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos.

Figura 3 – Variação de pH ao longo da coluna d'água para os meses estudados.



No açude Acarape do Meio, estudado por Ribeiro (2007), os resultados mostraram que o comportamento do pH da água variou entre 7 e 8, o que caracterizou, na maioria das vezes, uma tendência neutro-básico, bem próximo daquela encontrada no Gavião no atual estudo.

Nos meses de julho e outubro de 2010, apresentou distribuição vertical com tendência de homogeneidade da coluna d'água, não sendo observadas variações significativas de pH entre as camadas de água superficial e de fundo. A homogeneidade vertical do pH pode estar associada a desestratificação térmica da coluna d'água.

Os resultados mostram ainda, como é de se esperar, que há uma tendência da água passar de básica no epilímnio para mais ácida no hipolímnio, devido à maior proximidade do sedimento, onde o acúmulo de matéria orgânica dá origem a processos de decomposição.

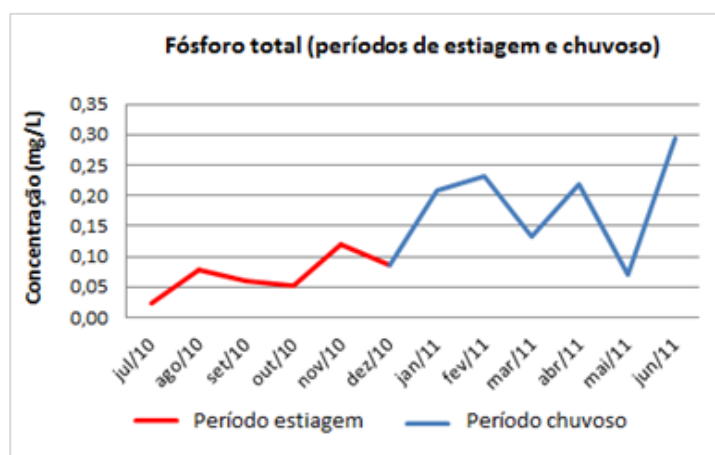


Estudos realizados por Ferreira (2004), no mesmo açude, também concluiu que durante o período de chuvas, o pH varia de levemente alcalino a levemente ácido, em virtude das reações de decomposição da matéria orgânica em decorrência da grande liberação de nutrientes.

Para os dados analisados mensalmente de julho de 2010 a junho de 2011 foi calculado o Índice de Estado Trófico Modificado. Para tal, algumas considerações foram feitas. O excesso de fósforo surge em águas naturais por conta, principalmente, de descargas de esgotos domésticos e industriais. A presença de fertilizantes, pesticidas e produtos químicos em geral também são fontes de fósforo que, através das chuvas, podem chegar até os corpos hídricos.

A Figura 4 mostra as concentrações médias de fósforo total para o período estudado. Nos meses de estiagem, a concentração manteve-se entre 0,024 e 0,121 mg/L; podendo ser classificado como eutrófico; e nos meses de maior precipitação, a média oscilou em torno de 0,193 mg/L, o que representa águas supereutróficas, o que demonstra uma forte influência das chuvas no grau de eutrofização do açude.

Figura 4 – Concentrações médias de fósforo total da água para período seco (vermelho) e chuvoso (azul), açude Gavião/CE.



É importante observar que os valores de fósforo encontrados durante os meses chuvosos é bem maior que no período seco. Isso decorre do fato de que as chuvas são grandes responsáveis pelo carreamento superficial de nutrientes, enriquecendo os sistemas aquáticos com nitrogênio e fósforo, principalmente. Estes

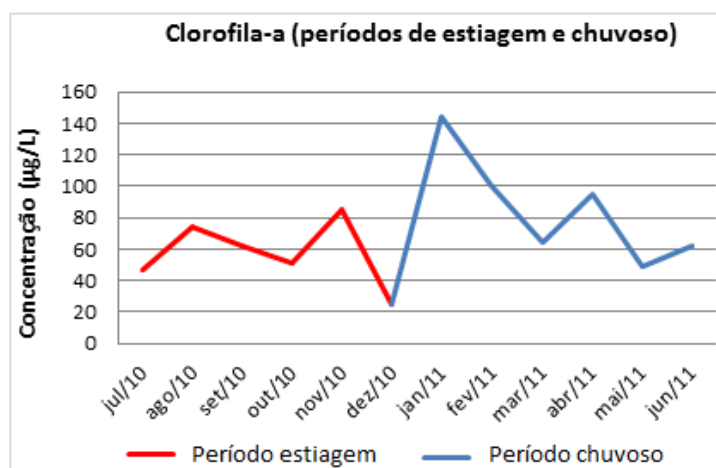


nutrientes tanto podem estar no solo, na coluna de água e/ou retidos nas plantas aquáticas presentes no espelho d'água, que findam por alterar o índice trófico do corpo hídrico.

Santos *et al.* (2011), em estudos nas águas do reservatório Monjolinho/SP, também encontraram maiores concentrações de fósforo total durante o período chuvoso, assim com Braga (2006) encontrou maiores valores do parâmetro em questão também durante o período de chuvas, no açude Gavião.

A partir da Figura 5, pode-se observar com maior clareza o resultado desse enriquecimento das águas provocado pelo aporte de nutrientes alóctones, ocasionando excessiva presença de macrófitas nas margens do açude. A existência dessas algas em elevada quantidade pode provocar a cobertura da superfície do lago e conseqüente diminuição da incidência de raios solares, reduzindo as taxas de fotossíntese e podendo até mesmo alterar a composição e dominância de comunidades bióticas.

Figura 5 – Presença excessiva de macrófitas nas margens, açude Gavião/CE.



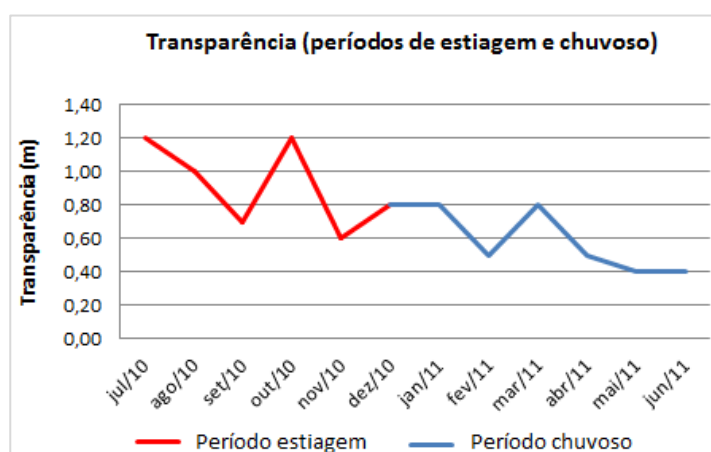
A quantificação da comunidade fitoplanctônica se constitui em um instrumento de grande importância para o entendimento de sua distribuição espacial e temporal e as relações desta com as variáveis físicas e químicas do meio. Como a clorofila-a é o principal pigmento responsável pela fotossíntese e, de uma maneira geral, o mais



abundante, a determinação de sua concentração é frequentemente usada para estimar a biomassa fitoplanctônica (WETZEL, 2001).

A Figura 6 apresenta as concentrações de clorofila-a para os dois períodos estudados. Durante o período seco, os valores oscilaram entre 24,79 e 85,44 $\mu\text{g/L}$. No período chuvoso, entre 62,38 e 144,66 $\mu\text{g/L}$. Mais uma vez, percebe-se a grande interferência que a chuva ocasiona aos reservatórios, pois com o aumento dos nutrientes, as algas crescem mais rapidamente e, conseqüentemente, há maior concentração de clorofila-a.

Figura 6 – Concentrações médias de clorofila-a da água para período seco (vermelho) e chuvoso (azul), açude Gavião/CE.



Concentrações de clorofila-a mais elevadas também podem estar associadas ao horário em que as coletas foram realizadas. Entre meio dia e quatorze horas, há intensa radiação solar e as altas temperaturas, o que favorece a atividade fotossintética, resultando em acelerado metabolismo e causando aumento na produção de clorofila-a.

Este resultado configura nos estudos de Chellappa *et al.* (2008), que concluíram que a dinâmica de nutrientes em reservatórios do semiárido é controlada, principalmente, pela variação sazonal das condições climatológicas e hidrológicas.

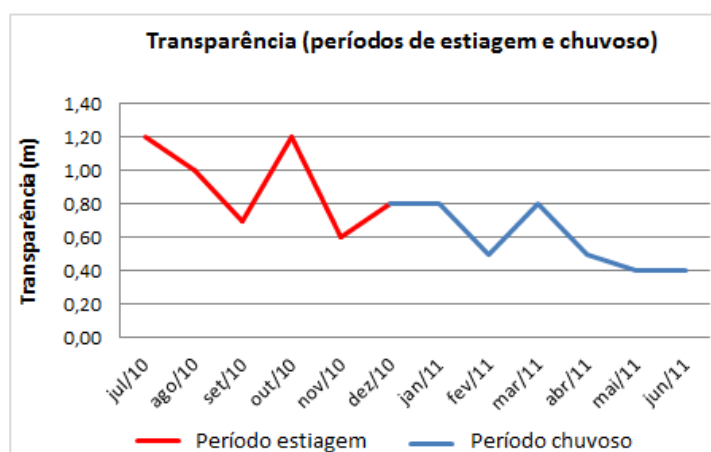
A transparência de Secchi varia em função da chuva e da drenagem terrestre, que reduzem a entrada de luz no ambiente aquático e aumentam a concentração de



nutrientes nos sedimentos, influenciando diretamente na produção de biomassa fitoplanctônica (AZEVEDO *et al.*, 2008).

A Figura 7 mostra os valores de transparência para o açude Gavião no período estudado. Para os meses de estiagem, os valores ponderaram entre 0,6 e 1,2 m; podendo ser classificado entre eutrófico e hipereutrófico; já para períodos de chuva obteve-se médias entre 0,4 e 0,8 m; classificando o grau como hipereutrófico. Isso acontece devido à presença de sedimentos e outros materiais alóctones carregados para o reservatório durante o período chuvoso, ocasionando uma diminuição na transparência.

Figura 7 – Valores médios da transparência de Secchi para período seco (vermelho) e chuvoso (azul), açude Gavião/CE.

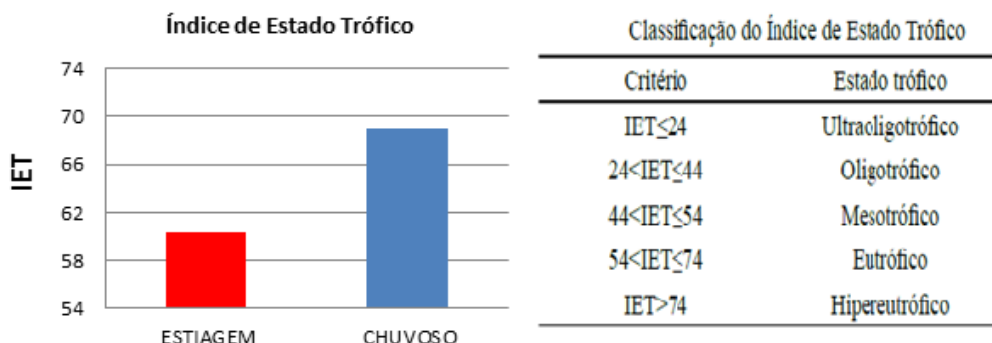


Segundo Azevedo *et al.* (2008), a presença dos sedimentos tem grande influência na variação da zona eufótica.

Na Figura 8, os valores de IETm são mostrados para os períodos estudados, de forma que, durante os dois períodos estudados, o reservatório pôde ser classificado como eutrófico, pois o valor do IET para as concentrações médias de fósforo total, clorofila-a e transparência ficaram entre 54 e 74 de acordo com o IET modificado.



Figura 8 – Valores de IETm no período de estiagem e de chuva, açude Gavião/CE.



Os corpos hídricos que se encontram na classe eutrófica tem alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral, afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos (BATISTA *et al.*, 2014).

3. CONCLUSÃO

A partir das perfilagens realizadas ao longo do eixo vertical no açude concluiu-se que, a temperatura influencia diretamente o oxigênio dissolvido e o pH. Quando o ambiente permaneceu estratificado termicamente, as concentrações de OD decresceram ao longo da coluna d'água, com baixíssimos valores de OD ($< 2,0$ mg/L) a partir dos 3,0 m de profundidade e zonas de anoxia abaixo dos 6,0 m de profundidade. Durante a estratificação, os valores de pH no hipolímnio apresentaram-se menores que na superfície, pois o acúmulo de matéria orgânica no sedimento dá origem a processos de decomposição, baixando o pH com a liberação de CO_2 . Quando o ambiente permaneceu desestratificado termicamente, as concentrações de OD apresentaram-se homogêneas ao longo do perfil vertical. Neste momento, o pH também permaneceu constante na coluna. O efeito de diluição das concentrações de nutrientes na água dos reservatórios durante o período chuvoso pode, por um curto período de tempo, melhorar as características tróficas destes mananciais, mas as cargas de fósforo recebidas devem agravar o estado trófico devido a alta retenção deste nutriente. Foi observada variabilidade sazonal dos parâmetros entre os



períodos de estiagem e chuvoso, e as condições tróficas determinadas por meio do índice trófico indicaram a presença de condições eutróficas. A presença de materiais alóctones carregados pelo escoamento superficial foi determinante para a redução da transparência da água, o que classificou o reservatório em eutrófico nos dois períodos avaliados e conseqüentemente, o arraste de nutrientes foi decisivo para a elevação da concentração de fósforo total e por seguinte, da clorofila-a no reservatório. Concluiu-se que o estado trófico deste reservatório está relacionado com as flutuações sazonais hidrológicas, controlado substancialmente pela chuva.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: APHA, 1207p., 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 Botânica Brasílica, v. 22, n. 3, pp. 870-877, 2008.

BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE M. A. DE; IZIDIO N. S. de C.; LOPES, F. B. **Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude Orós, Ceará**. Revista Agroambiente, v. 8, n. 1, pp. 39-48, 2014.

BRAGA, E. DE A. S. **Determinação dos compostos inorgânicos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fósforo total, na água do açude gavião, e sua contribuição para a eutrofização**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

CARLSON, R. E. **A Trophic state index for lakes**. Limnol. Oceanogr., v.22, pp. 361-369, 1997.

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, pp. 477-494, 2008.

CORDEIRO, E. M. S.; ROCHA, F. N. S.; PEQUENO, M. N. C.; BUARQUE, H. L. B.; GOMES, R. B. **Avaliação comparativa dos índices de estado trófico das lagoas do Opaia e da Sapiranga, Fortaleza/CE**. In IX Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação, IX Encontro de Iniciação Científica, III Simpósio de Inovação Tecnológica, Fortaleza, 2009.

DUARTE, A. A. L. S. & VIEIRA, J. P. **Integrated estuarial modelling for eutrophication vulnerability assessment**. Journal on Fluid Mechanics, v. 4, pp. 1-1, 2009.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência /FINEP, 2011.



Periódico Eletrônico

ISSN 1980-0827

Fórum Ambiental

da Alta Paulista

Volume 10, Número 2, 2014

Bacias Hidrográficas,
Planejamento e Gestão dos
Recursos Hídricos



FERREIRA, A. C. S. **Persistente floração da cianobactéria *Planktothrix agardhii* (Gomont) *Anagnostidis* & Komárek no açude Gavião, Pacatuba/CE, e suas implicações para o abastecimento da cidade de Fortaleza.** In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11, Natal: ABES, 2004.

GORAYEB, A.; GOMES, R. B.; ARAÚJO, L. F. P.; SOUZA, M. J. N.; ROSA, M. F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B. **Aspectos ambientais e qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Curu – Ceará – Brasil.** HOLOS Environment, v.7, n.2, 2007.

SANTOS, M. G.; SANTINO, M. B. C.; JUNIOR, I. B. **Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do Monjolinho/SP.** Oecologia Australis, v. 15, n. 3, pp. 682-696, 2011.

TOLEDO, A. P.; AGUDO, E. G.; TOLARICO, M.; CHINEZ, S. J. A. **Aplicação de Modelos Simplificados para a Avaliação do Processo de Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais.** In: XIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Santiago do Chile. Chile, 1984.

WETZEL, R.G. **Limnology: lake and river ecosystems.** 3ª ed. San Diego: Academic, 2001.