

# VARIAÇÃO NICTEMERAL DE ALGUNS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DO AÇUDE ARARAS, CEARÁ

*Deborah Mithya Barros Alexandre<sup>1</sup>, Josefa Marciana Barbosa de França<sup>2</sup>, Francimeyre Freire Avelino<sup>3</sup>, Wictor Edney Dajtenko Lemos<sup>4</sup>; José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante<sup>5</sup>, Walt Disney Paulino<sup>6</sup> & Antonio Márcio Araújo Aguiar<sup>7</sup>*

**RESUMO** – Neste trabalho procurou-se observar as possíveis variações de alguns parâmetros limnológicos ao longo da coluna d'água e a dinâmica nictemeral dos mesmos em março de 2010 no açude Araras, localizado no Estado do Ceará, Brasil. Procurou-se, ainda, identificar horários e profundidades mais críticos e as possíveis causas da deterioração da qualidade da água. Os resultados mostraram variações verticais e nictemeraias dos parâmetros limnológicos observados no açude. Observou-se que houve estratificação térmica e que esta reflete na dinâmica do lago. Houve também estratificação química, sendo as camadas superiores as com maiores valores registrados decorrentes do processo fotossintético, em função do crescimento de algas, e do aporte de macronutrientes provenientes das atividades praticadas no entorno do açude, bem como da degradação do solo e do meio ambiente. Os resultados indicam, portanto, forte influência antrópica na deterioração da qualidade da água, corroborando com os resultados de diversas pesquisas realizadas em açudes do semiárido nordestino. O reservatório apresenta fortes indícios de ambientes em estado de eutrofização, sendo recomendável estudos mais aprofundados a respeito.

**ABSTRACT:** In this study sought to observe the possible variations of some limnological parameters throughout the water column and diurnal dynamics of the same in March 2010 in Araras dam, located in the state of Ceará, Brazil. Was sought also to identify the most critical times and depths and the possible causes of the deterioration of water quality. The results showed Diel and vertical variations in the limnological parameters observed in the dam. It was observed that there is thermal stratification, and this reflects in the dynamics of the lake. There were also chemical stratification, with the upper layers with the highest values resulting from the photosynthetic process, because of the growth of algae, and the supply of macro nutrients derived from activities performed in the vicinity of the dam as well as soil and environment degradation. The results indicate a strong anthropogenic influence in the deterioration of water quality, confirming the results of various researches conducted in the Brazilian semiarid northeaster's reservoirs. The reservoir has strong indications of environments in a state of eutrophication, and it's recommended further study regarding.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de água; ciclos nictemeraias; açude Araras.

---

1)Analista em Gestão dos Recursos Hídricos COGERH. Av. Aualdo Batista, 1.550, 60.824-140. Fortaleza-CE. E-mail: [deborah.barros@cogerh.com.br](mailto:deborah.barros@cogerh.com.br)

2)Tecnóloga COGERH. E-mail: [marciana.barbosa@cogerh.com.br](mailto:marciana.barbosa@cogerh.com.br)

3) Técnica de Nível Superior COGERH. E-mail: [francimeyre.freire@cogerh.com.br](mailto:francimeyre.freire@cogerh.com.br)

4) Mestrando em Recursos Hídricos UFC. E-mail: [wictoredney@hotmail.com](mailto:wictoredney@hotmail.com)

5) Técnico de Nível Médio COGERH. E-mail: [rodrigo.vasconcelos@cogerh.com.br](mailto:rodrigo.vasconcelos@cogerh.com.br)

6) Gerente de Desenvolvimento Operacional COGERH. E-mail: [wdisneyp@gmail.com](mailto:wdisneyp@gmail.com)

7) Técnico de Nível Médio COGERH. E-mail: [marcio.aguiar@cogerh.com.br](mailto:marcio.aguiar@cogerh.com.br)

## INTRODUÇÃO

O estudo da qualidade de água nos seus aspectos limnológicos busca fornecer informações para detecção e predição de eutrofização (Diniz *et al.*, 2006). Os sistemas artificiais são complexos e diversificados espacial e temporalmente, portanto, os processos físicos, químicos e biológicos devem ser conhecidos em profundidade para promoção e desenvolvimento de técnicas para seu gerenciamento integrado.

Júlio Júnior *et al.* (2005) destacam, entre os desafios encontrados no manejo de reservatórios brasileiros, os problemas decorrentes da eutrofização e do rendimento pesqueiro. Os reservatórios utilizados prioritariamente para abastecimento humano, em sua maioria, são encravados em áreas de elevada densidade populacional, que resulta no surgimento de diversos problemas relativos à eutrofização, afetando diretamente na qualidade da água, gerando o aumento acentuado de biomassa de algas e de macrófitas aquáticas, que resultam, entre outras coisas, no decréscimo de oxigênio dissolvido.

Nos reservatórios do semiárido brasileiro, submetidos à elevada evaporação e irregularidade da precipitação pluviométrica, os estudos em curto período de tempo (nictemerais), aliados aos estudos morfométricos e climáticos tornam-se fundamentais como base teórica e para o entendimento dos padrões de comportamento da qualidade da água e dos processos que os produzem, assim como para o desenvolvimento de programas de manejo de corpos aquáticos (Diniz *et al.*, 2006).

Estudos realizados por Esteves (1998), evidenciaram que em regiões tropicais ocorre diariamente estratificação e desestratificação térmica com variações de temperatura bastante significativas se comparadas a variações sazonais, ou seja, nos lagos tropicais a amplitude de variação diária é maior do que a amplitude sazonal. A coleta de dados, compreendendo um ciclo nictemeral (24 horas), portanto, é realizada com o intuito de observar as oscilações limnológicas de um corpo de água, porque tal comportamento poderá relatar a dinâmica dos organismos diante das condições físico-químicas do momento (Abdo e Silva, 2000).

Neste trabalho procurou-se observar as possíveis variações de alguns parâmetros limnológicos ao longo da coluna d'água e a dinâmica nictemeral dos mesmos no açude Araras, procurou-se, ainda, identificar horários e profundidades mais críticos e as possíveis causas da deterioração da qualidade da água.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área em estudo

O açude em estudo é o Araras, ou Barragem Paulo Sarasate, localizado no município de Varjota, a cerca de 250 km da cidade de Fortaleza – Figura 1. Foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS em 1967, com múltiplas finalidades, incluindo a regularização de cheias, a perenização do rio Acaraú, aproveitamento hidrelétrico, irrigação de 14 mil hectares de várzeas do mesmo rio, criação de peixes e o aproveitamento de culturas na área de montante (Macêdo, 1981).

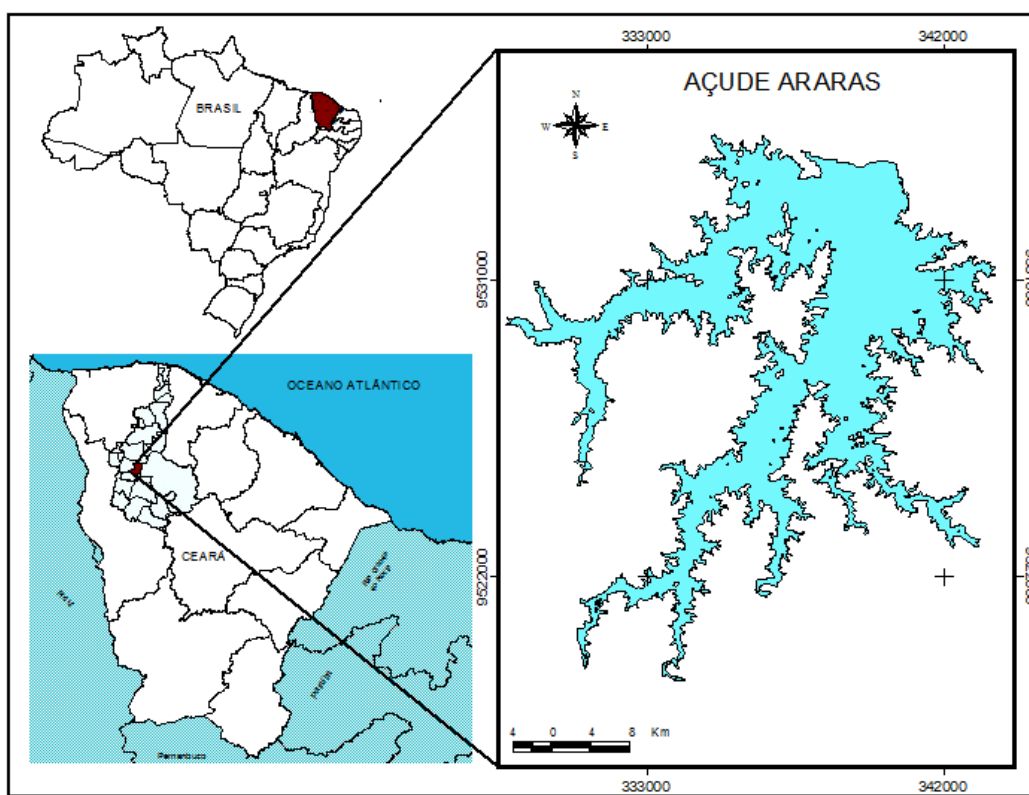


Figura 1 – Localização do açude Araras, Ceará.

A área de sua bacia hidrográfica tem 3.520 km<sup>2</sup>, englobando os municípios de Varjota, Ipu, Pires Ferreira, Hidrolândia, Tamboril, Ipueiras, Nova Russas e Santa Quitéria, totalizando uma população de 26.890 pessoas, conforme IBGE (2000). O referido açude barra o rio Acaraú nas coordenadas geográficas 339.071 E e 9.543.638 N. Possui área de espelho d'água de 9.625 hectares e capacidade de armazenamento de 860 milhões de metros cúbicos (Ceará, 2005) .

A pluviometria da região é irregular e concentrada de fevereiro a abril, com índices anuais variando de 900 a 1.000 mm e a temperatura varia de 27 a 29 °C. A bacia apresenta, portanto,

características predominantes do semiárido nordestino, com solos predominantemente do tipo bruno não cálcico, cobertos por uma vegetação do tipo caatinga arbustiva densa (Ipece, 2009).

Com relação aos principais usos na bacia hidráulica do açude Araras, durante os trabalhos, verificou-se a presença de alguns animais soltos no entorno, na sua maioria de gado bovino. Foi detectada, ainda, a presença de pequenos roçados, pontos de lavagem de roupas e muitos focos de lixo, inclusive na área de preservação permanente (APP). No tocante ao saneamento básico, além das localidades ao longo da bacia hidrográfica, a sede de Varjota, localizada nas margens do açude, contribui com esgotos *in natura* (COGERH, 2009).

### Metodologia aplicada

As coletas de dados ocorreram em intervalos de 3 horas, por um período de 24 horas entre os dias 30 e 31 de março de 2010. Foi escolhido um ponto representativo da bacia hidráulica, localizado nas coordenadas 339.955 E e 9.533.850 N (Figura 2) e explorada a sua coluna d'água a cada 0,30 m até atingir a sua profundidade máxima, de 20,5 m.

Os parâmetros verificados foram Temperatura (T), Condutividade Elétrica da água (CE), Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD), através de sonda multiparamétrica YSI, modelo 6600 V2, devidamente calibrada. Para a apresentação do perfil vertical nictemeral foram elaborados gráficos de isolinhas com o auxílio do software SURFER 7.0.

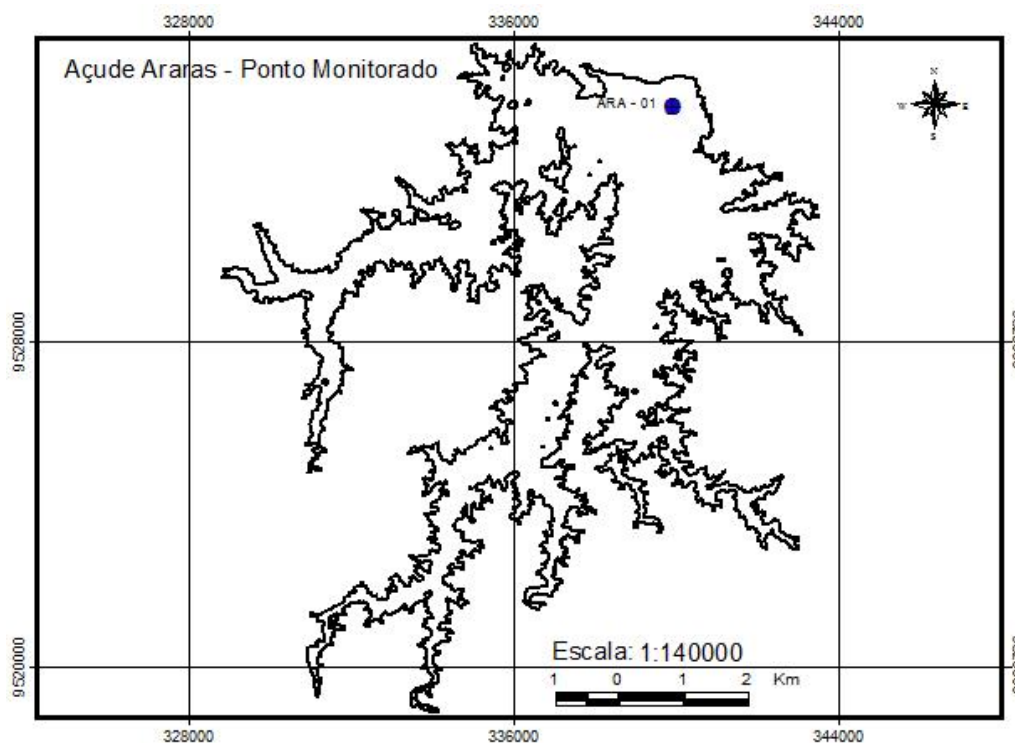


Figura 2 – Ponto de coleta de dados de qualidade de água no açude Araras, Ceará.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura térmica do açude Araras no ciclo nictemeral em estudo, apresentou estratificações ao longo da coluna d'água (Figura 3). A temperatura da água apresentou valores médios de 28,8 °C, sendo a máxima de 31,8 °C e a mínima de 28,5 °C, e as temperaturas mais baixas foram registradas nas camadas inferiores da coluna d'água. A velocidade média do vento observada durante o dia foi de 1,57 m.s<sup>-1</sup>.

Observou-se, ainda, uma tendência ao resfriamento noturno e, a partir de meia noite, uma ligeira mistura da massa de água, em decorrência da perda de calor da superfície para atmosfera e das maiores velocidades do vento (média de 2,9 m.s<sup>-1</sup>), conforme explicado por Esteves (1998). Resultados semelhantes foram observados por Diniz *et al.* (2002) no açude de Bodocongó, na Paraíba, cujos valores médios diurnos e noturnos não tiveram variação maior que 2,4 °C na superfície, porém além do resfriamento noturno e da ligeira mistura, tal reservatório ainda apresentou uma tendência à inversão térmica. Medeiros *et al.* (2006) observaram a mesma tendência no açude de Bodocongó em outro período. Souza Filho *et al.* (2006), em estudo do açude Frios, no Ceará, observaram que os ciclos diurnos de estratificação de tal açude estavam ligados ao balanço de energia no mesmo e atribuíram a radiação solar e a velocidade do vento às variações observadas na temperatura e no OD do lago.

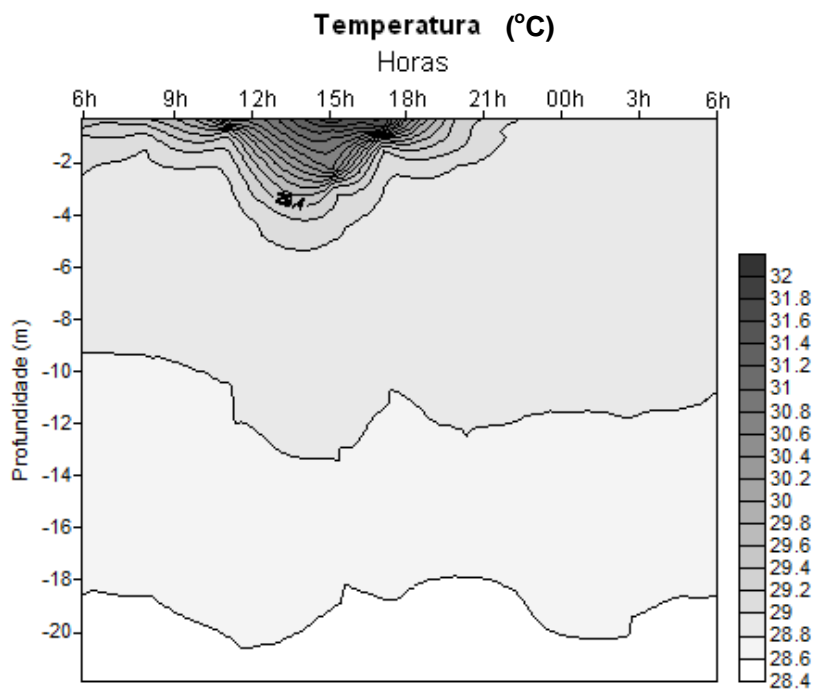


Figura 3 – Variação nictemeral de temperatura, no mês de março de 2010, no açude Araras, Ceará.

As variações das concentrações de oxigênio dissolvido (OD) durante as 24 horas do estudo estão representadas Figura 4. Observou-se que ocorreu estratificação química, caracterizando um perfil clinogrado, isto é, com o progressiva redução do oxigênio ao longo da coluna d'água, atingindo valores inferiores a zero (anoxia) no hipolímnio ( $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ ). As concentrações mais altas de OD ( $7,21$  a  $12,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) ocorreram na superfície e podem ser atribuídas ao processo fotossintético, em função do crescimento de algas, e decorrente do aporte de macronutrientes provenientes da agricultura praticada no entorno do açude, bem como da degradação do solo e do meio ambiente. O processo fotossintético citado ocorre na zona eufótica no intervalo de maior incidência dos raios solares, neste caso, a partir do meio dia até às 18 horas. A transparência da água verificada no período do estudo variou de  $0,60$  a  $0,75 \text{ m}$ . Tal fenômeno também foi observado Espíndola *et al.* (2004), em estudos conduzidos no reservatório de Salto Grande, São Paulo.

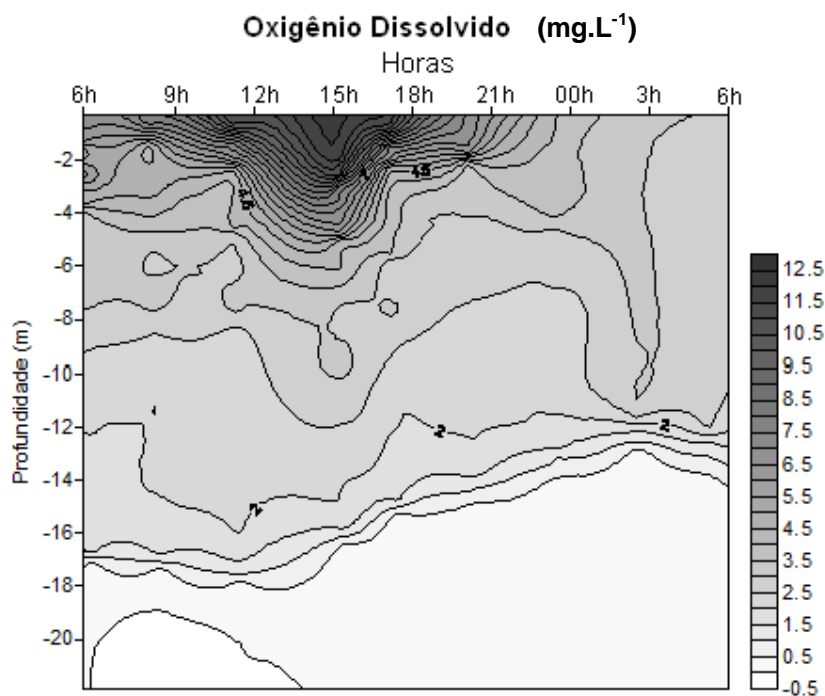


Figura 4 – Variação nictemeral do Oxigênio Dissolvido, no mês de março de 2010, no açude Araras, Ceará.

Já o déficit de OD, observado na parte inferior da coluna d'água pode ser resultante do processo metabólico de decomposição matéria orgânica pelos microorganismos aeróbicos, que geram zonas anóxicas. No período noturno houve uma tendência à redução da disponibilidade de OD ao longo das camadas, principalmente no epilímnio e hipolímnio, mantendo a constância na camada de transição (metalímnio). Esteves *et al.* (1988), estudando duas lagoas costeiras do Rio de Janeiro, detectaram que as diferenças nas concentrações entre superfície e fundo são marcantes

durante o período de estratificação, no qual a existência de camadas com temperatura e densidade diferentes restringe efetivamente os movimentos verticais, particularmente a mobilidade dos nutrientes liberados pelo sedimento e sua conseqüente utilização pelo fitoplâncton na zona eufótica, cuja evidência direta é o acúmulo de amônia nas camadas inferiores da coluna d'água e as diferenças significativas de produtividade primária observadas entre os períodos de estratificação e homogeneidade térmica.

O perfil de pH (Figura 5) apresentou a mesma tendência de estratificação do OD e da temperatura. Os valores mais altos foram registrados na superfície (média de 8,46) e decrescentes ao longo do perfil, atingindo a média de 7,0 no hipolímnio. Diniz *et al.* (2006) justificam a tendência de alcalinidade ou elevação de pH nas camadas superficiais resultando do processo fotossintético já citado anteriormente, que aumenta a demanda de CO<sub>2</sub>, afetando o sistema carbônico. Carvalho *et al.* (2008) também observou o predomínio de pH básico, com tendência a alcalino, na superfície do açude de Bodocongó em período de estiagem. Esteves (1998) explica este comportamento como sendo uma característica de ecossistemas aquáticos com balanço hídrico negativo, no qual a precipitação é menor que a evaporação. Vale salientar que o período chuvoso na região foi de, aproximadamente, 60 % abaixo da média histórica de precipitação (Funceme, 2010).

Nas camadas inferiores, os valores decrescentes observados são em decorrência do aumento da biodegradação heterotrófica da matéria orgânica.

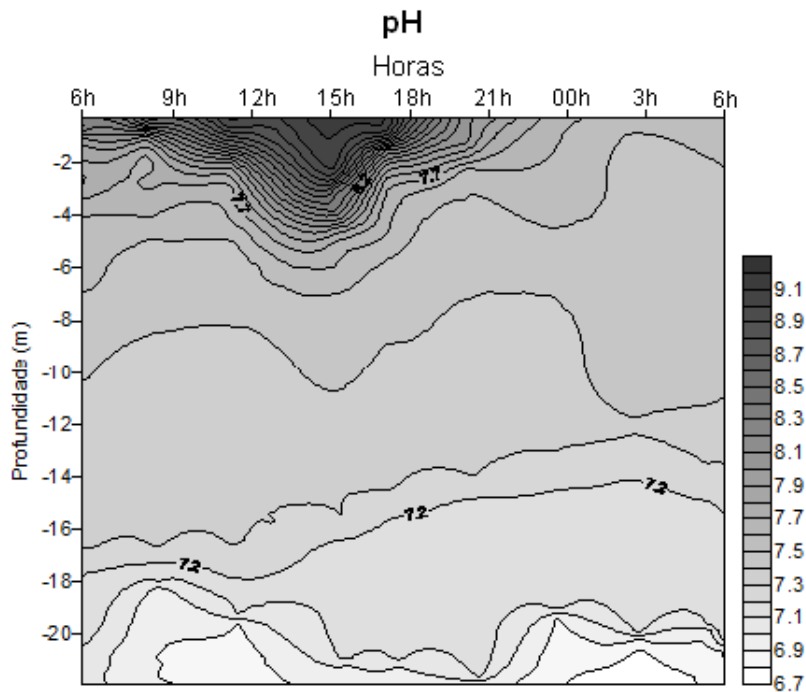


Figura 5 – Variação nictemeral do pH, no mês de março de 2010, no açude Araras, Ceará.

A variação da condutividade elétrica ao longo do período de estudo está representada pela Figura 6. A CE é a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de sais presentes na água (Luna, 2008).

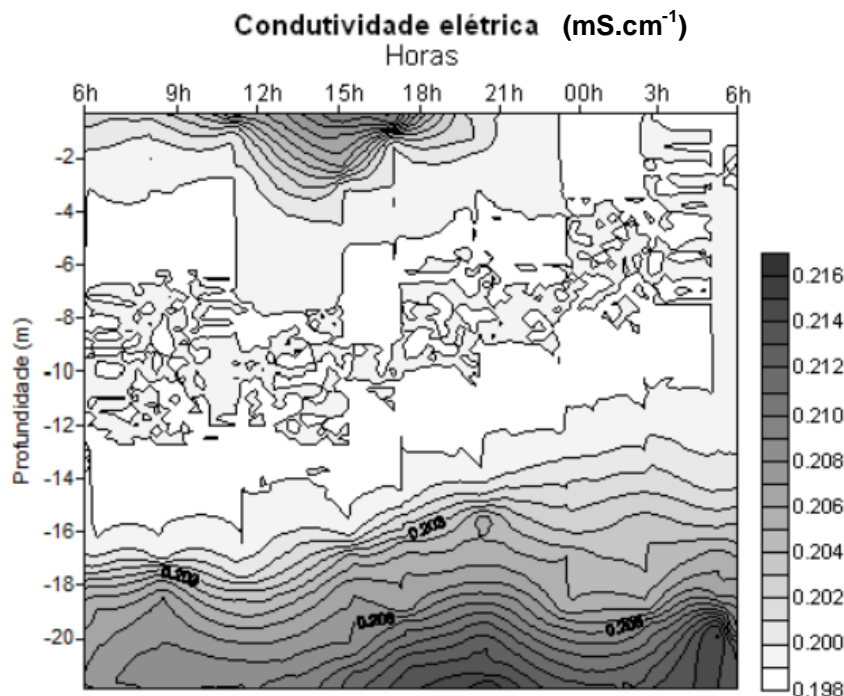


Figura 6 – Variação nictemeral da Condutividade Elétrica (CE), no mês de março de 2010, no açude Araras, Ceará.

A CE média na superfície do açude Araras foi de  $0,203 \text{ mS.cm}^{-1}$  e valores crescentes foram identificados a partir dos 12 m de profundidade, resultando no valor máximo de  $0,216 \text{ mS.cm}^{-1}$ . Cleto Filho (2006) explica que grande parte da matéria orgânica acumulada no fundo, sendo gerada no próprio lago ou vinda de fora, aumenta a CE em relação à superfície. Neste caso, a matéria orgânica, proveniente das atividades antrópicas no entorno do açude, pode ter sido carreada pelas chuvas ocorridas nos meses de janeiro (total de 162 mm) e março (59,3 mm). Comportamento semelhante foi observado por Luna (2008) em estudo no açude Acauã, na Paraíba.

## CONCLUSÕES

Os resultados mostraram variações verticais e nictemerais dos parâmetros limnológicos observados no açude Araras. Observou-se que há estratificação térmica e que esta reflete na dinâmica do lago. Os resultados indicam forte influência antrópica na deterioração da qualidade da água, corroborando com os resultados de diversas pesquisas realizadas em açudes do semiárido nordestino. O reservatório apresenta fortes indícios de ambientes em estado de eutrofização, sendo recomendável estudos mais aprofundados a respeito.



## BIBLIOGRAFIA

ABDO, M. S. A. e SILVA, C. J. (2000). “*Variação diária limnológica nos períodos de estiagem e cheia na Baía Ninhal Corutuba*” in Anais do III Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, Corumbá, Nov. 2000, CD-Rom.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; SOUSA, R. F.; SILVA, D.G. K. C.; ARAÚJO, F. D. (2008) “*Aspectos qualitativos da água do açude de Bodocongó – PB*”. Revista Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n.2, Maio-Ago.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (2005). “*Plano Estadual dos Recursos Hídricos*”. SRH Fortaleza. CD-Rom.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2009). “*Inventário Ambiental do açude Araras*”. Fortaleza, COGERH. 39p.

CLETO FILHO, S. E. N. (2006) “*O Clima e a Vida no ambiente aquático*”. Revista Ciencia Hoje, v. 38, n. 224, p. 62-65.

DINIZ, C. R.; BARBOSA, J. E. L.; CEBALLOS, B. S. O. (2006). “*Variabilidade temporal (nictemeral vertical e sazonal) das condições limnológicas de açudes do Trópico Semi-árido Paraibano*”. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Suplemento Especial, n.1, 2º semestre, 2006.

DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O.; PEDROSA, A. S.; KONIG, A.; BARBOSA, J. E. L. (2002). “*Distribuição vertical e dinâmica nictemeral de parâmetros físicos, químicos e biológicos do açude de Bodocongó – PB*” in Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, Out. 2002, CD-Rom.

ESPÍNDOLA, L. G.; LEITE, M. A.; DORNFELD, C. B. (2004) “*Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): Caracterização, impactos e propostas de manejo*.” RiMA São Carlos, 484 p.

ESTEVES, F. A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/FINEP Rio de Janeiro, 575p.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2010). “*XII Workshop Internacional de Avaliação Climática para o Semiárido Nordeste*”. Funceme Fortaleza.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). “*Censo Demográfico 2000*”. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1437>. Acesso : 10 mai. 2010.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal: Varjota*. Fortaleza, 2009. Disponível em: [http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/PBM\\_2007/varjota.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/varjota.pdf). Acesso: 10 jun. 2010.

JÚLIO JÚNIOR, H. F.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. (2005) “*Distribuição e Caracterização dos Reservatórios*” in Biocenose em reservatórios: Padrões espaciais e temporais. Org. por Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; L. C. Gomes, Rima, São Carlos – SP, PP. 1-16.

LUNA, B. J. C. (2008) “*Características espaço-temporais do sistema do açude Acauã – PB e seu atual Índice de Estado Trófico*”. Dissertação de Mestrado PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, 118p.

MACÊDO, M. V. A. (1981) *Características físicas e técnicas dos açudes públicos do Ceará*. 2ª ed. Revista e Ampliada. DNOCS Fortaleza, 140p.

MEDEIROS, P. R.; BARBOSA, J. E. L.; SILVA, A. M. A.; CRISPIM, M. C. B. (2006) “*Vertical and nictemeral dynamics of limnological variables in a tropical Brazilian Dam*”. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Suplemento Especial, n.1, 2º semestre, 2006.

SOUZA FILHO, F. A.; MARTINS, E. S. P. R.; PORTO, M. “*O Processo de Mistura em Reservatórios do Semi-Árido e sua Implicação na Qualidade da Água*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, n.4 Out/Dez 2006, 109-119