

AVALIAÇÃO DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Iouri Datsenko¹

Resumo – Analisam-se as particularidades da distribuição vertical do oxigênio dissolvido nos açudes do Estado do Ceará morfologicamente e ecologicamente diferentes. Foi revelada uma estratificação forte do oxigênio nos açudes termicamente homogêneos. Propõe-se um índice para avaliar o estado trófico dos açudes através da distribuição vertical do oxigênio. Este índice compara-se com os parâmetros limnológicos tradicionais. Apresenta-se uma classificação do estado trófico dos açudes monitorados.

Abstract – The particularity of vertical distribution of dissolved oxygen are analyzed in morphologically and ecologically different reservoirs of Ceará State, Brazil. The strong stratification of oxygen is observed in termically homogeneous reservoirs. An index for evaluation of the trophic state of reservoirs is proposed. This index was compared with traditional limnological parameters. The classification of the trophic state of studied reservoirs is presented.

Palavras-Chave – Oxigênio dissolvido, eutrofização, semi-árido

¹ Pesquisador-visitante, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Fortaleza-CE,. E-mail: iouri@deha.ufc.br

INTRODUÇÃO

Os açudes do Semi-Árido Brasileiro são limnologicamente vulneráveis à eutrofização, sendo a temperatura da água elevada e apresentando grandes variações do nível por causa da seca. Há, no entanto, poucos estudos dedicados a este fenômeno no semi-árido, mesmo que os sintomas da eutrofização já se façam sentir nos principais açudes da região, utilizados principalmente para abastecimento urbano e irrigação.

Para o estudo do processo de eutrofização é da maior importância a avaliação oportuna e diagnóstica do estado trófico dos reservatórios através do monitoramento dos parâmetros químicos e biológicos. A partir dos anos sessenta os limnólogos, ao estudar essa questão nos lagos, principalmente da zona temperada, sugeriram algumas classificações e critérios indicadores de eutrofização (Carlson, 1977, Walker, 1979, OECD, 1982). São critérios genéricos que precisam ser analisados à vista das condições concretas de cada reservatório sob estudo como indicadores de qualidade da água: concentração de clorofila "a" (ou biomassa de fitoplâncton), concentração de nutrientes (principalmente do fósforo), profundidade do disco Secchi, diminuição gradativa da concentração de oxigênio dissolvido no hipolímnio. Entre estes parâmetros só oxigênio dissolvido (através de sonda de qualidade da água) e a profundidade do disco Secchi podem ser medidos diretamente no açude (*in situ*) fornecendo a informação imediata. Segundo Hutchinson G., uma das maiores autoridades em limnologia do mundo "a informação sobre o oxigênio dissolvido diz para um limnólogo experiente mais de que os dados sobre qualquer outro tipo dos constituintes químicos" (Hutchinson, 1957). No que se refere ao oxigênio dissolvido, o critério de estado trófico recomendado para os lagos e amplamente usado nos estudos da eutrofização dos reservatórios da zona temperada refere-se ao esgotamento do oxigênio no hipolímnio (Hutchinson, 1938, Cornett, Rigler, 1984,). Porém, os açudes tropicais e subtropicais sendo polimícticos não se destacam por camadas verticais definidas, ou seja epilímnio, metalímnio e hipolímnio, por isso este critério deve ser alterado para usá-lo.

Este trabalho foi realizado com objetivos científicos de aprimorar o conhecimento do comportamento do oxigênio dissolvido em alguns açudes do Estado do Ceará e propor o índice alternativo para avaliar o estado trófico dos ambientes através do monitoramento rotineiro.

MATERIAL E METODOLOGIA.

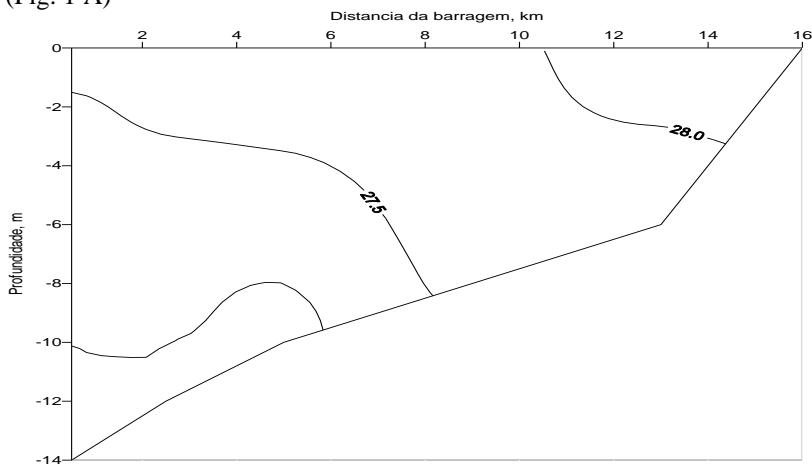
O material para a análise do comportamento dos parâmetros da qualidade da água foi obtido pelas medições realizadas por intermédio de uma sonda de qualidade da água nos vários pontos dos açudes das bacias do rio Curu e Metropolitana (Ceará). As sondagens foram realizadas nos açudes Pentecoste (volume máximo de acumulação $V = 396 \text{ hm}^3$), General Sampaio ($V = 322 \text{ hm}^3$), Caxitoré ($V = 202 \text{ hm}^3$), Pacajus ($V = 148 \text{ hm}^3$), Pacoti ($V = 290 \text{ hm}^3$), Riachão ($V = 80 \text{ hm}^3$), Gavião ($V = 53 \text{ hm}^3$), Acarape de Meio ($V = 34 \text{ hm}^3$) e Pompeu Sobrinho ($V = 143 \text{ hm}^3$). Estes açudes têm grande

importância para o abastecimento da grande Fortaleza e Projeto de Irrigação da bacia do Curu (Araújo, 1990). As campanhas foram realizadas tanto na estação de seca (setembro de 1998 – janeiro de 1999), como na estação de chuva (março- maio de 1999) com medidas a cada metro em vários pontos (de 1 até 9 pontos) dos açudes. Mediram-se temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, turbidez e profundidade do disco Secchi (SD). Os pontos das sondagens foram escolhidos conforme os principais traços da batimetria dos açudes a fim de caracterizar as variações dos parâmetros no espaço. O grau de saturação do oxigênio dissolvido foi determinado pelas tabelas de saturação. Os açudes General Sampaio, Acarape de Meio, Pompeu Sobrinho se localizam nas regiões montanhosas, os outros na planície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados das campanhas mostraram a relativamente homogênea distribuição da temperatura de água durante todas as estações. A ausência de fortes e permanentes gradientes verticais de temperatura da água é uma das mais importantes particularidades dos reservatórios da região semi-árida. Por causa da pequena variação das temperaturas sazonais do ar, os lagos e açudes desta região são polimícticos, ou seja, as termoclinas são temporárias, mesmo que a densidade da água na faixa alta das temperaturas varie mais rapidamente. A temperatura de água influencia diretamente tanto a respiração dos organismos, como outros processos oxidativos (decomposição da matéria orgânica por microorganismos). A elevada temperatura do corpo de água nos açudes estudados proporciona condições favoráveis para que ocorram elevadas taxas de decomposição, liberando assim, grande parte de sua energia para o ecossistema. Na maioria dos açudes observa-se estratificação de oxigênio, independente da estratificação térmica. Como exemplo, na Figura 1 apresentam-se os perfis da temperatura e concentração de oxigênio dissolvido de água no açude Acarape do Meio na mesma coleta.

(Fig. 1 A)



(Fig. 1 B)

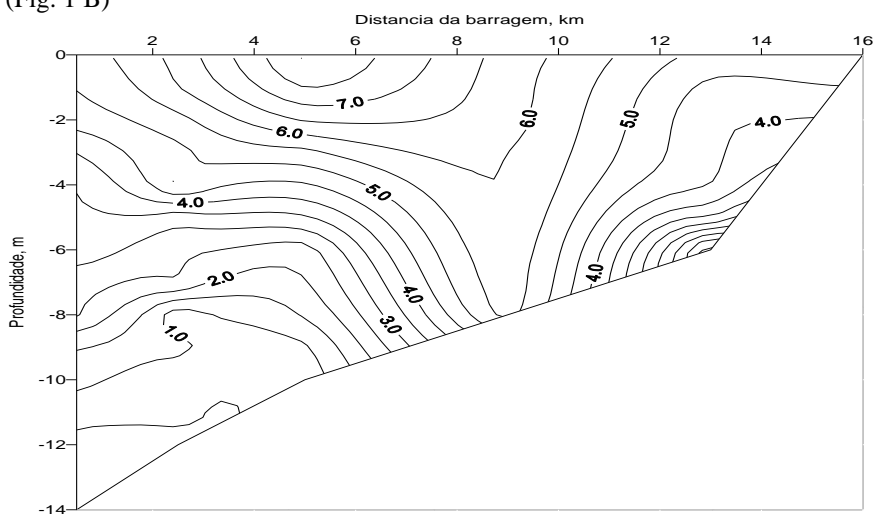


Figura 1. Perfis de temperatura (A) e oxigênio dissolvido (B) no açude Acarape de Meio (Janeiro, 1999)

Perfis clinogrados de oxigênio nos reservatórios ocorrem com a coluna da água quase desestratificada termicamente. Este perfil vertical de oxigênio nos açudes é determinado, principalmente, pelo processo do metabolismo de ecossistema (produção

primária e decomposição de matéria orgânica) e por suas características morfométricas (Charlton, 1980, Hondzo, Stefan, 1996). O domínio dos primeiros confirma a utilização do consumo de oxigênio como a base de avaliação do estado trófico dos açudes. Nas camadas superficiais (fóticas) dos açudes eutrofizados observa-se a supersaturação de oxigênio devido de intenso processo de fotossíntese. Pelo contrário nas camadas profundas por causa de abundância de matéria orgânica no corpo de água o conteúdo de oxigênio sendo consumido no processo de decomposição cai bruscamente. Então, o perfil vertical do oxigênio dissolvido reflete as condições tróficas da ecossistema dum açude. Aprimorando o famoso índice TSI (Carlson, 1977). No trabalho de Porcella et al. (1980), foi proposto usar o desvio de concentração do oxigênio real do concentração saturada nas várias camadas como indicador do estado trófico dos lagos. Visto que os açudes apresentam alta heterogeneidade das condições ecológicas sendo os ambientes morfologicamente complexos (Straskraba et. al., 1993, Edelstein, 1995) neste trabalho propõe-se o critério chamado “Índice do Oxigênio Dissolvido”, calculado com a base dos observações nas várias pontos do açude como

$$IOD = \frac{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\sum_{j=1}^n |C_i - C^*|}{n} \right) \cdot \Delta V_i}{V} \quad (1)$$

onde C^* – oxigênio dissolvido saturado, C_i - oxigênio dissolvido observado, V_i - volume de camada horizontal i do açude, V - volume do açude, m - o numero das camadas, n - o numero dos pontos sondados.

O valor absoluto das diferenças de concentrações do oxigênio significa que tanto positivas como negativas diferenças mostram o desequilíbrio de ecossistema. Usando os dados das campanhas no campo e com a base das curvas “cota - volume” disponíveis foram calculados os valores deste índice. Com objetivo de testar a eficiência deste índice analisaram-se as relações entre o último e uma das características de eutrofização mais usadas pelos limnólogos– a profundidade de Secci Disco (SD). A relação empírica entre estas variáveis apresenta-se na Figura 2.

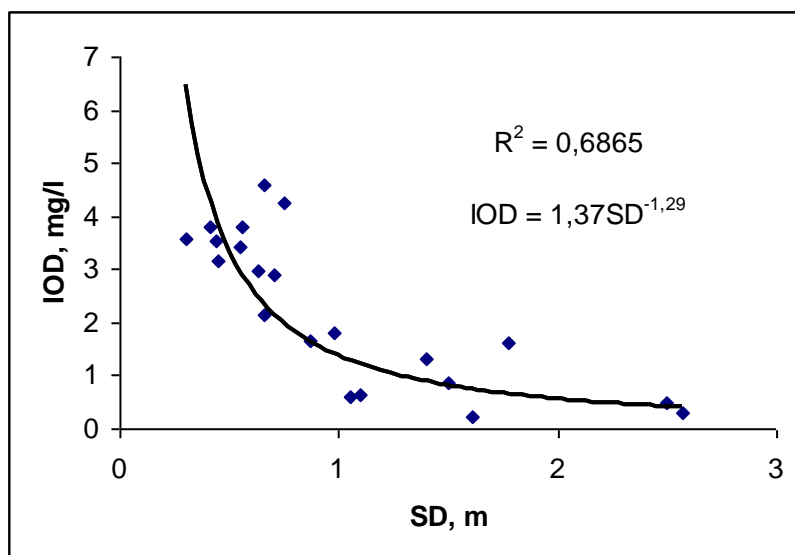


Figura 2 – Relação entre IOD e SD nos açudes do Estado do Ceará

Relação inversa confirma que nos reservatórios com alta produção primária e alto conteúdo da matéria orgânica no corpo da água observa-se uma diminuição da transparência da água acompanhada com aumento do índice, ou seja o aumento das variações da concentração do oxigênio dissolvido na direção vertical. Seis dos açudes estudados (General Sampaio, Pacoti, Pacajus, Riachão, Gavião, Acarape de Meio) foram monitorados durante estas campanhas 3 vezes. Assim, para estes açudes foram calculados os médios valores do IOD, visto que o processo de fotossíntese apresenta grandes variações no tempo. A relação entre IOD médio e SD médio nestes açudes ficou mais forte (Figura 3).

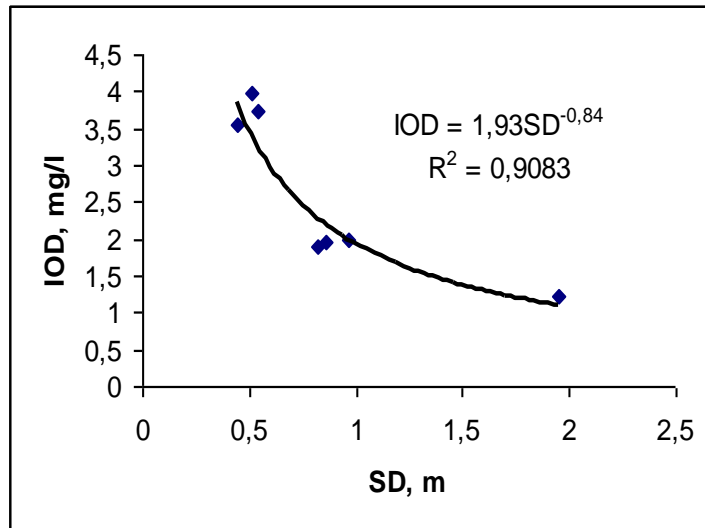


Figura 3 – Relação entre médios valores de IOD e SD para 6 açudes do Estado do Ceará

Além disso para os 4 açudes através da coleta das amostras de água foram obtidos os dados do conteúdo do fósforo total, quais também serviram para o teste do índice IOD (Figura 4).

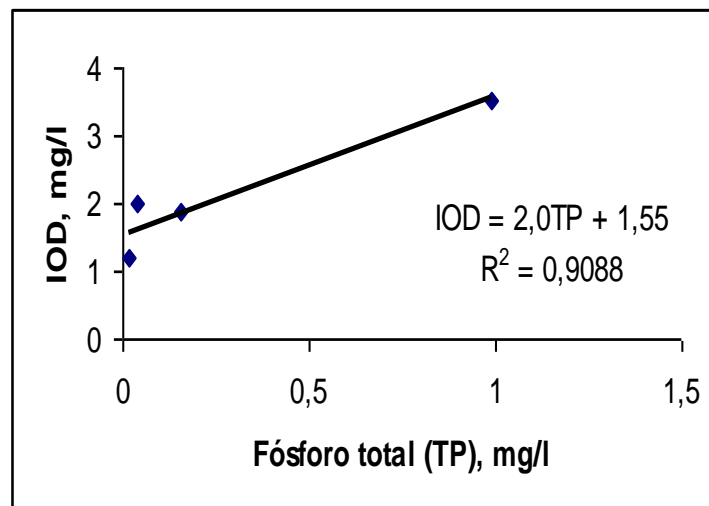


Figura 4 – Relação entre IOD e concentração do fósforo total dos açudes do Estado do Ceará

Assim pode ser afirmado de que o índice proposto adequadamente reflete o estado trófico dos açudes monitorados. Na Figura 3 se destacam três grupos pontos mostrando os níveis diferentes do estado trófico dos açudes. Pelas avaliações feitas com a base do índice IOD os sintomas nítidas da eutrofização revelam os açudes General Sampaio, Pompeu Sobrinho, Acarape de Meio. O açude Riachão apresenta as melhores condições de qualidade de água e até pode ser considerado como ambiente oligotrófico. Os açudes Pacajus, Pacoti, Gavião ficam na posição média no que se diz respeito ao estado trófico e, conseqüentemente, qualidade de água.

A alta velocidade dos processos bioquímicos provoca mais um fenômeno que não se destaca nos reservatórios temperados. Devido à presença do grande conteúdo da matéria orgânica como conseqüência da produção primária, rápido consumo do oxigênio, provavelmente não se compensa com a entrada do oxigênio da atmosfera nas camadas superficiais do reservatório. Por isso, em determinados momentos com fotossíntese deprimida pode aparecer o déficit do OD na superfície do açude, como foi revelado pelas medições nos açudes General Sampaio, Acarape de Meio. É óbvio que este fenômeno pode ser comum nos açudes com eutrofização avançada onde a matéria orgânica suspensa predomina no corpo d'água. No Ceará isso observou-se no açude Jereissate em junho de 1998.

CONCLUSÕES

Observações feitas nos açudes do Ceará, que podem ser considerados como açudes típicos da região semi-árida, permitiram destacar algumas particularidades dos processos vinculados a eutrofização dos últimos. O índice proposto apresenta fortes ligações com indicadores de estado trófico de reservatórios amplamente usados na área de Limnologia e pode contribuir na avaliação mais adequada do processo de eutrofização dos açudes do clima semi-árido. Em futuras pesquisas estas particularidades têm que ser confirmadas pelas observações dos parâmetros do estado trófico o mais diretos, tais como o conteúdo do clorofila-a, o comportamento dos nutrientes e valores de produção primária e decomposição da matéria orgânica.

BIBLIOGRAFIA

- CARLSON, R.E. (1977), Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*, v.22, n.2, p. 361-369.
- CHARLTON, M.N. (1980), Hypolimnion oxygen consumption in lakes: discussion of productivity and morphometry effects. *Canadian Journal Fish. Aquat. Sci.*, v.37, p. 1531-1539.
- CORNETT R.J., RIGLER F.H. (1984), Dependence of hipolimnetic oxigen consumption on ambient oxygen concentration: Fact or artifact. *Water Resources Research.*, v.20, p. 823-830
- Edelstein K.K. (1995), Hydrologic Peculiarities of Valley Reservoirs. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* v.80., p.27-48.
- HATCHINSON G.E.(1938), On the relation between the oxigen deficit and the produtivity and typology of lakes. *Int. Ver. Gesamten Hydrobiol.* v.36., p.336-355.
- HATCHINSON G.E. (1957), A treatise on limnology. Vol. 1., J. Willey and Son, Inc., NY. 1015p.
- HONDZO M., STEFAN H.G. (1996), Long-term lake water quality predictors. *Water Research.*, v.30, p. 2835-2852.
- OECD (1982), Eutrophication: monitoring assesment and control. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- PORCELLA D.B., PETERSON S.A , LARSEN D.P. (1980), Index to evaluate lake restoration. *J. Envir. Eng. Div.* v.108. p.1151-1169.
- STRASKRABA M., TUNDISI J.G., DUNCAN A . (1993) State-of-art of reservoir limnology and water quality management. – In livro “Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management” ed. M.Straskraba., J.G.Tundisi, A . Duncan, - Kluwer Academic Publishers. p.213-289.
- WALKER W.W.Jr. (1979), Use of hipolimnetic oxigen depletion rate as a trophic state index for lakes. *Water Resources Research.* v. 15, p.1463-1470.