

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

RELAÇÃO ENTRE FÓSFORO TOTAL E CLOROFILA A EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Sofia Midauar Gondim Rocha¹ ; Maria de Jesus Delmiro da Rocha² & Iran Eduardo Lima Neto³

RESUMO – A eutrofização de reservatórios é preocupante em regiões semiáridas, como as do Estado do Ceará, Brasil. Com isso, os custos anuais advindos com o tratamento de água são bastante elevados, sendo de suma importância a análise do comportamento de parâmetros de qualidade da água que influenciam o Índice de Estado Trófico (IET). No presente estudo verificou-se a aplicabilidade de modelos já existentes na literatura para a correlação entre os níveis de Clorofila a e Fósforo Total de quatro corpos hídricos da região semiárida, sugeriu-se uma curva simplificada para a mesma correlação e analisou-se as relações Nitrogênio Total/Fósforo Total para os mesmos açudes. Também foi realizada modelagem para a simulação das concentrações de Fósforo Total e Clorofila a ao longo do tempo. Os resultados mostraram que a curva proposta simula, de forma simples e satisfatória, os limites de Clorofila a partindo dos níveis de Fósforo Total, e que os níveis de Fósforo Total não atingiriam os limites estabelecidos pelo CONAMA, enquanto a Clorofila a chegaria ao limite máximo permitido dentro de aproximadamente 50 dias.

ABSTRACT– Eutrophication of reservoirs is a serious problem in semi-arid regions, as in the State of Ceará, Brazil. In this context, the annual costs of water treatment are extremely elevated, and the analysis of water quality parameters that influence the Trofic State Index (TSI) is of utmost importance. In this study, the applicability of existing models for the correlation between Chlorophyll a and Total Phosphorus was verified for four water bodies of the semi-arid region. A simplified curve for the same purpose was also obtained for these reservoirs. Additionally, model simulation was performed to predict the time variation of Total Phosphorus and Chlorophyll a. The results show that the proposed curve simulates, in a simple and tangible way, the limits of Chlorophyll a from the levels of Total Phosphorus. Also, the simulation demonstrates that the levels of Total Phosphorus did not achieve the CONAMA stablished limits, but that the Chlorophyll a would reach the maximum limit allowed in approximately 50 days.

Palavras-Chave – Reservatórios, Qualidade da Água, Modelagem

1) Afiliação: Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Av. Mister Hull, bloco 713, Pici, (85) 33669776, sofiamidauar@gmail.com

2) Afiliação: Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Av. Mister Hull, bloco 713, Pici, (85) 33669776, mariadelmirocha@gmail.com

3) Professor Associado. Afiliação: Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Av. Mister Hull, bloco 713, Pici, (85) 33669776, iran@deha.ufc.br

1 – INTRODUÇÃO

A poluição dos açudes é um problema recorrente no semiárido brasileiro, principalmente no Estado do Ceará. Essa adversidade é agravada pela falta de chuva e escassez de água periódicas, além de ser influenciada pela eutrofização. Um levantamento recente realizado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH, 2018) mostra que, dos 110 açudes analisados, 82,7% apresentaram índice eutrófico ou hipereutrófico.

A correlação entre parâmetros orgânicos e inorgânicos em reservatórios vem sendo bastante estudada ao longo dos anos, em especial nas regiões de clima temperado, com o desenvolvimento de modelos e estudos de simulação matemática (CHAPRA, 1997). Entretanto, essas observações não foram testadas para açudes de regiões do semiárido brasileiro.

O objetivo do presente estudo foi verificar a aplicabilidade dos modelos clássicos propostos por Dillon & Rigler (1974), Rast & Lee (1978) e Bartsch & Gakstatter (1978) para calcular os níveis de Clorofila a em função da concentração total de Fósforo para reservatórios do semiárido, a partir dos dados de qualidade da água disponíveis para açudes do Estado do Ceará. Propõe-se, também, a adoção de um modelo simplificado para a previsão de Clorofila a em um corpo hídrico, a simulação deste ao longo do tempo e a observação da relação Nitrogênio Total/Fósforo Total para os reservatórios em estudo.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa, os açudes estudados foram selecionados a partir dos dados disponibilizados pela COGERH. Os critérios para escolha dos reservatórios foram: (a) apresentação de Fósforo Total como nutriente limitante; e (b) apresentação de tendência clara de aumento da concentração de Clorofila a em função da concentração de Fósforo Total. Procurou-se também selecionar açudes localizados em diferentes bacias hidrográficas do Estado do Ceará. A Figura 1 mostra a localização dos açudes escolhidos no mapa do Estado do Ceará, onde a cor vermelha representa o Índice de Estado Trófico (IET) hipereutrófico e a cor amarela indica IET eutrófico.

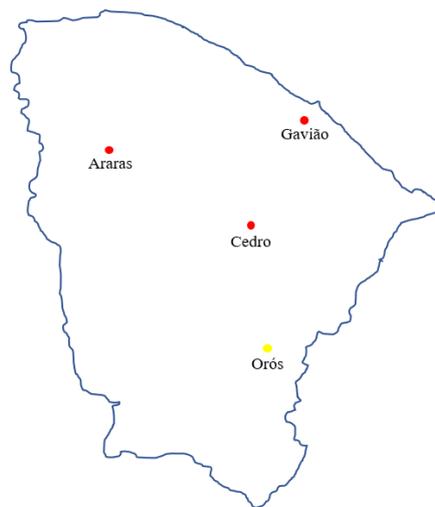


Figura 1 - Representação gráfica do mapa do Estado do Ceará e da localização dos açudes sob análise.

Assim, obteve-se também informações referentes à Clorofila a, assim como variáveis hidrológicas. Após a coleta dos dados, foram realizadas as análises, observando-se as tendências e correlações.

Inicialmente foram estudadas as tendências dos dados obtidos, para então compará-las com a literatura, por meio das relações indicadas nas equações 1, 2 e 3, respectivamente: Dillon & Rigler (1974), Rast & Lee (1978) e Bartsch & Gakstatter (1978).

$$\log_{10}[Cl_a] = 1,449 * \log_{10}[P] - 1,136 \quad (1)$$

$$\log_{10}[Cl_a] = 0,76 * \log_{10}[P] - 0,259 \quad (2)$$

$$\log_{10}[Cl_a] = 0,807 * \log_{10}[P] - 0,194 \quad (3)$$

Em que: $[Cl_a]$ – Concentração de Clorofila a

$[P]$ – Concentração de Fósforo Total

Foi realizada comparação entre as correlações supracitadas. Em seguida, gerou-se uma nova curva para predição da concentração de Clorofila a em função da concentração de Fósforo Total. Finalmente, utilizou-se o modelo proposto por Toné & Lima Neto (2015) para simular os níveis de Fósforo Total e Clorofila a ao longo do tempo para o açude Gavião, que abastece a região metropolitana de Fortaleza/CE, e relacioná-los com os limites definidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra a relação N/P obtida para os açudes em estudo (Araras, Cedro, Gavião e Orós), sendo todos os valores médios superiores a 15. Baseando-se nos estudos de Schindler (1977), onde foi estabelecido que relações N:P superiores a 10:1 são limitantes para Fósforo Total, confirma-se o parâmetro Fósforo como limitante na presente relação.

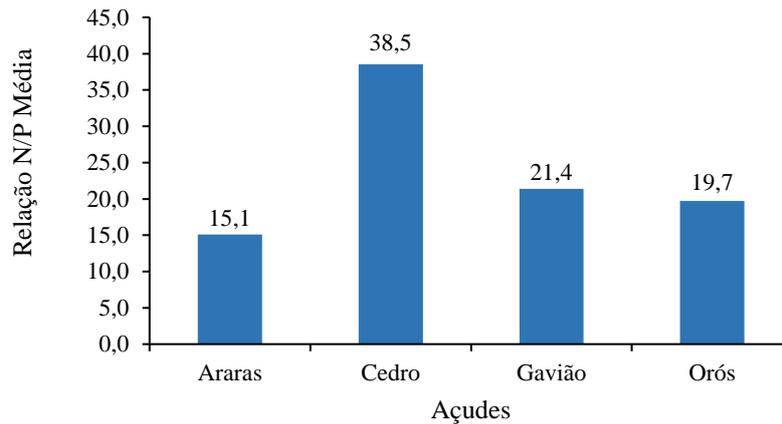


Figura 2 - Relação Nitrogênio/Fósforo Total para os açudes selecionados.

Com esse estudo, foi possível ajustar uma simples curva de relação de potência entre Clorofila a e Fósforo Total, indicada na Equação 4, representativa para os reservatórios do Estado do Ceará.

$$[Cl_a] = 1000 * [P]^{1,3} \quad (4)$$

Onde: $[Cl_a]$ – Concentração de Clorofila a

$[P]$ – Concentração de Fósforo Total

A Figura 3 mostra a comparação gráfica dos dados obtidos com as tendências das relações preexistentes, além da curva geral proposta para os dados do presente estudo. Com relação aos dados para volume, não foi encontrado nenhum tipo tendência.

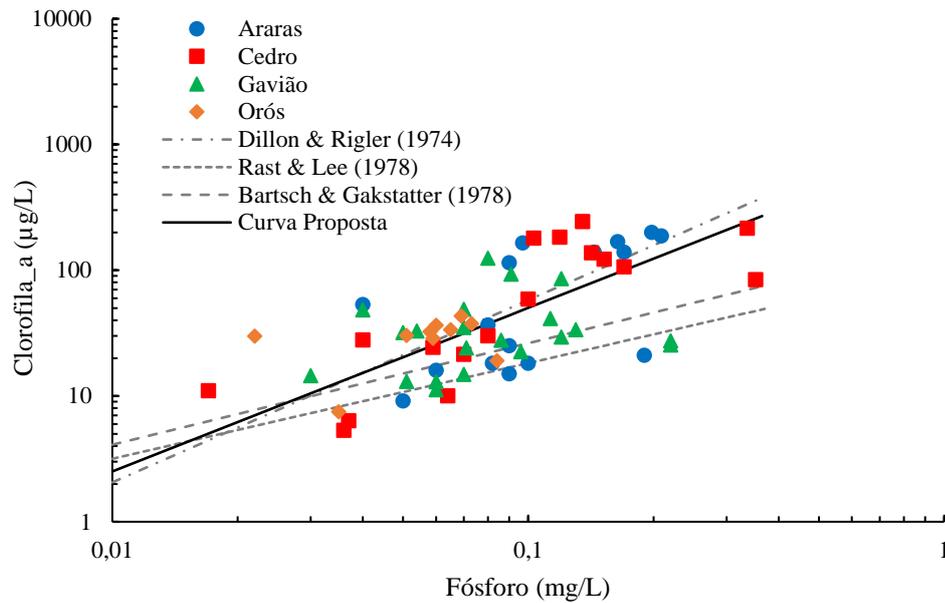


Figura 3 - Ilustração gráfica da relação entre concentração de Clorofila a e concentração de Fósforo Total junto aos modelos indicados

Ao analisar as diferentes equações e compará-las com os dados coletados, obteve-se os seguintes coeficientes de correlação, respectivamente; Dillon & Rigler (1974), Rast & Lee (1978), Bartsch & Gakstatter (1978) e Curva Proposta: 0,46; 0,48; 0,48 e 0,47. Como, estatisticamente, as quatro equações são equivalentes, pode-se sugerir a equação proposta no presente estudo como a melhor opção (mais simples).

Finalmente, utilizou-se o modelo proposto por Toné & Lima Neto (2015) para simular as concentrações de Fósforo Total e Clorofila a ao longo do tempo e compará-las com os limites definidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2), para o Açude Gavião, que abastece a região metropolitana de Fortaleza/CE. As Figuras 4 e 5 ilustram essa conjectura, considerando tanto a situação atual de cargas como uma situação hipotética com redução de 70% das mesmas.

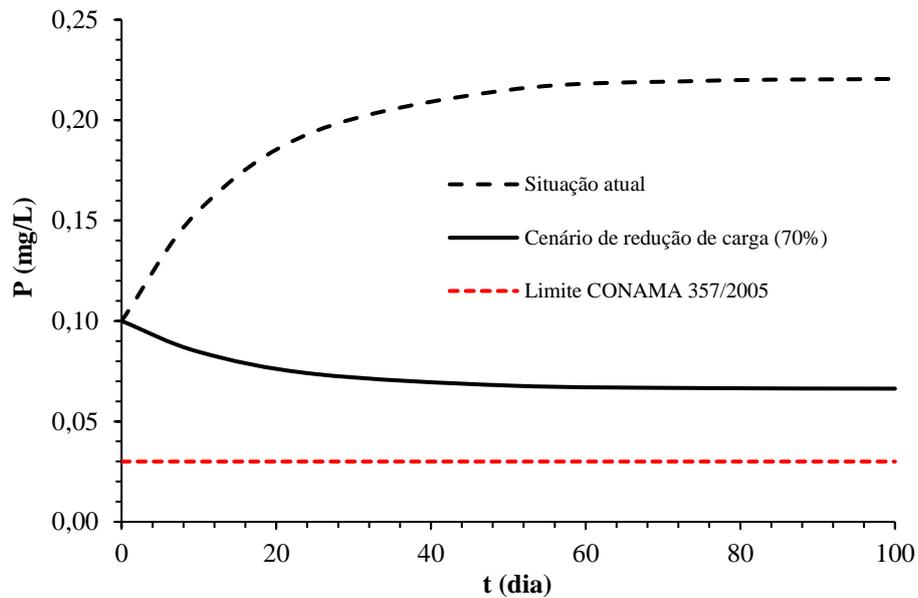


Figura 4 - Simulação do nível de Fósforo ao longo do tempo, comparado com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2).

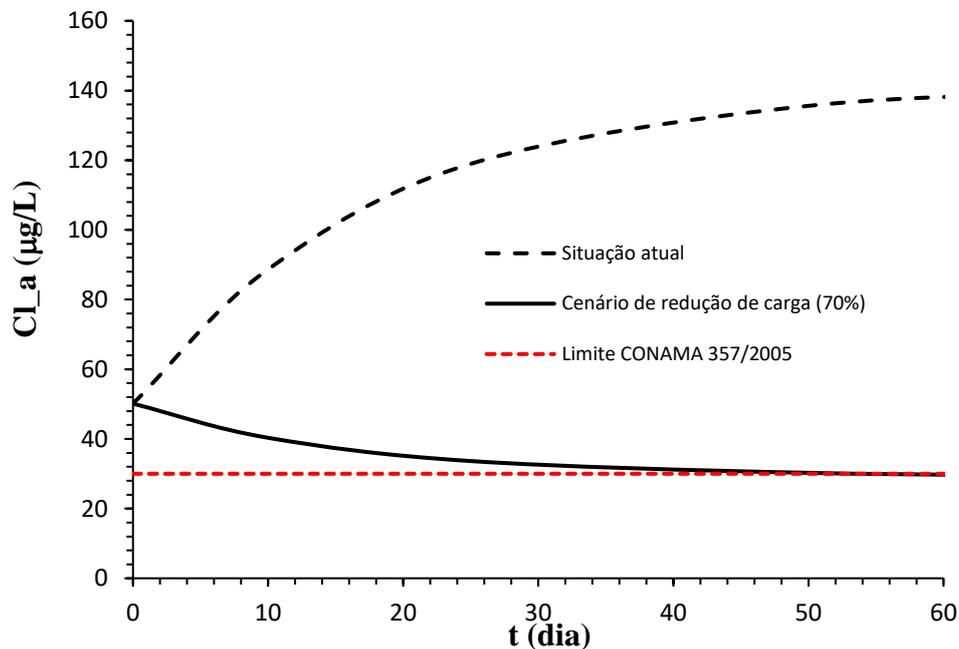


Figura 5 - Simulação do nível de Clorofila a ao longo do tempo, comparado com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2).

Observa-se que, para o Fósforo Total, mesmo com o cenário de redução de carga, não seria possível chegar ao nível estabelecido pelo CONAMA, embora este tivesse uma redução notória. Já

para a Clorofila a, prevê-se uma estabilização dentro do limite máximo de concentração por volta de 50 dias após a redução de carga.

4 – CONCLUSÕES

- Verificou-se que os modelos propostos por Dillon and Rigler (1974), Rast and Lee (1978) e Bartsch and Gakstatter (1978) simulam satisfatoriamente os níveis de Clorofila a partindo das concentrações de Fósforo Total para os reservatórios do Semiárido;
- Propôs-se um modelo mais simples para a previsão de Clorofila a em um corpo hídrico do semiárido brasileiro;
- Mostrou-se uma aplicação do modelo proposto por Toné & Lima Neto (2015) para prever o resultado de uma redução de carga de afluentes de 70% nos níveis de Fósforo Total e Clorofila a em um corpo hídrico da região semiárida ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 – In: Resoluções, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>
- CHAPRA, S. C. Surface Water-Quality Modeling, McGraw-Hill, 1997.
- COGERH (2018). Portal Hidrológico do Ceará. http://www.hidro.ce.gov.br/estado-trofico?data_ini=2-2018.
- DILLON, P. J.; RIGLER, F. H. (1974) “The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes.” *Limnology and Oceanography*, v. 19, pp. 767-773.
- GAKSTATTER, J. H.; BARTSCH, A. F.; CALLAHAN, C. A. (1978) “The impact of broadly applied effluent phosphorus standards on eutrophication control.” *Water Resources Research Journal*.
- RAST, W.; LEE, G. F. (1978) “Summary Analysis of The North American (US Portion) OCED Eutrophication Project: Nutrient Loading - Lake Response Relationships and Trophic State Indices”.
- SCHINDLER, D. W. Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Revista Science*, v. 195, p. 260-262, 1977.
- TONÉ, A. J. A.; LIMA NETO, I. E. (2015) “Modelagem de fósforo em açudes do semiárido cearense.” in XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos-SBRH, Brasília.