

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO NA MARGEM ESQUERDA DO AÇUDE CASTANHÃO UTILIZANDO GEOESTATÍSTICA E SIG

*Caíke Silva Candido Damasceno<sup>1</sup>, Laldiane de Souza Pinheiro<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental dos Recursos Hídricos, Av. Dr. Silas Munguba, nº 1700 – Campus Itaperi – Fortaleza-CE, caike\_silva3@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade de Fortaleza – Centro de Ciências Tecnológicas, Av. Washington Soares, nº 1321 – Edson Queiroz – Fortaleza-CE, laldiane@unifor.br

## RESUMO

No estado do Ceará, a principal fonte de abastecimento hídrico da população vem por meio dos reservatórios. Porém, a intensa atividade aquícola é comum nesses corpos hídricos, que somado aos períodos de estiagem e o incremento de nutrientes decorrente da lixiviação do solo, podem ocasionar alterações na qualidade das águas desses ambientes aquáticos. Diante do cenário descrito, o objetivo do estudo foi avaliar o estado trófico da água na margem esquerda do Açude Castanhão, com base no modelo proposto por Lamparelli, e sua distribuição espacial, utilizando técnicas de geoestatísticas e de sistema de informação geográfica. Os resultados do IET foram analisados por meio do Software SURFER® 14 da Golden Software, aplicando a função de krigagem. Com isso, notou-se que a área predominou o estado mesotrófico, e que na última coleta, em razão do baixo volume de água no castanhão, a classificação predominante do IET foi eutrófico.

**Palavras-chave** — Açude Castanhão, Índice de Estado Trófico, Geoestatística.

## ABSTRACT

In the state of Ceará, the main source of water supply available to the population comes from the reservoirs. However, the intense aquaculture activity is common in these water bodies, which added to the drought periods and the nutrient increase due to soil leaching, can cause changes in the water quality of these aquatic environments. In view of the above scenario, the goal of the study was to evaluate the water's trophic state in the left margin of the Castanhão Dam, based on the model proposed by Lamparelli, and its spatial distribution, using geostatistical techniques and geographic information system. The results the TSI were analyzed through Software SURFER® 14 by Golden Software, making use of the "kriging" function. Analyzing the results, the predominance of the mesotrophic state was observed and, in the last collection, due to the low volume of water in the Castanhão Dam, the predominant classification of the EIT was eutrophic.

**Key words** — *Castanhão Dam, Trophic State Index, Geostatistics.*

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a existência da vida, sem ela a humanidade não conseguiria sobreviver. O ser humano utiliza a água na realização dos mais variados propósitos. Além de atender às necessidades básicas do cotidiano, é amplamente empregada para usos múltiplos como recreação, pesca, turismo, transporte, geração de energia, agricultura e indústrias.

Em decorrência dos diferentes tipos de usos múltiplos supracitados, os corpos hídricos tornam-se suscetíveis as variações na qualidade da água. Dentre as problemáticas que envolvem esse recurso, destaca-se, por ser frequente em reservatórios, o processo de eutrofização, sendo este, o incremento de nutrientes em excesso em uma porção d'água.

No Brasil, o uso das águas armazenadas nos reservatórios, bem como o aumento das atividades antrópicas nas bacias hidrográficas, vêm acelerando o surgimento de problemas referentes a qualidades da água, onde o processo de eutrofização é uma das problemáticas mais recorrentes nos reservatórios [1].

Desta forma, é de fundamental importância monitorar as variações ocorridas nos corpos hídricos, na tentativa de minimizar possíveis danos que venham a comprometer a saúde da população e das comunidades aquáticas. O uso de geoestatística e de sistemas de informação geográfica (SIGs) auxiliam no monitoramento qualitativo, preenchendo as limitações espaciais e temporais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Localização da Área de Estudo

A área de estudo é o Açude Público Padre Cícero, mais conhecido como Açude Castanhão, que está localizado na sub-bacia do médio Jaguaribe, em sua totalidade nos municípios de Alto Santo, Jaguaribe, Jaguaribara e Jaguaratama. Tendo sua construção iniciada em 1995 e concluída em 2003, o Açude Castanhão faz parte de um projeto inserido no contexto da política de desenvolvimento do Nordeste e do estado do Ceará, com o programa de

transposição do rio São Francisco e a interligação da água do interior do estado com o município de Fortaleza, Região Metropolitana e Complexo Industrial e Portuário do Pecém - CIPP, por meio do Eixão das Águas [2].

O estudo ficou limitado apenas a margem esquerda do reservatório por ser uma área de intensa atividade de criação de peixes, o que, somado a outros fatores, podem contribuir para as variações na qualidade hídrica.

## 2.2. Pontos de Amostragem

Para a realização das coletas de água, foram marcados 10 pontos na área de estudo (Figura 1) com o auxílio do equipamento GPS (Global Positioning System) da marca Garmin, GPSMap@62.

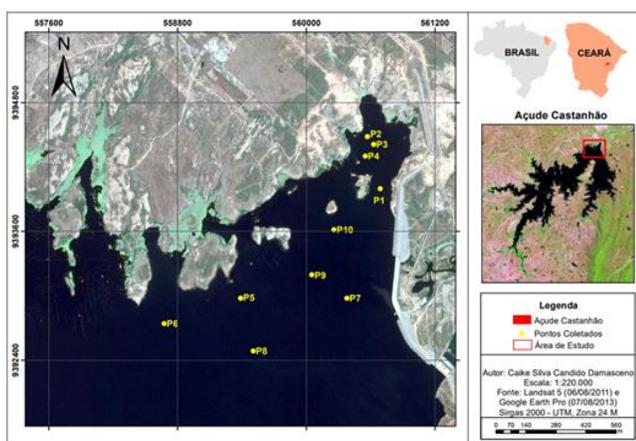


Figura 1. Localização dos pontos de monitoramento.

As coletas ocorreram sempre no período da manhã, de 8:00h às 12:00 h, onde sua frequência foi trimestral. Porém, em decorrência de dificuldades logísticas, essa frequência sofreu variações, sendo possível realizar 7 coletas durante todo o período de 2014 a 2016.

## 2.3. Características da Qualidade de Água no Castanhão

Na determinação dos parâmetros físico-químico e biológico foram utilizados os métodos analíticos determinados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [3]. A determinação da Clorofila e do Fósforo Total foram pelo método espectrofotométrico. Já na Transparência foi utilizado o método do Disco de Secchi.

Para o Índice de Estado Trófico (IET) foi utilizado o modelo proposto por [4].

## 2.4. Distribuição do IET no Castanhão de 2014 a 2016

Na distribuição espacial do Índice de Estado Trófico referente as sete coletas realizadas no Castanhão, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica com o uso do Software ArcGIS 10.4 da ESRI® e o Software SURFER® 14 da

Golden Software, onde o contorno da linha d'água foi vetorizado e os pontos de monitoramento foram inseridos com os valores do IET já atribuídos.

Na análise espacial dos dados, utilizou-se a função Krigagem por ser possível estimar valores de variáveis distribuídas no espaço e/ou tempo, com base nos valores próximos quando considerados interdependentes pela análise variográfica [5].

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Parâmetros de Qualidade da Água

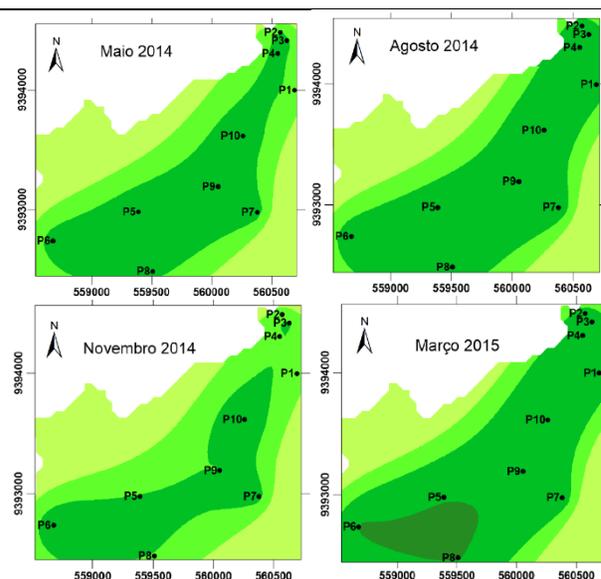
Com base nas análises qualitativas realizadas na margem esquerda do corpo hídrico em questão, observou-se que, para o parâmetro de clorofila "a", a média dos resultados encontrados variaram de 1,03 a 24,38 (mg/m<sup>3</sup>) durante o período estudado.

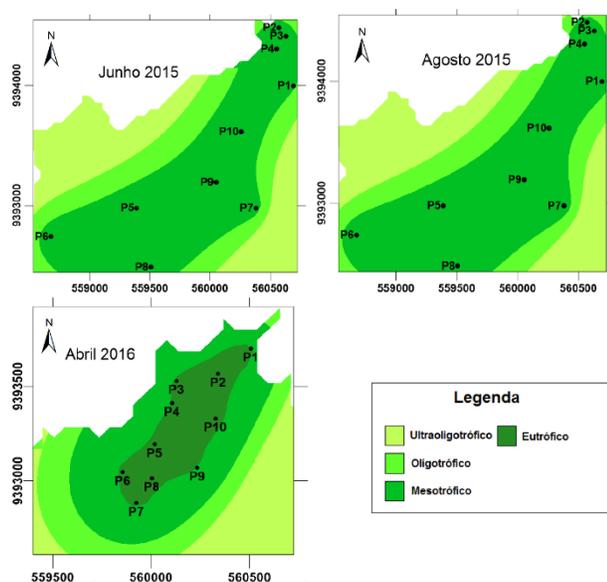
A média dos valores encontrados para o parâmetro de fósforo total entre os 10 pontos monitorados durante as sete coletas realizadas variaram entre 11,41 mg/m<sup>3</sup> – 18,35 mg/m<sup>3</sup>.

O parâmetro de transparência, durante todo o monitoramento, variou de 0,85 – 4,75 metros de profundidade.

### 3.2. Distribuição Espacial do IET na Margem Esquerda do Castanhão

No presente estudo, notou-se que a classificação predominante do IET para as coletas de Mai/2014, Ago/2014, Mar/2015, Jun/2015 e Ago/2015, segundo o modelo proposto por [4] foi mesotrófico (Figura 2). Esse cenário caracteriza que os corpos hídricos sofreram interferências na sua qualidade, porém ocorreu em níveis aceitáveis.





**Figura 2. Variação espacial do Índice de Estado Trófico na margem esquerda do Açude Castanhão.**

Em Nov/2014 houve uma mancha classificada em mesotrófica para os pontos P10, P9, P7, P6 e P5, sendo os dois últimos os mais próximos das atividades aquícolas. Em Mar/2015 ocorreu uma concentração do IET nos pontos P6 e P8, sendo classificado como eutrófico, onde as variações da qualidade hídrica ocorrem de forma mais significativa, reduzindo os diversos usos múltiplos. Já em Abri/2016, a classificação que predominou foi eutrófico, já que os nutrientes ficaram mais concentrados em razão do baixo nível de água no reservatório.

#### 4. DISCUSSÃO

Analisando os resultados encontrados no presente estudo, observou-se que o parâmetro de clorofila “a” e fósforo total não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) - Resolução 357/2005 [6].

A transparência é um parâmetro que recebe influência das precipitações, ventos e presença de macrófitas, o que influencia em toda a dinâmica natural dos corpos hídricos. [7] e [8] estudando a transparência das águas no Açude Castanhão, encontraram valores variando entre 1,7 - 2,4 e 1,0 - 4,0 metros de profundidade, respectivamente, não se distanciando muito do intervalo encontrado no estudo em questão.

A Companhia de Gestão do Recursos Hídricos realiza monitoramento no Açude Castanhão, próximo à área em estudo, com o intuito de mapear e identificar o nível de eutrofização, contribuindo para a conservação da qualidade da água. Os dados obtidos por essa Companhia mostram que de março a novembro de 2014 a área foi classificada como mesotrófica. Já em 2015, todo o ano ficou classificado como eutrófico, com exceção do mês de março que foi

mesotrófico. Por fim, no ano de 2016, a classificação foi eutrófica para todo o ano. Estes dados foram disponibilizados no Portal Hidrológico do Ceará [9].

#### 5. CONCLUSÕES

Nota-se que, dos parâmetros utilizados para avaliar o índice de estado trófico, a clorofila “a” foi a que mais sofreu influência das atividades aquícolas presentes no Castanhão, uma vez que as maiores médias foram encontradas em pontos próximos as gaiolas de produção de peixe. O fósforo total apresentou resultados homogêneos durante todo o monitoramento, não mostrando elevadas variações entre os pontos analisados. Já na transparência, foram encontradas maiores profundidades de secchi nas coletas realizadas no segundo semestre do ano. Isto pode estar associado com a carência de precipitações no segundo semestre do ano.

Em todo o período de monitoramento, observou-se que, em seis das sete coletas realizadas, os pontos analisados apresentaram maior tendência para o IET classificado como mesotrófico, águas que não tiveram sua qualidade comprometida. A última delas, coleta realizada em abril de 2016, os pontos foram classificados como eutrófico, uma vez que houve a concentração de nutrientes na coluna d’água e redução significativa da quantidade de água armazenada no Castanhão, o que favoreceu o crescimento da massa de algas, causando alterações indesejáveis na qualidade hídrica.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] Soares, M. C. S.; Marinho, M. M.; Huszar, V. L. M.; Branco, C. W. C.; Azevedo, S. M. F. O. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, v. 13, n. 4, p. 257-269, 2008.
- [2] Araújo, C. E. O movimento dos atingidos por barragens (MAB), a questão ambiental e a participação política. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Dissertação), Universidade Federal do Ceará (UFC), 2006.
- [3] APHA - American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21ª ed. Washington DC, 2005.
- [4] Lamparelli, M. C. Grau de trofia em corpos d’água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo. Departamento de Ecologia. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.
- [5] Yamamoto, J. K.; Landim, P. M. B. *Geostatística: Conceitos e Aplicações*. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 215p.
- [6] BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, p. 58-63.

[7] Hijo, C. A. G. Quantificação do efeito do açude Castanhão sobre o fluxo fluvial de material particulado em suspensão e nutrientes para o estuário do rio Jaguaribe, Ceará - Brasil. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2009.

[8] Santos, J. A. Hidrogeoquímica e Estado Trófico de Reservatório do Semiárido Brasileiro Sob Influência de Estiagem Prolongada. 104 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

[9] CEARÁ. Portal Hidrológico do Ceará. Sistema de Qualidade das Águas: Estado Trófico. Disponível em:<<http://www.hidro.ce.gov.br/acude/eutrofizacao>>. Acesso em: 20 de jun. 2017.