

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO RESERVATÓRIO PEDRAS BRANCAS – CE

Carine Fernandes Praxedes¹; Lucas da Silva²; Reinaldo Fontes Cavalcante³

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE Campus Quixadá

RESUMO

Devido os diversos problemas que o Estado do Ceará vivenciou e vivencia por causa da escassez hídrica, fez-se necessário a construção de grandes reservatórios. Além da quantidade disponível, a qualidade também é um problema. No século XXI, especificamente na segunda década, o Estado do Ceará tem sofrido bastante com a ausência de chuva, muitos problemas em decorrência disso tem sido vivenciado. A ausência de água intensifica ainda mais o processo de eutrofização, sendo este, o principal problema quanto à sua potabilidade. O açude Pedras Brancas, localizado no Estado do Ceará, é de suma importância para o abastecimento de parte do sertão central cearense. Com isso, o objetivo desse estudo é calcular o Índice do Estado Trófico – IET do açude Pedras Brancas nos anos de 2012 a 2015, e analisar quais problemáticas estão associadas à qualidade ou não da água. A partir das problemáticas analisadas, pode-se concluir que, mesmo com o volume decrescente de água armazenada no açude Pedras Branca e com a possível eutrofização em decorrência disso, ela se encontrou própria para o uso e abastecimento público nos anos analisados. Os anos de 2013 e 2014 foram os que possuíram os piores índices, com o IET igual a 57 e 56, respectivamente. Os anos 2012 e 2015 tiveram os melhores índices, ambos com o IET igual a 54. Ou seja, em todos os anos analisados o reservatório foi caracterizado em Mesotrófico, com produtividade intermediária, com baixas implicações quanto a sua qualidade, e em um nível aceitável de consumo e distribuição.

PALAVRAS CHAVES: Ceará; Açude Pedras Brancas; Índice de Estado Trófico.

INTRODUÇÃO

Historicamente o Estado do Ceará sofre com a escassez hídrica, castigado por longos períodos por precipitações abaixo da média histórica. Na segunda década do século XXI, especificamente nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015 isso é fortemente evidenciado, tal situação ocasiona diversos problemas quanto à quantidade e qualidade da água que se tem armazenada nos reservatórios do Estado.

A barragem do Açude Pedras Brancas está localizada em Quixadá, município do Estado do Ceará, ele barra o rio Sitiá, afluente do rio Banabuiú, com o objetivo de perenizar o próprio rio e irrigar as áreas aluvionares de jusante. O açude tem capacidade de armazenamento de 434.049.250 m³ de água, no entanto iniciou no ano de 2016 com 13,31 % de seu volume. Ele é um importante reservatório no Estado, pois ele abastece estrategicamente parte do sertão central cearense.

Segundo Souza, I., Souza, R. e Paulino (2007) o armazenamento de água em reservatórios acaba tornando essas massas líquidas vulneráveis a um maior risco de degradação. Como se sabe, a água armazenada fica sujeita a longo tempo de residência, permitindo assim com que algumas importantes relações, tanto do ponto de vista químico, como biológico, possam ocorrer. Estas reações, associadas a lançamentos de efluentes, provenientes de zonas urbanas, áreas industriais e zonas rurais, acabam por acelerar o processo de envelhecimento dos reservatórios, conhecido como

“processo de Eutrofização”, que depende, fundamentalmente, da disponibilidade de nutrientes no interior dos reservatórios.

Conforme define Esteves (1988) “A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades.” Pode-se entender com essa definição de eutrofização, que ela consiste no enriquecimento dos reservatórios hídricos, principalmente os reservatórios lênticos, com fósforo e nitrogênio causando, ainda, a rápida proliferação das cianobactérias. Tal estado de qualidade da água impossibilita a potabilidade do recurso hídrico, visto que, suas características físicas, químicas e biológicas estão comprometidas.

Existem diversos parâmetros que podem ser analisados para que seja feita a determinação da qualidade da água. Para esse estudo os parâmetros analisados foram a concentração de Fósforo Total e a concentração de Clorofila “a” em µg/L. De acordo com LAMPARRELI (2004) o fósforo é o nutriente limitante e a Clorofila “a” é a indicadora da biomassa fitoplanctônica presente no reservatório.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB (2010), o Índice de Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou o potencial para o desenvolvimento de macrófitas aquáticas. (BARZAN, 2007).

Diante disso, o estudo deste trabalho visa calcular quantitativamente e qualitativamente, através de uma pesquisa de estudo de caso, de revisão bibliográfica e documental, o IET (Índice de estado trófico), tendo como parâmetros de análises o fósforo total e a clorofila “a”, nos anos 2012, 2013, 2014 e 2015 no açude Pedras Brancas.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada baseou-se na metodologia modificada e atualizada por LAMPARELLI (2004), que inicialmente foi elaborada por CARLSON (1977). Ela quantifica e qualifica, conforme Tabela 1 e 2, o índice de Estado Trófico de um reservatório de água. No caso desse estudo, ela foi aplicada ao Açude Pedras Brancas. O reservatório pôde ser classificado, quanto a sua qualidade, em níveis de estado trófico, sendo eles Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico.

Tabela 1: Classificação do estado trófico para reservatórios segundo o Índice de Carlson modificado.

CLASSE DE ESTADO TRÓFICO	IET
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

Fonte: CETESB, 2010.

Tabela 2: Classes de Estado Trófico e suas características principais.

ESTADO TRÓFICO	CARACTERÍSTICAS
Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Mesotrófico	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes.
Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: ANA apud CETESB (2007); LAMPARELLI (2004), adaptado.

Para o cálculo do Índice de Estado Trófico do Fósforo Total e da Clorofila "a" da água do reservatório Pedras Brancas foi utilizado as Equações (1) e (2) de LAMPARELLI (2004):

$$IETP_T = 6,055 \cdot \ln(P_T) + 34,464 \quad \text{Equação (1)}$$

$$IETCl"a" = 4,905 \cdot \ln(Cl"a") + 46,727 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

P_T = Concentração de Fósforo Total em $\mu\text{g/L}$

$Cl"a"$ = Concentração de Clorofila "a" em $\mu\text{g/L}$

Para o cálculo do IET foi utilizado a equação (3) de LAMPARELLI (2004):

$$IET = [(IETP_T + IETCl"a")/2] \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

IET = Média aritmética simples dos índices relativos ao Fósforo Total e a Clorofila "a"

As concentrações de Fósforo Total e Clorofila "a" utilizadas nas equações (1) e (2) foram fornecidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos/COGERH entre os anos de 2012 e 2015, após calculado os índices dos parâmetros, fez-se a média aritmética simples entre eles, conforme Equação (3), e o reservatório foi classificado quanto ao seu estado trófico em cada ano.

RESULTADOS

(83) 3322.3222

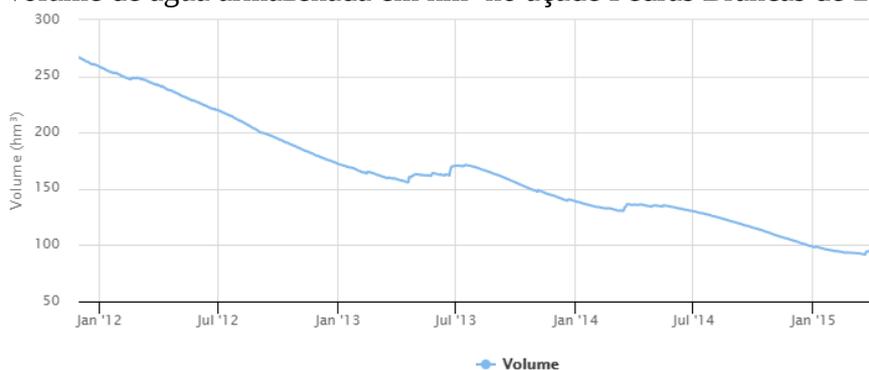
contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

Destaca-se que a eutrofização é ocasionada pela carga de nutrientes destinada aos reservatórios, especialmente de nitrogênio e fósforo. (PAULINO, OLIVEIRA, e AVELINO, 2013). Para o reservatório Pedras Brancas, atribui-se como fonte desses nutrientes: a) Efluentes domésticos e industriais; b) erosão hídrica; c) presença de gado; e d) exploração de piscicultura.

Além das contribuições antrópicas pontuais para a eutrofização, tem-se a relação de volume de água do reservatório Pedras Brancas com a concentração dos agentes poluidores, causando assim, de forma simultânea a sua eutrofização. Na Figura 1 é possível visualizar o volume de água no açude entre os anos 2012 e 2015.

Figura 1: Volume de água armazenada em hm^3 no açude Pedras Brancas de 2012 a 2015



Fonte: COGERH/Funceme.

Observa-se na Figura 1 que é decrescente o volume de água armazenada em Pedras Brancas. Em 2012 têm-se um volume de aproximadamente 250 hm^3 , enquanto que em 2015 o volume armazenado caiu para mais da metade com aproximadamente 100 hm^3 , esse decaimento interfere na diluição dos nutrientes e concentração de poluentes, ou seja, quanto menor o volume de água, tem-se que a relação de massa/volume será maior.

Sobre o enquadramento do reservatório Pedras Brancas, no artigo 42 da resolução CONAMA 357/2005 diz que enquanto não aprovado o enquadramento do reservatório, as águas doces serão consideradas Classe 2. Considerando que os corpos hídricos de água doce do Estado do Ceará não estão enquadrados (ALBUQUERQUE et al, 2014), entende-se que eles são classificados como corpos de água doce de Classe 2, inclusive o açude Pedras Brancas, pertencente ao Estado.

As águas doce de Classe 2 podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) a proteção das comunidades aquáticas; c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; d) a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; e) a aquicultura e a atividade de pesca.

O limite de fósforo total em reservatórios lênticos de águas doces de Classe 2, e que possui tempo de residência de 2 a 40 dias, deve ser menor ou igual a $50 \mu\text{g/L P}$. O limite estabelecido para a concentração de clorofila "a" é de $30 \mu\text{g/L Cl "a"}$.

De acordo com a Tabela 01, percebe-se que no ano 2012 houve concentrações equilibradas de fósforo total e clorofila "a", possivelmente o nutriente fósforo ainda não havia sido consumido pela biomassa. No ano 2013 é significativa a diferença de concentração entre eles, o que pode ser deduzido é que grande parte do fósforo total foi consumido pela biomassa, já que as concentrações de clorofila "a" em comparação ao fósforo total se encontraram bastante elevadas.

As concentrações de fósforo total nos anos 2014 e 2015 se elevou em comparação aos anos de 2012 e 2013, provavelmente, esse cenário se deu em consequência da intensificação da escassez de chuva, visto que, no período analisado se observou pluviosidades abaixo da média histórica na região. Outro possível indicador do aumento da concentração de fósforo são as fontes pontuais de

poluição na bacia hidráulica do Açude. Em contrapartida a digestão da biomassa foi baixa, pois a concentração de Clorofila “a” decresceu no mesmo período.

Em termos gerais, em todos os anos analisados as concentrações de Fósforo Total estiverem dentro do que é recomendado pela resolução CONAMA 357/2005. Entretanto, em relação a clorofila “a”, no ano de 2013 ela esteve em desacordo com o que é estabelecido pela mesma, que é de 30 µg/L Cl “a”.

Quadro 1: Concentração média de Fósforo Total e Clorofila “a” em µg/L no açude Pedras Brancas.

ANO	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE FÓSFORO TOTAL EM µg/L	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE CLOROFILA “A” EM µg/L
2012	11,5	10,2
2013	10,5	37,5
2014	26	11,1
2015	25,5	4,5

Fonte: Próprio autor.

Depois de analisada e determinada as condicionantes que levam a eutrofização de um reservatório foi aplicada a este estudo a metodologia adaptada de LAMPARELLI (2004), foi feito o cálculo do IET do reservatório de água de Pedras Brancas, os dados obtidos, bem como sua classificação, foram expressos na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação do estado trófico para o reservatório Pedras Brancas.

ANO	IET	CLASSE DE ESTADO TRÓFICO
2012	54	Mesotrófico
2013	57	Mesotrófico
2014	56	Mesotrófico
2015	54	Mesotrófico

Fonte: Próprio autor.

De acordo com a Tabela 3 o açude Pedras Brancas em todos os anos analisados apresentou um Índice de Estado Trófico satisfatório, sendo classificado em Mesotrófico. Esta classe de acordo com a Tabela 2 está em um nível aceitável de utilização, com produtividade intermediária, e que mesmo assim, na maioria dos casos, ainda são utilizados para consumo. Os anos de 2013 e 2014 foram os anos que apresentaram dados menos satisfatórios, perto de ser classificado como eutrófico, com o IET em 57 e 56, respectivamente. Nos anos de 2012 e 2015 o IET foi igual a 54, estes foram os menores índices medidos nesse intervalo de tempo.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o açude Pedras Brancas, mesmo que com as implicações de eutrofização que ele apresenta em decorrência da estiagem e das fontes pontuais de poluição, se encontra em

condições aceitáveis de após tratamento de ser utilizada pela população do sertão central cearense. O reservatório se comportou de acordo com o que preconiza a legislação ambiental em todos os anos analisados, 2012, 2013, 2014 e 2015, sendo caracterizado através do cálculo de IET como Mesotrófico. Apenas no ano de 2013 a concentração média de clorofila “a” foi superior ao que a resolução CONAMA 357/2005 estabelece, porém esta variação não se traduziu em diferença significativa no cálculo do índice de estado trófico permanecendo em condição Mesotrófica de produtividade. Isso significa que não houve grande produtividade no reservatório nos anos analisados e que a água do reservatório pôde ser destinada aos usos definidos na resolução CONAMA 357/2005 para água doce de Classe 2.

Diante do estudo, percebe-se que é necessário aprender a conviver quantitativamente e qualitativamente com a água em que se tem disponível no Estado, uma vez que o cenário climático de escassez hídrica não possibilita um grande armazenamento dela e também pela qualidade que a água disponível possui. Mesmo com toda essa problemática o açude Pedras Brancas, nos anos analisados, pôde ser classificado em um nível trófico em que ainda se é possível fazer uso da água armazenada para o consumo e abastecimento público após tratamento.

REFERÊNCIAS

- [1] PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. **Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da Cogerh no estado do Ceará.** Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XX, 2013, Bento Gonçalves.
- [2] SOUZA, I. V. A.; SOUZA, R. O.; PAULINO, W. D. **Cálculo do índice de estado trófico em reservatório com estudo de caso no reservatório Acarape do Meio.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007, São Paulo. Anais. São Paulo: ABRH, 2007.
- [3] ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** RJ: Editora Interciência, 1988. 574p.
- [4] LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d’água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** São Paulo. USP/ Departamento de Ecologia, 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.
- [5] CETESB – **COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.** Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2010. IET - Índice de Estado Trófico. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 ago. 2016.
- [6] BARZAN, P. J. et al. **Monitoramento do sistema Barragem do Rio São Bento (Siderópolis/SC).** Avaliação da qualidade das águas superficiais utilizando o IET CETESB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental, 24, 2007, Anais. Belo Horizonte/MG.
- [7] CARLSON, R.E.A. Trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography.** v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.
- [8] **COGERH. RESERVATÓRIOS. QUALIDADE. EUTROFIZAÇÃO.** Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/acude/eutrofizacao>>. Acesso em: 25 set. 2016
- [9] BRASIL. **Resolução CONAMA 357, 17 de março de 2005.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006. Acesso em 07 de set. de 2016.

[10] ALBUQUERQUE et al. **Caracterização da qualidade da água de um trecho do Rio Salgado no Ceará através das análises De IQA e IET**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014, Belo Horizonte/MG, 2014.