

## **I-282 - O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO DO AÇUDE CURRAL VELHO, MORADA NOVA, REGIÃO SEMIÁRIDA DO CEARÁ**

**Raimunda Bianca Pereira Regis<sup>(1)</sup>**

Discente de Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará- Campus Limoeiro do Norte- Ceará.

**Paulo de Freitas Lima<sup>(2)</sup>**

Doutor em Ecologia e Recursos pela Universidade Federal do Ceará e Docente do Instituto Federal do Ceará- campus Limoeiro do Norte- Ceará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** São Raimundo, 151 – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 9430000 - Brasil - Tel: (88) 994384106 - e-mail: biancaregis17@gmail.com

### **RESUMO**

O clima semiárido da região Nordeste do Brasil é caracterizado por precipitação baixa e irregular no espaço geográfico e tempo, que associada a temperaturas elevadas e ação intensa do vento contribui para um potencial de evapotranspiração muito elevado. Essas condições naturais, associadas às ações e atividades antrópicas poluidoras, e à negligência da gestão de recursos hídricos com a qualidade da água, têm resultando na poluição dos mananciais de abastecimento. Nesse sentido, a eutrofização tem sido um processo comum nos açudes do Ceará, com consequências diretas sobre o equilíbrio ecológico desses sistemas naturais e os usos múltiplos pretendidos. A eutrofização é o enriquecimento de sistemas naturais por nutrientes essenciais (causa) que eleva a sua produtividade primária (consequência), com destaque ao fósforo e o nitrogênio que têm proporcionado o desenvolvimento acentuado de algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas. Desse modo, esse trabalho teve como objetivo geral a compreensão de fatores e variáveis envolvidos no processo de eutrofização artificial do açude Curral Velho, Morada Nova, Ceará. Foram realizadas coletas mensais de água em campo e determinadas algumas variáveis associadas ao processo de eutrofização. De acordo com os resultados, as concentrações de nutrientes, especialmente nitrogênio amoniacal e fósforo total, foram elevadas, sendo evidência de poluição frequente e eutrofização potencial elevada. Em relação à classificação e enquadramento do açude quanto à sua qualidade da água, as concentrações de fósforo total, clorofila “a” e oxigênio dissolvido foram acima daquelas exigidas para Classe 2, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrientes, fósforo, poluição.

### **INTRODUÇÃO**

O processo de eutrofização pode ocorrer de maneira natural ou artificial, sendo que os usos decorrentes nas áreas de contribuição do manancial têm papel significativo na qualidade da água de ecossistemas naturais ou antropizados. No entanto, a causa principal e que intensifica esse processo é antrópica e está relacionada às práticas de uso e ocupação da bacia de drenagem, que contribuem com fontes de poluição pontuais e difusas (BRAGA, 1998). No entanto, os estudos que abordam esses aspectos ainda são pouco desenvolvidos na região, que por sua vez busca a garantia de água da população para os usos preponderantes. Tendo em vista, a necessidade de garantir água na sua quantidade e qualidade adequada, pode-se atestar um dos grandes problemas, o lançamento de esgotos nos mananciais, bem como o uso e ocupação do solo da bacia de drenagem. Na busca pela garantia de água, a prática dos barramentos dos rios proporciona uma gestão voltada apenas na quantidade de água disponível, que é uma peça chave nessa gestão, entretanto, tornando-o ambiente lântico muitos aspectos são afetados em relação a qualidade da água, dentre eles, menor turbulência da água, maior penetração da luz solar, acúmulo de sedimentos e um grande potencial a estratificação térmica, devido as camadas superiores receberem energia solar e a fotossíntese, através dos produtores primários, ocorrer basicamente nessa camada.

O aporte de nutrientes, a partir de bacia de drenagem modificada pelo uso e ocupação antrópica, é um fator relevante na intensificação do processo de eutrofização (CHELLAPPA e COSTA, 2003; MOLISANI et al., 2013; MOURA, DANTAS e BITTENCOURT-OLIVEIRA, 2007; OLIVEIRA et al., 2015). Entre os nutrientes essenciais para atestar o potencial de eutrofização de um corpo hídrico estão o fósforo e nitrogênio, na qual podem estar disponíveis nos mananciais por poluição difusa ou pontual. Diversas pesquisas realizadas no

semiárido brasileiro reportam sobre o estágio avançado de eutrofização de seus mananciais de abastecimento associado ao aporte de nitrogênio e fósforo, à relação N:P e às variáveis climáticas e hidrológicas dos sistemas aquáticos (AZEVEDO et al., 2002). Embora, o nitrogênio possa atuar como nutriente limitante nos ecossistemas de água doce, na região semiárida, boa parte dos açudes apresentam cianobactérias no meio hídrico, na qual conseguem captar da atmosfera o nitrogênio gasoso, limitando sua reação apenas o fósforo. Em contrapartida, o fósforo está em concentrações elevadas no mananciais, devido o lançamento de efluentes sanitários, desse modo, o potencial de eutrofização se dar por ação antropogênica, mas a dificuldade de atestar qual nutriente limita a reação ainda é muito grande. Tendo em vista a necessidade de cessar tal problemática, a redução do lançamento de efluentes urbanos (domésticos e industriais) “in natura” (HASLER, 1947), e o controle das fontes de poluição difusas urbanas e rurais (CARPENTER et al., 1998; CARPENTER, 2005; HASLER, 1947), são medidas essenciais para diminuição do potencial de eutrofização dos açudes da região semiárida. Desse modo, esse trabalho teve como objetivo geral a compreensão de fatores e variáveis envolvidos no processo de eutrofização artificial do açude Curral Velho, Morada Nova, Ceará, selecionado pela sua importância como “açude pulmão” no processo de transferência das águas dos grandes açudes localizados no interior do estado do Ceará (Orós e Castanhão) para os municípios onde passam o “Eixão das Águas” e para Região Metropolitana de Fortaleza.

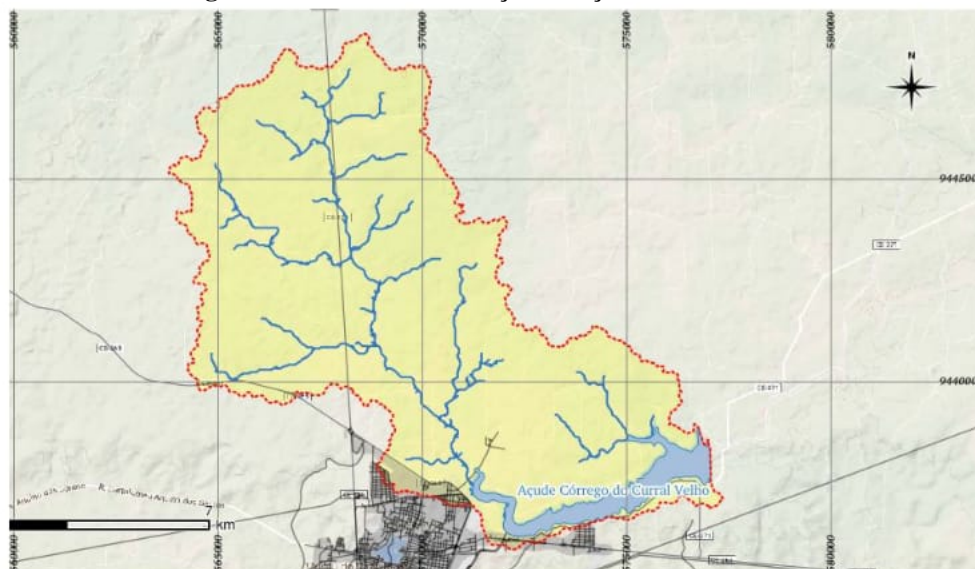
Desse modo, esse trabalho teve como objetivo geral a compreensão de fatores e variáveis envolvidos no processo de eutrofização artificial do açude Curral Velho, localizado em Morada Nova, Ceará. Esse açude funciona como um “reservatório pulmão” para controle do fluxo hidráulico do maior canal aberto do Estado (“Eixão das águas”), sendo perenizado pelo Castanhão, o maior açude de usos múltiplos da América Latina, que por sua vez tem garantido o abastecimento humano e industrial de mais de 4 milhões de habitantes da Região Metropolitana de Fortaleza. Foram realizadas coletas mensais de água em campo e determinadas algumas variáveis associadas ao processo de eutrofização (isso deve estar em materiais e métodos).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região semiárida do Ceará é caracterizado por ambiente com variedades paisagísticas, mas com predominância de bioma caatinga. Possui relevo plano a ondulado com vales abertos tendendo a menor resistência a erosão, e possui solos rasos e cristalinos, na sua maioria, que permitem um maior escoamento superficial das águas, a outra parcela da região possui solos sedimentares. Seus rios são de origem intermitentes, mas perenizados pelas construções de açudes, que regulam as vazões dos rios, logo outro fator importante é a degradação da vegetação para uso da lenha, a partir de queimadas e desmatamento para uso do solo na agropecuária (ARAÚJO, 2011).

A pesquisa foi realizada no açude Curral Velho, localizado na Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú, pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Jaguaribe, no município de Morada Nova, região semiárida do Ceará. (Figura 1).

**Figura 1 – Carta de localização do açude Curral Velho.**



Fonte: Próprio Autor, 2018.

As coletas foram realizadas mensalmente entre março e junho de 2018, de 08h30min às 13h30min, em quatro pontos previamente selecionados: P1 – Saída de água para Fortaleza pelo “Eixão das Águas”; P2 – Sangradouro, o mais profundo; P3 – Viveiros de gaiolas de peixes; e P4 – Entrada de água do Castanhão pelo “Eixão das Águas”

Em campo, foram realizadas as medições de temperatura da água e as coletas de água para determinação analítica em laboratório das variáveis: pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade total, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato e clorofila “a”, conforme os métodos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA (2005).

## RESULTADOS OBTIDOS PELAS ANÁLISES

Os resultados do estudo foram representativos das condições ambientais e limnológicas de ecossistemas aquáticos de regiões semiáridas e com indicativos importantes de eutrofização avançada.

A temperatura se manteve elevada durante a pesquisa (Tabela 1), variando entre 27°C (junho) a 33°C (maio), condição própria da região semiárida do Ceará. A oscilação de temperatura entre os pontos de coleta teve interferência direta da hora da coleta, sendo que as temperaturas mais elevadas estiveram associadas às últimas coletas, que também foram os pontos mais rasos e passíveis de aquecer mais rápidos.

**A tabela 1: mostra os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos realizados na pesquisa.**

Coleta	Ponto	Parâmetros								
		Temperatura da água (°C)	pH	Turbidez (uNT)	Condutividade elétrica (U/cm)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Clorofila (ug/L)
1	1	29,3	7,69	12,56	612,2	3,37	0,146	0,30	*	**
	2	30,0	8,17	12,60	610,1	4,70	0,17	0,06	*	**
	4	31,4	7,90	2,85	469,5	4,55	0,14	0,011	0,22	**
2	1	28,6	7,28	8,17	491,5	2,40	0,06	0,32	*	33,58
	2	29,8	7,52	8,97	497,4	3,59	0,05	0,23	*	24,84
	4	28,0	7,21	61,20	149,4	6,02	0,07	0,046	*	**
3	1	30,2	7,65	3,49	351,0	9,95	0,30	0,30	0,031	**
	2	31,4	7,56	3,64	351,9	7,88	0,19	0,047	0,061	40,96
	3	30,5	7,82	5,19	348,5	9,51	0,39	0,148	0,198	33,98
	4	33,0	7,85	4,70	380,1	8,97	0,11	0,11	*	**
4	1	27,0	8,06	10,40	321,4	4,95	0,24	0,074	*	39,16
	2	27,8	8,26	19,45	329,0	5,82	0,76	0,070	*	69,78
	3	28,2	8,18	9,79	325,8	7,26	0,22	0,072	*	51,78
	4	28,5	8,16	0,92	297,2	7,40	0,20	0,055	*	4,34

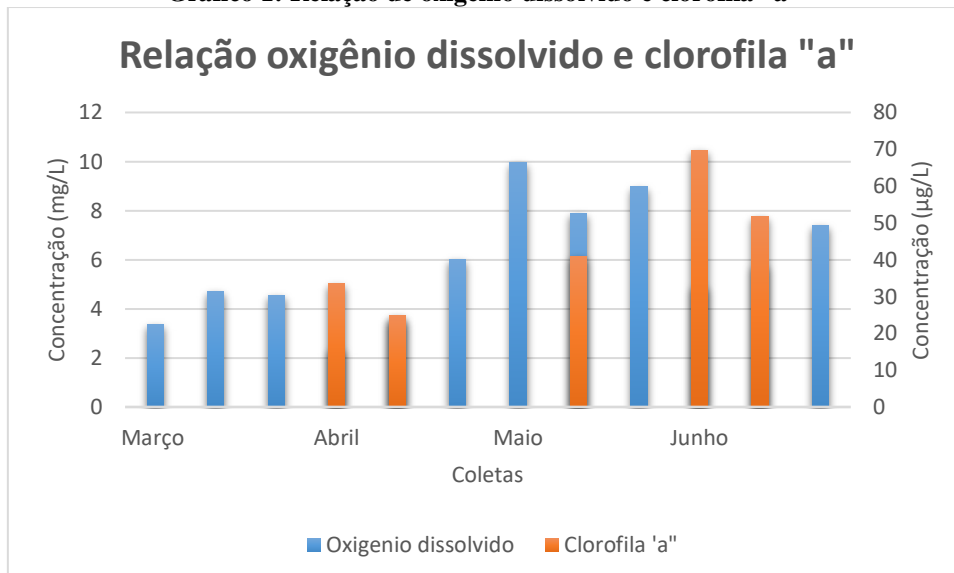
**Fonte:** Próprio Autor, 2018.

\*ND = valores abaixo do limite de detecção do método.

\*\* = dados indisponíveis.

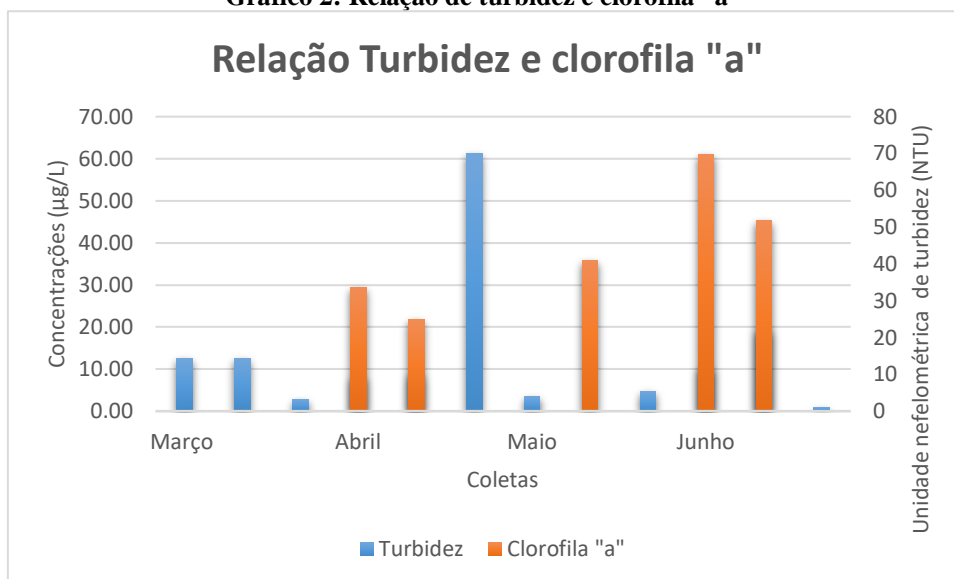
Os gráficos abaixo irão relacionar clorofila e turbidez, bem como clorofila e oxigênio dissolvido na coluna d'água, que são variáveis importantes para atestar o potencial de eutrofização.

**Gráfico 1: Relação de oxigênio dissolvido e clorofila "a"**



Fonte: Próprio Autor, 2018.

**Gráfico 2: Relação de turbidez e clorofila "a"**

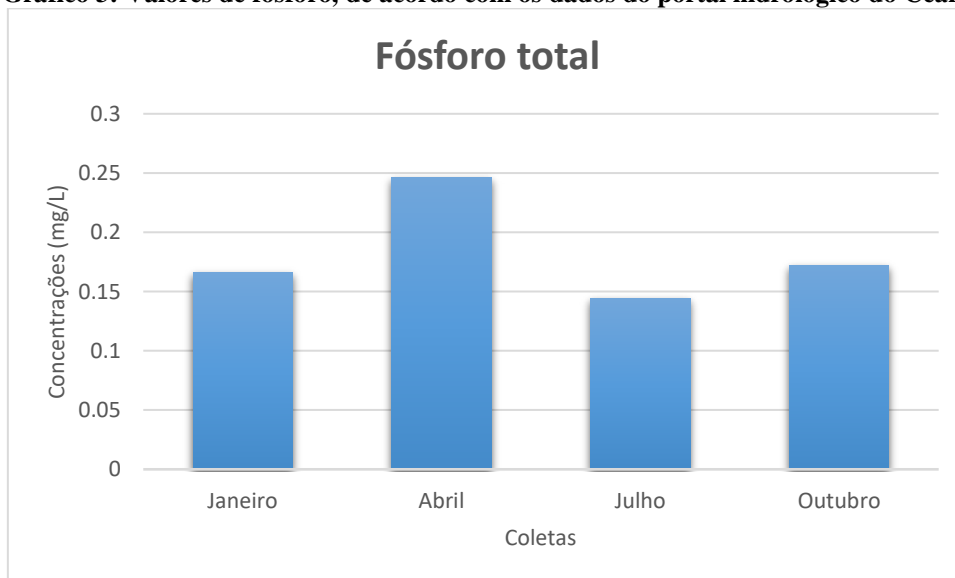


Fonte: Próprio Autor, 2018.

## RESULTADOS APRESENTADOS PELO PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ

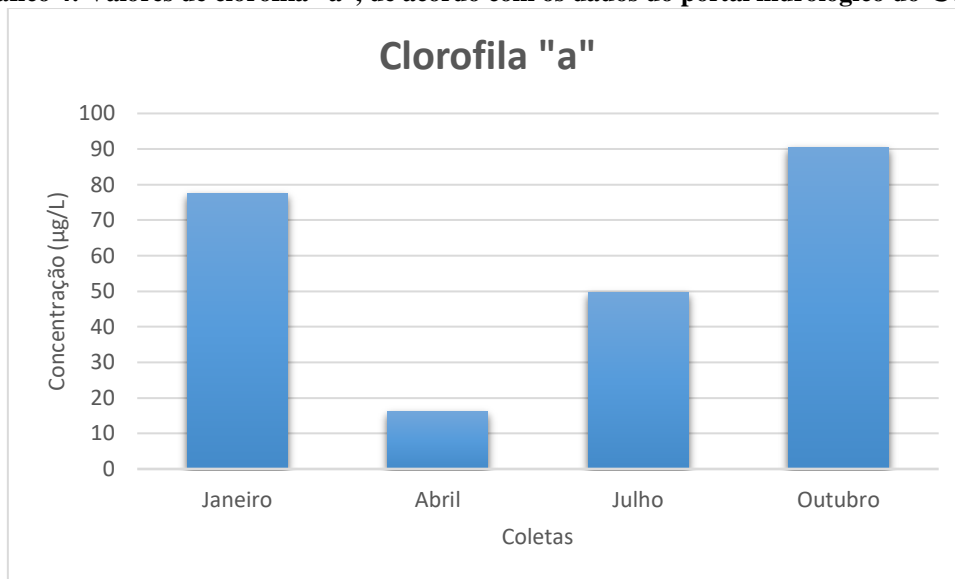
Assim como os dados obtidos nas 4 coletas que nos dão indícios de eutrofização ou potencial para que esse processo ocorra, os dados do portal hidrológico do Ceará apresentam um agravamento nas suas condições tróficas.

**Gráfico 3: Valores de fósforo, de acordo com os dados do portal hidrológico do Ceará**



**Fonte:** Próprio Autor, 2018.

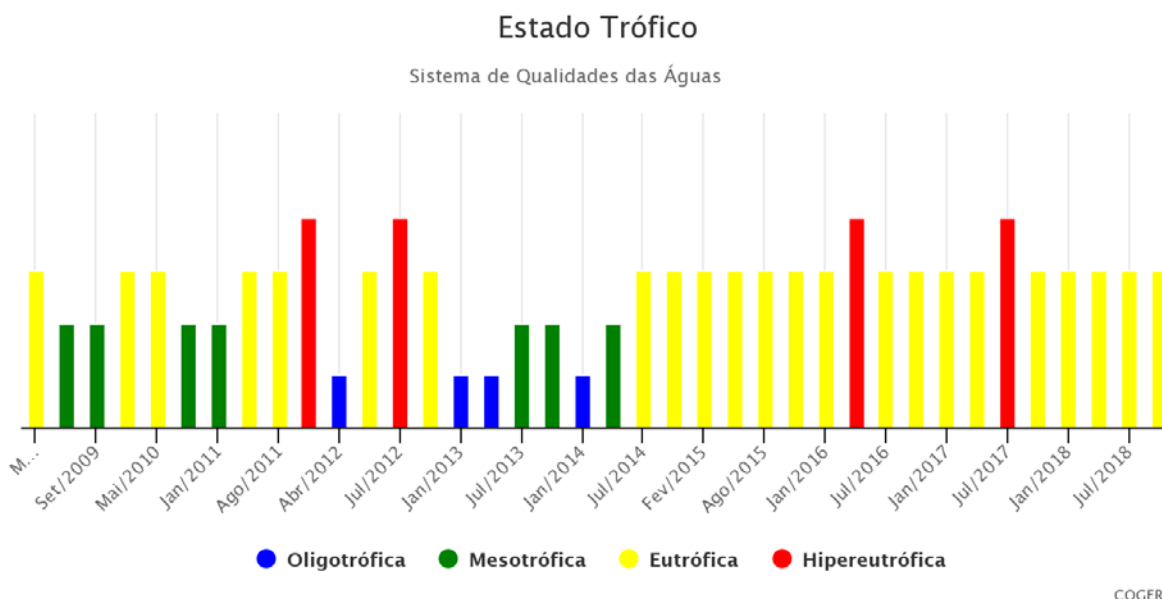
**Gráfico 4: Valores de clorofila "a", de acordo com os dados do portal hidrológico do Ceará**



**Fonte:** Próprio Autor, 2018.

Além dos parâmetros e seus respectivos valores, o portal hidrológico disponibiliza de uma outra ferramenta que é o histórico do estado trófico do açude, que relata uma situação crítica no que diz respeito a eutrofização. A figura 3 mostra o referente gráfico.

**Figura 2: Estado trófico do açude Curral Velho, Morada Nova-Ceará**



**Fonte:** Portal hidrológico do Ceará, 2019.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Portal Hidrológico do Ceará, desde julho de 2014 que o açude apresenta eutrofizado ou hipereutrofizado. A tabela a seguir mostra algumas variáveis disponibilizadas no site que atestam o potencial de eutrofização do açude em 2018.

**Tabela 2: Parâmetros disponibilizados no portal hidrológico de Ceará**

Data	Fósforo (mg/L)	Clorofila "a" (µg/L)	Transparência (m)	Classe
16/01/2018	0,166	77,47	0,60	Eutrófica
17/04/2018	0,246	16,20	0,90	Eutrófica
31/07/2018	0,144	49,53	0,80	Eutrófica
23/10/2018	0,172	90,40	0,70	Eutrófica

**Fonte:** Portal hidrológico do Ceará, 2019.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDAS NAS QUATROS COLETAS

Para todos os pontos amostrados, os valores da condutividade elétrica estiveram baixos e reduziram gradualmente entre março (quando foi verificado o máximo no ponto 1) e junho (com o menor valor de estudo observado no ponto 4). Essa variação decrescente nos valores de condutividade elétrica poderá ser explicada pelo aporte hídrico via canal "Eixão das Águas", a partir do bombeamento da água do rio Banabuiú, assim como do açude Castanhão, que desemboca diretamente no ponto 4. A observação de valores de Condutividade Elétrica no ponto 4 em março e abril (meses que choveram) são fortes evidências do poder diluidor dos sais da água do açude. Outra explicação se deve ao próprio funcionamento do açude como um "reservatório pulmão", com baixo tempo de retenção hidráulica e constante renovação da água.

Assim como para a condutividade elétrica, a dinâmica hidráulica do açude Curral Velho em sua interação com o aporte hídrico do "Eixão das Águas" interferiu diretamente nos valores de turbidez, que variaram de 0,92 a 61,20 UNT, ambas observadas no ponto 4. O fluxo hídrico no canal do "Eixão das Águas" é lento e regular, o que permite que o material em suspensão se deposite em seu extenso percurso, o que favorece águas muito claras na desembocadura do canal no açude estudado, como observado em março, abril e junho. Por outro lado, o valor máximo observado em maio (61,2 UNT), para o mesmo ponto coincide com o período em que a água do rio Banabuiú estava sendo bombeada para o canal, cuja turbidez elevada conferia uma cor avermelhada (barrenta)



da água nas proximidades do ponto 4, quando foi verificada em campo a mortandade de peixes e a migração de peixes para a interface água-ar.

Além do mais, somado à turbidez mineral da água no açude Curral Velho, as assembleias de fitoplâncton contribuíram para os valores de turbidez mais elevados nos outros pontos de coleta, onde a influência do porte hídrico do canal e da drenagem natural da bacia não foi considerada importante. No entanto, alguns resultados de clorofila foram descartados, prejudicando uma avaliação mais profunda da relação entre turbidez e biomassa fitoplanctônica.

As concentrações de oxigênio dissolvido foram variáveis entre os meses de pesquisa, com concentrações maiores em maio, quando as temperaturas também estiveram mais elevadas e a turbidez baixa em todos os pontos (Tabela 1). Isto pode estar relacionada ao processo de fotossíntese, favorecida pela maior radiação (evidenciada pela maior temperatura da água) e águas menos turvas, que favoreceram maior produção de oxigênio dissolvido. A fotossíntese, que é o mecanismo bioquímico básico da eutrofização, pode ter sido favorecido também pela maior disponibilidade de fósforo total, nitrogênio amoniacal e nitrato, conjuntamente maiores em maio (Tabela 1). Enquanto a concentração de clorofila “a” se manteve elevada.

Com base nos resultados, pode-se observar que apenas três variáveis (oxigênio dissolvido, fósforo total e clorofila “a”) não atenderam aos limites máximos ou mínimos estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357/2005, classe 2, que dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e seu enquadramento, sendo que o valor máximo permitido para fósforo total é de 0,05 mg/L, oxigênio dissolvido é acima de 5 mg/L e a clorofila 30 ug/L. O oxigênio dissolvido variou durante a pesquisa, com valores abaixo da resolução supracitada. No entanto, em um dos pontos obteve-se valor elevado de oxigênio dissolvido, isso se deu pela baixa turbidez também aferida e pela disponibilidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio), entretanto, a análise de clorofila desse ponto não foi possível verificar. Na coleta 3 (maio), foi obtido em outros pontos valores altos de clorofila, dando indícios de uma produção primária elevada nesse período. Em alguns pontos os valores de transparência da água não foram possíveis por se tratar de locais com baixa profundidade (isso não se aplicou para todos os pontos. No caso do ponto mais profundo não tínhamos como fazer a leitura), na qual a incidência solar se dava basicamente em toda a camada líquida. Desse modo, com a temperatura elevada da região semiárida, transparência da água e esses aspectos favoráveis a aumento da produção primária, foi constatada na qual remete um potencial elevado de estar eutrofizado ou vir a estar no futuro.

O fósforo total teve o registro de concentração máxima no mês de junho no ponto 2 (referente ao sangradouro do açude), já o nitrogênio amoniacal obteve-se sua maior concentração em maio no ponto 1 (entrada de água do Castanhão no açude).

Vale ressaltar que essas variáveis são essenciais para o processo de eutrofização, onde a disponibilidade de nutrientes essenciais, como nitrogênio e fósforo e mudanças sazonais no nível da água, luz e temperatura são alguns fatores que controlam a dinâmica populacional e a estrutura de assembleias naturais de fitoplâncton (REYNOLDS, 2006).

A produção e consumo contínuos e altos causados por alta intensidade luminosa e elevados níveis de temperatura, permitem uma assimilação mais eficiente dos nutrientes, quando comparados com climas temperados. A incidência solar ocorrida ao longo da pesquisa, bem como a disponibilidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio) proporciona um aumento da produção primária, atrelado ainda a variação de turbidez.

O pH se manteve entre 7 e 8,5, na qual sugere-se uma indicação de um nível de bicarbonato estável, promovendo alto crescimento de fitoplâncton (Fryer & Talling, 1986).

Outro fator importante foi a relação do nitrogênio e clorofila que se mantiveram altos simultaneamente, variando um pouco mais as concentrações de fósforo total, que também esteve presente em grandes quantidades. Quando as concentrações de nutrientes estão acima dos níveis considerados como limitantes, outros fatores, além da limitação por luz, podem limitar ou co-limitar a produção primária em açudes, como pastejo pelo zooplâncton, diminuição do tempo de residência (RANGEL et al., 2012).

Dentre os feitos negativos decorrentes da eutrofização, podem ser colocadas os prejuízos ao tratamento de águas para abastecimento, a certos processos industriais, a indústria de pesca, a qualidade da água para recreação e lazer, a facilidade no aumento da produtividade com a proliferação de algas e macrófitas (BRANCO, 1978).

Essas condições limnológicas se tornam preocupante quando as cianobactérias são os componentes biológicos mais importantes do fitoplâncton, por suas habilidades competitivas por nutrientes e luz, maior resistência às condições de alta temperatura, turbulência e turbidez da água e por produzir toxinas nociva à saúde humana e de outros os animais. Vale ressaltar que na maioria dos casos o fósforo age como nutriente limitante do processo de eutrofização, logo, nesse ambiente, o fósforo não limita, já que as concentrações foram elevadas, outro fator importante foi as concentrações de nitrogênio amoniacal que também apresentou valores altos. Essa questão precisa ser aprofundada a partir de novas pesquisas.

## **ANÁLISES DOS DADOS DISPONIBILIZADOS PELO PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ**

Com base nos dados disponibilizados, todos os resultados de fósforo total e clorofila “a” estão acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para classe 2, na qual clorofila “a” é estabelecido até 30 µ/L e fósforo total de 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lântico. Vale ressaltar que a resolução não traz padrões estabelecidos para nitrogênio total, no entanto, os valores disponibilizados no portal hidrológico do Ceará também são considerados elevados. Tendo em vista que os nutrientes essenciais para o processo de eutrofização dos corpos d’água são o fósforo e nitrogênio, pode-se avaliar que no açude estudado, os mesmos encontram-se disponíveis e acima dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005 para fósforo total e clorofila. Outro fator relevante, é o índice de estado trófico, disponibilizado no portal hidrológico do Ceará, na qual remete um histórico do ambiente permanecer eutrofizado desde 2014, variando entre eutrófico e hipereutrófico

## **CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos na pesquisa e nos dados disponibilizados no portal hidrológico do Ceará, o açude Curral Velho apresenta evidências importantes de eutrofização, que poderá comprometer os usos múltiplos previstos para suas águas, especialmente abastecimento humano, tendo em vista que dezenas de carros-pipas distribuem essa água sem um tratamento prévio confiável.

Considerando que a água disponibilizada para mais da metade da população do estado do Ceará passa por esse açude, devem ser implementadas ações de controle do processo de eutrofização cultural do Açude Curral Velho. Desse modo, a gestão dos recursos hídricos do Estado deve cumprir um plano de ações e metas para garantir à população cearense água em quantidade e qualidade necessária e adequada para o atendimento dos usos múltiplos possíveis para nossa região semiárida, seguindo a ordem de prioridades e garantindo, em situação crítica de escassez, o abastecimento humano e dessedentação animal.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AZEVEDO, S.M.F.O.; CARMICHAEL, W.W.; JOCHIMSEN, E.M.; RINEHART, K.L.; LAU, S.; SHAW, G.R.; EAGLESHAM, G.K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru – Brazil. *Toxicology*, v. 181-182, p. 44-446, 2002.
2. BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J. Dams and the environment: the Brazilian Experience. *Water Resources Development*, v. 14, nº 2, p.127-140, 1998.
3. BRANCO, S.M. Hidrologia aplicada à Engenharia Sanitária. São Paulo, CETESB, 1978.
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº357/2005, de 17 de março de 2005. –In: Resoluções, 2005.
5. CHELLAPPA, N.T.; COSTA, M.A.M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecologica*, v. 24, p. S3-S10, 2003.
6. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 10.set.2018.
7. FRYER, G.; TALLING, J.F. África: The FBA connection. *Freshwater Biol. Ass. U.K.* p.97-122, 1986.
8. HASLER, A.D. Eutrophication of Lakes by Domestic Drainage. *Ecology*, v. 28, n. 4, p. 383-395, 1947.
9. MOLISANI, M.M.; BECKER, H.; BARROSO, H.S.; HIJO, C.A.G.; MONTE, T.M.; VASCONCELLOS, G.H.; LACERDA, L.D. The influence of Castanhão reservoir on nutrient and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral Jaguaribe river (CE, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 73, p. 115-123, 2013.
10. MOURA, A.N.; DANTAS, E.W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco – Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.50, n. 4, p. 645-654, 2007.



11. OLIVEIRA, F.H.P.C.; SILVA, J.D.B.; COSTA, A.N.S.F.; RAMALHO, W.P. MOREIRA, C.H.P.; CALAZANS, T.L.S. Cyanobacteria community in two tropical eutrophic reservoirs in northeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 37, n. 2, p. 169-176, 2015.
12. RANGEL, L.M.; SILVA, L.H.S.; ROSA, P.; ROLAND, F.; HUSZAR, V.L.M. Phytoplankton biomass is mainly controlled by hydrology and phosphorus concentrations in tropical hydroelectric reservoirs. *Hydrobiologia*, v. 693, p.13-28, 2012.
13. REYNOLDS, C. S. *Ecology of Phytoplankton*. New York, EUA, Cambridge University Press. p. 535, 2006.
14. ROCHA, A.A.; BRANCO, S.M. A eutrofização e suas implicações na ciclagem de nutrientes. v1, p. 201-242, 1986.
15. <http://www.hidro.ce.gov.br/acude/eutrofizacao> acessado 18/03/2019
16. ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. *A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos*.