



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DA LAGOA DE
EXTREMOZ, RN, BRASIL.**

CAIO VÍTOR MATOS MOREIRA

NATAL

2018

CAIO VÍTOR MATOS MOREIRA

**AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DA LAGOA DE
EXTREMOZ, RN, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Rio Grande do Norte como parte dos
requisitos exigidos para concluir o curso
de Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Vanessa
Becker

NATAL

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Moreira, Caio Vitor Matos.

Avaliação do estado trófico da água da Lagoa de Extremoz, RN, Brasil / Caio Vitor Matos Moreira. - 2018.

23 f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental. Natal, RN, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Becker.

1. Manancial de abastecimento - Monografia. 2. Eutrofização - Monografia. 3. Classificação Trófica - Monografia. I. Becker, Vanessa. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 627.12

RESUMO

A eutrofização pode ser caracterizada como o processo de enriquecimento das águas por nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, resultando no aumento da produtividade primária. Esse processo é de progressiva degradação da qualidade da água que além de reduzir a oferta de água adequada para os diferentes usos, aumenta os custos do tratamento deste recurso para o abastecimento público. As classificações de estado trófico são importantes para estudo e manutenção de corpos hídricos, como sabemos a eutrofização é muito maléfica para a qualidade da água e o acompanhamento do grau de trofia permite diagnóstico imprescindível para promover a eficiente gestão de recursos hídricos. A Lagoa de Extremoz é uma lagoa natural que é utilizada como um manancial de grande importância para o abastecimento da zona norte do município de Natal, RN. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado trófico deste manancial de acordo com as variáveis limnológicas. O período de amostragem foi de Outubro de 2017 até Junho de 2018. Considerando dois métodos de classificação de categorias de estado trófico a variável fósforo total do período de estudo (2017-2018) classificou a lagoa como um sistema mesotrófico, enquanto que a clorofila-a um sistema eutrófico. Comparando com estudos anteriores pôde-se constatar que a Lagoa de Extremoz está passando por um gradual processo de eutrofização. Apesar das concentrações de fósforo total não classificarem o reservatório como eutrófico, a água já apresenta altas taxas de clorofila-a, indicando alta biomassa algal por esse parâmetro que é mais representativo para a consequência da eutrofização.

Palavras-chave: Manancial de abastecimento; eutrofização; classificação trófica.

ABSTRACT

Eutrophication can be characterized as the process of water enrichment by nutrients, especially phosphorus and nitrogen, resulting in increased primary productivity. This process is a progressive degradation of water quality that, in addition to reducing the supply of adequate water for different uses, increases the costs of treating this resource for public supply. Classifications of trophic status are important for study and maintenance of water bodies, as we know that eutrophication is very harmful to water quality and monitoring of trophic level allows an essential diagnosis to promote the efficient management of water resources. Extremoz Lake is a natural system, used for water supply of the northern zone of the municipality of Natal, RN. The aim of this work was to evaluate the trophic state of this source according to the limnological variables. The sampling period was from October 2017 to June 2018. Considering two methods of classifying trophic status categories, the total phosphorus variable of the study period (2017-2018) classified the lake as a mesotrophic system, whereas chlorophyll- to a eutrophic system. Comparing with previous studies it was possible to verify that the Extremoz Lake is undergoing a gradual process of eutrophication. Although total phosphorus concentrations do not classify the reservoir as eutrophic, water already presents high rates of chlorophyll-a, indicating high algal biomass for this parameter that is more representative for the consequence of eutrophication.

Key-words: Water Supply; eutrophication; trophic classification.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Mapa da localização da Lagoa de Extremoz.....	10
FIGURA 2- Pluviometria média histórica e do período do estudo.....	13
FIGURA 3- Condutividade, Transparencia e Turbidez.....	14
FIGURA 4- Fósforo Reativo Solúvel, Fósforo Total e Clorofila-a.....	15
FIGURA 5- Amônia e Nitrato.....	16
FIGURA 6- ClassificaçãoTrófica.....	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Classificação trófica segundo OECD.....	12
TABELA 2- Categorias tróficas segundo Salas e Martino (2001).....	12

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	10
2.2 AMOSTRAGEM.....	11
2.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS.....	11
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
5 REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Um corpo hídrico exerce diversas funções no meio ambiente e a água foi importante para o desenvolvimento humano desde o início da agricultura até a utilização em processos industriais. Para que seja viável o aproveitamento a água precisa atender alguns critérios qualitativos, especialmente se for utilizado como manancial de abastecimento. É natural que a qualidade da água durante o ano varie, assim como seus parâmetros limnológicos, nos trópicos o regime pluviométrico favorecem o aporte de material alóctone para os corpos d'água. A chegada desse material aliada a altas taxas de radiação solar favorecem um processo chamado de eutrofização, o qual é capaz de trazer inúmeros malefícios.

A eutrofização pode ser caracterizada como o processo de enriquecimento das águas por nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, resultando no aumento da produção e crescimento de algas e/ou macrófitas aquáticas, com conseqüente desequilíbrio do ecossistema aquático e progressiva degeneração da qualidade ambiental dos corpos d'água (Dodds et al., 2009). Com a aceleração do processo de eutrofização mudanças significativas ocorrem no ciclo de nutrientes, refletindo diretamente na qualidade da água dos ecossistemas aquáticos. Com o aumento da disponibilidade de nutrientes ocorre um crescimento excessivo do fitoplâncton, e como conseqüência do processo de decomposição da matéria orgânica ocorre uma depleção significativa do oxigênio dissolvido, podendo ocasionar a morte das comunidades aquáticas aeróbias, gerando a perda da qualidade cênica do ambiente e o aumento da incidência de cianobactérias (Carpenter et al., 1998).

A degradação da qualidade da água gerada pela eutrofização, além de reduzir a oferta de água adequada para os diferentes usos, aumenta os custos do tratamento deste recurso para o abastecimento público, fazendo com que o controle da poluição seja um dos mais rentáveis meios de melhorar a qualidade da água dos mananciais de abastecimento (Carpenter et. al., 1998). Uma forte degradação da integridade ecológica e do valor econômico dos lagos é conseqüência da ausência de planos de gestão que antecipem e compensem ou minimizem os efeitos negativos do aumento da poluição antrópica sobre os lagos tropicais (Lewis, 2000). A eutrofização é, portanto, resultado da má gestão dos recursos hídricos, na qual deve atender á demanda crescente exigida pelo aumento global da população

humana e, ainda, suportar as descargas de efluentes domésticos, industrial e da agropecuária (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 1992).

O fósforo é considerado o nutriente limitante para a produtividade em corpos hídricos tropicais, estando a concentração desse elemento muito relacionada ao grau de trofia do ambiente. Entre as demais frações, o fósforo solúvel reativo é a mais comum assimilada pelos vegetais aquáticos, tornando-se muito importante o monitoramento desse parâmetro (Esteves, 1998). O potencial de precipitação do fosfato e grandes períodos de aporte de nutriente provocam um enriquecimento de fósforo no sedimento permitindo a fertilização interna, então mesmo que se cessem as fontes externas, o material depositado consegue manter o estado de eutrofização e conseqüentemente a baixa qualidade da água (Søndergaard et al, 2012). Fósforo total e clorofila-a são os parâmetros mais utilizados para a medição do grau de trofia, porque o fósforo é um nutriente limitante para as florações e a clorofila-a indicar a concentração de biomassa algal, que é a consequência do processo de eutrofização. Mostra-se muito importante o acompanhamento das variáveis limnológicas e do grau de trofia. Para que se possa planejar adequadamente a gestão para que não seja comprometido o abastecimento fornecido pelo corpo hídrico (Trindade e Mendonça, 2014).

Um corpo hídrico que normalmente possui grande influência nos locais onde estão inseridos e também são passíveis a passar pelo processo de eutrofização são as lagoas costeiras. Elas são muito influenciadas pelo regime pluviométrico e de ventos. Possuem grande relevância na manutenção do lençol freático. Elas também exercem forte impacto social, são usualmente utilizadas como fonte de água de abastecimento, renda e recreação. Esses sistemas também são apontados como mantenedores dos lençóis freáticos e estabilizadores de clima regional e local. As águas costumam ser homogêneas, e àquelas que chegam a estratificar térmica e quimicamente passam pouco tempo nesse estado (Esteves, 1998).

Ainda segundo Esteves (1998) esses corpos hídricos em períodos de cheia ocupam solos ricos em nutrientes e matam plantas anfíbias que provocam um aumento na concentração de nutrientes na água. Esse aporte também pode ser potencializado pelos rios que alimentam o lago. O vento nesses ecossistemas podem causar turbulência na água e ressuspender o sedimento, o processo disponibiliza o fósforo e o nitrogênio armazenado no fundo do reservatório.

A lagoa de Extremoz é uma lagoa costeira e está entre as três maiores lagoas do Rio Grande do Norte e fica na região metropolitana de Natal e é de grande importância para o abastecimento da Zona Norte, podendo chegar a 80% do volume total abastecido da região. A população do entorno ainda a utiliza como balneário (Raposo e Gurgel, 2003). A Zona Norte de Natal possuía 303.543 habitantes no Censo de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Em 2015 foram consumidos 800.021m³de água pela rede de abastecimento, sendo 94,52% desse valor para demanda residencial (Revisão Plano Diretor de Natal, 2017). Portanto, a lagoa possui grande influência ambiental e social na cidade, os valores de seus parâmetros qualitativos impactam diretamente na saúde pública da região. O objetivo deste trabalho é avaliar o estado trófico deste manancial de acordo com as variáveis limnológicas, com isso permitir uma mais eficiente gestão dos recursos hídricos da lagoa de Extremoz, podendo-se montar planos de ações para que a lagoa se mantenha cumprindo integralmente suas funções sociais e ambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa de Extremoz ($05^{\circ}42'76''\text{S}$; $35^{\circ}17'69''\text{O}$) se encontra no município de Extremoz no Rio Grande do Norte, que está a 15 km de Natal, capital do Estado. A lagoa possui um formato de ferradura (Figura 1), sendo que seu braço maior tem aproximadamente 6 km de extensão e o menor 2 km. Está inserida na bacia do Rio Doce (IGARN, 2009), e cobre uma área total de 345 km² (Araújo et al., 2000). Além de ser utilizada como manancial de abastecimento, a lagoa também é utilizada para fins de recreação e pesca (Barbosa et al., 2010). O manancial não possui estratificação, a coluna d'água é homogênea e o processo de mistura é contínuo (Pinto e Becker, 2014).

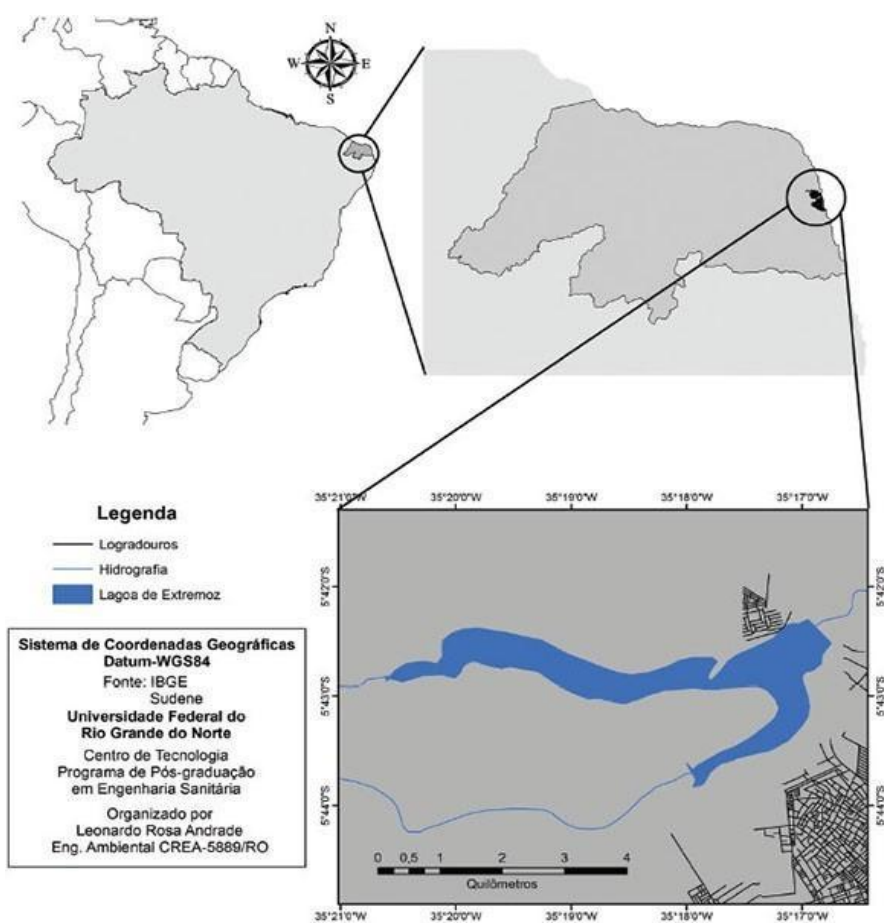


Figura 1: Mapa da localização da Lagoa de Extremoz - Fonte: Pinto e Becker (2014)

A temperatura média do ar no verão está entre 30°C a 32°C e a temperatura média no inverno está entre 24°C-26°C (EMPARN, 2011). Os aspectos constituintes do clima no município de Extremoz são inerentes ao domínio do clima As (Kottek et al., 2006), clima tropical com estação seca e chuvosa. A lagoa possui capacidade volumétrica de aproximadamente 11 milhões de metros cúbicos, atualmente (Junho de 2018) reserva o valor total de sua capacidade (SEMARH, 2018). O corpo hídrico é alimentado por 3 fontes, sendo: Os rios Mudo e Guajiru (Lima, 2009) e o Aquífero Barreiras (Araújo et al, 2000).

2.2 AMOSTRAGEM

As amostras foram retiradas mensalmente de Outubro de 2017 até Junho de 2018. O ponto de coleta localiza-se próximo a bomba de captação da CAERN onde está instalada uma boia de monitoramento. A transparência da água foi medida com o auxílio do disco de Secchi. As amostras foram coletadas na superfície da água com garrafa da Van Dorn. As garrafas de polietileno para armazenamento foram transportadas em caixas térmicas com gelo até o laboratório.

2.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

Os parâmetros analisados durante o estudo foram condutividade, turbidez, pH, fósforo solúvel reativo, fósforo total, nitrato, amônia e clorofila-a. A turbidez foi medida com um turbidímetro (Hach 2100Q), o pH foi mensurado com um pHmetro (Tec-3MP) e a condutividade com o uso de um condutivímetro (Hach Sension). Para análise de clorofila-a e nutrientes dissolvidos foram filtrados 100 ml de água em filtros de fibra de vidro de poro 1,2 µm. O filtrado seguiu a metodologia de Murphy e Riley (1962) para a determinação do fósforo solúvel reativo (FSR), através da reação com reagente composto de molibdato, ácido sulfúrico, ácido ascórbico e antimônio trivalente, por meio do método colorimétrico e medido por espectrofotometria. A clorofila-a (Cl-a) foi extraída com etanol 95% (Jespersen e Christoffersen, 1988) e através do método da colorimetria foi medida com o auxílio do espectrofotômetro. A análise de nitrato (NO_3^-) seguiu o método de Müller e Wiedemann (1955), e amônia (NH_3) o método de Solorzano (1969), medidas através de espectrofotometria. O Fósforo Total foi obtido pelo método de Valderrama (1981) também com a utilização do espectrofotômetro.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados pluviométricos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Climate-Data.org.

Foi realizada estatística descritiva das variáveis limnológicas e o estado trófico categorizado segundo a OECD (1982; Tabela I) e Salas e Martino (2001; Tabela II).

Tabela 1 – Categorias tróficas segundo OECD (1982)

Grau de Trofia	Fósforo Total ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Clorofila-a ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
Ultraoligotrófico	≤ 4	≤ 1
Oligotrófico	< 10	$\leq 2,5$
Mesotrófico	10 - 35	2,5 - 8
Eutrófico	35 - 100	8 – 25
Hiperutrófico	> 100	> 25

Tabela 2 – Categorias tróficas segundo Salas e Martino (2001)

Grau de Trofia	Fósforo Total ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Clorofila-a ($\mu\text{g.l}^{-1}$)
Oligotrófico	$PT < 28$	$ch-a \leq 4,8$
Mesotrófico	$28 \leq PT \leq 72$	$4,8 < ch-a \leq 12$
Eutrófico	$PT > 72$	$ch-a > 12$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precipitações sucedidas durante o período de estudo foram, em geral, acima da série histórica obtida (Figura 2), sendo os meses de Março e Abril os que apresentaram as maiores precipitações, como o esperado pela série histórica apresentada. No presente estudo o período analisado foi considerado mais seco nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro. Sendo o período de mais chuvas: fevereiro, março, abril, maio e junho.

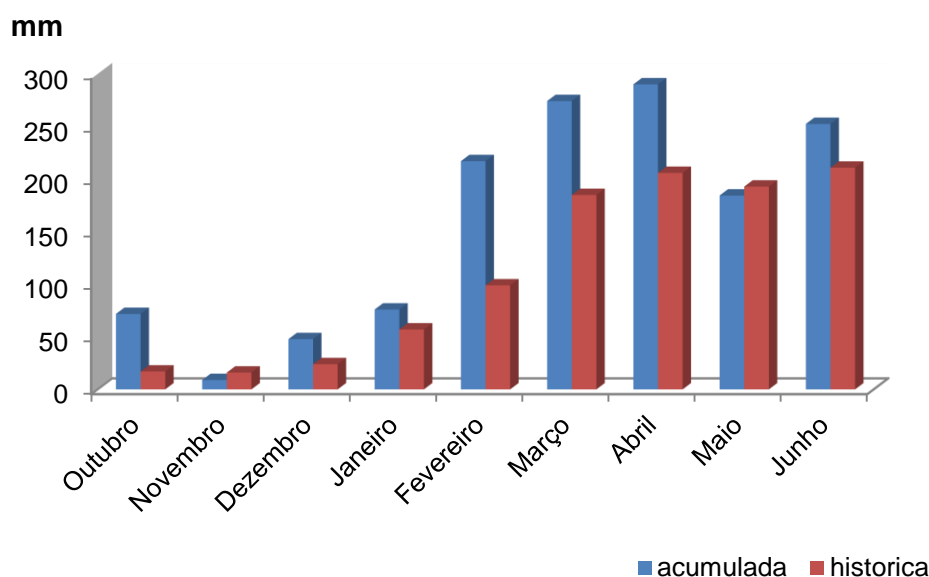


Figura 2: Valores das precipitações mensais acumuladas para o período de outubro/2017 a junho/2018 do local de estudo, e série histórica de precipitações médias mensais (Fonte: Climate-Data.org; INMET).

A turbidez (Figura 3A) durante o tempo estudado mostrou-se entre 9,34 e 30,4 NTU. A transparência secchi também apresentou reflexo deste incremento de chuva, apresentando o valor de 0,6 m (Figura 3B). Durante o estudo a transparência oscilou de 0,6 m a 1,2 m. A condutividade oscilou entre 91 e 212 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Figura 3C). A turbidez e a condutividade apresentaram seus maiores valores em fevereiro de 2018, coincidindo com o início das chuvas e o aumento da precipitação mensal acumulada, sendo reflexo da contribuição alóctone da bacia.

A maior parte da zona ripária da Lagoa de Extremoz é composta de solo exposto e também mostra grande influência de mata nativa e zona residencial. O solo exposto permite maior ação de processos erosivos (Miguel, 2018). Essa

condição favorece o assoreamento do corpo hídrico no início da estação mais chuvosa causando o aumento da turbidez e condutividade, além de consequentemente diminuir a transparência. Esse sedimento também pode levar nutrientes contidos no solo para a água.

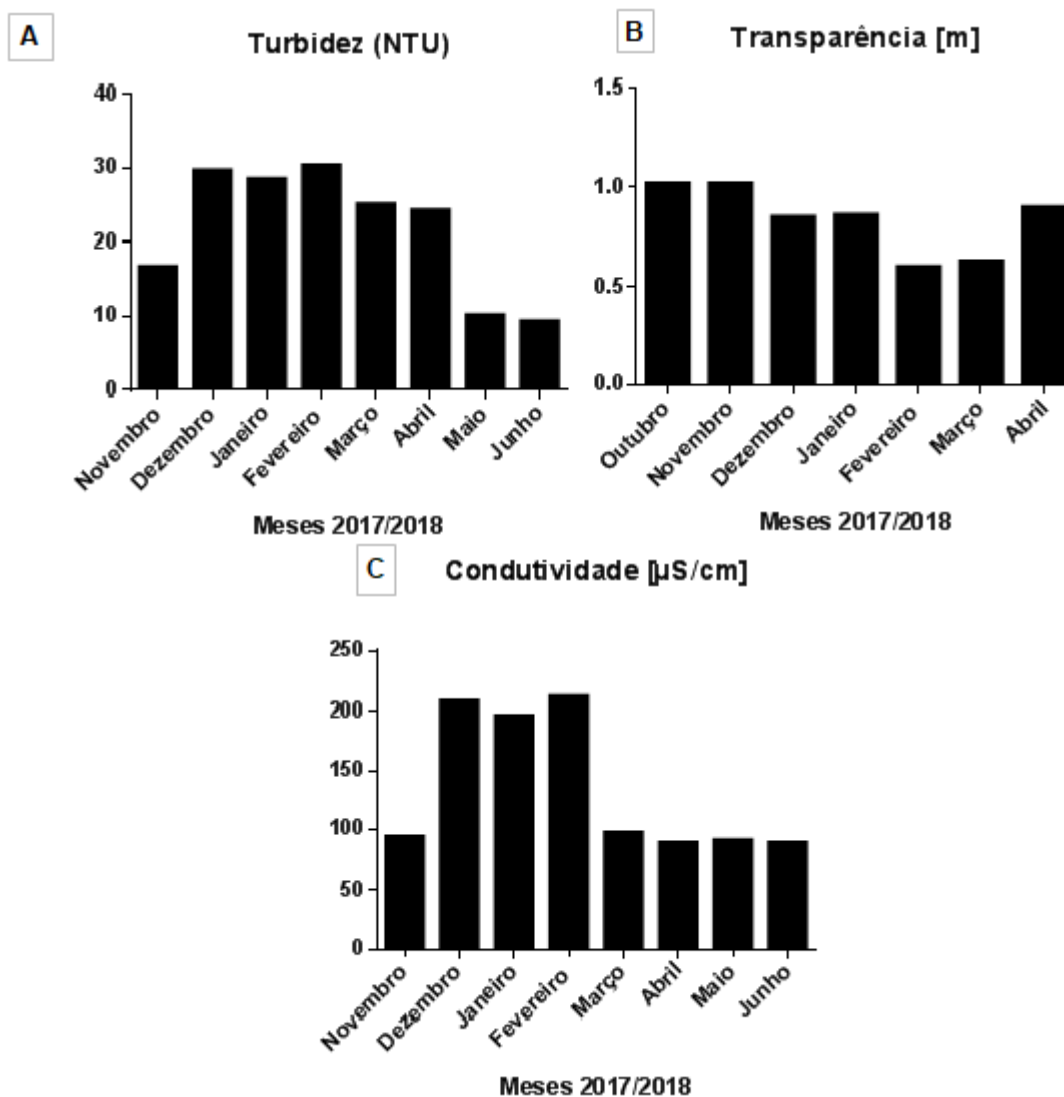


Figura 3: Dados mensais de A) Turbidez (NTU); B) Transparência Secchi (metros); C) Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) da Lagoa de Extremoz do período de outubro/2017 a junho/2018.

O intervalo observado na concentração de fósforo total (Figura 4) foi de 7,4 a 49,6 $\mu\text{g. L}^{-1}$ com média 30,9 $\mu\text{g. L}^{-1}$. O fósforo total mostrou-se menor durante os meses com mais chuvas. O fósforo solúvel reativo foi um nutriente que no primeiro mês de estudo (outubro de 2017) teve a concentração elevada de 37,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$, sendo

cerca 88% do PT. Após este mês, as amostras mostravam variação entre 0,14 e 7,29 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

A clorofila-a apresentou altas concentrações durante todo período estudado, a média geral foi de 30,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$, oscilando de 20 a 45,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 4). Em fevereiro a clorofila atingiu seu pico com 45,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$, coincidindo com a chegada do período de chuvas mais intensas, as quais foram registradas acima da média, apesar de não verificarmos um aumento expressivo do fósforo.

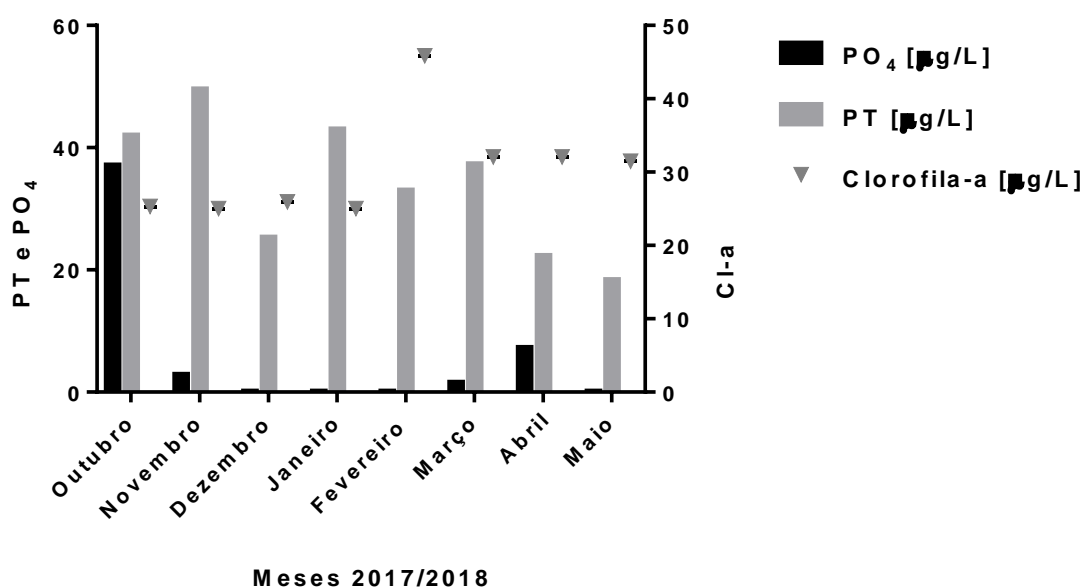


Figura 4: Concentrações mensais de fósforo solúvel reativo (PO₄), Fósforo Total (PT) e Clorofila-a (cl-a) na Lagoa de Extremoz do período de outubro/2017 a junho/2018.

O maior valor de nitrato (Figura 5) apresentou-se no primeiro mês (outubro de 2017) analisado com concentração de 71,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$, em maio teve sua mais baixa 11,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Durante o período estudado a amônia entre 0,08 a 3,56 $\mu\text{g.L}^{-1}$. O pico de clorofila-a coincidiu com o de amônia em fevereiro quando a concentração foi de 3,56 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

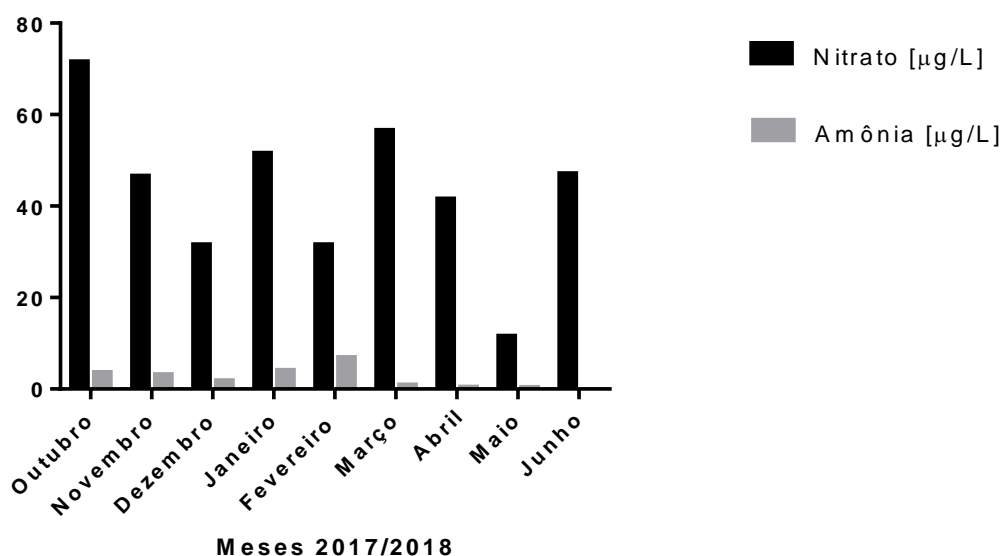


Figura 5: Concentrações mensais de Nitrato ($\mu\text{g/L}$) e Amônia ($\mu\text{g/L}$) na Lagoa de Extremoz do período de outubro/2017 a junho/2018.

Em suma, o mês de fevereiro de 2018 se mostrou um mês crítico no ponto de vista limnológico. Pois foi quando a turbidez, condutividade, amônia e clorofila-a tiveram seus valores mais elevados e a menor transparência medida. Esse fenômeno comum nos trópicos pode ser explicado pela chegada de nutrientes no corpo hídrico trazidos pelo escoamento devido ao crescimento do volume de chuva. Como há no entorno da lagoa área urbana e de solo exposto, as águas pluviais lixiviam, nitrogênio e fósforo até o corpo d'água (Guarino et al, 2005). Como já comentado anteriormente, esse processo aumenta a produção fitoplanctônica, provocando o crescimento da concentração de clorofila-a o que resulta em menor transparência.

Considerando as duas classificações de categorias de estado trófico (OECD, 1982; Salas e Martino, 2001), a variável fósforo total do período de estudo (2017-2018) classifica a lagoa como um sistema mesotrófico, enquanto que a clorofila-a um sistema eutrófico (Figuras 6A, 6B).

A clorofila-a e o fósforo total são as principais variáveis para mensurar o nível de estado trófico de corpos d'água. A classificação OECD se mostrou mais rigorosa aos dois indicadores. Se analisarmos os meses de estudo individualmente quanto ao fósforo total, o reservatório foi considerado mesotrófico durante quatro dos oito

meses analisados e eutrófico nos outros quatro. Já em relação à clorofila-a a lagoa atingiu a hipereutrofia durante todo período observado.

Quanto ao método de Salas e Martino (2001) a totalidade de fósforo da água durante seis meses apresentou valores de mesotrofia e foi julgado oligotrófico nos dois meses finais (maio e junho de 2018). Em relação à clorofila-a todo o intervalo estudado classificou o corpo hídrico como eutrófico. Portanto, é possível considerar que a Lagoa de Extremoz se encontra eutrofizada por quase todo o ano, principalmente pelos seus valores de clorofila-a, sua situação se agrava na chegada do período de maiores precipitações, que devido à poluição difusa, mostra um aumento de nutrientes na coluna d'água.

O trabalho de Falcão (2016), que estudou as variáveis limnológicas da Lagoa de Extremoz nos anos de 2012, 2013 e 2014 obteve um intervalo médio de clorofila-a de 3,4 a 9,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Já o de fósforo total foi de 7,2 para 63,4 $1 \mu\text{g.L}^{-1}$. Utilizando o método de Salas e Martino (2001) o reservatório foi considerado mesotrófico. Apesar de serem encontrados valores até maiores de fósforo total no estudo de 2014, o atual estudo detectou um grande aumento de concentrações de clorofila-a.

As classificações de estado trófico são importantes para estudo e manutenção de corpos hídricos, como sabemos a eutrofização é muito maléfica para a qualidade da água e o acompanhamento do grau de trofia permite diagnóstico imprescindível para traçar planos e propor medidas de mitigação para os impactos observados (Tundisi; Gentil; Dirickson, 1999). É relevante pesquisar as causas do notável crescimento dessas variáveis na Lagoa de Extremoz e os malefícios provocados na população a qual é por ela abastecida. A escolha para o melhor método de classificação do estado trófico deve levar em consideração as condições climáticas submetidas aos reservatórios utilizados para a produção desses limites de concentrações.

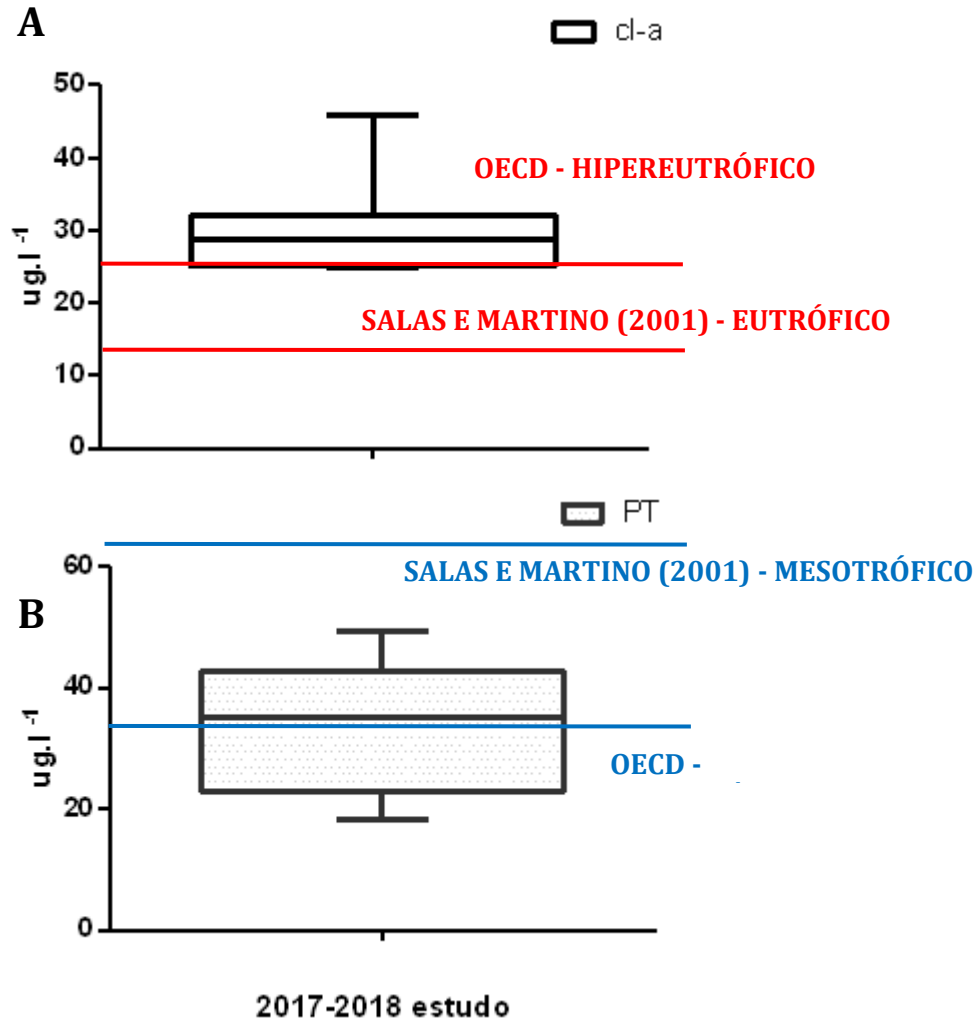


Figura 6: Classificações de estado trófico da Lagoa de Extremoz segundo Salas e Martino e OECD, levando em consideração clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) e Fósforo Total ($\mu\text{g/L}$) de outubro/2017 a maio/2018 (Fonte: Salas e Martino, 2001; OECD, 1982).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados do presente estudo e o trabalho de Falcão (2016) é possível considerar que a Lagoa de Extremoz está passando por um gradual processo de eutrofização, apesar das concentrações de fósforo total não classificarem o reservatório como eutrófico ainda, a água já apresenta altas taxas de clorofila-a. Esse aumento de produção primária se dá pelo aporte de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, oriundos das águas pluviais de áreas agrícolas e urbanas. Sendo assim, o problema de eutrofização da Lagoa de Extremoz se mostra além de tudo uma questão social. Ela possui grande importância para o abastecimento público da zona norte de Natal, ainda sendo utilizada para pesca e lazer.

Para recuperação daquele corpo hídrico faz-se necessário a diminuição do aporte de nutrientes. Esse decaimento pode ser promovido com a proteção da mata ciliar aliada a conscientização dos agricultores da relevância do uso consciente dos fertilizantes. As águas de drenagem urbana precisam ser tratadas antes de serem lançadas no manancial, para diminuir o assoreamento e decair a carga de fósforo e nitrogênio que entram na lagoa, pois em períodos de chuva lixiviam material alóctone para a lagoa.

5 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, I. A. S.;CHELLAPPA, N.T. 2000. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na Lagoa de Extremoz, Natal-RN, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**,12(1): 127-140.
- BARBOSA, J. S. et al 2010. Genotoxicity assessment in aquatic environment impacted by the presence of heavy metals. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 73(3): 320-325.
- CARPENTER, S. R. et al. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. **Ecological Applications**. 8(3): 559-568.
- CLIMATE-DATA. Pluviometria em Natal. Disponível em:<<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/natal-2030/>>. Acesso: 27 de Outubro de 2018.
- DODDS W. K. et al. 2009. Eutrophication of U.S. freshwaters: analysis of potential economic damages. **Environmental Science and Technology**. 43(1):12-9.
- EMPARN. 2011. Climatologia: Temperatura por estação do ano. Disponível em: <<http://189.124.130.5:8181/climatologia.php>>. Acesso: 03 de Novembro de 2018.
- ESTEVES, F. A. (Coord.).1998. **Fundamentos de Limnologia**. 3a ed. Rio de Janeiro: Interciência.
- FALCÃO, J. I. S. Caracterização Limnológica da Lagoa de Extremoz/RN. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 23p.
- GUARINO, A. W. S. et al. 2005. Limnological Characteristics of an Old Tropical Reservoir (Ribeirão das Lajes Reservoir, RJ, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**. 17(2): 129-141.
- IBGE. Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População. Resultados da Amostra. IBGE, 2011. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_populacao.shtm>. Acesso em 11 de junho de 2018.
- IGARN. Bacia doce. 2009. Disponível em:<<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000028897.PDF>>. Acesso: 15 de Novembro de 2018.

INMET. Dados mensais de chuvas em Natal. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso: 27 de Outubro de 2018.

JESPERSEN, A. M.; CHRISTOFFERSEN, K. 1988. Measurements of chlorophyll-a from phytoplankton using ethanol as extraction solvent. **Arch. Hydrobiol.** 109: 445-454.

KOTTEK, M. et al. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift.** 15 (3): 259-263.

LEWIS, W. M. 2000. Basis for the protection and management of tropical lakes. **Lakes And Reservoirs: Research and Management.** 5(1): 35-48.

LIMA, M. C. 2009. Aprove Consultorias em Projeto e Meio Ambiente. **EVA (Estudo de Viabilidade Ambiental).** Natal. Disponível em: <http://www.natal.rn.gov.br/semurb/paginas/File/modernatal/zpa09/contribuicao_prof_diogenes_da_cunha_lima_netto.pdf>. Acesso em: 30 maio 2018.

MÜLLER, R.; WIEDEMANN, F. 1955. Die Bestimmung des Nitrats in Wasser. *Jahrb.Wasserchem. Wasserreinigungstechnik.* **Verlag Chemie.** 12: 247-271.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. 1962. A modified single-solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta.** 27: 31-36.

OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 1982. *Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control.* Paris: OECD. 154 p.

PINTO, T. S.; BECKER, V. 2014. Diel dynamic of phytoplankton functional groups in a tropical water supply, Extremoz Lake, northeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia.** 26(4): 356-366.

PREFEITURA DE NATAL (Município). 2017. **Revisão Plano Diretor de Natal:** Região Administrativa Norte.

RAPOSO, R. M. G.; GURGEL, L. C. B. 2003. Variação da alimentação natural de *Serrasalmus pilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Serrasalminidae) em função do ciclo lunar e das estações do ano na lagoa de Extremoz, Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Scientiarum.** 25: 267-272.

SALAS, H. J.; MARTINO, P. 1990. Metodologias simplificadas para la evaluacion de eutrofication en lagos calidos tropicales. In: Metodologías simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos cálidos tropicales. CEPIS. SCHEFFER, M. (2001). Alternative attractors of shallow lakes. **The Scientific World**. 1: 254- 253.

MIGUEL, S. T. V. 2018. Caracterização física e avaliação temporal do uso e ocupação do solo da zona ripária de um manancial de abastecimento. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 28 f.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/>>. Acesso em 11 de Junho de 2018.

SOLORZANO, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol hypo chlorite method. **Limnology and Oceanography**. 14(5): 799-801.

SØNDERGAARD, M.; BJERRING, R.; JEPPESEN, E. 2012. Persistent internal phosphorus loading during summer in shallow eutrophic lakes. **Hydrobiologia**. 710(1): 95-107.

TRINDADE, P. B. C. B.; MENDONÇA, A. S. 2014. Eutrofização em reservatórios – Estudo de caso: reservatório de Rio Bonito (ES). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. 19(3): 275-282.

TUNDISI, J. G.; GENTIL, J. G.; DIRICKSON, C. 1999. “Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir”. **Rev. Bras. Bot.**1: 35-39.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 1992. Eutrophication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case studies, perspectives. **Algae and Environment: A General Approach**. Sociedade Brasileira de Ficologia, São Paulo, Brasil. 1-33.

VALDERRAMA, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**. 10: 109-122.