



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MANUELA PEREIRA CARDOSO

**VARIAÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA INDUZIDA PELO
NÍVEL DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

**CAMPINA GRANDE
2020**

MANUELA PEREIRA CARDOSO

**VARIAÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA INDUZIDA PELO
NÍVEL DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia e Limnologia.

Orientador: Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa.

Coorientadora: Dra. Camila Ferreira Mendes.

**CAMPINA GRANDE
2020**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C268v Cardoso, Manuela Pereira.
Variação sazonal da comunidade fitoplanctônica induzida pelo nível da água em reservatórios do semiárido [manuscrito] / Manuela Pereira Cardoso. - 2020.
27 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2020.
"Orientação : Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Bioindicadores. 2. Eutrofização. 3. Fitoplâncton. 4. Seca.
I. Título

21. ed. CDD 577.6

MANUELA PEREIRA CARDOSO

VARIAÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA INDUZIDA PELO
NÍVEL DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Trabalho de Conclusão de Curso
Licenciatura em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciatura em Ciências Biológicas.

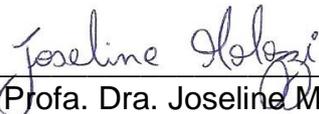
Área de concentração: Ecologia e
Limnologia.

Aprovada em: 14/12/2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Joseline Molozzi
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Juliana Severiano
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	METODOLOGIA	7
2.1.	Área de Estudo	7
2.2.	Amostragem e processamento das amostras	7
2.3.	Variáveis climáticas, físicas e químicas	8
2.4.	Fitoplâncton	8
2.5.	Análise dos dados	9
3	RESULTADOS	9
3.1.	Variáveis climáticas, físicas e químicas	9
3.2.	Fitoplâncton	12
4	DISCUSSÃO	17
5	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20

VARIAÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA INDUZIDA PELO NÍVEL DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Manuela Pereira Cardoso*

RESUMO

As respostas do fitoplâncton às variações sazonais das condições ambientais são evidenciadas através das modificações observadas na estrutura da comunidade. Tais modificações podem ser consequência das mudanças nas condições físicas e químicas, em decorrência de variações climáticas e hidrológicas. Desse modo, o objetivo desse estudo foi verificar as mudanças ocorridas na comunidade fitoplanctônica direcionada pelas alterações no nível da água, após um período de seca prolongado. As coletas foram realizadas entre de 2017 e 2018 em quatro reservatórios da região semiárida, sendo eles Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, todos utilizados para o abastecimento público na região. Foram feitas análises físicas e químicas da água de todos reservatórios, também foram realizadas análises qualitativas, quantitativa e de biovolume do fitoplâncton. Para as análises de dados, foi realizada análise da diversidade de Shannon-Wiener (H') e a Equitabilidade de Pielou (J) e realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), para todos os reservatórios nos anos de 2017 e 2018. Os resultados obtidos mostraram um baixo volume hídrico e precipitações irregulares para os dois anos em todos reservatórios. As variáveis físicas dos reservatórios durante 2017 e 2018 apresentaram temperaturas acima de 24°C , águas alcalinas, profundidade de Secchi baixa, alta turbidez, oxigênio dissolvido manteve suas concentrações acima de 6 mgL^{-1} , e a condutividade elétrica aumentou em 2018. Nas variáveis químicas foi visto o aumento principalmente de nitrito e ortofosfato em todos reservatórios, no entanto todos os sistemas analisados apresentaram altas concentrações de nutrientes. As espécies de fitoplâncton em todos os reservatórios apresentaram variáveis diferentes relacionadas a sua presença entre os anos, no reservatório Acauã as cianobactérias em ambos anos estavam relacionadas as altas concentrações de nutrientes. Em Boqueirão espécies de fitoplâncton estavam ligadas a transparência, turbidez e nitrato em 2017, e em 2018 Boqueirão exibiu um aumento de cianobactérias sendo associado as altas concentrações de nutrientes. Em Camalaú o pH, oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total, nitrito e nitrato em 2017, foram responsáveis pelas espécies encontradas, e em 2018 elas estavam associada a temperatura, profundidade de Secchi e a condutividade elétrica. E em 2017 Poções apresentou dominância da classe Cryptophyceae estando associada a alta turbidez no ano de 2018 as espécies fitoplanctônicas estavam relacionadas a algumas variáveis físicas, e o fornecimento de altas taxas de nutrientes. E em relação a diversidade e equitabilidade os reservatórios apresentaram taxas muito baixas durante os dois anos. Podemos concluir que tanto os parâmetros abióticos quanto a estrutura da comunidade fitoplanctônica apresentaram diferenças entre os anos relacionadas com as variações sazonais nos reservatórios analisados. Portanto o monitoramento constante das águas, nos sistemas aquáticos do semiárido é

* Aluna de Graduação em Ciências biológicas na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, campus I. E-mail: manuelapereiracardoso@gmail.com

necessário, pois os fatores sazonais modificam a qualidade da água, e como as espécies de fitoplâncton são consideradas bons bioindicadores de qualidade de água, às respostas dessas espécies as condições do ambiente direciona o manejo que venha ser necessário para o controle de qualidade da água.

Palavras-Chave: Bioindicadores. Eutrofização. Fitoplâncton. Seca Severa.

ABSTRACT

Phytoplankton responses to seasonal variations in environmental conditions are evidenced through the changes observed in the community structure. Such modifications may be a consequence of changes in physical and chemical conditions, due to climatic and hydrological variations. Thus, the objective of this study was to verify the changes that occurred in the phytoplankton community driven by changes in the water level, after a prolonged drought period. The collections were carried out between 2017 and 2018 in four reservoirs in the semi-arid region, namely Acauã, Boqueirão, Camalaú and Poções, all used for public supply in the region. Physical and chemical analyzes of the water in all reservoirs were made, qualitative, quantitative and biovolume analyzes of phytoplankton were also carried out. For data analysis, Shannon-Wiener diversity analysis (H') and Pielou Equitability (J) were performed and a Principal Component Analysis (PCA) was performed for all reservoirs in the years 2017 and 2018. The results obtained showed a low water volume and irregular rainfall for the two years in all reservoirs. The physical variables of the reservoirs during 2017 and 2018 showed temperatures above 24°C, alkaline waters, low Secchi depth, high turbidity, dissolved oxygen maintained its concentrations above 6 mgL⁻¹, and the electrical conductivity increased in 2018. In the chemical variables it was considering the increase mainly of nitrite and orthophosphate in all reservoirs, however all systems analyzed showed high concentrations of nutrients. Phytoplankton species in all reservoirs showed different variables related to their presence between years, in the Acauã reservoir, cyanobacteria in both years were related to high concentrations of nutrients. In Boqueirão, phytoplankton species were linked to transparency, turbidity and nitrate in 2017, and in 2018 Boqueirão exhibited an increase in cyanobacteria associated with high concentrations of nutrients. In Camalaú, pH, dissolved oxygen, turbidity, total phosphorus, nitrite and nitrate in 2017, were responsible for the species found, and in 2018 they were associated with temperature, Secchi depth and electrical conductivity. And in 2017, Poções showed dominance of the Cryptophyceae class and was associated with high turbidity in 2018, phytoplankton species were related to some physical variables, and the supply of high nutrient rates. In relation to diversity and fairness, the reservoirs showed very low rates during the two years. We can conclude that both the abiotic parameters and the structure of the phytoplankton community showed differences between the years related to the seasonal variations in the analyzed reservoirs. Therefore, constant monitoring of water in aquatic systems in the semiarid region is necessary, as seasonal factors modify water quality, and since phytoplankton species are considered good bioindicators of water quality, the responses of these species to environmental conditions direct the management that may be necessary for the control of water quality.

Keywords: Bioindicators. Eutrophication. Phytoplankton. Severe Drought.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a estrutura da comunidade fitoplanctônica está diretamente relacionada com as condições ambientais (REYNOLDS, 1988; HOWARTH et al., 2000). O conhecimento da dinâmica desses organismos leva em consideração suas características ecológicas (KRIENITZ et al., 1996), fisiológicas e morfológicas (DIAZ et al., 2004), de modo que mudanças na composição da comunidade levam a entender que esses organismos estão respondendo aos estímulos advindos do ambiente (ZHU et al., 2010). Entre os principais fatores que influenciam o funcionamento do ecossistema aquático e conseqüentemente a dinâmica da comunidade fitoplanctônica destacam-se a temperatura, a luz, a disponibilidade de nutrientes, alterações no volume hídrico do reservatório e mais recentemente discutidas, as mudanças climáticas (REYNOLDS, 1987; BEISNER et al., 2006, MELO et al., 2012; WANG et al., 2015; YANG, et al., 2018).

A temperatura é uma condição que auxilia na taxa de crescimento do fitoplâncton, que pode adaptar-se tanto a altas como baixas temperaturas modificando algumas características físicas, morfológicas e fisiológicas nos ambientes em que se encontram (RAVEN; GEIDER, 1988). Segundo Nassar e Fahmy, (2015) a temperatura é um fator limitante do caráter aquático, que afeta ativamente a qualidade da água, contribui no processo de ciclagem dos nutrientes e tem uma relação direta com a luz, sendo uma peça fundamental no processo do aumento da biomassa fitoplanctônica.

A abundância, composição e biomassa do fitoplâncton é também controlada pelos recursos disponíveis, como luz e nutrientes (CLOERN 1999; REYNOLDS 2006; YANG, 2016). A luz tem efeitos principalmente na biomassa fitoplanctônica e na composição (SOMMER; LENGFELLNER, 2008). De acordo com estudos de Rangel et al. (2012) a luz é um recurso essencial para o crescimento do fitoplâncton, no entanto, se o ambiente passar por turbulência, ela inibirá a luz e isso afetará ativamente a taxa de crescimento da comunidade, por isso, é importante que o fitoplâncton mantenha-se na superfície da água, onde terá uma grande disponibilidade de luz e conseguirá obter sucesso.

A disponibilidade de nutrientes é um intensificador do aumento da biomassa da comunidade fitoplanctônica (ZHANG; ZANG, 2015), e a presença de certas espécies, como de cianobactérias, diatomáceas e euglenófitas pode ser indicativo, por exemplo, de aumento de nutrientes ou matéria orgânica (MANNA et al., 2010). Por outro lado, o déficit desses fatores pode também controlar alterações na composição de espécies encontradas (EDWARDS et al., 2016). No trabalho de Jiang et al. (2015), que tem como um dos objetivos identificar quais fatores ambientais influenciam a distribuição do fitoplâncton, eles afirmaram que a biomassa fitoplanctônica, principalmente das espécies de diatomáceas e eustigmatófitos foram significativamente afetadas positivamente pelos nutrientes, mais especificamente fósforo e nitrito.

O volume hídrico dos reservatórios também pode influenciar na mudança da estrutura fitoplanctônica, modificando a densidade e diversidade das espécies do fitoplâncton, pois direciona a comunidade a mudanças sazonais (ZOHARY; OSTROVSKY, 2011). Essas mudanças também podem estar relacionadas com transferência de água, onde o reservatório que receber a água sofrerá variações hidroquímicas e biológicas, e isso vai modular as espécies de fitoplâncton encontradas nesses ambientes (ZENG et al., 2017). Segundo Câmara et al. (2015) a diminuição da dominância das espécies, como por exemplo, de cianobactérias e o

aumento geral da diversidade da comunidade fitoplanctônica são influenciados pela irregularidade pluvial, que irá influenciar no aumento ou na diminuição do volume da água modificando quimicamente e biologicamente a água.

No período entre 2011 e 2017, uma seca prolongada, considerada uma das mais severas da última década afetou a região semiárida brasileira causando redução do volume hídrico dos reservatórios, comprometendo a qualidade e quantidade de água disponível para abastecimento público (BRITO et al., 2018). Nessas circunstâncias, tem-se como resultado o aumento de concentrações dos nutrientes, turbidez, temperatura, condutividade elétrica e biomassa de fitoplâncton (BRAGA et al., 2015). Sobretudo no decorrer dos episódios de estiagens prolongadas, essas condições se acentuam e o crescimento de cianobactérias, algumas delas tóxicas e outras espécies do fitoplâncton tornam-se constantes (CORDEIRO-ARAÚJO et al., 2010; BRASIL et al., 2015).

Com a chegada da chuva, e entrada de água nos reservatórios, o que acontece com a estrutura da comunidade fitoplanctônica e com os parâmetros físicos e químicos? Diante do exposto, o objetivo desse estudo é verificar as mudanças ocorridas na comunidade fitoplanctônica direcionada pelas alterações no nível da água, após um período de seca prolongado. Logo, nossa hipótese é que as tendências climáticas, mais precisamente o período de estiagem prolongada e algumas outras condições ambientais influenciam diretamente a dinâmica da comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido.

2 METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. A Bacia Hidrológica do Rio Paraíba cobre uma área de 20.071,83 km² e está localizada entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35"; e 37°2'15", parte oeste de Greenwich, e é a segunda maior do Estado, pois abrange 38% do seu território e abriga 1.828.178 habitantes, o que equivale a 52% de sua população total (AESA, 2020). Os reservatórios monitorados apresentam grande importância para a população da região semiárida paraibana, especialmente devido aos fins para os quais são utilizados como, em especial, o abastecimento da população, além de outros usos múltiplos como recreação, pesca, cultivo de peixes em tanques rede e irrigação (Tabela 1).

Tabela 1: Tabela com a localização dos reservatórios estudados.

Reservatórios	Município	Latitude	Longitude	Capacidade máxima (m ³)
Poções	Monteiro	7°53'45" S	37°0'50" W	29.861.562 m ³
Camalaú	Camalaú	7°53'10" S	36°49'25" W	48.107.240 m ³
Boqueirão	Boqueirão	7° 28' 9" S	36°8'2" W	466.525.964 m ³
Acauã	Itatuba	7°36'51,48" S	35°40'31,86" W	253.000.000 m ³

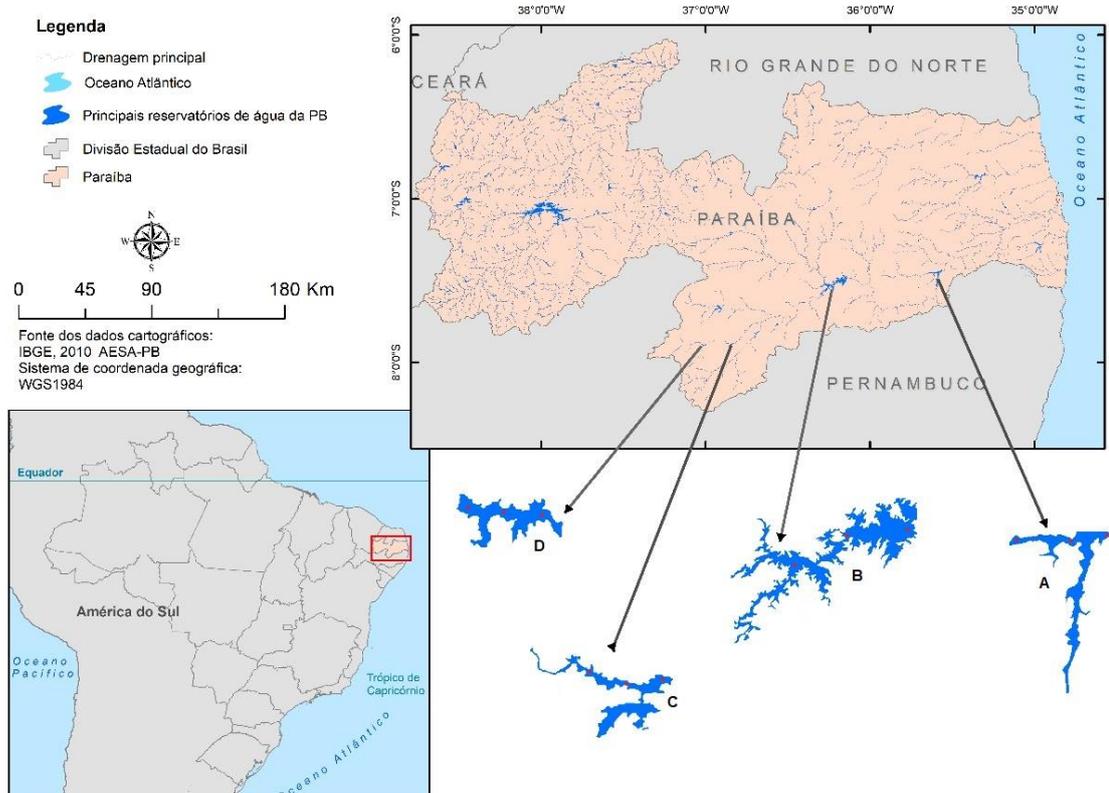
Fonte: AESA, 2020.

2.2. Amostragem e processamento das amostras

Foram realizadas coletas entre os meses junho de 2017 a dezembro de 2018, totalizando quatro amostragens. Para uma representação confiável do gradiente

espacial, as estações amostrais foram definidas em três compartimentos (P1, P2 e P3). As escolhas dos pontos foram levadas em consideração para termos melhor resultados, sendo o P1 a região de entrada do rio, o P2 a região de transição entre a entrada do rio e o barramento, e P3 a região do barramento (Figura 1). As amostras foram coletadas na subsuperfície da coluna d'água (cerca de 50cm), com o auxílio de balde.

Figura 1: Localização geográfica e representação dos locais de amostragem nos reservatórios A – Acauã, B – Boqueirão, C – Camalaú, D – Poções.



2.3. Variáveis climáticas, físicas e químicas

Dados de precipitação pluviométrica e volume hídrico foram obtidos no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Foram medidos *in situ* dados de temperatura da água, pH, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido através de sonda portátil multiparamétrica da marca Horiba. A transparência da água foi determinada através da extinção do disco de Secchi. As amostras foram armazenadas em garrafas de polietileno e filtradas logo após a coleta em filtros de fibra de vidro GF/C para a determinação das concentrações de nutrientes dissolvidos. As concentrações de amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e fósforo solúvel reativo, foram determinadas de acordo com as metodologias padronizadas descritas em APHA (1998).

2.4. Fitoplâncton

Para estudo qualitativo da comunidade fitoplanctônica, as amostras foram coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de 20 μ m, através de arrasto horizontal na superfície da água. Depois de coletadas foram acondicionadas em frascos de plástico e fixadas com formol 4%. A análise do material biológico foi realizada a partir da confecção de lâminas semi-permanentes e posteriores observações em microscópio óptico. Foram analisados em cada amostra, características morfológicas dos organismos, as quais foram utilizadas para o enquadramento taxonômico dos mesmos em chaves de identificação disponíveis em artigos e livros especializados, sempre que possível a nível de espécie (Bicudo; Menezes, 2005; Komarek; Agnostidis, 1986; Baker, 1991, 1992).

Amostras de 100 mL de água foram coletadas e fixadas com solução de lugol acético para determinação da densidade de fitoplâncton (ind mL^{-1}) que foram estimadas pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958), em microscópio invertido Zeiss, modelo Axiovert10, a 400 vezes de aumento. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (Margalef 1983), sendo contando um transecto da câmara. Para realização do biovolume da comunidade fitoplânctônica ($\text{mm}^3 \text{ L}^{-1}$), foi necessário enquadrar as espécies nas formas geométricas de acordo com Hillebrand et al. (1999) e em seguida, foi multiplicado a densidade de cada espécie pelo volume médio das células, sempre que possível considerando as dimensões médias de cerca de 20 a 30 indivíduos.

2.5. Análise dos dados

Os dados foram organizados em planilhas elaboradas no Excel, e realizadas análises exploratórias dos parâmetros físicos, químicos e da comunidade fitoplanctônica.

Foi confeccionada uma tabela listando todas as espécies encontradas e a presença e ausência nos reservatórios estudados. A participação relativa dos grupos fitoplanctônicos, o Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a Equitabilidade de Pielou (J) foi verificada para os anos de 2017 e 2018 e para cada reservatório.

As análises estatísticas foram realizadas considerando nível de significância de 5% e utilizando o programa *R Software* para *Windows* versão 3.0.1 (R Development Core Team, 2013). Para as variáveis físicas, químicas e o biovolume total do fitoplâncton de cada reservatório, foi realizado o Test T (Student) para verificar se houve diferença entre os anos de amostragem (2017 e 2018). Esse teste compara diferenças entre as médias amostrais com o desvio padrão da diferença entre as médias.

Para verificar a relação entre as variáveis climáticas, físicas, químicas e biovolume total das classes fitoplanctônicas entre os meses foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando o pacote “vegan” (Oksanen et al., 2017).

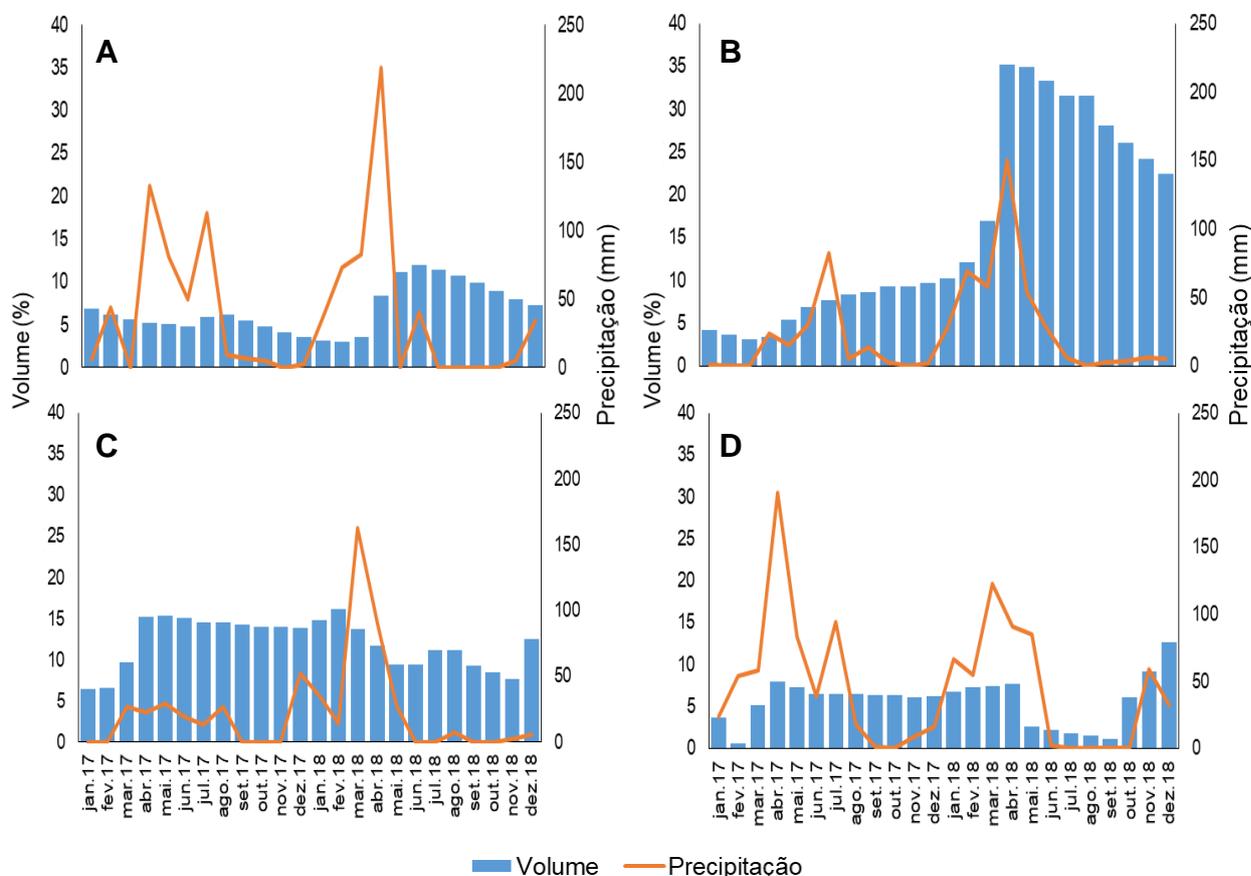
3 RESULTADOS

3.1. Variáveis climáticas, físicas e químicas

Em todo o estudo, os reservatórios apresentaram volume hídrico inferior a 20%, com exceção do reservatório Boqueirão, que no ano de 2018 chegou a 35% no mês abril de 2018, mantendo-se acima de 20% até dezembro de 2018. Dentre todos

os reservatórios, Poções apresentou o menor volume de água durante todo o estudo, chegando a 0,61% de sua capacidade em fevereiro de 2017. A precipitação se mostrou irregular, no entanto é possível observar alguns momentos de maior precipitação, sempre ocorrendo entre os meses de Março e Junho para os dois anos. (Figura 2).

Figura 2: Gráficos de volume e precipitação dos reservatórios (A) Acauã, (B) Boqueirão, (C) Camalaú e (D) Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018.



Todos os reservatórios apresentaram temperatura da água acima de 24°C durante o estudo, e apenas Poções apresentou diferença significativa entre os anos de 2017 e 2018. O pH das águas de todos os reservatórios foi alcalino, e os reservatórios Boqueirão e Poções mostraram variação significativa entre os anos. Em Acauã e Poções a profundidade de Secchi não exibiu grandes variações, porém para Boqueirão o menor valor médio foi registrado em 2017 de 1,0 m e o maior em 2018 com 1,2 m. Camalaú o menor valor médio foi registrado em 2017 de 0,5 m e o maior em 2018 com 1,5 m, no entanto só o reservatório Camalaú apresentou diferença significativa entre os dois anos. Houve diminuição da turbidez em Acauã, Boqueirão e Camalaú em 2018 e aumento em Poções, no entanto foram observadas diferenças significativas somente para os reservatórios Acauã e Camalaú. O oxigênio dissolvido manteve suas concentrações acima de 6 mgL⁻¹ em todos os sistemas, mas não apresentou diferenças significativas entre os anos para nenhum dos ambientes. E a condutividade elétrica aumentou em todos, porém com diferenças significativas apenas para os reservatórios Boqueirão e Camalaú (Figura 3).

Entre as variáveis químicas, observou-se que as concentrações de amônia não variaram significativamente em todos os reservatórios durante o estudo. Houve um aumento nas concentrações de nitrito para todos os ambientes, porém só o reservatório Boqueirão apresentou um aumento significativo entre os anos analisados. Reduções das concentrações de nitrato ocorreram nos reservatórios Acauã, Boqueirão e Camalaú, ocorrendo o contrário em Poções, no entanto, diferenças significativas foram observadas apenas para Acauã. Os valores médios do ortofosfato aumentaram em todos os reservatórios, mas apenas Acauã e Poções apresentaram diferenças significativas entre os anos. O fósforo total apresentou aumento nos reservatórios Acauã, Boqueirão e Poções em 2018, para Camalaú houve uma redução em suas concentrações, contudo os reservatórios Acauã e Poções foram os únicos que exibiram diferenças significativas dentre os dois períodos (Figura 4)

Figura 3: Gráficos Boxplot das variáveis abióticas dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018. O (*) significa que houve diferença significativa entre os anos

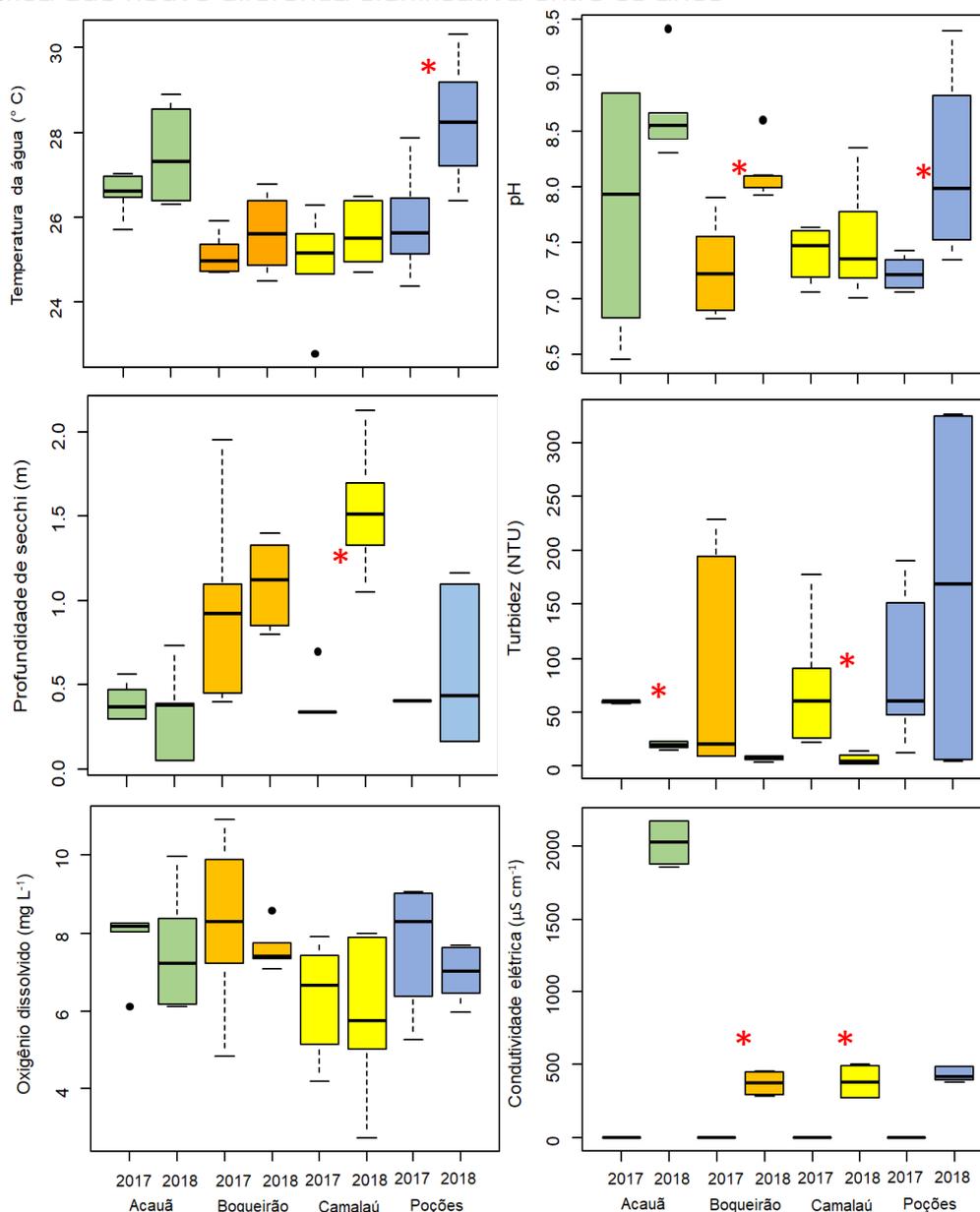
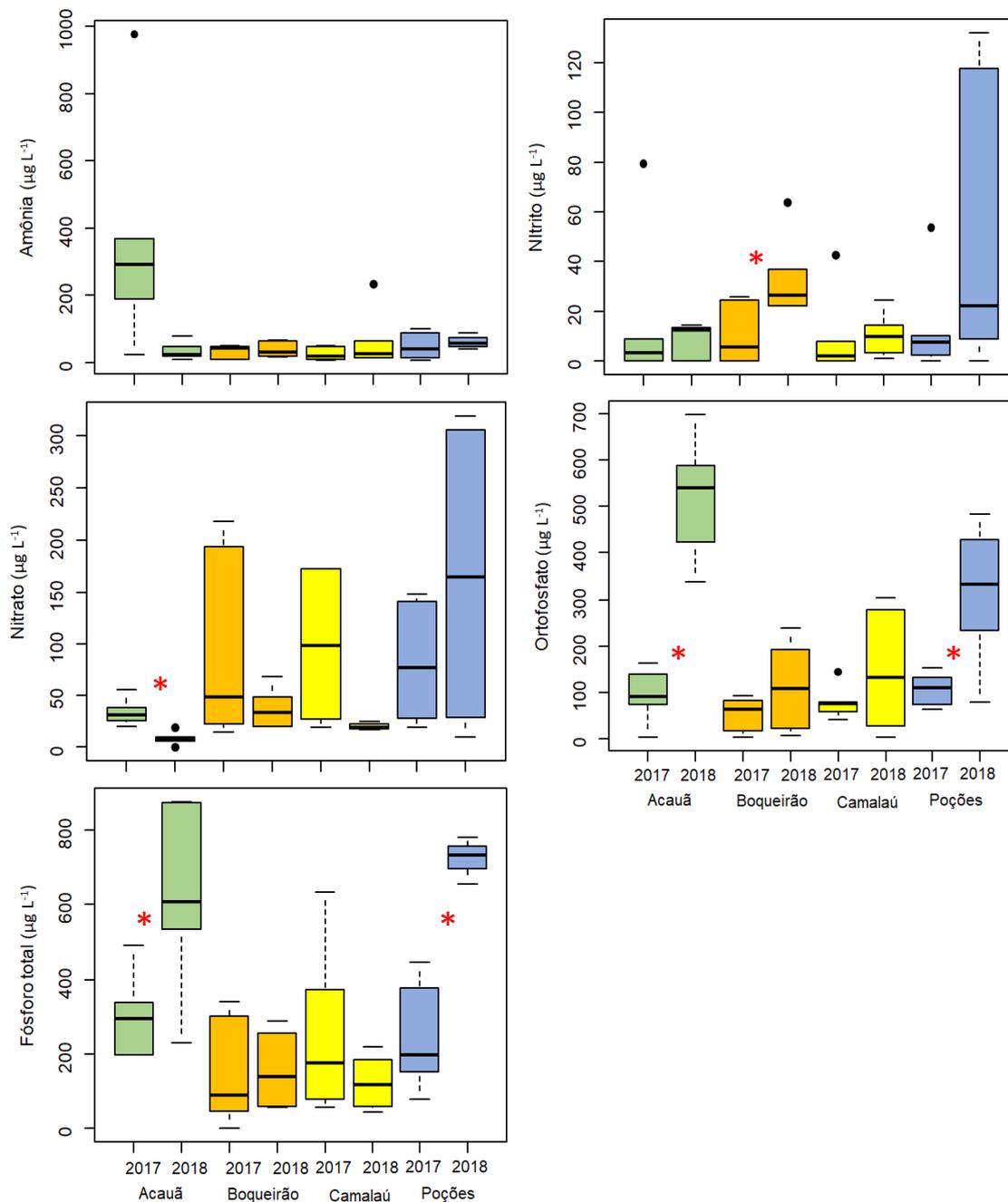


Figura 4: Gráficos Boxplot das variáveis abióticas dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018. O (*) significa que houve diferença significativa entre os anos.



3.2. Fitoplâncton

Para a composição da comunidade fitoplactônica, foram encontradas 70 espécies de fitoplâncton nos reservatórios estudados, sendo distribuídas em 8 classes, são elas Cyanophyceae (21), Chlorophyceae (22), Bacillariophyceae (10), Cryptophyceae (1), Dinophyceae (1), Euglenophyceae (11), Xantophyceae (1) e Zygnemaphyceae (3). Correspondendo a um total de 37 espécies de fitoplâncton no reservatório Acauã, 35 no Boqueirão, 31 em Camalaú e 50 para Poções (Tabela 2).

Tabela 2: Espécies fitoplanctônicas identificadas nos reservatórios Poções, Camalaú, Boqueirão e Acauã, Paraíba, Brasil. X, Presença da espécie; -, Ausência da espécie.

Reservatórios	Acauã	Boqueirão	Camalaú	Poções
Espécies				
Cyanophyceae				
<i>Aphanocapsa annulata</i> (G.B.McGregor in McGregor, Fabbro & Lobegeiger 2007)	x	X	x	x
<i>Aphanocapsa incerta</i> (G.Cronberg & Komárek 1994)	x	X	-	x
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> (West & GSWest 1912)	x	X	x	-
<i>Aphanocapsa koorderssii</i> (K.M.Strøm 1923)	x	X	-	-
<i>Chroococcus dispersus</i> (Lemmermann 1904)	x	X	x	x
<i>Coelomoron tropicale</i> (P.A.C.Senna, A.C.Peres & Komárek 1998)	-	-	-	x
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Seenayya & Subba Raju in Desikachary 1972)	x	X	x	x
<i>Dolichospermum crassum</i> (P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009)	-	-	x	-
<i>Dolichospermum circinalis</i> (P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009)	-	X	-	-
<i>Dolichospermum solitarium</i> (Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009)	x	X	x	x
<i>Eucapis densa</i> (M.T.P.Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komárková 2003)	-	X	x	-
<i>Geitlerinema</i> sp.	x	-	-	-
<i>Komvophoron schmidlei</i> (Anagnostidis & Komárek 1988)	x	X	-	x
<i>Limnothrix</i> sp. (Meffert 1988)	x	X	-	x
<i>Limnococcus limiticus</i> (Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová 2010)	-	-	-	x
<i>Merismopedia punctata</i> (Meyen, F.J.F. 1839)	x	X	-	x
<i>Merismopedia</i> sp.	x	-	x	-
<i>Planktothrix isoathrix</i> (Komárková 2004)	x	X	-	x
<i>Planktothrix agardhii</i> (Anagnostidis & Komárek 1988)	x	X	-	x
<i>Pseudanabaena galeata</i> (Böcher 1949)	x	X	x	x
<i>Synechocystis aquatilis</i> (Sauvageau 1892)	-	X	x	x
Chlorophyceae				
<i>Actinastrum hantzschii</i> (Lagerheim 1882)	x	-	-	x
<i>Chlorella vulgaris</i> (Beyerinck 1890)	x	-	-	-
<i>Coelastrum indicum</i> (WBTurner 1892)	x	-	-	x
<i>Coelastrum microporum</i> (Nägeli in A.Braun 1855)	-	-	-	x
<i>Crucigenia quadrata</i> (Morren 1830)	-	-	-	x
<i>Desmodesmus armatus</i> (E. Hegewald 2000)	-	-	-	x
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (E. Hegewald 2000)	-	-	x	x
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (E. Hegewald)	x	-	-	-
Continuação Tabela 2...				
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	X	-	x
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Möbius 1894)	-	X	x	-
<i>Monoraphidium contortum</i> (Komárková-Legnerová 1969)	x	X	x	x

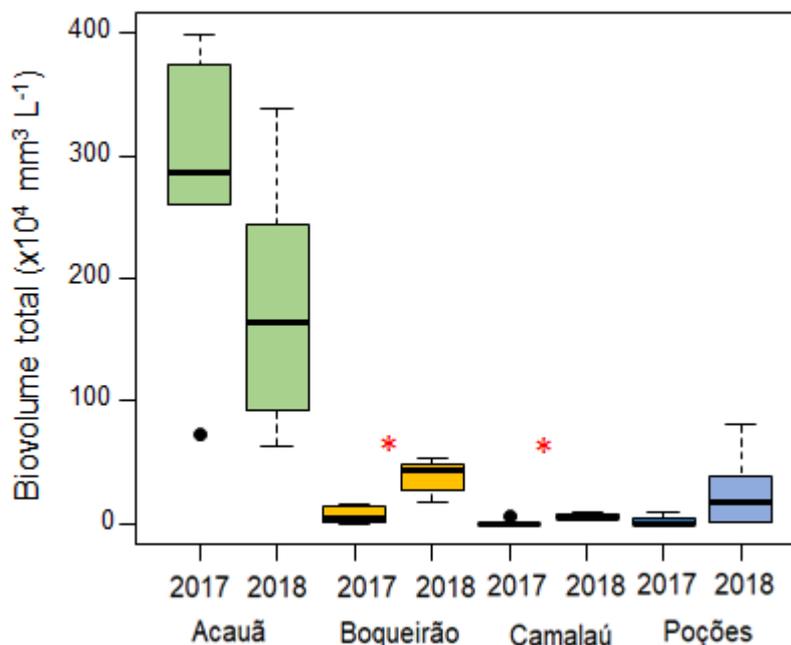
<i>Monoraphidium irregulare</i> (Komárková-Legnerová 1969)	x	X	-	x
<i>Oocystis borgei</i> (J.W.Snow 1903)	x	-	x	x
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> (Bohlin 1897)	x	-	-	x
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Chodat 1902)	x	X	-	x
<i>Schroederia spiralis</i> (Korshikov 1953)	-	-	-	-
<i>Stauridium tetras</i> (E. Hegewald, Buchheim & al. 2005)	-	-	x	-
<i>Tetraedron regulare</i> (Kützing 1845)		X	-	x
<i>Tetraedron minimum</i> (Hansgirg 1889)	x	X	x	x
<i>Tetralantos lagerheimii</i> (Teiling 1916)	-	-	-	x
<i>Tetraedron caudatum</i> (Hansgirg 1888)	x	-	x	x
<i>Tetraedron trigonum</i> (Hansgirg 1888)	x	-	-	-
Bacillariophyceae				
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing 1844)	-	X	x	x
<i>Aulacoseira granulata</i> (Simonsen 1979)	x	X	x	x
<i>Cyclotella meneghiniana</i> (Kützing 1844)	x	X	x	x
<i>Navicula ambigua</i> (Ehrenberg 1843)	-	-	-	x
<i>Navicula</i> sp.	x	X	x	-
<i>Nitzschia closterium</i> (W.Smith 1853)	-	-	-	x
<i>Nitzschia palea</i> (W.Smith 1856)	-	X	-	x
<i>Nitzschia</i> sp.	x	-	-	x
<i>Rhopalodia gibberula</i> (O.Müller 1895)	-	-	x	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Compère 2001)	x	-	x	x
Cryptophyceae				
<i>Cryptomonas platyurus</i> (Ehrenberg 1831)	x	X	x	x
Euglenophyceae				
<i>Cryptoglena pigra</i> (Ehrenberg 1832)	-	X	-	-
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Lemmermann 1901)	-	X	-	-
<i>Lepocinclis ovum</i> (Lemmermann 1901)	x	X	x	x
<i>Lepocinclis</i> sp.	x	-	-	-
<i>Phacus circunflexo</i> (Ehrenberg 1841)	-	-	-	x
<i>Phacus unguis</i> (Pochmann 1942)	-	-	-	x
<i>Strombomonas limonesis</i> (Deflandre, G. 1930)	-	-	x	x
<i>Trachelomonas abrupta</i> (Svirenko 1914)	-	X	x	x
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg 1834)	x	X	x	x
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> (Svirenko 1914)	x	-	-	-
<i>Trachelomonas superba</i> (Svirenko 1914)	-	-	x	x
Dinophyceae				
<i>Ceratium furcoides</i> (Langhans 1925)	-	X	x	x
Xantophyceae				
<i>Chloridella cystiformis</i> (Pascher 1939)	-	-	-	x
Zygnemaphyceae				
<i>Closterium diana</i> (Ralfs 1848)	-	-	-	x
<i>Cosmarium phaseolus</i> (Ralfs 1848)	-	-	-	x
<i>Closterium</i> sp.	-	-	x	-

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020

Houve diminuição do biovolume total da comunidade fitoplanctônica no reservatório Acauã, que em 2017 apresentou em média de $300 \times 10^4 \text{ mm}^3 \text{L}^{-1}$ e em

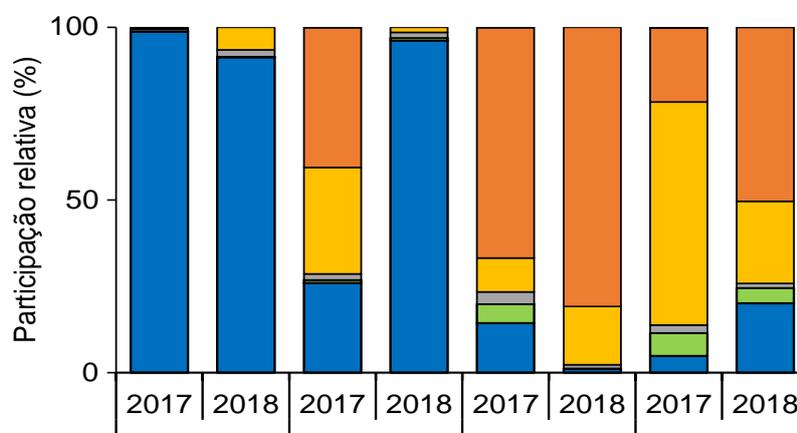
2018 foi $180 \times 10^4 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$. O biovolume para os demais ambientes registraram valores médios abaixo de $100 \times 10^4 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$ durante os dois anos. Porém os reservatórios Boqueirão e Camalaú mostram aumento significativo no biovolume durante o período analisado (Figura 5).

Figura 5: Gráfico boxplot do biovolume total da comunidade fitoplanctônica dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018. O (*) significa que houve diferenças significativas entre os anos nos reservatórios.



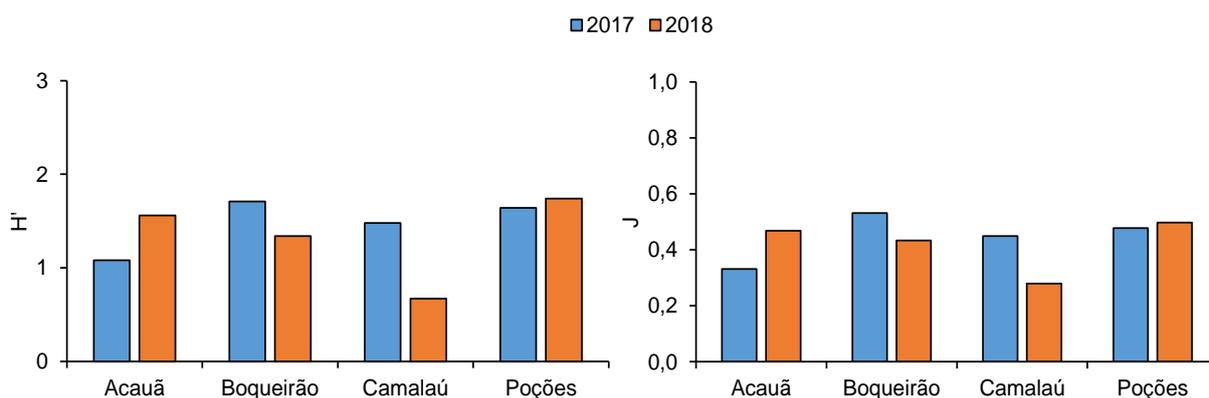
Com relação a participação relativa dos grupos fitoplanctônicos encontrados no reservatório Acauã, a maior contribuição foi da classe Cyanophyceae nos dois anos. Para Boqueirão, no ano de 2017 as classes que mais colaboraram foram Dinophyceae, Euglenophyceae e Cyanophyceae, no entanto em 2018 observa-se dominância da classe Cyanophyceae. Em Camalaú, os grupos que mostraram maior participação foram Dinophyceae e Cyanophyceae em 2017 e Dinophyceae e Euglenophyceae em 2018. E para o reservatório Poções a maior contribuição foi das classes Dinophyceae, Euglenophyceae nos dois anos e um aumento de Cyanophyceae em 2018 (Figura 6).

Figura 6: Gráfico de participação relativa dos grupos fitoplanctônicos dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018.



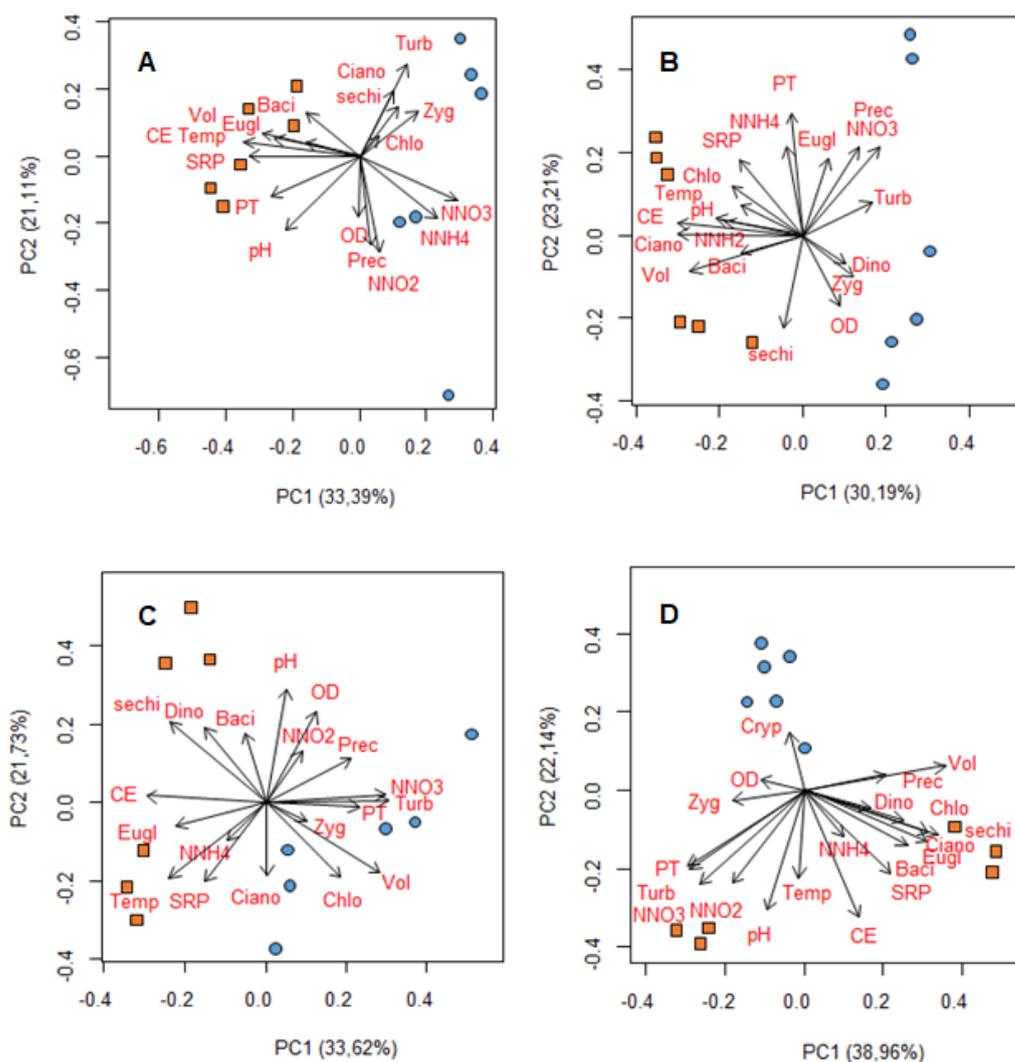
Todos os reservatórios apresentaram valores de diversidade abaixo de 2. Durante o período estudado, a diversidade aumentou no reservatório Acauã em 2018, os reservatórios Boqueirão e Camalaú exibiram uma redução da diversidade em 2018 e o reservatório Poções apresentou pouca variação dos valores obtidos da diversidade específica nos dois anos. Todos os sistemas exibiram valores de equitabilidade abaixo de 0,6, sendo considerados valores baixos. A equitabilidade aumentou em 2018 no reservatório Acauã, para Boqueirão e Camalaú houve uma diminuição no ano de 2018, e em Poções ela se manteve semelhante em ambos os anos (Figura 7).

Figura 7: Gráficos de Diversidade de Shannon (H') e equitabilidade (J) da comunidade fitoplanctônica dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, Paraíba, Brasil nos anos de 2017 a 2018.



A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou uma separação entre os anos de 2017 e 2018, em todos os reservatórios. Considerando os resultados dos dois primeiros eixos da análise, foi encontrada uma explicabilidade de 54,50% para o reservatório Acauã, 53,40 % para Boqueirão, 55,35% para Camalaú e 61,10% para Poções (Figura 8). Tanto no reservatório Acauã como em Boqueirão, a precipitação direciona os meses de 2017, enquanto o volume os de 2018, contudo, as variáveis químicas e os grupos Cyanophyceae e Chlorophyceae estão relacionadas com 2017 em Acauã, e em Boqueirão apenas as variáveis turbidez, oxigênio dissolvido e os grupos Zygnematophyceae e Dinophyceae (Figura 8 – A e B). No reservatório Camalaú, o volume e precipitação encontram-se no mesmo eixo e direcionando os meses de 2017, estando associadas a esse período as variáveis pH, oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total, nitrito e nitrato, e os grupos Cyanophyceae, Chlorophyceae e Zygnematophyceae (Figura 8 – C). Volume e precipitação também aparecem no mesmo eixo em Poções, no entanto direcionando especificamente a amostragem do mês de dezembro de 2018, juntamente com as variáveis transparência, temperatura, amônia e fósforo solúvel reativo e a maioria dos grupos fitoplanctônicos, com exceção da Cryptophyceae que esteve associada apenas aos meses amostrados em 2017 (Figura 8 – D).

Figura 8: PCA das Variáveis climáticas, físicas e químicas e dos grupos fitoplanctônicos, os círculos azuis referem-se ao ano de 2017 e quadrados laranjas a 2018. A – Acauã, B- Boqueirão, C- Camalaú e D – Poções, Paraíba, Brasil.



4 DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse estudo, identificamos mudanças tanto nos parâmetros físicos e químicos da água, como na comunidade fitoplanctônica nos ambientes analisados, e essas alterações foram ocasionadas porque as variáveis responderam as mudanças ambientais causadas principalmente pelas mudanças no nível da água após um período prolongado de seca, e consequentemente afetando a dinâmica da comunidade fitoplanctônica, corroborando assim com a nossa hipótese.

Os reservatórios apresentaram variações no volume hídricos ao longo dos anos, fato este bem recorrente nos sistemas aquáticos do semiárido que normalmente estão suscetíveis a variações extremas no volume de água causada pela falta de chuvas e pela alta necessidade do abastecimento durante as estações de seca (ARFI, 2003), além dos altos percentuais de evaporação (BARBOSA et al., 2012). Esses fatores chegam a alterar as condições biológicas, físico-químicas, e

também afetar a qualidade da água nesses sistemas (COOPS et al., 2003; WANG et al., 2012) e a dinâmica do fitoplâncton.

A participação relativa da comunidade fitoplanctônica em Acauã foi representada apenas pela dominância de cianobactérias em todos os anos, o que pode ter sido causado pelo estado trófico do reservatório que recebe forte influência da poluição antrópica, e aliada ao período de estiagem, elevam as concentrações de nutrientes tornando-se um lugar propício para o crescimento das cianobactérias sobre outras espécies do fitoplâncton. Isto é confirmado por Lins et al. (2016) que em seu estudo afirma que o reservatório Acauã possui um alto grau de eutrofização, indicando condições que evidenciam elevada disponibilidade de nutrientes para a distribuição das cianobactérias no ambiente. A redução do biovolume total e redução da participação relativa da classe Cyanophyceae em Acauã, pode ter direcionado a um aumento da diversidade em 2018. A diminuição da diversidade do fitoplâncton pode estar relacionada com o aumento das cianobactérias, pois segundo Dos Santos e Calijuri, (1998) em alguns ambientes à dominância de cianobactérias, provoca baixos valores de diversidade específica e equitabilidade em reservatórios tropicais.

Em 2017, os reservatórios Boqueirão, Camalaú e Poções receberam a água vinda da transposição do Rio São Francisco, o que pode ter contribuído com as variações no volume hídrico dos mesmos, juntamente com os períodos chuvosos. Como consequência das oscilações no nível da água, além das modificações físicas e químicas da água, ocorre desestabilização da coluna d'água e da comunidade fitoplanctônica (Medeiros et al., 2015).

No reservatório Boqueirão a transparência, turbidez e nitrato em 2017 foram responsáveis pelas classes dominantes, essas variáveis nesse ano estavam diretamente direcionada pela precipitação. O reservatório Boqueirão mostrou aumento de cianobactérias no último ano, e isso pode ser explicado pelo aumento nas concentrações de nutrientes. Segundo Reynolds, (1987) dominância está comumente relacionado a altas temperaturas, alto pH e altas concentração de nutrientes. O biovolume aumentou em Boqueirão, e a diversidade diminuiu.

Para o reservatório Camalaú as variáveis como o a pH, oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total, nitrito e nitrato em 2017 estiveram associadas ao sucesso das espécies dominantes, e em 2018 Secchi, temperatura e condutividade elétrica. Segundo Aboim et al. (2020) a participação relativa das espécies de fitoplâncton estão relacionados a mudanças no fornecimento de nutrientes e das mudanças climáticas, esses fatores podem induzir grandes mudanças na composição de espécies das comunidades fitoplanctônicas. Para o reservatório Camalaú o biovolume aumentou em 2018 e diminuiu a diversidade, essa diminuição da diversidade pode estar ligada com a maior dominância das espécies da classe Dynophyceae em 2018.

O reservatório Poções no ano de 2017 exibiu uma dominância da classe Cryptophyceae quando estava com reduzido volume hídrico, e águas turvas, sendo esta uma condição apropriada para o desenvolvimento de espécies pertencentes a esta classe. Medeiros et al. (2015), em seu estudo em um reservatório da região semiárida em um período de seca, mostraram que a redução do nível de água, foi responsável por aumentar as espécies de Cryptophyceae, e que a alta turbidez no reservatório pode ter aumentado o sucesso dessas espécies. Já as variáveis que estavam diretamente relacionadas com as espécies fitoplanctônicas em 2018 foram todas as variáveis físicas, exceto pelo oxigênio dissolvido, e com o fornecimento de altas de nutrientes. Estudo de Lira et al. (2014) afirma que a variação sazonal das

condições climáticas tem uma influência marcante em muitos parâmetros abióticos em ambientes aquáticos e, como consequência, na comunidade fitoplanctônica.

A baixa diversidade em todos os reservatórios pode ser explicada segundo Aragão-Tavares et al. (2017) disseram em seu estudo que os baixos valores de diversidade específica e equitabilidade, podem ser associados à dominância em biomassa de uma única espécie, ou houve dominância de poucas espécies. Além disso, Fornarelli et al. (2013) ainda relaciona esse fato aos distúrbios hídricos, ou seja as variações do nível da água. Em reservatórios eutróficos, é comum relatar valores baixos para esses índices, pois as condições ambientais favorecem um pequeno número de espécies que possuem grandes densidades e alternam no domínio da comunidade (HUSZAR et al., 1998). Os reservatórios estudados podem ser considerados eutróficos devido as elevadas concentrações de nutrientes (THORTON; RAST, 1993), o que é agravado principalmente no período de seca (BRASIL et al., 2016). A diversidade afeta o funcionamento do ecossistema (CARDINALE et al., 2011). Os estudos de diversidade podem ajudar a entender melhor as comunidades fitoplanctônicas em seu ambiente e prever o impacto das mudanças da comunidade no funcionamento do ecossistema.

A presença de cianobactérias é um fato que requer bastante atenção, principalmente em reservatórios do semiárido nordestino, pois os mesmos já sofrem com a escassez hídrica. Chegam a ser consideradas uma ameaça para a os reservatórios utilizados para o abastecimento em todo o mundo (PAERL e HUISMAN, 2009). Elas nesses ambientes afetam a qualidade da água por alterar características químicas e físicas, como também a biodiversidade aquática, e por algumas espécies produzirem uma grande variedade de compostos metabólicos tóxicos as cianotoxinas. Quando se entra em contato com cianotoxinas, podem ocasionar uma série de problemas desde leves irritações ou até a morte. Um caso de intoxicações de populações humanas provocadas pelas cianobactérias ocorreu em Caruaru no ano de 1996, onde algumas pessoas vieram a óbito por se intoxicarem com microcistinas um tipo de cianotoxina (AZEVEDO et al., 2002).

5 CONCLUSÃO

Concluimos que os efeitos em decorrência da entrada de água em todos reservatórios, mudaram as concentrações físicas e químicas de todos ambientes e fizeram com que a comunidade fitoplanctônica apresentasse diferenças em sua estruturação ao longo do período estudado. Os reservatórios do semiárido brasileiro utilizados para o abastecimento público, são afetados pela variação sazonal das condições climáticas, resultando na alteração de algumas características da água, o desenvolvimento de estudos e o monitoramento nesses sistemas é essencial, principalmente para manter o controle da qualidade da água.

Portanto, compreender os efeitos dos fatores ambientais sobre a comunidade fitoplanctônica são eficazes para avaliar os impactos sofridos no ambiente aquático, pois todas as respostas das espécies fitoplanctônicas nesses ambientes são primordiais para avaliar os implicações das mudanças e desenvolver estratégias para o controle de qualidade da água dos reservatórios, já que são considerados bons bioindicadores de qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ABOIM, IGOR LIMA; GOMES, DORIEDSON FERREIRA; JUNIOR, PAULO OLIVEIRA MAFALDA. Phytoplankton response to water quality seasonality in a Brazilian neotropical river. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 1, p. 1-16, 2020.

AESA, **Agência executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.**

Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAçudes.do2metodo=preparaVolumesMensaisAnterior>>, Acesso em: 16 de março de 2020.

ARFI, ROBERT. The effects of climate and hydrology on the trophic status of Sélingué Reservoir, Mali, West Africa. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 8, n. 3-4, p. 247-257, 2003.

ARAGÃO-TAVARES, NÍSIA KARINE CAVALCANTI; MOURA, ARIADNE NASCIMENTO; DANTAS, ÊNIO WOCYLI. Persistence and stability of phytoplankton communities in eutrophic reservoirs of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 3, p. 749-759, 2017.

APHA AWWA, W. P. C. F. Standard method for the examination of water and wastewater, 20. **Bahmani, M. and R. Kazemi**, 1998.

AZEVEDO, SANDRA M.F.O.; CARMICHAEL, WAYNE W.; JOCHIMSEN, ELISE M.; RINEHART, KENNETH L.; LAU, SHARON; SHAW, GLEN R.; EAGLESHAM, GEOFF K. Intoxicação humana por microcistinas durante tratamento dialítico renal em Caruaru - Brasil. **Toxicology**, v. 181, p. 441-446, 2002.

BAKER, P. D. Identification of common noxious cyanobacteria. **Part I. Nostocales. UWRA of Australia, Res. Report**, v. 29, 1991.

BAKER, P. D. Identification of Common Noxious Cyanobacteria, Part II Chroococcales, Oscillatoriales. **Urban Water Research Association of Australia Research Report**, v. 46, 1992.

BRASIL, JANDESON; JOSÉ L. ATTAYDE; FRANCISCO R. VASCONCELOS; DANYHELTON D. F. DANTAS; VERA L. M. HUSZAR. Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 770, n. 1, p. 145-164, 2016.

BRAGA, GUSTAVO GIRÃO; BECKER, VANESSA; OLIVEIRA, JOSÉ N. P. DE; JUNIOR, JURANDIR R. DE M.; BEZERRA, ANDERSON FELIPE DE M.; TORRES, M.; GALVÃO, ÂNGELA MARÍLIA F.; MATTOS, ARTHUR. Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2015.

BRITO, S. S. B.; CUNHA, A. P. M.; CUNNINGHAM, C. C.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; CARVALHO, M. A. Frequency, duration and severity of drought

in the Semiarid Northeast Brazil region. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 2, p. 517-529, 2018.

BOUVY, M. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. vol. 23, n. 1, pp. 13-27. **Aquatic microbial ecology**, 2000.

BOUVY, M.; NASCIMENTO, S.M.; MOLICA, R. J. R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V. L.; AZEVEDO, S. M. F. O. Limnological features in Tapacura reservoir (Northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, 493: p.115-130, 2003.

BEISNER, BEATRIX E.; PERES-NETO, PEDRO R.; LINDSTRÖM, EVA S.; BARNETT, ALLAIN; LONGHI; MARIA LORENA. The role of environmental and spatial processes in structuring lake communities from bacteria to fish. **Ecology**, v. 87, n. 12, p. 2985-2991, 2006.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. Aquatic systems in semiarid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v.24, n.1, p.103-118, 2012.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Gênero de algas continentais brasileiras (chave de identificação e descrição). **Book in portuguese]. RIMA, São Carlos**, 2005.

CÂMARA, F.R.A; ROCHA, O; PESSOA, E.K.R.; CHELLAPPA, S; CHELLAPPA, NT. Morphofunctional changes of phytoplankton community during pluvial anomaly in a tropical reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 628-637, 2015.

COSTA, D. F.; BARBOSA, J. E. L.; DANTAS, Ê W. Productivity–diversity relationships in reservoir phytoplankton communities in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 129, p. 64-70, 2016.

COSTA, I. A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; SENNA, P. A. C.; BERNARDO, R. R.II; COSTA, S. M.; CHELLAPPA, N. T. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1B, p. 211-219, 2006.

CODY, M. L. Introduction to long-term community ecological studies. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.). Long-term studies of vertebrate communities. San diego: **Academic Press**: p.1-15, 1996.

CORDEIRO-ARAÚJO, MICHELINE K.; FUENTES, EDUARDO V.; ARAGÃO, NÍSIA K. V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, MARIA DO C.; MOURA, ARIADNE DO N. Dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em reservatório de abastecimento público do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 592-599, 2010.

CHELLAPPA, NAITHIRITHI T.; COSTA, MARIA ALIETE MEDEIROS. 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.

CHELLAPPA, NAITHIRITHI TIRUVENKATACHARY; BORBA, JULIANA MEDEIROS; OLIVEIRA, RANIELLY KAREN. Diversidade, Co-existência e Dominância da Comunidade Fitoplanctônica da Barragem Cruzeta, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 126-128, 2007.

CHELLAPPA, N. T.; BORBA, J. M.; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 3, p. 477-494, 2008.

COOPS, HUGO; BEKLIOGLU, MERYEM; CRISMAN, THOMAS L. The role of water-level fluctuations in shallow lake ecosystems—workshop conclusions. **Hydrobiologia**, v. 506, n. 1-3, p. 23-27, 2003.

CHELLAPPAA, NAITHIRITHI T.; CHELLAPPA, THIAGO; CÂMARA, FABIANA R. A.; ROCHA, ODETE; CHELLAPPA, SATHYABAMA. Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir. **Limnologica**, v. 39, n. 4, p. 273-282, 2009.

DA COSTA, MARIANA RODRIGUES AMARAL; ATTAYDE, JOSÉ LUIZ; BECKER, VANESSA. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 778, n. 1, p. 75-89, 2016.

DANTAS, ÊNIO WOCYLI; DO CARMO BITTENCOURT-OLIVEIRA, MARIA; DO NASCIMENTO MOURA, ARIADNE. Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory. **Limnologica**, v. 42, n. 1, p. 72-80, 2012.

DOS SANTOS, A. C. A.; CALIJURI, M. C. Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 367, n. 1-3, p. 139-151, 1998.

EDWARDS, KYLE F.; THOMAS, MRIDUL K.; KLAUSMEIER, CHRISTOPHER A.; LITCHMAN, ELENA. Phytoplankton growth and the interaction of light and temperature: A synthesis at the species and community level. **Limnology and Oceanography**, v. 61, n. 4, p. 1232-1244, 2016.

GAEDKE, URSULA; SEIFRIED, ANGELIKA; ADRIAN, RITA. Biomass size spectra and plankton diversity in a shallow eutrophic lake. **International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology**, v. 89, n. 1, p. 1-20, 2004.

HU, REN; HAN, BOPING; NASELLI-FLORES, LUIGI. Comparing biological classifications of freshwater phytoplankton: a case study from South China. **Hydrobiologia**, v. 701, n. 1, p. 219-233, 2013.

HILLEBRAND, H.; DURSELEN, C. D.; KIRSCHTEL, D.; POLLINGHER, U.; ZOHARY, T. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **Journal of phycology**, p. 403-424, 1999.

- HOWARTH, R. W., SWANEY, D. P., BUTLER, T. J., & MARINO, R. Rapid communication: climatic control on eutrophication of the Hudson River Estuary. **Ecosystems**, 3(2), 210-215, 2000.
- HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M.; MELO, S. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. In: **Phytoplankton and Trophic Gradients**. Springer, Dordrecht, p. 59-71, 1998.
- JEPPESEN, E.; BRUCET, S.; NASELLI-FLORES, L.; PAPASTERGIADOU, E.; STEFANIDIS, K.; NÖGES, T.; NOGES, P.; ATTAYDE, J. L.; ZOHARY, T.; COPPENS, J.; BUCAK, T.; MENEZES, R. F.; FREITAS, F. R. S.; KERNAN, M.; SONDERGAARD, M.; BEKLIOGLU, M. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. **Hydrobiologia**, v. 750, n. 1, p. 201-227, 2015.
- KRIENITZ, L.; P. KASPRZAK; R. KOSCHEL. Long-term study on the influence of eutrophication, restoration and biomanipulation on the structure and development of phytoplankton communities in Feldberger Haussee (Baltic Lake District, Germany). **Hydrobiologia** 330: 89–110, 1996.
- KOMÁREK, JIRÍ; ANAGNOSTIDIS, KONSTANTINOS. Modern approach to the classification system of cyanophytes. II: Chroococcales. **Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Monographische Beiträge**, v. 73, n. 2, p. 157-226, 1986.
- LINS, RUCELINE P. M.; BARBOSA, LUCIANA G.; MINILLO, ALESSANDRO; DE CEBALLOS, BEATRIZ S. O. Cyanobacteria in a eutrophicated reservoir in a semi-arid region in Brazil: dominance and microcystin events of blooms. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 2, p. 583-591, 2016.
- LI, FEIPENG; ZHANG; HAIPING; ZHU; YIPING; XIAO; YIHUA; CHEN; LING. Effect of flow velocity on phytoplankton biomass and composition in a freshwater lake. **Science of the Total Environment**, v. 447, p. 64-71, 2013.
- LIU, XIA; QIAN, KUIMEI; CHEN, YUWEI. Effects of water level fluctuations on phytoplankton in a Changjiang River floodplain lake (Poyang Lake): implications for dam operations. **Journal of Great Lakes Research**, v. 41, n. 3, p. 770-779, 2015.
- LITCHMAN, E.; KLAUSMEIER, C. A.; YOSHIYAMA, K. Contrasting size evolution in marine and freshwater diatoms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 8, p. 2665-2670, 2009.
- LITCHMAN, E.; PINTO, P. DE T.; KLAUSMEIER, C. A.; THOMAS, M. K.; YOSHIYAMA, K. Linking traits to species diversity and community structure in phytoplankton. In: Fifty years after the “Homage to Santa Rosalia”: Old and new paradigms on biodiversity in aquatic ecosystems. **Springer, Dordrecht**, p. 15-28, 2010.
- LIRA, G. A. S. T.; MOURA, A. N.; VILAR, M.C.P.; CORDEIRO-ARAÚJO, M.K.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Vertical and temporal variation in phytoplankton

assemblages correlated with environmental conditions in the Mundaú reservoir, semi-arid northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. S093-S102, 2014.

MANNA, SUMAN; CHAUDHURI, KABERI; BHATTACHARYYA, SOMENATH; BHATTACHARYYA, EMAITREE. Dynamics of Sundarban estuarine ecosystem: eutrophication induced threat to mangroves. **Saline systems**, v. 6, n. 1, p. 8, 2010.

MAC DONAGH, MARÍA ELICIA; CASCO, MARÍA ADELA; CLAPS, MARÍA CRISTINA. Plankton relationships under small water level fluctuations in a subtropical reservoir. **Aquatic Ecology**, v. 43, n. 2, p. 371-381, 2009.

MALLIN, M.A., MCIVER, M.R., WELLS, H.A., PARSONS, D.C., JOHNSON, V.L. Reversal of eutrophication following sewage treatment upgrades in the New River Estuary, **NC. Estuaries** 28, 750 e760, 2005.

MARGALEF, RAMON. **Limnología**. Barcelona: Omega, 1983.

MOLISANI, M. M.; BARROSO, H. DE S.; BECKER, H.; MOREIRA, M. O.P.; HIJO, C. A. G.; MONTE, T. M. DO.; VASCONCELLOS G. H. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.

OLIVEIRA, CARLOS YURE B.; OLIVEIRA, CICERO DIOGO L.; ALMEIDA, AYANNE; GALVEZ, ALFREDO OLIVERA. Phytoplankton responses to an extreme drought season: A case study at two reservoirs from a semiarid region, Northeastern Brazil. **Journal of Limnology**, v. 78, n. 2, 2019.

PIEHLER, M. F., TWOMEY, L. J., HALL, N. S., & PAERL, H. W. (2004). Impacts of inorganic nutrient enrichment on phytoplankton community structure and function in Pamlico Sound, NC, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 61(2), 197-209, 2004.

PAERL H. W.; HUISMAN J.:Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. **Environmental Microbiology**, p.27-37, 2009.

PINTO, THÁRSIA DA SILVA; BECKER, VANESSA. Diel dynamic of phytoplankton functional groups in a tropical water supply, Extremoz Lake, northeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 4, p. 356-366, 2014.

REYNOLDS, COLIN S. The response of phytoplankton communities to changing lake environments. **Swiss journal of hydrology**, v. 49, n. 2, p. 220-236, 1987.

REYNOLDS, C.S. The concept of ecological succession is applied due to the seasonal periodicity of freshwater phytoplankton. *Verh.Int. See. Limnology*. 23: 683–691, 1988.

SMAYDA, T.J. Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. **Limnology and Oceanography** 42, 1137e1153, 1997.

THORNTON, J. A.; RAST, WALTER. A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes. In: **Comparative reservoir limnology and water quality management**. Springer, Dordrecht. p. 1-24, 1993.

TOMAS, C.R., PETERSON, J., TATTERS, A.O. Harmful Algal Species from Wilson Bay, New River, North Carolina: Composition, Nutrient Bioassay and HPLC Pigment Analyses. North Carolina **Water Resources Research Institute Report No.** p. 369. 31, 2007.

UTERMÖHL, HANS. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik: mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. **Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Mitteilungen**, v. 9, n. 1, p. 1-38, 1958.

WEITHOFF, G. The concepts of 'plant functional types' and 'functional diversity' in lake phytoplankton—a new understanding of phytoplankton ecology?. **Freshwater biology**, 48(9), 1669-1675, 2003.

WANG Y C; LU K. H. Harmful and control developments of "water-bloom". **Chinese Journal of Fisheries**, 17(1): 90–94, 2004.

WANG, LAN; WANG, CHAO; DENG, DAOGUI; ZHAO, XIUXIA; ZHOU, ZHONGZE. Temporal and spatial variations in phytoplankton: correlations with environmental factors in Shengjin Lake, China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 18, p. 14144-14156, 2015.

YANG, WEN; ZHENG, ZHONGMING; ZHENG, CHENG; LU, KAIHONG; DING, DEWEN; ZHU, JINYONG. Temporal variations in a phytoplankton community in a subtropical reservoir: An interplay of extrinsic and intrinsic community effects. **Science of the Total Environment**, v. 612, p. 720-727, 2018.

ZENG, QINGHUI; LIU, YI; ZHAO, HONGTAO; SU, MINGDONG; LI, XUYONG. Comparison of models for predicting the changes in phytoplankton community composition in the receiving water system of an inter-basin water transfer project. **Environmental Pollution**, v. 223, p. 676-684, 2017.

ZHU, W.; WAN, L.; ZHAO, L. Effect of nutrient level on phytoplankton community structure in different water bodies. **Journal of Environmental Sciences**, 22(1), 32-39, 2010.

ZOHARY, TAMAR; PADISÁK, JUDIT; NASELLI-FLORES, LUIGI. Phytoplankton in the physical environment: beyond nutrients, at the end, there is some light. **Hydrobiologia**, v. 639, n. 1, p. 261-269, 2010.

ZOHARY, TAMAR; OSTROVSKY, ILIA. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. **Inland Waters**, v. 1, n. 1, p. 47-59, 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois tudo só foi possível porque ele permitiu, Ele nunca me abandonou esteve caminhando do meu lado sempre. É por causa Dele que estou realizando uma das minhas metas de vida, que é minha formação acadêmica. Agradecer por Ele ter colocado pessoas muito importantes na minha vida. Quero agradecer a minha família, especialmente minha mãe (Joelma), minhas irmãs (Camila, Joana, Mariana e Vanessa), meus avós (Carmelita e José) e a minha tia (Josiete), por terem sido as principais pessoas que mais ajudaram e apoiaram para a realização da minha formação. Não foi um período muito fácil, aconteceram tantas coisas, mas eles estavam sempre dispostos a me ajudar.

Ao meu orientador o professor Etham, por ter proporcionado participar do laboratório, e pelos ensinamentos e confiança, foi uma oportunidade muito boa para mim, muito obrigada. Queria agradecer a Juliana, por todos os conselhos, ajuda e ensinamentos, contribuíram muito para que eu tivesse uma boa formação. Agradeço muito aos dois, são muito importantes para mim. E agradecer a professora Joseline por ter aceito o convite de fazer parte da minha banca.

Queria agradecer principalmente a minha coorientadora Camila, foi uma das pessoas que mais me ajudou durante todo o meu período de graduação até a minha formação. Uma das primeiras pessoas que eu conheci assim que entrei no laboratório, e desde então tem ajudado bastante. Muito obrigada pelos conselhos pessoais e profissionais e pela paciência enorme que teve comigo durante esses anos.

As minhas amigas Aryadne, Anna Vitória, Letícia e Tati que me ajudaram tanto, passamos por tantas dificuldades durante o período de graduação, mas sempre nos ajudando. São pessoas muito importantes para mim, e que esses anos de graduação foram os melhores por eu ter conhecido elas, são pessoas que eu quero ter uma amizade para toda a vida. Sou muito grata a todas.

A todos do laboratório de Ecologia Aquática (Leaq), agradeço a convivência diária e por todos os ensinamentos na jornada do meu curso, são ótimas pessoas.

Queria agradecer também a todos os professores e todos os funcionários que também de alguma forma contribuíram para minha formação.

E por fim quero agradecer muito de todo coração a todos você por fazerem parte da minha vida acadêmica e ter me ajudado a concluí-la. Muito Obrigada!