



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI-URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE-CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
RECURSOS NATURAIS – PPGDR

ELIZÂNGELA MARIA FERREIRA RICARTE

COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO PESQUEIRO ARAJARA-PARK
(BARBALHA/CEARÁ)

CRATO-CE

2021

ELIZÂNGELA MARIA FERREIRA RICARTE

**COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO PESQUEIRO ARAJARA-PARK
(BARBALHA/CEARÁ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri-URCA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda.

CRATO-CE

2021

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri –URCA
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva de Sousa CRB: 3/100

Ricarte, Elizângela Maria Ferreira.
R488c Composição, estrutura da comunidade fitoplanctônica e análise da qualidade da água do pesqueiro Arajara-Park (Barbalha/Ceará)/ Elizângela Maria Ferreira Ricarte. – Crato - CE, 2021
104p.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri – URCA

Orientadora: Prof. Dra. Síreles Rodrigues Lacerda.

1. Comunidade fitoplanctônica, 2. Manejo, 3. Pesqueiro, 4. Qualidade da Água; I. Título.

CDD: 578.76

ELIZÂNGELA MARIA FERREIRA RICARTE

COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO PESQUEIRO ARAJARA-PARK (BARBALHA/CEARÁ). Dissertação do Mestrado em Diversidade Biológica e Recursos Naturais apresentada à Universidade Regional do Cariri – URCA, para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

APROVADO(A) EM: 24/08/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof(a). Dr(a). Sírleis Rodrigues Lacerda – Orientador(a)
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA



Prof(a). Dr(a). Tâmara de Andrade e Silva (Membro Externo da banca)
Instituição vínculo: Universidade do Estado da Bahia - UNEB



Prof(a). Dr(a). Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues (Membro Interno da banca)
Instituição vínculo: Universidade Regional do Cariri – URCA

Dedico esta conquista aos meus amados pais Ângela Maria Ferreira da Silva e José Ricarte da Silva, e a minha irmã Aparecida Elâine Ferreira Ricarte; que são a minha fortaleza de amor e carinho. A eles dedico este trabalho com todo o meu amor.

“Ninguém é suficientemente perfeito que não possa aprender com o outro; e ninguém é totalmente destituído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão”

São Francisco de Assís

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, pelo o dom da vida e por me proporcionar a realização de mais uma conquista em minha vida, agradeço a ele por me dar forças mesmo quando faltavam e por todas as bênçãos alcançadas em minha vida. Obrigado Meu Deus, pela a realização desse sonho!!!

A minha família, em especial aos meus pais Ângela e Erivan (José Ricarte), por sempre me apoiarem em minhas decisões e me darem a força necessária para continuar, a eles devo a minha vida. Assim como minha amável irmã, a minha princesinha, pois sem ela nada disso seria possível, minha companheira de todas as horas, que sempre está comigo.

Todo esse esforço ao longo desses anos mesmo com a saúde muitas vezes abalada, só foi possível por ter vocês como minha base e a cada dia batalhado e cada desafio vencido chegar em casa e partilhar com vocês as minhas conquistas. Devo um agradecimento especial a minha querida mãe, minha melhor amiga, que sempre me apoia e ajuda-me a superar todas as dificuldades, e que nunca me deixou desistir. E a meu pai que sempre esteve disponível para realizar as coletas desde a graduação, um “Biólogo informal em formação”.

A Universidade Regional do Cariri-URCA, instituição na qual me proporcionou adquirir todo o conhecimento que tenho, assim como me fez amar a profissão na qual escolhi para a minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, que contribuiu na minha formação como Mestra, bem como a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa.

Ao Laboratório de Botânica-LaB, que me permitiu a realização de experiências fantásticas, que jamais irei esquecer, e que desde a graduação representa a minha segunda casa, lugar onde fiz novas amizades que levo para a vida toda.

A Profa. Sírleis Rodrigues Lacerda, por receber-me de braços abertos ao retornar para o laboratório, sou grata por todos os ensinamentos adquiridos, por sua amizade e por ter me ajudado a se tornar uma pessoa melhor, mais confiante, muito obrigada!!!

A Profa. Ma. Elaine Cristina Conceição de Oliveira por ter despertado em mim o desejo de seguir em frente, buscando sempre me aprimorar na área das Ciências Biológicas, e por todos os ensinamentos repassados.

A minha amiga Rosimara de Sales Vieira, que sempre esteve disponível pra ajudar no que era necessário, agradeço pela sua paciência e dedicação. Aos meus amados primos Pedro Ícaro e Daniel, por sempre estarem prontos para me ajudar em tudo.

Sou grata a minhas amigas, companheiras de laboratório Naara Vasques, Natália Marco e Joice Layanne, por estarem sempre comigo nesse período tão difícil que nós todos enfrentamos, ocasionado pela a pandemia, sempre estavam por perto pra ajudar e apoiar no que era necessário, obrigada meninas!!

Agradeço também a Gabriel Messias, que sempre esteve disponível, para ajudar no que era preciso, sempre com sua calma e serenidade. Assim como, agracio aos meus colegas de laboratório que estiveram presentes ao longo dessa caminhada, compartilhando momentos e muitas risadas: Ana Maria, Deivyson Bruno, Milena Paulino, Yara Cristina, Leticia Lima e Lara Freitas.

Aos meus amigos do mestrado, todos os que compõem a minha turma e em especial Aline Belém, Ana Maria, Jordana, Nathália e Ítalo, como vocês foram importantes, nessa jornada. Dedico um agradecimento especial a minha querida amiga Nathália que veio para minha vida e se tornou uma pessoa muito especial. Assim como a José Walber, um amigo que a vida me deu e que contribui muito para a realização deste estudo.

Aos meus primos, José Daniel da Silva e Pedro Ícaro de Azevedo Silva, por estarem sempre disponíveis para ajudar em todos os momentos, principalmente durante as coletas.

A todos os funcionários da Universidade Regional do Cariri, em especial aos que compõe o Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, que sempre estiveram disponíveis pra ajudar no que era necessário, principalmente a minha amiga Francly Brito que desde o primeiro dia buscou solucionar todas as nossas dúvidas e que tornou-se uma pessoa tão querida por todos nós, uma amiga pra vida toda.

Aos professores que contribuíram com a minha formação tanto na graduação como no mestrado, dentre os quais estão: Sírléis Rodrigues Lacerda, Maria Flaviana Bezerra Morais Braga, Samuel Cardozo Ribeiro, Maria Arlene Pessoa da Silva, Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues, Waltécio de Oliveira Almeida, Alysson Pontes Pinheiro e dentre outros.

Agracio também ao Parque aquático Arajara-Park, em nome da proprietária Antônia Fabíola Correia Saraiva, especialmente a José Marcos, que sempre esteve disponível pra nos acompanhar para a realização desta pesquisa, e que sempre nos recebeu com toda atenção.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram com a minha formação, desde a graduação até aqui, pois sem a ajuda e o apoio da minha família e os meus amigos isso não

seria possível. Assim como agradeço a mim, pois sem a minha persistência e força de vontade, nada disso seria possível, e mesmo diante das dificuldades impostas pela vida, tornei-me mais forte e superei muitas barreiras na qual encontrei ao longo da minha caminhada.

RESUMO

Os ambientes Pesqueiros são lagos artificiais ou naturais, onde os alevinos são criados a base de ração, para que seu desenvolvimento seja rápido e o ganho de peso ocorra em curto período. Nesses ecossistemas aquáticos, encontra-se o fitoplâncton, fundamental na manutenção da vida aquática, cujos representantes são considerados bioindicadores da qualidade da água. Considerando tais aspectos, objetivou-se determinar os organismos componentes da comunidade fitoplanctônica (microalgas) e verificar a influência das variáveis climatológicas, físicas e químicas com base nas variáveis limnológicas de um ambiente Pesqueiro (pesque-pague), localizado no Parque Aquático Arajara-Park, distrito de Arajara, Barbalha – CE, em dois períodos sazonais. Buscando desenvolver formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados. Assim, as amostras foram obtidas durante dois períodos sazonais: Período Chuvoso 2020/2021 e Período Seco/2020, sendo que a distribuição dos meses sofreu alterações devido a pandemia da Covid-19. Para a análise qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica, as amostras foram obtidas através de arrastos na subsuperfície da água com auxílio da rede de plâncton (malha 20 μ m), como também se realizou coleta manual na superfície do ambiente, sendo as mesmas fixadas com formol a 4% e lugol acético, respectivamente, e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Botânica- LaB/URCA, para análise e identificação. A análise da qualidade da água foi feita por meio da aferição em campo das seguintes variáveis limnológicas: Temperatura da água, Condutividade Elétrica, Potencial Hidrogeniônico-pH, Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais Dissolvidos. A comunidade fitoplanctônica, esteve representada por 73 taxa, distribuídos em quatro divisões: Chlorophyta (69%), Cyanobacteria (11%), Bacillariophyta (11%), Euglenophyta (8%) e Dinophyta (1%). Quanto a diversidade das espécies, a estrutura do Pesqueiro esteve representada por 75% considerada de média diversidade e 17% de alta diversidade. A equitabilidade apresentou distribuição uniforme ao longo da pesquisa, que se caracterizou pela dominância das Clorofíceas, quali e quantitativamente. Quanto as variáveis analisadas, apenas a Condutividade Elétrica e o Potencial Hidrogeniônico- pH, estiveram fora da normalidade, e os demais apresentaram-se dentro do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005. Diante do exposto, se faz necessário a recomendação de técnicas de manejo mais adequadas para o ambiente em estudo tendo em vista os variados prejuízos que podem ocorrer devido a proliferação de algumas espécies componentes do fitoplâncton, assim como torna-se necessário um efetivo monitoramento dos parâmetros físicos e químicos do Pesqueiro, a fim de propiciar condições saudáveis e favoráveis para o desenvolvimento dos peixes.

Palavras-chave: Comunidade Fitoplanctônica; Manejo; Pesqueiro; Qualidade da Água.

ABSTRACT

Fishing environments are artificial or natural lakes, where the fingerlings are raised on feed, so that their development is fast and weight gain occurs in a short period. In these aquatic ecosystems, phytoplankton are found, essential in the maintenance of aquatic life, whose representatives are considered bioindicators of water quality. Considering these aspects, the objective was to determine the component organisms of the phytoplankton community (microalgae) and to verify the influence of climatological, physical and chemical variables based on the limnological variables of a fishing environment (pesque-pay) located in the Arajara-Park Aquatic Park, Arajara district, Barbalha – CE, in two seasonal periods. Seeking to develop efficient management methods aimed at maintaining the environment under study, ensuring the well-being of the fish raised there. Thus, the samples were obtained during two seasonal periods: Rainy Period 2020/2021 and Dry Period/2020, and the distribution of months changed due to the Covid-19 pandemic. For a qualitative and quantitative analysis of the phytoplankton community, as was the case before, using trawls in the subsurface of the water with the aid of a plankton net (20µm mesh), as well as manual collection on the surface of the environment. The same were fixed with 4% formalin and acetic lugol, respectively, and later sent to the Botany Laboratory-LaB / URCA, for analysis and identification. The analysis of water quality was carried out by means of field measurements of the following limnological variables: Water temperature, Electrical Conductivity, Hydrogenionic-pH Potential, Dissolved Oxygen and Total Dissolved Solids. The phytoplankton community was represented by 73 taxa, distributed in four divisions: Chlorophyta (69%), Cyanobacteria (11%), Bacillariophyta (11%), Euglenophyta (8%) and Dinophyta (1%). As for the diversity of species, the structure of the Pesqueiro was represented by 75% considered of medium diversity and 17% of high diversity. The evenness showed a uniform distribution throughout the research, which was characterized by the dominance of Chlorophyceans, both qualitatively and quantitatively. As for the analyzed variables, only the Electrical Conductivity and the Hydrogenionic Potential-pH were outside the normal range, and the others were within the recommended by CONAMA Resolution 357/2005. In view of the above, it is necessary to recommend the most appropriate management techniques for the environment under study in view of the various damages that can occur due to the proliferation of some species that are components of the phytoplankton, as well as an effective monitoring of the parameters physical and chemical fishery, in order to provide healthy and favorable conditions for the development of fish.

Keywords: Phytoplankton community; Management; Fishing boat; Water quality.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1:

Comunidade Fitoplanctônica: organismos invisíveis de um ambiente Pesqueiro no Distrito de Arajara, Barbalha-Ceará

- Figura 1.** Localização da Área de Estudo, Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE49
- Figura 2.** Distribuição percentual dos táxons pelas divisões algais identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE54
- Figura 3.** Variação da Densidade Fitoplanctônica do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, no período de janeiro/2020 a abril/202155
- Figura 4.** Variação da Densidade dos organismos fitoplanctônicos com base na precipitação no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha56
- Figura 5.** Distribuição percentual da densidade fitoplanctônica em relação as divisões encontradas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE56
- Figura 6.** Frequência de Ocorrência das espécies fitoplanctônicas de acordo com o período de amostragem, expressa em termos de porcentagem (%)58
- Figura 7.** Índice de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/202159
- Figura 8.** Boxplot dos Índices de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/202160

CAPÍTULO 2:

Avaliação da qualidade da água com base nos Parâmetros Limnológicos em um ambiente de pesca esportiva, Barbalha-Ceará

- Figura 1.** Localização do ambiente Pesqueiro pertencente ao Parque Aquático Arajara-Park, Barbalha-CE80
- Figura 2.** Vista parcial do Ambiente Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE81
- Figura 3.** Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), Barbalha, CE, durante o período de estudo83
- Figura 4.** Valores da Temperatura da água registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o período da pesquisa87

Figura 5. Boxplot da variação da Temperatura da água durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha	87
Figura 6. Valores de Potencial Hidrogeniônico - pH registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o período da pesquisa	89
Figura 7. Boxplot da variação do Potencial Hidrogeniônico (pH) durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha	89
Figura 8. Valores de Condutividade Elétrica registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o período da pesquisa	91
Figura 9. Boxplot da variação da Condutividade Elétrica durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha	91
Figura 10. Valores de Oxigênio dissolvido registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o período da pesquisa	93
Figura 11. Boxplot da variação do Oxigênio Dissolvido durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha	93
Figura 12. Valores de Sólidos Totais Dissolvidos registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o período da pesquisa	95
Figura 13. Boxplot da variação dos Sólidos Totais Dissolvidos durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha	95

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1:

Comunidade Fitoplanctônica: organismos invisíveis de um ambiente Pesqueiro no Distrito de Arajara, Barbalha-Ceará

Tabela I. Composição Fitoplanctônica registrada no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, de janeiro/2020 a abril de 202153

Tabela II. Táxons classificados como abundantes ao longo do estudo no Ambiente Pesqueiro Arajara-Park- Barbalha57

CAPÍTULO 2:

Avaliação da qualidade da água com base nos Parâmetros Limnológicos em um ambiente de pesca esportiva, Barbalha-Ceará

Tabela 1: Variáveis analisadas em campo e instrumentos utilizados82

Tabela 2: Valores dos parâmetros físico-químicos do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021)86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µm	Micrômetro
cel.l⁻¹	Célula por litro
km	Quilômetro
mL	Mililitro
H'	Índice de Diversidade
J'	Índice de Equitabilidade
APA	Área de Preservação Ambiental
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1 A piscicultura no Mundo e no Brasil	21
3.2 Comunidade Fitoplanctônica em Pesqueiros	23
3.3 Cianobactérias e suas toxinas na Piscicultura	24
3.4 Estudos sobre a qualidade da água em Pesqueiros	25
3.5 Estudos Fitoplanctônicos realizados em Ambientes Pesqueiros	31
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
Capítulo 1:	
Comunidade Fitoplanctônica: organismos invisíveis de um ambiente Pesqueiro no Distrito de Arajara, Barbalha-Ceará	44
Resumo	46
Introdução	47
Material e Métodos	49
Descrição da Área de Estudo	49
Estudos Taxonômicos	50
Coleta e Análise do Fitoplâncton	50
Resultados	52
Comunidade Fitoplanctônica	52
Densidade Total do Fitoplâncton	54
Dominantes e Abundantes	57
Frequência de Ocorrência	58
Riqueza específica	59
Diversidade e Equitabilidade	59

Discussão	61
Comunidade Fitoplanctônica	61
Agradecimentos	67
Contribuições dos autores	67
Referências Bibliográficas	68
Legendas das Figuras	75
Legendas das Tabelas	75

Capítulo 2:

Avaliação da qualidade da água com base nos Parâmetros Limnológicos em um ambiente de pesca esportiva, Barbalha-Ceará	76
Resumo	76
Abstract	77
Introdução	78
Material e Métodos	80
Área de estudo	80
Coleta e métodos de análise físico-químicos da água	82
Determinações das Variáveis Limnológicas	82
Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005	82
Análise Estatística	82
Resultados e Discussão	83
Variáveis Climáticas	83
Variáveis Físicas e Químicas	84
Temperatura da água	86
Potencial Hidrogeniônico	88
Condutividade Elétrica	90
Oxigênio Dissolvido	92
Sólidos Totais Dissolvidos	94
Conclusão	97
Considerações Finais	99
Referências Bibliográficas	100

1. INTRODUÇÃO

Reynolds (2006), define o fitoplâncton como uma assembleia de microrganismos fotoautotróficos que estão adaptados a passar parte ou quase todo o seu ciclo de vida em suspensão na coluna d'água, tanto no mar, lagos, lagoas e rios. Esteves (2011); Calijuri; Alves; Santos (2006) afirmam que os organismos componentes desta comunidade apresentam diferentes necessidades fisiológicas, respondendo de modo distinto as alterações ambientais, apresentando uma rica diversidade em águas interiores, sendo encontrados representantes de praticamente todos os grupos algais. A predominância de um ou outro grupo em determinado ecossistema é função, principalmente, das características predominantes do meio.

Entre os diversos ambientes aquáticos, nos quais estes microrganismos estão inseridos, temos os ambientes destinados a pesca esportiva, também denominados de Pesqueiros, pesque e pague, pague e pesque ou pesque e solte, utilizados para recreação e empreendedorismo, localizados próximo aos centros urbanos, possibilitando atender não somente aos sistemas de comercialização de peixes, como também a procura por serviços de lazer em ecossistemas naturais (ROJAS; SANCHES, 2006; MERCANTE et al., 2011).

Os pesqueiros são estabelecimentos suburbanos ou rurais que dispõem de espécies de peixes apreciadas pelos pescadores amadores, em que os mesmos podem usufruir horas de lazer com material de pesca, mediante pagamento de taxas e/ou remuneração conforme pesagem dos peixes capturados. Esta atividade tem atraído muitos pescadores, sendo responsável pelo aumento expressivo do mercado da pesca amadora (SILVA et al., 2012). Segundo Araújo et al. (2020), o sucesso econômico do cultivo de peixes está diretamente relacionado à boa manutenção da qualidade da água.

Mercante et al. (2007), afirmam que a matéria orgânica advinda das fontes externas (ração, material dissolvido ou particulado) ou de fontes internas (fezes, restos de plantas e animais aquáticos) contribuem para o enriquecimento da água do viveiro, principalmente com nitrogênio e fósforo, promovendo o crescimento de organismos do fitoplâncton e plantas aquáticas, ocasionando mortandade de peixes, devido ao déficit de oxigênio dissolvido na água, causando o processo de eutrofização, que ocorre comumente em viveiros de criação de organismos aquáticos.

A estrutura da comunidade fitoplancônica encontra-se composta por vários grupos, com destaque para as divisões: Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Bacillariophyta e Dinophyta. Em que pode ocorrer a predominância de um

ou mais grupos, em especial Chlorophyta e Cyanobacteria (ESTEVEZ, 2011). Os locais de cultivo apresentam uma rica diversidade desses organismos que compõem a comunidade fitoplanctônica, e que são altamente dependentes da qualidade da água. Sendo que o equilíbrio entre organismos planctônicos e meio ambiente, torna o monitoramento dos parâmetros limnológicos imprescindíveis para a produção de peixes (LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008).

Silva; Ferreira e Logato (2007) afirmam que os fatores da qualidade da água interagem uns com os outros. Essa interação pode ser complexa, o que pode ser tóxico e causar mortalidades em uma situação, pode ser inofensiva em outra. A importância de cada fator, o método de determinação e frequência de monitoramento dependem do tipo e intensidade do sistema de produção usado.

De acordo com Batista e Estender (2013), o manejo sanitário representa um conjunto de ações voltadas a evitar, reduzir e eliminar a ocorrência de doenças, buscando manter o bem estar animal, através de protocolos a serem seguidos pelos proprietários, junto com as ações preventivas. Rojas e Sanches (2006) atestam que para o manejo da qualidade da água de Pesqueiros o mínimo necessário envolve o conhecimento e o monitoramento da temperatura, cor e transparência, pH, alcalinidade, amônia total e oxigênio dissolvido.

Esta pesquisa é de suma importância para o desenvolvimento da piscicultura na região do Cariri, tendo em vista a escassez de pesquisas envolvendo essa área. Visando contribuir na recomendação de formas de manejo mais eficientes, promovendo assim uma melhoria nos ambientes destinados a criação de alevinos. Tendo como objetivo principal determinar os organismos componentes da comunidade fitoplanctônica (microalgas), assim como verificar a influência das variáveis climatológicas, físicas e químicas com base nas variáveis limnológicas do ambiente Pesqueiro (pesque-pague), localizado no Parque Aquático Arajara-Park, distrito de Arajara, Barbalha – CE, em dois períodos sazonais. Desenvolvendo formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados.

Assim, este estudo está organizado em dois capítulos. O primeiro capítulo intitulado como “Comunidade Fitoplanctônica: organismos invisíveis de um ambiente Pesqueiro no Distrito de Arajara, Barbalha-Ceará”, objetivou determinar os organismos componentes da comunidade fitoplanctônica (microalgas) de um ambiente Pesqueiro (pesque-pague), localizado no Parque Aquático Arajara-Park, distrito de Arajara, Barbalha – CE, em dois períodos sazonais, com observância a ocorrência de Cianobactérias tóxicas. Este trabalho foi submetido ao Anais da Academia Brasileira de Ciências (Qualis B2- Biodiversidade).

O segundo capítulo “Avaliação da qualidade da água com base nas Variáveis Limnológicas em um ambiente de pesca esportiva, Barbalha-Ceará”, objetivou avaliar a qualidade da água do pesque-pague Arajara-Park, localizado no Distrito de Arajara, município de Barbalha, com base nas variáveis ambientais durante dois períodos sazonais, subsidiando formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados. Este trabalho será submetido à *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* (Qualis B2- Biodiversidade).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar os organismos componentes da comunidade fitoplanctônica (microalgas) e verificar a influência das variáveis climatológicas, físicas e químicas com base nas variáveis limnológicas de um ambiente Pesqueiro (pesque-pague), localizado no Parque Aquático Arajara-Park, distrito de Arajara, Barbalha – CE, em dois períodos sazonais. Buscando desenvolver formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a diversidade fitoplanctônica do ambiente Pesqueiro, buscando compreender a dinâmica de funcionamento do ambiente, durante os períodos seco e chuvoso, com observância a possível ocorrência de espécies de Cianobactérias tóxicas;
- Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica através da frequência de ocorrência, riqueza de espécies, abundância relativa, dominância, diversidade e equitabilidade;
- Verificar a influência das variáveis climatológicas, físicas e químicas sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica nos diferentes períodos de estudo;
- Determinar algumas das variáveis limnológicas como: Temperatura, pH, Sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade, a fim de obter informações acerca da qualidade da água;
- Avaliar a qualidade da água, com base nos parâmetros de densidade de cianobactérias, oxigênio e pH do ambiente Pesqueiro, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357 de 2005.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A piscicultura no Mundo e no Brasil

A aquicultura pode ser definida como a reprodução e o crescimento de organismos aquáticos, como plantas e animais (peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios e répteis) em ambiente aquático controlado ou semi-controlado, tal como, por exemplo, em fazendas, para criação de peixes em lagos e/ou tanques, em rios ou no mar. Trata-se de uma atividade praticada desde a antiguidade na China e no Egito, por meio da criação de espécies como carpa e tilápia, respectivamente, as duas espécies, mas criadas no mundo atualmente (SIQUEIRA, 2017).

Há registros históricos evidenciando a técnica em documentos e manuscritos chineses datados de séculos passados, assim como vestígios e hieróglifos egípcios. Este sistema incluía o armazenamento de exemplares imaturos de várias espécies de peixes, em que seu desenvolvimento era condicionado a um ambiente propício, sem a necessidade de insumos ou recursos externos, onde os mesmos eram destinados ao consumo da população, sendo uma importante fonte alimentar (OLIVEIRA, 2009).

Segundo Sousa e Teixeira Filho (1985), a cultura de peixes é uma prática muito antiga, que ocorre desde os primórdios da humanidade, pois desenhos egípcios comprovam que a pesca e a conservação de peixes eram realizadas em tanques. Na Idade Média, essa atividade desenvolveu-se com os monastérios, onde era inicialmente limitada à produção de peixes para alimentação, tendo sofrido alterações a partir do século XIX.

Nas últimas décadas, a aquicultura mundial tem se expandido e, no Brasil, o crescimento mais efetivo ocorreu como reflexo do declínio da pesca extrativista e simultâneo aumento na demanda de pescado, além do incentivo do governo, estimulando a criação de organismos aquáticos (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010). No entanto, esta atividade enfrenta o desafio de moldar-se ao conceito de sustentabilidade, o que implica em agregar novos valores a produção de conhecimento e as práticas do setor (ELER; MILLANI, 2007).

A aquicultura possui inúmeros ramos, e dentre eles um subtipo que se destina a produção de peixes em cativeiro, denominada de piscicultura, voltada para a produção de alevinos a base de ração, visando o rápido ganho de peso em curto período de tempo (LOPES, 2012). A piscicultura se sobressai como uma alternativa a ser experimentada na agricultura familiar, pela grande produtividade por área e também por ter como produto final um alimento proteico de alto valor nutricional. Destinada a criação e produção de

peixes, que pode ser desenvolvida em reservatórios, açudes e tanques, tendo o controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação destes animais (BACCARIN et al., 2009).

No Brasil, a piscicultura comercial foi introduzida no início do século XX, integrando um segmento do setor primário e deve ser encarada como uma alternativa de expansão desse setor, que continua a crescer no país (TAVARES–DIAS, 2011). Devido à grande diversidade de espécies, podem-se prever bons resultados com o cultivo dos organismos-alimento, pela sua adaptação ao clima e as condições geológicas (BEIRUTH et al., 1998).

A imagem da piscicultura como uma prática que seria viável para a produção de alimentos e que possibilitou o seu desenvolvimento pelo mundo, teve como base alguns fatores, dentre os quais: as facilidades oferecidas pelos transportes modernos, à reprodução artificial dos peixes em fazendas e o desenvolvimento do uso de alimentos artificiais. Isso tornou possível a sua rápida expansão por todos os continentes, deixando de servir apenas para a alimentação de subsistência, passando a fazer parte da produção de alimento mundial, desenvolvendo-se de várias formas e ramos distintos, em que tem como base o único princípio, a criação de peixes (SOUSA; TEIXEIRA FILHO, 1985).

Tendo em vista a necessidade da produção de alimentos aliada as atividades de lazer, tem se desenvolvido uma nova prática denominada de pesque-pague, a qual se destina a prática esportiva. Os pesque-pagues (Pesqueiros) são estabelecimentos suburbanos ou rurais que dispõem de lagos onde são criadas espécies apreciadas pelos pescadores amadores, onde estes podem usufruir horas de lazer com material de pesca, mediante taxa. Sendo locais onde se pratica a pesca esportiva ou por hobby, em lagos artificiais ou naturais, em que os alevinos são criados com ração para que seu desenvolvimento seja rápido e o ganho de peso dos animais seja em curto período de tempo (SILVA et al., 2012).

Pezzato e Scorvo (2000), descrevem a existência de três módulos deste sistema: o “pesque e pague”, em que o cliente-pescador paga uma pequena taxa de ingresso, porém tem a obrigação de levar todo o peixe que pescar cobrado por quilo; o “pague e pesque”, em que o cliente-pescador paga uma taxa maior de ingresso e leva todo peixe que conseguir pescar; e o “pesque e solte”, em que o cliente-pescador paga uma taxa de ingresso e pode optar entre devolver ou comprar o peixe capturado.

A piscicultura é uma nova forma de pesca esportiva, sendo uma das atividades surgidas no novo contexto do ambiente rural brasileiro. E que tem se difundido ao longo

dos anos devido á flexibilidade com que permite a combinação do sistema de produção em piscicultura com atividades de lazer e serviços associados (KITAMURA et al., 1999).

No entanto, este ramo da aquicultura, bem como todas as atividades que utilizam os recursos naturais para seu desenvolvimento podem acarretar uma série de impactos negativos para o meio no qual estão inseridos. E os impactos gerados pela aquicultura podem promover a formação de algas, afetando diretamente a biota aquática e assim, promovendo rápidas alterações na qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES; GOMES; BRAGA, 2003).

3.2 Comunidade Fitoplanctônica em Pesqueiros

O fitoplâncton, pode ser definido como o conjunto de grupos taxonômicos, que apresentam diversas necessidades fisiológicas, e que reagem de modo distinto, a parâmetros físicos e químicos, dentre os quais luz, temperatura e regime de nutrientes, sendo formado basicamente por organismos capazes de realizar a fotossíntese (CALIJURI; ALVES; SANTOS, 2006).

Nos ambientes de piscicultura encontram-se representantes algais constituindo o fitoplâncton, perifíton e macroalgas, representados principalmente por algas verdes filamentosas, onde os organismos fitoplanctônicos são responsáveis pela produtividade destes sistemas. Dentre os grupos fitoplanctônicos que habitam esses ecossistemas estão as divisões: Cyanophyta (Cyanobacteria), Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Bacillariophyta e Dinophyta, das quais há predominância, principalmente, de Chlorophyta e Cyanophyta (ESTEVES, 2011).

Em geral, as clorofíceas possuem abundância elevada nos viveiros de criação de peixes, devido às condições eutróficas destes sistemas, sua maior representatividade em termos de riqueza e abundância pode estar relacionado ao elevado grau de enriquecimento desses sistemas, assim como o manejo empregado (SANT'ANNA; GENTIL E SILVA, 2006, SIPAÚBA-TAVARES, 2006).

Nesses ambientes, a proliferação excessiva do fitoplâncton pode causar diminuição de oxigênio no período noturno e supersaturação durante o dia, podendo causar a obstrução das brânquias dos peixes pelos filamentos e inibição do crescimento das algas mais assimiláveis, além do aparecimento de produtos do metabolismo secundário de cianobactérias, que causam sabor desagradável no pescado (DATTA; JANA, 1998).

Algumas substâncias produzidas pelas cianobactérias, como geosmina (GEO) e o metil-isoborneol são responsáveis pelo fenômeno conhecido como “*off-flavor*”, que causa gosto de “barro”, “inseticida” ou “mofo” na água e nos peixes cultivados (KUBITZA, 2004). Os fatores biológicos responsáveis pela presença desse fenômeno nos ambientes de piscicultura são prevalentes, no entanto existem outros fatores que afetam tanto a qualidade do pescado como a água para consumo animal e humano (SOUZA; MATHIES; FIORAVANZO, 2012).

Sendo a comunidade fitoplanctônica fundamental na manutenção da qualidade de água em níveis adequados para a criação dos organismos aquáticos, uma vez que interfere diretamente na produção e dinâmica de gases no viveiro, por meio de fotossíntese e respiração (MERCANTE et al., 2011). De acordo com Rodrigues et al. (2015), a importância do fitoplâncton dá-se pelo fato deste, juntamente com outros organismos autotróficos, constituir a base da teia trófica em ambientes aquáticos, sendo responsáveis pela produtividade primária e atuando, portanto, como “(re) cicladores” da matéria em ecossistemas aquáticos.

Assim, essa comunidade pode ser utilizada como ferramenta para o monitoramento na determinação da qualidade da água, ajudando a entender as características e variações nos ecossistemas aquáticos (WANG et al., 2010). Sendo assim, o estudo da comunidade fitoplanctônica em sistemas artificiais pode fornecer subsídios indicativos do grau de trofia desses sistemas, subsidiando melhores formas de controle da qualidade da água dos viveiros.

3.3 Cianobactérias e suas toxinas na Piscicultura

Entende-se por algas tóxicas aquelas que produzem toxinas prejudiciais aos animais e ao homem. As Cianobactérias, ou algas azuis, são um grupo característico de algas tóxicas (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004). Segundo o Ministério da Saúde (2015), as cianobactérias são microrganismos procariotos, fotossintetizantes e que estão presentes na maioria dos ecossistemas do nosso planeta, apresentando 150 gêneros descritos, dentre estes 40 apresentam algum tipo de toxina.

De acordo com Calijuri; Alves; Santos (2006), os ecossistemas continentais são os ambientes mais apropriados para o desenvolvimento de cianobactérias, pois a maioria das espécies apresenta melhor crescimento em águas neutroalcalinas, com pH de 6 a 9, temperaturas entre 15°C e 30°C, com alta concentração de nutrientes.

De acordo com Sant'Anna; Gentil e Silva (2006), os ambientes que recebem grandes quantidades de nutrientes, advindos de esgotos, indústrias ou de fertilizantes agrícolas, acabam tornando-se eutrofizados, devido ao crescimento exacerbado de algas, em especial cianobactérias, que podem ocasionar o aumento na densidade de organismos, geralmente de uma ou mais espécies, gerando assim as chamadas florações. A presença dessas espécies na água causa sérios riscos à saúde humana, podendo ocasionar intoxicações que geram problemas hepáticos (Hepatotoxinas), neurológicas (Neurotoxinas), dermatológicos (Dermatotoxinas), distúrbios gastrointestinais, reações respiratórias e alérgicas (CALIJURI; ALVES E SANTOS, 2006).

Nota-se que os corpos d'água utilizados para a pesca esportiva merecem atenção em relação à possibilidade de problemas relacionados à saúde devido à utilização inadequada desses ambientes pelo o homem, pois o manejo realizado de forma inadequada acaba proporcionando o surgimento de espécies tóxicas, como as cianobactérias devido o processo de eutrofização desses ambientes (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

Alguns trabalhos relataram a presença de Cianobactérias, representada por espécies produtoras de toxinas, e apesar de não serem consideradas o grupo mais representativo do ambiente, ressaltam a importância do monitoramento nesses ambientes, conforme relatado por: Matsuzaki; Mucci; Rocha (2004) e Rosini; Sant'Anna; Tucci (2013a), em estudos realizados na Região Sudeste. Na Região Nordeste: Góes et al. (2016). As regiões Centro-Oeste e Norte, apresentaram um trabalho respectivamente, Vieira; Pereira; Derbócio (2009) e Hurtado et al. (2014). Portanto, devido a sua constante presença em ambientes de água doce utilizados para a prática da piscicultura, comprova-se a recorrente necessidade de manejo mais eficientes nestes ambientes destinados à criação de alevinos.

Em ambientes aquáticos tropicais rasos, as Clorofíceas e Cianobactérias estão amplamente distribuídas e o favorecimento destes grupos geralmente tem sido associado a condições de maior disponibilidade de nutrientes, temperatura e luminosidade (SANT'ANNA; GENTIL E SILVA, 2006; LACHI E SIPAÚBA-TAVARES, 2008).

3.4 Estudos sobre a qualidade da água em Pesqueiros

Os ambientes Pesqueiros, conhecidos popularmente com “pesque-pague”, são ambientes que se destinam a pesca esportiva, aliada ao lazer, localizados próximos aos centros urbanos, destinados não apenas para atender aos sistemas de comercialização do pescado, como também a demanda por ambientes de lazer (MERCANTE et al., 2011).

Estes empreendimentos representam mais uma atividade humana a competir com inúmeras outras pelo recurso água, e o desenvolvimento deste tipo de produção, entretanto, apresenta riscos na deterioração da qualidade ambiental, social e econômica (TIAGO E GIANESELLA, 2003).

O desenvolvimento sustentável das atividades agrícolas, incluindo a piscicultura, deve preservar a terra, a água, a flora e a fauna, ser tecnicamente correto, economicamente viável e socialmente desejável. Na piscicultura, a qualidade da água em condições inadequadas prejudica não só o crescimento, mais a reprodução e saúde dos peixes, favorecendo assim o aparecimento de sabores e odores indesejáveis que contribuem negativamente para o comércio desses produtos (CYRINO et al., 2010; SILVA et al., 2012).

Muitos estudos têm dado atenção ao monitoramento da qualidade de água nesses ambientes, conforme relatado por: Fernandes; Gomes; Agostinho (2003); Mercante et al. (2005), Castro et al. (2006), Lachi; Sipaúba-Tavares (2008), Sanches; Lopes (2009), Sandre et al. (2009), Alencar et al. (2011), Góes et al. (2016), Alves; Silva; Melo Júnior (2016) e Bueno et al. (2020). Nesses empreendimentos, assim como em toda prática aquícola, a preocupação com a qualidade da água é de essencial importância para o ambiente, pois influencia diretamente na composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica (SIPAÚBA-TAVARES; GUARIGLIA; BRAGA, 2007).

Apesar da recorrente necessidade de estudos voltados para a análise da qualidade da água em ambientes destinados a pesca esportiva, ainda são escassas as pesquisas desenvolvidas nestes locais, mesmo com o crescimento expressivo desses empreendimentos, principalmente nos grandes centros urbanos, e a maioria dos trabalhos se concentra na Região Sudeste, seguidas da Região Nordeste.

Mercante et al. (2005), na região Sudeste, avaliaram as condições da qualidade da água em 30 pesque-pagues da Região Metropolitana de São Paulo por meio do levantamento de variáveis abióticas, de modo a contribuir com propostas que visem a melhoria desses empreendimentos. A partir das análises, os autores observaram que com exceção do pH e da temperatura da água, não ocorreram diferenças significativas entre os dois períodos estudados, sugerindo que o manejo empregado teve maior influência sobre as variáveis analisadas do que as variações climáticas correspondentes aos períodos chuvoso (verão) e seco (inverno).

Castro et al. (2006), na Região do Alto Tietê/SP realizaram um diagnóstico socioeconômico e ambiental da atividade pesqueira nas regiões de Tietê-Cabeceiras e de Guarapiranga, com ênfase para a pesca esportiva (“pesque e pague” e “pague e pesque”),

identificando também os locais de piscicultura. Os autores identificaram quatro tipos de ambientes destinados a atividade pesqueira: serviço básico, básico mais opcionais e proprietários com ou sem capacitação. Os autores concluíram que a atividade pesqueira nas regiões pesquisadas surgiu como alternativa de renda e lazer, mas que, atualmente, não pode ser considerada como empreendimento lucrativo. Com relação à qualidade da água efluente dos lagos Pesqueiros, os valores das concentrações de nitrogênio e fósforo indicam a presença de elevada carga orgânica, que contribui para a degradação dos corpos d'água do entorno, indicando assim a necessidade de um manejo adequado dos lagos, como também a implantação de estações de tratamento da água.

Ainda no mesmo ano, Queiroz et al. (2006), no estado de São Paulo, no município de Campinas buscaram recomendar indicadores que favoreçam melhorias no desempenho ambiental em nove pesque-pagues localizados próximo ao município. Os autores realizaram a análise físico-química da qualidade da água em que se mediu 11 variáveis (temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, oxigênio dissolvido, pH entre outros), assim como também aplicou-se questionários relacionados ao manejo dos lagos, estoque de peixe, taxa de alimentação e as características do entorno dos lagos, buscando descobrir um pouco mais sobre o manejo empregado. Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que os ambientes estudados possuem um desempenho ambiental favorável, no entanto é necessário o desenvolvimento de ações que visem melhorar a qualidade da água dos lagos de pesca, como também o desenvolvimento da atividade como um todo.

Sanches e Graça- Lopes (2006), dando continuidade aos estudos na mesma região, analisaram a dinâmica da manutenção de peixes (aquisição, estocagem e venda) em um empreendimento de “pesque-pague”, na Rodovia Castelo Branco no estado de São Paulo. Os mesmos concluíram que a dinâmica de movimentação de peixes praticada leva à imobilização do capital, põe em risco a segurança sanitária do plantel e torna a propriedade uma exportadora de poluição via água de despejo. Sendo assim a rentabilidade positiva do empreendimento depende dos critérios para a escolha das espécies técnicas de manejo adequadas.

Em pesquisa também desenvolvida na mesma região, Lachi e Sipaúba-Tavares (2008) analisaram a qualidade da água com base em variáveis limnológicas e na variação da composição fitoplanctônica de um pesque-pague utilizado tanto para a pesca esportiva como para irrigação, localizado no Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, em Jaboticabal/SP. O ambiente estudado mostrou-se com tendência à eutrofização,

devido ao enriquecimento de nutrientes. No entanto a utilização da água desse viveiro para irrigação de plantação, deve passar por tratamento prévio devido à concentração da biomassa algal e o nível de nutrientes. Além de que ao longo do estudo foi constada a presença de cianobactérias, que em concentrações elevadas podem tornar-se potencialmente tóxicas à biota aquática, sendo este um fator a ser considerado, principalmente em ambientes com instabilidades no tipo de manejo empregado.

No mesmo ano, Sandre et al. (2008), buscaram avaliar a qualidade de três Pesqueiros no município de Dracena/ SP, durante as estações de verão e inverno (março a junho/2008). Foram analisados alguns parâmetros relacionados a qualidade da água, dentre os quais: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e transparência (cm), alcalinidade total (mg/L) e concentração de amônia total (mg/L). Foram obtidas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre verão e inverno somente para as variáveis de temperatura da água e pH. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que todos os pesque-pagues avaliados estavam aptos a criação de peixes tropicais durante todo o ano, pois segundo Kitamura et al. (1999), a temperatura média dos ambientes destinados a piscicultura no Brasil encontra-se entre 22 a 27°C, valores estes verificados ao longo da pesquisa nos ambientes estudados.

Ainda na mesma região, no estado de São Paulo, Sanches e Lopes (2009) buscaram analisar a dinâmica de movimentação de peixes (aquisição, estocagem e venda) em um empreendimento de pesca esportiva do tipo “pesque e solte”. A obtenção dos dados foi feita a partir do levantamento das “comandas de venda” e das notas fiscais de compra de peixes. O acompanhamento mostrou que a dinâmica de movimentação de peixes praticada leva à imobilização de capital, põe em risco a segurança sanitária do plantel e torna a propriedade uma exportadora de poluição via água de despejo. Portanto a inserção de novas espécies deve obedecer ao ritmo de saída (pesca/venda) dos peixes, evitando-se ultrapassar a capacidade de suporte do viveiro.

No município de Dracena/SP, Sandre et al. (2009), realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar a influência dos fatores climáticos durante as estações de verão e inverno com base nos parâmetros da qualidade da água em pesque-pagues distintos. Os valores dos parâmetros da qualidade da água: temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, transparência, alcalinidade e amônia total, embora tenham apresentado diferenças durante as duas estações, oferecem condições adequadas para o desenvolvimento e sobrevivência dos alevinos. A partir dos dados obtidos, os autores concluíram que todos os ambientes estavam aptos a criação de peixes tropicais durante o ano inteiro.

Mercante et al. (2011), em pesquisa realizada na Agência Paulista de Tecnologia-APTA Regional do Vale do Paraíba, no município de Pindamonhangaba/SP, objetivaram orientar boas práticas de manejo a partir da avaliação diurna (período de 120 h- durante 6 meses) das variáveis limnológicas em um viveiro de tilápias, onde foram determinados os valores de clorofila-a, fósforo total, nitrogênio total, amônia total, nitrito e nitrato, transparência, alcalinidade total, temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, radiação subaquática, e fitoplâncton. Com base nos resultados obtidos os autores constataram que as práticas de manejo devem considerar as oscilações diárias de variáveis como nitrito, gás carbônico, pH e oxigênio dissolvido, implantando horários mais adequados ao arraçoamento e ao uso de aeradores, evitando uma possível mortandade de peixes.

Batista e Estender (2013), ainda no estado de São Paulo, buscaram criar ações preventivas no controle da qualidade da água, por meio de uma revisão de literatura sistemática e observação ao longo dos meses, buscando analisar as estruturas físicas dos Pesqueiros, hábitos dos pescadores e funcionários, como também o comportamento dos animais e a qualidade da água, por meio da transparência e desenvolvimento de alguns bioindicadores. Os autores observaram que os Pesqueiros não apresentam nenhum protocolo de ações preventivas no controle da qualidade da água, assim como falta conhecimento técnico aos proprietários. Devido a necessidade da criação de um protocolo de boas práticas de manejo, foram criadas algumas regras para o controle da qualidade da água nestes tipos de ambientes, dentre as quais podemos destacar: análise dos fatores químicos e físicos, obtenção de aeradores para dias nublados e durante a noite, bem como promover o desvio da água da chuva.

Continuando com os estudos na Região Sudeste, Bueno et al. (2020), identificaram por meio de entrevistas aos proprietários dos empreendimentos de piscicultura e a partir da análise da água, possíveis impactos ambientais causados pelo pesque-pague no reservatório de Guarapiranga, localizado no estado de São Paulo. Através de questionários aplicados aos proprietários sobre o manejo dos empreendimentos e pelas análises de água verificou-se que houve correlação significativa entre o arraçoamento diário e as cargas de Fósforo Total (PT) e de Nitrogênio Total (NT) ($p=0,021$ e $p=0,045$, respectivamente). Os resultados evidenciaram a importância de medidas mitigadoras como orientações aos proprietários para o manejo adequado dos lagos, projetos de educação ambiental com os usuários para diminuir o uso de ceva (grãos usados para atrair os peixes) para a captura dos peixes, além da instalação de aeradores artificiais nos lagos e tanques com

filtros compostos de macrófitas aquáticas nos seus efluentes, minimizando os impactos na sub-bacia do Guarapiranga.

Na Região Nordeste no Município de Crato/CE, Alencar et al. (2011) analisaram as variáveis ambientais e de qualidade da água no pesque-pague do Clube Recreativo Grangeiro. Os parâmetros físico-químicos foram condizentes com os valores considerados normais segundo a legislação, no entanto a análise do teor de amônia se mostrou em nível acima do ideal, podendo comprometer a sobrevivência dos peixes. De acordo com os autores não foi diagnosticado nenhum impacto significativo na área, e não havendo registro de contaminação ou poluição por produtos químicos.

Na mesma região, Alves; Silva; Melo Júnior (2016) avaliaram a qualidade ecológica da água do pesque-pague Quinta dos Lobos (Crato/CE), considerando a influência dos períodos, chuvoso e de estiagem sobre a variação diurna e noturna das variáveis físicas e químicas, comparando-as com a legislação ambiental e as boas condições para piscicultura. Ao comparar os resultados obtidos com a resolução CONAMA 357/2005, pode-se verificar que as mesmas estiveram adequadas à prática da piscicultura, menos os sólidos totais dissolvidos na estação seca, pois todos os valores apresentaram-se acima dos limites legais. Verificou-se também uma alteração expressiva entre o período seco e chuvoso para as seguintes variáveis limnológicas: transparência, condutividade, sólidos totais dissolvidos e potencial hidrogeniônico, já as demais foram praticamente similares. Os autores concluíram que o ambiente estava adequado à prática da atividade, porém é pertinente a adoção de boas práticas de manejo.

Na Região Norte, no estado do Amapá, Ladislau et al. (2020), desenvolveram um estudo no município de Macapá, em que os mesmos objetivaram avaliar a qualidade da água e os efluentes oriundos do cultivo de peixes, através das medições das variáveis físico-químicas e biológica (Clorofila-a), buscando caracterizar os possíveis impactos ambientais da atividade de piscicultura realizada no município. Os resultados demonstraram que os viveiros apresentaram uma alta carga de nutrientes, com elevados valores de clorofila-a, cor aparente, turbidez e diminuição da transparência. Constatou-se a influência do manejo e da sazonalidade sobre o comportamento das variáveis, e alta carga de nutrientes nos viveiros, trazendo uma preocupação em relação ao despejo dos efluentes e seus efeitos sobre os ambientes adjacentes.

Na Região Sul, no estado do Paraná, Fernandes, Gomes e Agostinho (2003), realizaram uma pesquisa em três pesque-pague localizados nas imediações do município de Maringá, e identificaram a ocorrência de espécies exóticas nos cursos d'água

adjacentes aos ambientes e os problemas característicos dos mesmos. Entre os principais problemas citados pelos proprietários, o que mais se destaca é a falta de assistência técnica especializada. Eles encontram dificuldades com a manutenção da qualidade de água, com o controle de doenças em peixes e a reprodução dos mesmos nos tanques.

3.5 Estudos Fitoplanctônicos realizados em Ambientes Pesqueiros

Atualmente são escassos os estudos relacionados à comunidade fitoplanctônica de ambientes Pesqueiros, isso nos mostra a real necessidade de mais iniciativas como esta, que visem identificar quais organismos compõem estes ambientes, além de determinar formas de manejo mais eficientes. A maioria dos trabalhos realizados sobre o fitoplâncton de Pesqueiros encontram-se concentrados na região Sudeste, como os de: Matsuzaki; Mucci; Rocha (2004), Honda et al. (2006), Sant'Anna; Gentil e Silva (2006), Lachi; Sipaúba-Tavares (2008), Rosini; Sant'Anna; Tucci (2012), Rosini; Sant'Anna; Tucci (2013a) (2013b), Pandolpho et al. (2013) e Costa et al. (2014). A região Nordeste possui alguns trabalhos como os de: Góes et al. (2013) e Góes et al. (2016).

Matsuzaki; Mucci; Rocha (2004) em estudo na região Sudeste, realizaram a análise qualitativa do fitoplâncton de um Pesqueiro localizado na zona sul da cidade de São Paulo, no Bairro de Parelheiros, componente da bacia do Guarapiranga. Os autores identificaram 91 táxons, distribuídos em oito classes: Chlorophyceae (52%), Cyanophyceae (16%), Euglenophyceae (12%), Zygnemaphyceae (10%), Bacillariophyceae (5%), Xanthophyceae (3%), Dinophyceae (1%) e Chrysophyceae (1%) A predominância de Chlorophyceae deve-se ao fato das condições ambientais durante todo o período analisado. Dentre as espécies de cianofíceas identificadas, destacaram-se *Microcystis paniformis*, *Cylindrospermopsis raciborski* e espécies do gênero *Anabaena*, que apresentaram maior importância do ponto de vista sanitário devido à produção de toxinas.

Honda et al. (2006) realizaram um levantamento das condições sanitárias das águas de Pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, em relação à presença de cianobactérias, utilizando meios de isolamento em cultura. A partir da análise de cultura, os autores concluíram que os Pesqueiros apresentaram espécies tóxicas de cianobactérias, principalmente pertencentes ao gênero *Microcystis* (no período seco), além de microcistinas (cianotoxinas) que ocorreram em 46,7% dos Pesqueiros durante o período chuvoso, isso evidencia um alerta sobre a ação das cianobactérias e suas toxinas, e como o consumo

de peixes contaminados por cianotoxinas pode apresentar uma possível via de intoxicação humana.

Na mesma região Sant'Anna, Gentil e Silva (2006), analisaram a comunidade fitoplanctônica em 30 Pesqueiros, e a partir deste estudo observaram que a classe Chlorophyceae (algas verdes) contribuíram com a maior riqueza de espécies no período seco e chuvoso, seguido pelas Cyanobacterias (algas azuis). Entre os gêneros de clorofíceas mais amplamente distribuídas destacaram-se: *Coelastrum*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium* e *Pediastrum*. Já entre os gêneros de Cyanobacteria destacaram-se: *Aphanocapsa*, *Merismopedia*, *Microcystis* e *Pseudanabaena*. Foi determinada a dominância apenas da divisão Cyanobacteria e a partir disso observaram que um único Pesqueiro apresentou exceção em relação à dominância destas espécies, o qual apresentou densa floração de *Cylindrospermopsis raciborskii*, espécie filamentosa.

Lachi e Sipaúba-Tavares (2008), no município de Jaboticabal/SP, buscaram analisar a qualidade da água com base em variáveis limnológicas e na variação da composição fitoplanctônica de um pesque-pague utilizado tanto para a pesca esportiva como para irrigação localizada no Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista. Em relação à comunidade fitoplanctônica, a classe Zygnematophyceae (34%), foi a de maior riqueza em número de indivíduos e a classe Chlorophyceae (33%) apresentou o maior número de gêneros. O ambiente mostrou-se com tendência à eutrofização, e em condições para manutenção de peixes, no entanto o mesmo deve passar por tratamento prévio, devido a concentração de biomassa algal e o nível de nutrientes não recomendados. Tal condição pode promover a ocorrência de espécies de cianobactérias, que quando em concentrações elevadas, constituem riscos de toxicidade.

Rosini; Sant'Anna; Tucci (2012), em estudo na Região Metropolitana de São Paulo fizeram um levantamento das Chlorococcales em dez Pesqueiros. Foram identificados 38 táxons, distribuídos em oito famílias, 19 gêneros e quatro variedades que não são típicas das espécies. Dentre os táxons identificados, 19 apresentaram frequência de ocorrência entre 30-55%, indicando melhor distribuição dessas espécies entre os diferentes sistemas aquáticos brasileiros.

Rosini, Sant'Anna e Tucci (2013a), na mesma região, realizaram estudos taxonômicos acerca da biodiversidade de Scenedesmaceae (Chlorococcales, Chlorophyceae) planctônicas em Pesqueiros. E a partir de 30 Pesqueiros já estudados por Gentil (2007), selecionaram aqueles com maior riqueza, totalizando 10 Pesqueiros localizados na Bacia hidrográfica do Alto Tietê. Foram identificados 26 táxons de Scenedesmaceae, onde três

foram citados pela primeira vez para o estado de São Paulo: *Desmodesmus lefevrei* (Defflandre) An, Friedl & Hegewald, *Dicloster acuatus* Jao, Wei & Hu e *Scenedesmus baculiformis* Chodat.

Em outro estudo na mesma região, os autores acima citados, Rosini, Sant'Anna e Tucci (2013b) avaliaram a biodiversidade em dez Pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, localizados na bacia hidrográfica do Alto Tietê. E identificaram 23 espécies pertencentes a cinco ordens, das quais Synechococcales apresentou maior riqueza com oito espécies, seguida de Chlorococcales (ou Chlorocaccales) (seis), Pseudanabaenales (cinco), Oscillatoriales (dois) e Nostocales (dois). *Aphanopsa* Nageli e *Microcystis* Kutzing ex Lemmermann foram os gêneros mais representativos, com cinco e quatro táxons, respectivamente.

No estado de Minas Gerais, Pandolpho et al. (2013) realizaram um estudo através do monitoramento da presença de cianobactérias em pesque-pagues de seis municípios da região dos Inconfidentes, Minas Gerais, com a finalidade de avaliar a toxicidade potencial dos gêneros de cianobactérias encontrados. Além de Chlorophyta, cinco gêneros de *Anabaena* sp., *Nostoc* sp., *Microcystis* e *Phormidium* foram encontrados. Os resultados mostraram que as *Microcystis* obtidas nos pesque-pagues produziam cianotoxinas enquanto o gênero *Phormidium* não produziu ou, a dose utilizada no ensaio foi insuficiente para obtenção da resposta toxicológica.

No estado do Rio de Janeiro, Costa et al. (2014) avaliaram a qualidade da água em 30 sistemas de piscicultura (destinados para criação, engorda e pesca recreativa), buscando identificar se os mesmos atendiam aos requisitos da legislação brasileira, com base nas condições bióticas e abióticas da água, em que os viveiros de peixes variaram de eutróficos a hipereutróficos com alta biomassa fitoplânctônica. Embora as cianobactérias tenham sido dominantes na maioria dos sistemas, as cianotoxinas ocorreram em baixas concentrações, possivelmente porque apenas duas das 12 espécies dominantes eram potenciais produtoras de microcistinas. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, todos os 30 sistemas analisados foram considerados inapropriados para o cultivo de peixes, em pelo menos um dos parâmetros medidos.

Na região Nordeste, os primeiros estudos realizados sobre fitoplâncton em Pesqueiros tiveram início no Ceará, onde Goés et al. (2011) buscaram determinar a ocorrência de clorofíceas em tanque destinado à produção de peixes, o pesque-pague Quinta dos Lobos, no município de Crato/ Ceará. Foram identificados dez táxons pertencentes à divisão Chlorophyta, que se apresentou como grupo mais diversificado, sendo

Desmidiaceae, a família que teve maior contribuição, tendo sido representada pelo gênero *Staurastrum* Meyen ex Ralfs, para o qual foram registradas três espécies. As espécies *Colestrum* sp. e *Kirchneriella* sp. foram consideradas muito frequentes. Os autores concluíram que o ambiente apresenta condições favoráveis para o crescimento de algas, principalmente clorofíceas, fato este verificado em outros estudos deste tipo.

Dando continuidade aos estudos na região Nordeste, Góes et al. (2013), realizaram um levantamento sobre a diversidade fitoplanctônica de um reservatório artificial (pesque-pague Quinta dos Lobo) localizado na cidade de Crato/Ceará. A comunidade fitoplanctônica deste ambiente esteve representada por 21 táxons, distribuídos em cinco divisões, em que Chlorophyta apresentou maior riqueza, com 55% do total de táxons, ocorrentes, sendo a família Scenedesmaceae mais representativa, estando representada por espécies dos gêneros: *Desmodesmus* e *Scenedesmus*, com cinco e quatro táxons, respectivamente. Constata-se, portanto que o ambiente Pesqueiro apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento algal, principalmente de clorofíceas, fato este que pode ser verificado em outros ambientes deste tipo.

Ainda na mesma região, Góes et al. (2016) avaliaram a composição fitoplanctônica ocorrente em dois Pesqueiros do município de Crato/CE, a partir dos quais identificaram 100 táxons, sendo Chlorophyta a mais representativa com (56%), seguidas de Euglenophyta (18%), Cyanobacteria (16%), Bacillariophyta (7%) e Dinophyta (3%). Com relação à variação sazonal, estas divisões estiveram presentes em ambos os períodos (chuvoso e seco). Verificaram ainda, a ocorrência de espécies de Cianobactérias potencialmente tóxicas, fato este que sinaliza a necessidade de monitoramento desses ambientes a fim de manter a qualidade da água para o desenvolvimento adequado dos peixes.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, S. R.; SEIXAS, E. N.; TAVEIRA, L. K. P. D.; ROQUE, R. de L.; MELO JÚNIOR, H. N. Avaliação ambiental, físico-química e microbiológica do pesque-pague do Clube Recreativo Grangeiro, Crato-CE. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano VI, v.10, n.1, dez. 2011.

ALVES, W. S.; SILVA, P. B.; MELO JÚNIOR, H. N. Variação sazonal da qualidade da água em pesque pague do Semiárido Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano XI, v. 15, n.1, out, 2016.

ARÁUJO, R. L.; SANTANA, H. P.; NETO, M. P. N.; CHARMOSO, D. S.; CARNEIRO, E. S.; LIMA, J. P.; OLIVEIRA, A. T. Qualidade microbiológica da água em sistemas de cultivo de Tambaqui na Região Metropolitana de Manaus e sua relação com as práticas de manejo. **Revista de Educação e Tecnologia do IFAM**, n.4, v.1 – junho, 2020.

BACCARIN, A. E.; LENARDO, A. F. G.; TACHIBANA, L.; CORREIA, C. F. Piscicultura em comunidade remanescente de Quilombo: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, SP, v. 39, n.11, nov. 2009.

BATISTA, F. P.; ESTENDER, A. C. Manejo sanitário e os empreendimentos aquícolas: análise da qualidade da água em Pesqueiros. **X ENEDS**- Rio de Janeiro/RJ, 10 a 13 setembro.

BEIRUTH, Z.; TUCCI-MOURA, A.; FERRAGUT, C. & MENEZES, L.C.B. Caracterização e variação sazonal do fitoplâncton de tanques de aquicultura. **Acta Limnologica Brasiliensia**.v.10, n.1, p. 21-36, 1998.

BUENO, A. S.; RODRIGUES, E. S.; MARUYAMA, L. S.; CASTRO, P. M. G.; Evaluation of water quality in fee-fishing pounds located in Guarapiranga's sub basin, Upper Tietê River basin, São Paulo State. **Brazilian Journal of Biology**, v.80, n.2, p. 319-329, 2020.

CALIJURI, M. do C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. C. A. dos. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMa, 2006. 118 p.

CASTRO, P. M. G.; MARUYAMA, L. S.; BEZERRA DE MENEZES, L. C.; MERCANTE, C. T. J. Perspectivas da atividade de Pesqueiros no Alto Tietê: Contribuição à gestão de usos múltiplos da água. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.32, n. 1, p. 1-14, 2006.

COSTA, S. M.; APPEL, E.; MACEDO, C. F.; HUSZAR, V. L. M. Low water quality in tropical fishponds in southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 3, p.1181-1195, 2014.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A. SADO, R.Y. BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente- o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

DATTA, S. E JANA, B. B. Control of bloom in a tropical Lake: grazing efficiency of some herbivorous fishes. **J. Fish Biol.** v. 53, p. 12 – 34, 1998.

ELER, M.N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p. 33-44,2007.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos em Limnologia**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência LTDA e FINEP, 2011. 826.

FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Pesque-pague: Negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 115-120, 2003.

GÓES, M. I. L.; OLIVEIRA, E. C. C.; SANTOS, C. N.; CAMPOS, T. F.; MACÊDO, J. C. A.; LACERDA, S. R. Microalgas Planctônicas (Chlorophyta) em Pesqueiro na Região do Cariri-Ceará. In: 62º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. **Anais do 62º Congresso Nacional de Botânica**, Fortaleza, 2011.

GÓES, M.I.L.; NASCIMENTO, K.J.; RANGEL, A.J.; CAVALCANTE, F.C., OLIVEIRA, E.C.C., LACERDA, S.R. Diversidade de microalgas planctônicas em sistema

de pesque-pague na região do Cariri-Ceará. **64º Congresso Nacional de Botânica**. Belo Horizonte, 10-15 de novembro de 2013.

GÓES, M.I.L.; NASCIMENTO, K.J.; FERREIRA, R.J.; SANTOS, T.M.; LACERDA, S.R. Planktonic microalgae in recreational fishponds of The Crato municipality, Ceará State/Brazil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.9, n.1, p. 163-179, jan./mar. 2016.

HONDA, R.Y.; MERCANTE, C. T. J.; VIEIRA, J. M. dos S.; ESTEVES, K. E.; CABIANCA, M. A. de A.; AZEVEDO, M. T. de P. Cianotoxinas em Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E. e; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, p. 49-62, 2006.

HURTADO, F. B.; COSTA, R. L.; FIGUEIREDO, F. M. QUEIROZ, C. B.; BAY, M. Diversidade fitoplanctônica da piscicultura Santa Helena, Alvorada D'Oeste, RO: Ocorrência de floração de Cianobactérias. **IX Jornada Científica- CEDSA**, Porto Velho/RO, 27 a 29 de novembro de 2014.

KITAMURA, P.C; LOPES, R.B.; JÚNIOR, E.G.C.; QUEIROZ, J.F. Avaliação ambiental e econômica dos lagos de pesca esportiva na bacia do Rio Piracicaba. Instituto de zootecnia. **Boletim Industrial animal**, N. Odessa, v. 56, n.1, p.95-107,1999.

KUBITZA, F. Off-flavor nos peixes cultivados. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 84, p.15-25, 2004.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo. v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008.

LADISLAU, D. S.; TAKIYAMA, L. R.; SOUZA, P. L.; RIBEIRO, M. W. S.; ARIDE, P. H. R.; LAVANDER, H. D.; BASSUL, L. A.; MATTOS, D. C.; CARDOSO, L. D.; OLIVEIRA, A. T. Avaliação da qualidade da água em pisciculturas de Macapá, Amapá. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 402-417, 2020.

- LOPES, J. C. O. **Técnico em agropecuária: piscicultura**. EDUFPI, 2012. 80p.
- MACEDO, C. F. & SIPAÚBA-TAVARES, L. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequências e recomendações. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.36, n.2, p. 149-163, 2010.
- MATSUZAKI, M. MUCCI, J.L.N. ROCHA, A.A. Comunidade fitoplanctônica de um Pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 8, n.5, p. 678-86, 2004.
- MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.
- MERCANTE, C. T. J.; MARTINS, Y. K.; CARMO, C. F.; OSTI, J. S.; PINTO, C. S.R. M.; TUCCI, A. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Bioikos**, Campinas, v. 21, n.2, p. 79-88, jul/dez, 2007.
- MERCANTE, C. T. J.; PEREIRA, J. S.; MURUYAMA, L. S.; CASTRO, de P. M. G.; MENEZES, de L. C. B.; SENDACZ, S.; GENARO, A. C. D. Qualidade da água de efluentes de Pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 41-52, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cianobactérias/ Cianotoxinas: procedimentos de coleta, preservação e análise**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasil: Ministério da Saúde, 2015. 106 p. Disponível em: <www.saude.gov.br/svs>.
- OLIVEIRA, R. C.O panorama da Aquicultura no Brasil: A prática com foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v.2, n.1, 2009.

PANDOLPHO, L.V. R. A. B.; GUIMARÃES, A. G.; DEUS, R. B. de; NASCIMENTO, A. G. do; GUARDA, V. L. M. Identificação e teste de toxicidade "in vivo" do extrato bruto de cianobactérias em pesque-pagues da região dos Inconfidentes - MG. **Revinter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 1, p. 29-44, 2013.

PEZZATO, L.E.; SCORVO, F.J.D. Situação da aquicultura na região sudeste. In: VALENTI, W.C. (Ed.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq. Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 73-106, 2000.

QUEIROZ, J. F. de; MACHADO, T. A.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. Indicadores para avaliação ambiental em pesque-pagues nas dimensões ecologia da paisagem e qualidade da água. Jaguariuna, Embrapa Meio ambiente, **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. 39 p, 2006.

REYNOLDS, C. S. **Ecology of Phytoplankton: Ecology Biodiversity an Conservation**. Cambredge, 2006.

RODRIGUES, E. M. C.; BARRETO, L. N.; FERREIRA-CORREIA, M. M. & SILVA, M. R. C. Variação Temporal do fitoplâncton em um rio tropical pré-amazônico (Rio Pindaú, Maranhão, Brasil). **Ciência e Natura**, v.37, n.2, p.241-251, 2015.

ROJAS, N. E. T.; SANCHES, E. G. Considerações sobre a Implantação e o Manejo de Sistemas Aquaculturais Esportivos. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, p.177-200, 2006.

ROSINI, E. F.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, São Paulo v.39, n.1, 2012.

ROSINI,E.F.;SANT'ANNA,C.L. & TUCCI,A. Scenedesmaceae (Chlorococcales Chlorophyceae) de Pesqueiros da região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: Levantamento florístico. **Hoehnea**, v. 40, n.4, p. 661-678, 4 fig., 2013a.

ROSINI, E. F.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Cyanobacteria de Pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 399-417, 2013b.

SANCHES, E. G., GRAÇA-LOPES, R. Avaliação da dinâmica de movimentação de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva tipo “pesque e solte”. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.7, n.1, p. 38-46, 2006.

SANCHES, E. G.; LOPES, R. G. Avaliação da aquisição, estocagem e venda de peixes em um estabelecimento de pesca esportiva. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 365-372, 2009.

SANDRE, L. C. G. de.; TAKAHASHI, L. S.; FIORELLI, J.; SAITA, M.V.; GIMBO, R. Y.; RIGOBELLO, E. C. Influência dos fatores climáticos na qualidade de água em pesque-pagues. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n.3, p. 509-518, 2009.

SANDRE, L. C. G. de; TAKAHASHI, L. S.; SAITA, M. V.; GIMBO, R. Y.; FIORELLI, J. Características de Pesqueiros do Município de Dracena/ SP e sua Influência na Qualidade de Água. In: **IV SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS E V ENCONTRO DE ZOOTECNIA UNESP. DRACENA**, São Paulo/ SP, setembro, 2008.

SANT'ANNA, C.L.; GENTIL, R.C.; SILVA,D. Comunidade Fitoplanctônica de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K.E. e SANT'ANNA, C.L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima. p.49-62,2006.

SILVA, I. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; SANTOS, A. A. O.; MALAGUTTI, E. N. Avaliação da qualidade da água dos pesque-pagues localizados na Bacia do Rio Corumbataí, SP (Brasil). **Holos Environment**, v.12, n.2, p.179, 2012.

SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. 2007. Qualidade da Água na Piscicultura, **Boletim de Extensão da UFLA**, Lavras, MG, n. 94, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Aspectos limnológicos de um viveiro utilizado como abastecimento de água para sistemas de aquicultura. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.19, p.59-64, 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; GOMES, J. P. F.S. & BRAGA, F. M. S. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* (“Tambaqui”), ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.15, n.3, p.95-103, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., GUARIGLIA, C. S. T.; BRAGA, F. M. S. Effects of rainfall on quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 643-649, 2007.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: A nova fonte para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim Regional, urbano e ambiental**, (17) jul-dez, 2017.

SOUZA, S. M. G.; MATHIES, V. D.; FIORAVANZO, R. F. Off-flavor por geosmina e 2-Metilisoborneol na aquicultura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 835-846, abr. 2012.

SOUSA, E. C. P. M.; TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura Fundamental**. 4^a ed. São Paulo. Ed.Nobel: Companhia Agrícola Imobiliária e Colonizadora. 1985. 88 p.

TAVARES-DIAS, M. Piscicultura Continental no estado do Amapá: Diagnóstico e Perspectivas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, ISSN 1517-4867. Dezembro, 2011.

TIAGO, G. G.; GIANESELLA, S. M. F. O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n.1, p.1-7,2003.

VIEIRA, B.H.; PEREIRA, R.H.G; DERBÓCIO,A.M. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica de um ecossistema utilizado para o cultivo de peixes em tanque-

rede, Pantanal de Miranda, MS. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.35, n. 4, p. 567-576, 2009.

WANG, X.; QIN, B.; GAO.; AND PAERL, H. W. Nutrient enrichment and selective predation by zooplankton promote *Microcystis* (Cyanobacteria) bloom formation. **Journal of Plankton Research**, v. .32, n.4, p.457-470, 2010.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Capítulo 1: Comunidade Fitoplanctônica: organismos invisíveis de um ambiente Pesqueiro no Distrito de Arajara, Barbalha-Ceará.

Elizângela Maria Ferreira Ricarte^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-2010-9981>

Joice Layanne Guimarães Rodrigues¹

<https://orcid.org/0000-0002-0683-5602>

Gabriel Messias da Silva Nascimento¹

<https://orcid.org/0000-0002-6487-2890>

Rosimara de Sales Vieira²

<https://orcid.org/0000-0002-4629-7087>

Naara Vasques Costa Landim²

<https://orcid.org/0000-0002-4348-467X>

Natália Marco de Oliveira²

<https://orcid.org/0000-0001-7443-8003>

José Walber Gonçalves Castro¹

<https://orcid.org/0000-0002-5791-5880>

José Augusto Soares de Araújo¹

<https://orcid.org/0000-0003-4617-0067>

Elaine Cristina Conceição de Oliveira²

<https://orcid.org/0000-0002-2593-4390>

Tâmara Almeida e Silva³

<https://orcid.org/0000-0002-9265-8285>

Sírleis Rodrigues Lacerda²

<https://orcid.org/0000-0002-1358-2420>

¹Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, Universidade Regional do Cariri-URCA/ Laboratório de Botânica/ Rua Coronel Antônio Luiz, n. 1161, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63100000.

² Laboratório de Botânica/ Universidade Regional do Cariri (URCA)/ Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) /Rua Coronel Antônio Luiz, n. 1161, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63100000.

³ Universidade do Estado da Bahia-UNEB/ Departamento de Educação (DEDC)- campus VIII - Paulo Afonso – BA.

*Autor para correspondência: Elizângela Maria Ferreira Ricarte, Vila São Francisco, Rua Paulo Antônio de Sousa, nº263, Crato-CE. Telefone: (88)99635-2020. Email: elizsalvatore10@gmail.com.

Keywords: Phytoplankton community; Eutrophication; Monitoring; Fishing boat.

Título (Versão Resumida): Comunidade Fitoplanctônica em um ambiente pesqueiro

SEÇÃO AABC: Publicações.

Resumo:

Os Pesqueiros abrigam uma diversa gama de microrganismos fitoplanctônicos, que garantem a manutenção do ambiente, no entanto em condições adversas podem causar efeitos negativos para a biota aquática. Assim, objetivou-se identificar a composição da comunidade fitoplanctônica do Pesqueiro (pesque-pague) Arajara-Park, desenvolvendo formas de manejo mais efetivos nesse ambiente, buscando promover o melhor desenvolvimento dos organismos ali produzidos. A comunidade fitoplanctônica, esteve representada por 73 taxa e quatro variedades, distribuídos em quatro divisões: Chlorophyta (69%), Cyanobacteria (11%), Euglenophyta (8%), Bacillariophyta (11%) e Dinophyta (1%). A maior riqueza de espécies pertenceu a divisão Chlorophyta, seguida de Cyanobacteria, assim como a densidade. Registrou-se a presença de uma espécie dominante *Scenedesmus ecornis*, e 19 espécies apresentaram-se como Muito Frequentes, espécies estas características de ambientes eutrofizados. Quanto a diversidade das espécies, a estrutura do Pesqueiro esteve representada por 75% considerada de média diversidade e 17% de alta diversidade. E a equitabilidade apresentou distribuição uniforme ao longo da pesquisa, que se caracterizou pela dominância das Clorofíceas, quali e quantitativamente. Conclui-se que há necessidade de monitoramento mais efetivo, tendo em vista que a grande parte esteve representado por espécies eutróficas e algumas tóxicas, e que podem influenciar na dinâmica do ambiente e na saúde pública.

Palavras-chave: Pesqueiro; Comunidade Fitoplanctônica; Eutrofização, Monitoramento.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial a todas as formas de vida que habitam o planeta, sendo um recurso renovável e necessário para o funcionamento e desenvolvimento de todos os seres vivos. Sua utilização pela sociedade humana visa atender as necessidades pessoais da população, atividades econômicas e sociais. Dentre os múltiplos usos da água encontra-se a prática da pesca esportiva, ramo da aquicultura, que utiliza os recursos hídricos para a criação de alevinos em cativeiro (Tundisi 2005, Mardini & Ferreira 2010, Souza et al. 2014).

A aquicultura está relacionada ao cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos, répteis, algas e qualquer outra forma de vida aquática, em um espaço confinado e controlado, que apresentam interesse econômico produtivo (Schulter; Vieira Filho 2017). Dentre os ramos que compõem esta atividade, temos a piscicultura, que se sobressai como uma alternativa a ser experimentada na agricultura familiar, pela grande produtividade por área e também por ter como produto final um alimento proteico de alto valor nutricional, sendo esta uma atividade rentável e uma das principais fontes alternativas para a complementação da renda de muitos brasileiros (Baccarin et al. 2009, Costa et al. 2017).

Os sistemas aquaculturais destinados a pesca esportiva podem ser do tipo pesque e pague, pague e pesque ou pesque e solte, e genericamente podem ser chamados de Pesqueiros. Esse tipo de atividade de lazer e empreendedorismo, encontra-se centrada nos grandes centros urbanos, destinada a pesca esportiva, buscando não apenas atender aos sistemas de comercialização de peixes, como também aos serviços de lazer em ambientes naturais e aos múltiplos usos alternativos dos corpos d'água (Rojas & Sanches 2006, Mercante et al. 2011).

Podem ser lagos artificiais ou naturais, em que os alevinos são criados a base de ração, para que seu desenvolvimento seja rápido e o ganho de peso ocorra em curto período de tempo. No entanto, o grande aporte de nutrientes na coluna d'água devido à introdução de rações e excreções dos alevinos, assim como a adubação orgânica, ocasionam o fenômeno de eutrofização artificial, gerando florações de organismos componentes do fitoplâncton, que acarretam prejuízos para biota aquática (Cyrino et al. 2010, Pandolpho et al. 2013).

Estando o fitoplâncton constituído por organismos microscópicos que flutuam livremente na massa d'água composto por algas e cianobactérias, fundamentais nos

ambientes aquáticos, sendo produtores primários dos ambientes, constituindo a base da teia trófica (Sant'Anna et al. 2006a). Segundo Esteves (2011), os principais grupos do fitoplâncton que se encontram nos ambientes de água doce são: Cyanophyta (Cyanobacteria), Chlorophyta, Charophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta (Diatomáceas) e Dinophyta.

Sendo os organismos que compõem essa comunidade fundamentais na manutenção da qualidade de água em níveis adequados para a criação dos organismos aquáticos, uma vez que interferem diretamente na produção e dinâmica de gases no viveiro, por meio da fotossíntese e respiração (Mercante et al. 2011). O manejo inadequado acaba acelerando o processo de eutrofização, levando à proliferação da comunidade biológica e a baixa qualidade da água, ocasionando uma predominância de espécies de cianobactérias tóxicas (Matsuzaki et al. 2004).

Entende-se por manejo sanitário, o conjunto de ações que visam garantir o bem estar animal, por meio de protocolos seguidos pelos proprietários, que garantem o sucesso do empreendimento. No entanto, há a uma escassez em relação as boas práticas de manejo, assim como conhecimento técnico para os proprietários, a alta estocagem dos animais e o alto arraçoamento, que acaba deteriorando a qualidade da água. Neste contexto, a criação e implantação do manejo adequado e consciente são fundamentais para o crescimento sustentável dessa modalidade geradora de renda às famílias (Batista & Estender, 2013).

Sobretudo, apesar da importância da comunidade fitoplanctônica para a piscicultura, são raros os estudos voltados para a análise de microalgas em Pesqueiros, e praticamente nada se sabe sobre os grupos dominantes, espécies tóxicas e florações. Apesar de que a composição taxonômica e a diversidade do fitoplâncton, são fundamentais para a avaliação da saúde do ambiente, bem como a descoberta de prováveis causas de danos ecológicos (Sant'Anna et al. 2006a, Gentil et al. 2008, Costa et al. 2014,).

Diante da escassez de pesquisas referentes à comunidade fitoplanctônica de ambientes Pesqueiros, tendo em vista o crescimento desses empreendimentos na Região do Cariri, o presente estudo tem por objetivo determinar os organismos componentes da comunidade fitoplanctônica (microalgas) de um ambiente Pesqueiro (pesque-pague), localizado no Parque Aquático Arajara-Park, distrito de Arajara, Barbalha – CE, em dois períodos sazonais, buscando compreender a dinâmica de funcionamento do ambiente, além da observação de uma possível ocorrência de espécies de Cianobactérias tóxicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

O ambiente Pesqueiro escolhido para o desenvolvimento da pesquisa localiza-se no Parque Aquático Arajara-Park ($7^{\circ}19'59,1''$ S, $39^{\circ}24'35''$ W), Município de Barbalha, ao sul do Estado do Ceará, encontra-se a 415 metros de altitude e a 550 quilômetros da capital do estado, Fortaleza (Figura 1). Possui uma precipitação média de 1047,9 mm, com 66,3% das chuvas ocorrendo entre os meses de janeiro a abril, apresenta temperatura média anual em torno $24,1^{\circ}\text{C}$, oscilando de $22,1^{\circ}\text{C}$ em julho a $25,8^{\circ}\text{C}$ em novembro (Silva et al. 2013, IPECE 2020, IBGE 2020). O Pesqueiro Arajara-Park possui diâmetro de 22 metros e profundidade de 2,70 m, destinado à criação de alevinos para a prática esportiva, conhecido como Pesque-Pague. Três espécies de alevinos são cultivadas nesse ambiente: *Colossoma macropomum* Cuvier (Tambaqui), *Oreochromis niloticus* Linnaeus (Tilápia-do-Nilo) e *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider (Tucunaré).

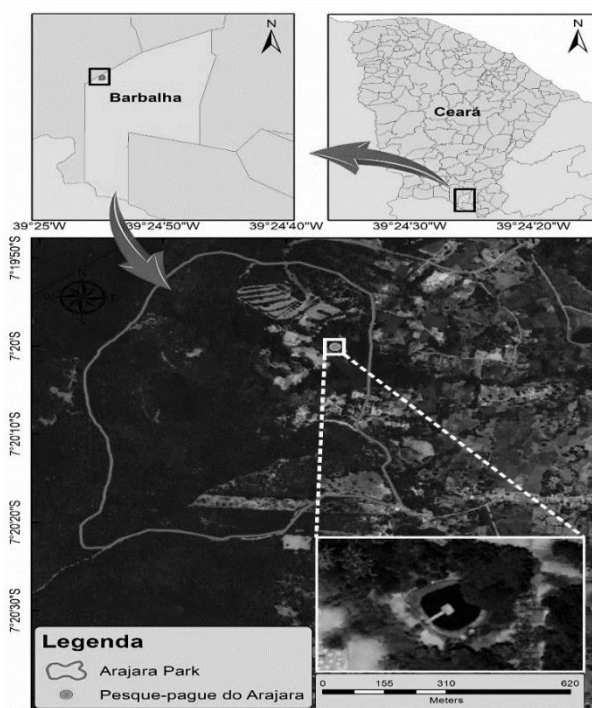


Figura 1. Localização da Área de Estudo, Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha- CE.

Fonte: RICARTE, 2017.

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período chuvoso/2020 (janeiro a março), período seco/2020 (agosto a novembro), período pré-chuvoso e chuvoso /2020-2021 (dezembro a abril). A determinação dos períodos para realização das coletas,

foi definido com base nos dados de precipitação disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2020/2021).

O Parque Aquático Arajara-Park, foi inaugurado no dia 21 de abril de 2002, licenciado pelos órgãos ambientais Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). O parque integra a Área de Proteção Ambiental (APA), localizada na Floresta Nacional do Araripe (FLONA).

O arraçoamento (ato de alimentar os peixes com ração ou outro tipo de alimento) no ambiente em estudo se dá por meio da distribuição de ração tipo extrusada de forma manual, sendo acondicionada a um recipiente de 1kg e fornecida pela manhã, durante quatro dias da semana (segunda a quinta-feira), não sendo disponibilizada de sexta a domingo, devido a abertura do parque para o público ocorrer nesses dias, e a ausência de ração distribuída para os animais facilita a sua captura pelos os frequentadores do parque, segundo informações repassadas pelos funcionários do Parque Aquático.

Estudos Taxonômicos

Coleta e Análise do Fitoplâncton

O material foi obtido através de arrastos superficiais com auxílio da rede de plâncton, abertura de malha de 20 μm , na principal área do lago por meio de arrastos horizontais, nos quais os organismos foram filtrados e com auxílio de uma pisseta de água destilada, efetuou-se a lavagem, de fora para dentro do copo, retirando os organismos aderidos, e posteriormente acondicionado em frascos de polietileno e preservados com formol a uma concentração final de 4% (Newell & Newell, 1968; ANA, 2011). Realizou-se também para o estudo do Fitoplâncton total (Densidade celular), a coleta manual na superfície do Pesqueiro, e o material obtido foi preservado com Lugol acético na proporção de 1:100, para posterior análise taxonômica no Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri (LaB/URCA).

A análise qualitativa da composição fitoplanctônica (microalgas) consistiu na identificação dos táxons em nível genérico e, quando possível, infra-genérico a partir de lâminas semipermanentes. Com base, no exame morfológico dos organismos presentes utilizou-se Microscópio Óptico marca Motic BA310 (ocular micrometrada e câmera fotográfica acoplada). Em seguida, analisou-se uma quantidade de lâminas suficiente para avaliar uma população de 100 indivíduos de cada táxon para cada amostra. Para

identificação e sistematização dos táxons utilizou-se bibliografia especializada (chaves de identificação e atlas).

Para a densidade do fitoplâncton, as amostras foram homogeneizadas, colocadas em câmaras de 10 ml e sedimentadas, durante 24 horas. A contagem foi realizada com o auxílio do Microscópio Invertido modelo Zeiss Axiovert 40 CFL com aumento de 400 vezes. Aplicou-se o método descrito por Utermöhl (1958), onde os resultados foram apresentados em células por Litro.

A análise da riqueza de espécies foi realizada com base no número de táxons infragenéricos por amostra. E a Frequência de ocorrência foi expressa em termos de porcentagem, conforme recomendações de Mateucci & Colma (1982), e os táxons classificados nas seguintes categorias: Muito Frequente ($>70\%$), Frequente ($\leq 70 > 40\%$), Pouco Frequente ($\leq 40 > 10\%$) e Esporádica ($\leq 10\%$).

As espécies dominantes foram determinadas de acordo com Lobo & Leighton (1986), na qual foram consideradas dominantes as que apresentaram $>50\%$ da densidade total da amostra e abundantes aquelas cujas densidades superaram a densidade média da amostra. A densidade média da amostra foi calculada dividindo-se o valor da densidade total pelo número de espécies (Riqueza) encontradas na referida amostra.

Para o Índice de diversidade, seguiu-se as recomendações de Shannon & Weaver (1963), sendo a diversidade classificada em: Alta $\geq 3,0 \text{ bit.cel}^{-1}$, Média $\geq 2,0 < 3,0 \text{ bit.cel}^{-1}$, Baixa $\geq 1,0 < 2 \text{ bit.cel}^{-1}$ e Muito baixa $< 1,0 \text{ bit.cel}^{-1}$. Enquanto que o Índice de equitabilidade foi avaliado de acordo com Lloyd & Ghelardi (1964). Este índice varia de 0 a 1, sendo $> 0,5$ considerado significativo e equitativo, representando uma distribuição uniforme das espécies na amostra, e quanto mais próximo de zero, menor será a equitabilidade.

Os dados foram organizados no programa EXCEL, e para as análises estatísticas utilizou-se o Software Bioestat 5.0. Quanta a organização dos dados, os mesmos foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade, através dos testes de *Shapiro Wilk* e de *Levene* ($p < 0,05$), respectivamente. Em relação a Análise de variância (ANOVA), assim como o Teste *T de Student*, foram utilizados para os dados paramétricos e o Teste de *Kruskal- Wallis* para os não paramétricos. Para a densidade realizou-se também a Análise de Variância (ANOVA) bidirecional seguida do pós-teste de Bonferroni, usando o software GraphPad Prism 6.0. (***) $p = 0,0009$. **** $p < 0,0001$).

RESULTADOS

Comunidade Fitoplanctônica

O estudo da comunidade fitoplanctônica do Pesqueiro Arajara-Park, nos períodos sazonais, esteve representado por 73 espécies e quatro variedades (Tabela I), distribuídas em cinco divisões: Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta (Figura 2), e os taxa distribuídos em oito classes, 15 ordens, 24 famílias e 46 gêneros.

Tabela I. Composição Fitoplanctônica registrada no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, de janeiro/2020 a abril de 2021.

Chlorophyta/ Chlorophyceae		Cyanobacteria/ Cyanophyceae
<i>Messastrum gracile</i> (Reinsch) T.S.Garcia in T.S.Garcia & al.	<i>Desmodesmus protuberans</i> (F.E.Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald	<i>Aphanocapsa annulata</i> G.B.Mc Gregor in McGregor, Fabbro & Lobegeiger
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin	<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braun	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West
<i>Kirchneriella lunares</i> (Kirchner) Möbius	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S.West
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) West & G.S.West	<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	<i>Epigloeosphaera brasílica</i> Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komárková
<i>Kirchneriella rosolata</i> Hindák	<i>Scenedesmus indicus</i> Philipose ex Hegewald, Engelberg & Paschma	<i>Limnothrix</i> sp.
<i>Kirchneriella brasiliiana</i> D.Silva, Sant'Anna, Tucci & Comas	<i>Tetradesmus langerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry	<i>Coelomoron tropicalis</i> P.A.C.Senna, A.C.Peres & Komárek
<i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch	<i>Tetrallantos langerheimii</i> Teiling	<i>Chrococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	<i>Pectinodesmus pectinatus</i> (Meyen) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz	<i>Spirulina princeps</i> West & G.S.West
<i>Coenochloris pyrenoidosa</i> Korshikov	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	
<i>Radiococcus fotti</i> (F.Hindák) I.Kostikov, T.Darienko, A.Lukesová, & L.Hoffmann	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	Bacillariophyta/ Bacillariophyceae
<i>Radiococcus</i> sp.	<i>Asterococcus superbis</i> (Cienkowski) Scherffel	<i>Diadesmis confervaceae</i> Kützing
<i>Gloeocystis gigas</i> var. <i>maxima</i> West	<i>Actinastrum aciculare</i> Playfair	<i>Navicula</i> sp.
<i>Coelastrum microporum</i> West	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) E.H.Hegewald	<i>Hindakia tetrachotoma</i> (Printz) C.Bock, Pröschold & Krienitz	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat)	<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve
Hegewald var. <i>armatus</i>	<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald	<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow	<i>Nitzschia navis-varingica</i> Lundholm & Moestrup
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	<i>Surirella</i> sp.
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	<i>Oocystis</i> sp.	Euglenophyta/ Euglenophyceae
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	<i>Cosmarium</i> sp.	<i>Euglenida viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg
<i>Desmodesmus granulatus</i> (West & G.S.West) Tsarenko	<i>Cosmarium contractum</i> O.Kirchner var. <i>sparcipunctatum</i>	<i>Euglena</i> sp.
<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) Tsarenko	<i>Staurastrum</i> sp.	<i>Trachelomonas sculpta</i> Balech
<i>Desmodesmus maximus</i> (West & G.S.West) Hegewald	<i>Euastrum bidentatum</i> Nägeli	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Elakatothrix obtusata</i> Flechtner, J.R.Johansen & H.W.Clark	<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Lemmermann
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald	<i>Zygnema</i> sp.	<i>Pachus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin
	<i>Oedogonium</i> sp.	
		Dinophyta/ Dinophyceae
		<i>Peridinium</i> sp.

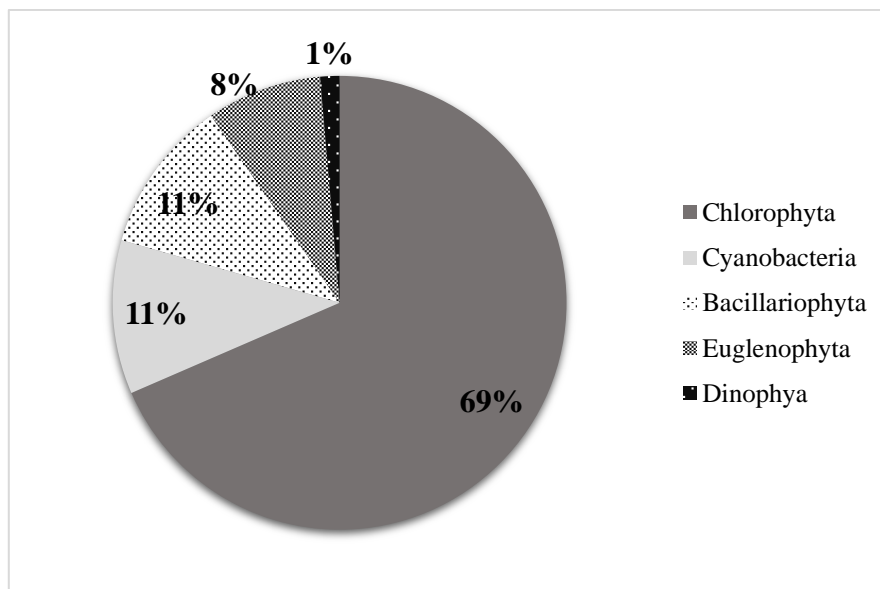


Figura 2. Distribuição percentual dos táxons pelas divisões algais identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE

As algas verdes (Chlorophyta) se sobressaíram sobre as demais, estando representadas por 50 espécies (69%), seguidas pelas algas azuis (Cyanobacteria) e diatomáceas (Bacillariophyta), ambas com oito táxons (11%). As mesmas estiveram representadas pelas seguintes classes taxonômicas: Chlorophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnematomyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Euglenophyceae e Dinophyceae.

Densidade Total do Fitoplâncton

A densidade total do fitoplâncton apresentou variações ao longo da pesquisa com valor máximo 970 org.mL^{-1} (outubro/2020- Período seco) e mínimo de 189 org.mL^{-1} (fevereiro/ 2021- Período chuvoso) (Figura 3). Ao longo do estudo não foram identificadas florações. O valor mínimo obtido no mês de fevereiro/2021 (189 org.mL^{-1}) deve-se ao fato do aumento no índice de chuvas, em que o mesmo foi considerado o 4º mês com o maior índice pluviométrico (252,9 mm) durante o período chuvoso/2020-2021 (FUNCEME, 2021).

Os meses de janeiro a março/2020 e janeiro a abril/2021, foram considerados como os períodos chuvosos, tendo sido o mês de dezembro/2020 considerado como pré-chuvoso, a forma de classificação ocorreu em virtude do aumento nos índices pluviométricos na região. Já os meses de agosto a novembro/2020 corresponderam ao período seco.

A definição dos períodos seguiu as recomendações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos- FUNCEME (2020/2021).

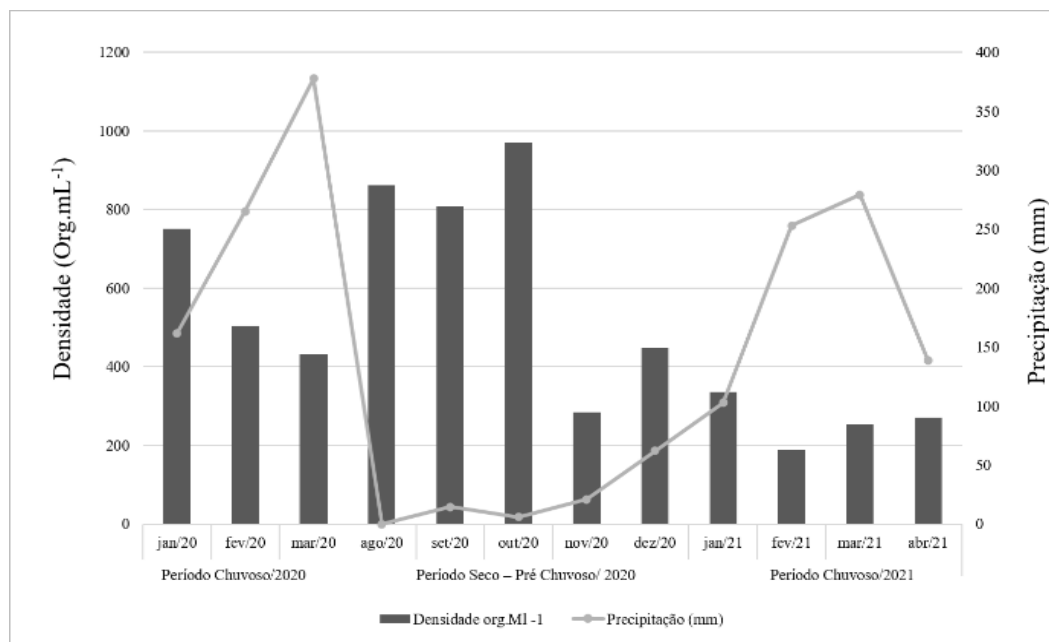


Figura 3. Variação da Densidade Fitoplanctônica do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, no período de janeiro/2020 a abril/2021.

Para a análise dos dados estatísticos utilizou-se como base o cálculo da média, dos meses compreendendo o período chuvoso(2020), em que a média foi 562,3 com desvio padrão de $\pm 168,0$. Considerando o período seco/ pré-chuvoso (2020), o mesmo apresentou média de 674,4 com desvio padrão de apenas $\pm 24,0$. Enquanto que o período chuvoso (2021) apresentou média de aproximadamente 262,0 com desvio de $\pm 60,0$ (Figura 4).

Com base nos dados estatísticos no período seco, o mesmo apresentou menor precipitação e maior densidade de organismos (Figura 4).

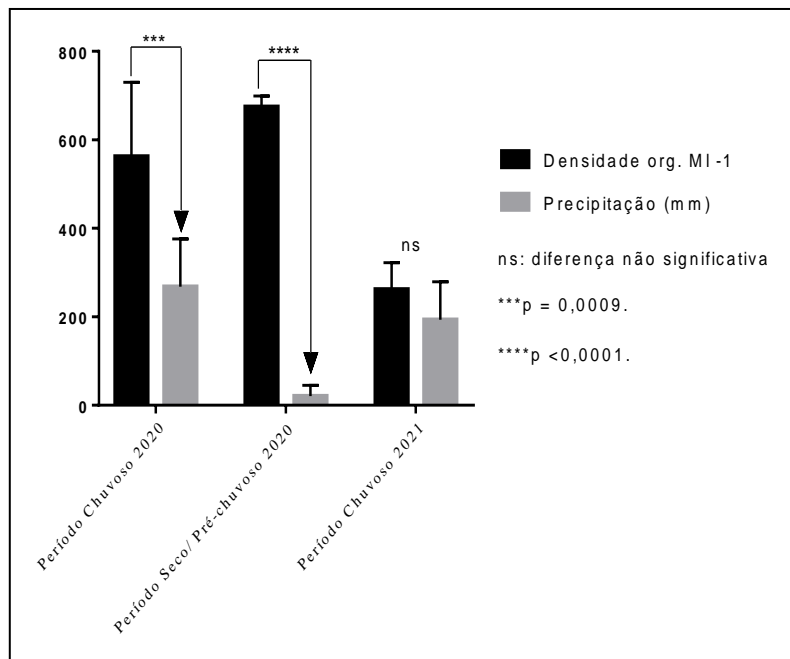


Figura 4. Variação da Densidade dos organismos fitoplanctônicos com base na precipitação no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.

A maior densidade de espécies esteve atribuída a divisão Chlorophyta e Cyanobacteria, correspondendo a 73% e 13%, respectivamente (Figura 5).

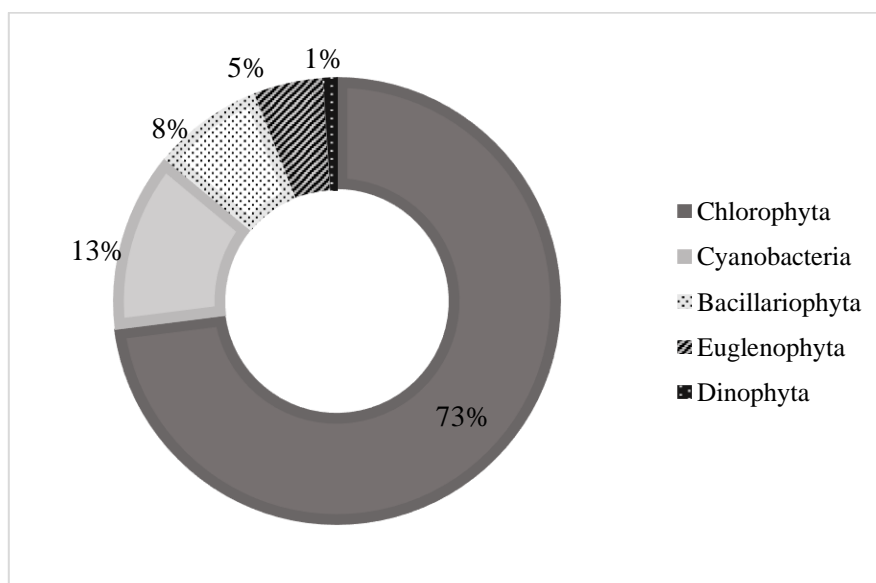


Figura 5. Distribuição percentual da densidade fitoplanctônica em relação as divisões encontradas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE.

Dominantes e Abundantes

Dentre os 73 taxa registrados no Pesqueiro Arajara- Park, 27 foram considerados abundantes (Tabela II), tendo ocorrido ao longo do período da pesquisa, as seguintes espécies:

Tabela II. Táxons classificados como abundantes ao longo do estudo no Ambiente Pesqueiro Arajara-Park-Barbalha.

Táxons							
Períodos	C/20	S/20	C/21	Períodos	C/20	S/20	C/21
CYANOBACTERIA				<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	x	x	X
SYNECHOCOCCALES				<i>Desmodesmus denticulatus</i>	-	x	X
MERISMOPEDIAACEAE				<i>Desmodesmus granulatus</i>	-	-	X
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	x	x	x	<i>Desmodesmus maximus</i>	-	x	X
<i>Aphanocapsa elachista</i>	x	x	-	<i>Desmodesmus protuberans</i>	x	x	X
CHROCOCCALES				<i>Desmodesmus serratus</i>	x	x	-
CHROCOCCACEAE				<i>Scenedesmus ecornis</i>	x	x	X
<i>Chrococcus turgidus</i>	x	x	-	<i>Tetrallantos langerheimii</i>	x	-	X
CHLOROPHYTA				CHLAMYDOMONADALES			
CHLOROPHYCEAE				PALMELLOPSIDACEAE			
SPHAEROPLEALES				<i>Asterococcus superbus</i>	x	x	X
SELENASTRACEAE				TREBOUXIOPHYCEAE			
<i>Kirchneriella contorta</i>	x	x	x	CHLORELLALES			
<i>Kirchneriella lunares</i>	x	x	x	CHLORELLACEAE			
<i>Kirchneriella obesa</i>	x	x	-	<i>Chlorella</i> sp.	x	x	X
<i>Kirchneriella rosolata</i>	-	x	x	OOCYSTACEAE			
<i>Monoraphidium minutum</i>	x	x	-	<i>Crucigeniella crucifera</i>	x	x	X
RADIOCOCCACEAE				<i>Oocystis borgei</i>	-	x	X
<i>Radiococcus fotti</i>	x	x	x	<i>Oocystis</i> sp.	x	x	-
<i>Radiococcus</i> sp.	x	x	x	BACILLARIOPHYTA			
SCENEDESMACEAE				BACILLARIALES			
<i>Coelastrum microporum</i>	x	x	x	BACILLARIACEAE			
<i>Desmodesmus armatus</i>	x	x	x	<i>Nitzschia navis-varingica</i>	x	x	X
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>	x	x	x				

Legenda: C/20 Período Chuvoso/2020; S/20 Período Seco/2020; C/21 Período Chuvoso/2021; x Presença; - Ausência.

Apenas a espécie *Scenedesmus ecornis* foi considerada dominante, somente em um mês, no período chuvoso (janeiro/2021). As espécies *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus armatus*, *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus* e *Kirchneriella lunaris*, foram consideradas abundantes durante os dois períodos.

Nove espécies estiveram presentes apenas em um período: *Kirchneriella brasiliensis*, *Pectinodesmus pectinatus*, *Tetrastrum triangulare*, *Epigloeosphaera brasílica*, *Euglena* sp., *Phacus longicauda* e *Trachelomonas* sp. no período seco/20, enquanto que

Limnothrix sp. e *Peridinium* sp., no período chuvoso/20. As demais espécies apresentaram-se distribuídas durante os dois períodos.

Frequência de Ocorrência

Em relação à frequência de ocorrência das espécies, 26% (19 sp.) foram consideradas Muito Frequentes, 27% (20 sp.) Frequentes e 30% (22 sp.) Pouco Frequentes e 17% (12sp.) raras/espóradas (Figura 6).

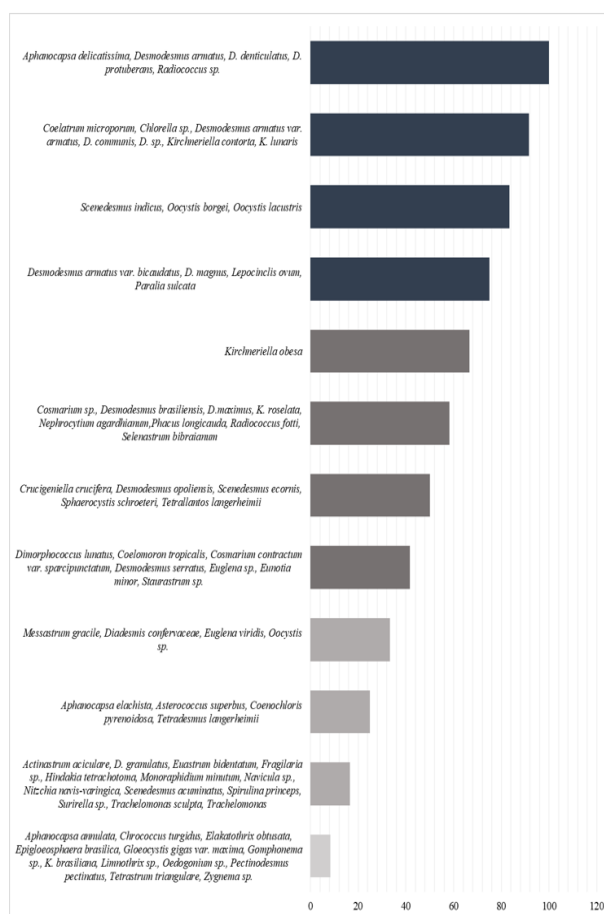


Figura 6. Frequência de Ocorrência das espécies fitoplantônicas de acordo com o período de amostragem, expressa em termos de porcentagem (%). Muito Frequente (>70%), Frequente ($\leq 70 > 40\%$), Pouco Frequente ($\leq 40 > 10\%$) e Esporádica ($\leq 10\%$).

As espécies *Aphanocapsa delicatissima*, *Desmodesmus armatus*, *D. denticulatus*, *D. protuberans* e *Radiococcus* sp., apresentaram 100% de ocorrência durante todo o período de estudo, consideradas como Muito Frequentes. A família Scenedesmaceae, esteve representada por 10 táxons classificados como Muito Frequentes ao longo do estudo.

Riqueza específica

Em relação à riqueza específica, o ambiente Pesqueiro apresentou uma maior diversidade de táxons ao longo dos períodos estudados, tendo apresentado 73 espécies ocorrentes. No período chuvoso (2020) foram registrados 46 taxa, no período seco (2020) 53 taxa, enquanto que no período pré-chuvoso e chuvoso (2020/2021) 48 espécies.

Diversidade e Equitabilidade

A diversidade específica variou ao longo dos períodos, tendo apresentado dois meses com alta diversidade (jan/20 e out/20), nove com média diversidade (fev, mar, set, nov, dez/2020; fev, mar, abr/2021) e apenas um mês com baixa diversidade (jan/21). Os períodos chuvosos/ 2020-2021 apresentaram mínima de 1,74 bits.ind⁻¹(jan/21) e máximo de 3,04 bits.ind⁻¹(jan/20). O período seco/2020 apresentou mínima de 2,19 bits.ind⁻¹(nov/20) e máximo de 3,13 bits.ind⁻¹(out/20), tendo sido registrado os maiores valores.

A estrutura do ambiente Pesqueiro em estudo esteve representada por 75% considerada de média diversidade e 17% de alta diversidade (Figura 7).

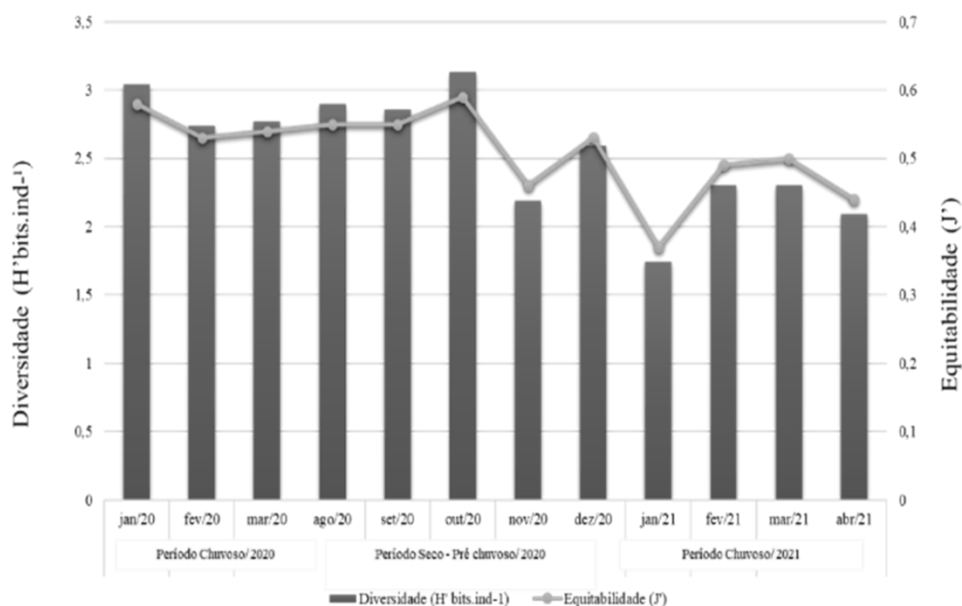


Figura 7. Índice de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/2021.

O índice de equitabilidade apresentou assim como a diversidade, variações expressivas ao longo dos períodos, apresentando 0,37 como valor mínimo (janeiro/2021)

para o período chuvoso e 0,59 (outubro/2020), como valor máximo durante o período seco. Com uma distribuição uniforme das espécies ao longo da pesquisa.

Com base nos dados obtidos, não foram constatadas diferenças significativas ao longo dos períodos sazonais, tanto para os valores de diversidade específica ($F= 1,6059$; $p=0,2325$), quanto para equitabilidade ($F= 1,4188$; $p=0,2605$), tendo os mesmos apresentado homogeneidade (Figura 8).

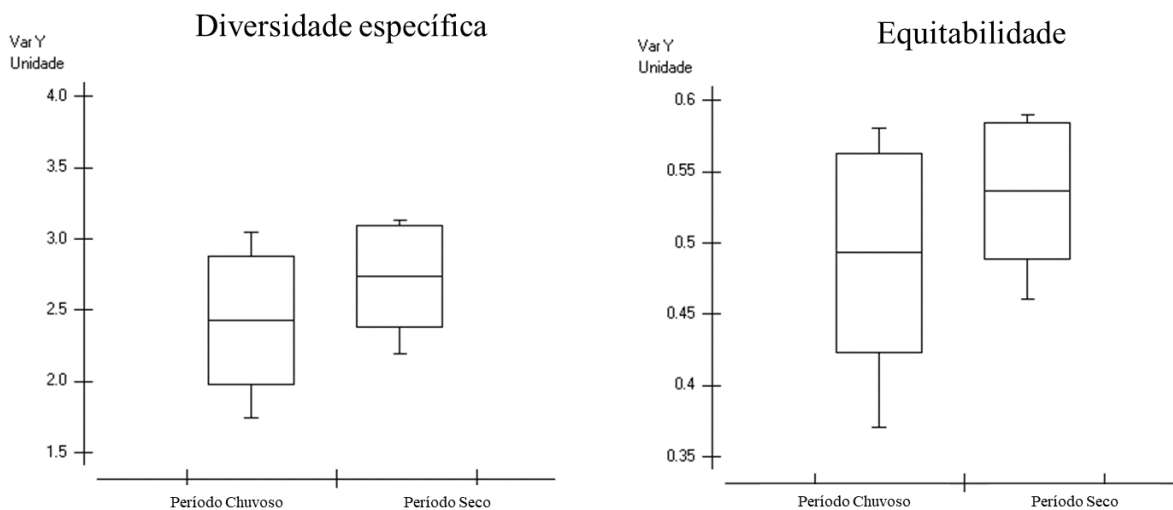


Figura 8. Boxplot dos Índices de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/2021.

DISCUSSÃO

Comunidade Fitoplanctônica

As Chlorophyta habitam praticamente todos os ambientes, ocorrendo tanto em água doce (maioria das espécies) como em oceanos, desde reservatórios a lagos rasos urbanos, eutróficos a oligotróficos, tendo hábito planctônico, perifítico, bentônico ou subaéreo (Sant'Anna et al. 2006b, Franceschini 2010). Estando composta por organismos que correspondem a 90% do fitoplâncton dos ambientes de água doce, fundamentais na manutenção da vida aquática, devido converterem e disponibilizarem energia para os demais elos da cadeia trófica (Bortolucci & Pedroso-de-Moraes 2011, Hurtado et al. 2014).

No Pesqueiro Arajara-Park, a divisão Chlorophyta apresentou o maior número de taxa, predominando durante todo o período do estudo. Sua predominância deve-se principalmente as características do ambiente, como o grau de trofia, profundidade do lago, manejo empregado e arraçoamento, conforme resultados também obtidos por Matsuzaki et al. (2004), Sant'Anna et al. (2006a), Lachi & Sipaúba-tavares (2008), Rosini et al. (2012 e 2013a), Macedo & Sipaúba-Tavares (2005), Mercante et al. (2011) na Região Sudeste, no estado de São Paulo e Góes et al. (2013 e 2016) na Região Nordeste, no Ceará.

O segundo grupo mais representativo foi o das Cianobactérias com oito táxons (11%). Esteves (2011), afirma que as cianobactérias apresentam uma característica que as permite habitar os mais diversos ambientes, vivendo em partes profundas de lagos com ausência de luz, sendo está uma grande capacidade adaptativa que possibilita sua distribuição em todos os biótopos do ecossistema lacustre.

Calijuri et al. (2006) relatam que os ambientes de água doce são os mais propícios ao seu desenvolvimento, devido ao fato de que as mesmas se desenvolvem bem em águas com pH entre 6-9, com temperaturas de 15°C a 30°C, e com grande concentração de nutrientes, assim como são capazes de realizar a fotossíntese em ambientes pouco adequados as células eucarióticas.

Vários autores como Kitamura et al. (1999) e Rosini et al. (2013b) relatam que as cianobactérias estão distribuídas em ambientes eutrofizados, onde comumente podem formar florações tóxicas, como é o caso dos Pesqueiros e o seu crescimento está relacionado com à falta de manejo nestes ambientes.

Assim como as Cyanobacteria, a divisão Bacillariophyta mostrou-se representativa no Pesqueiro Arajara-Park. Gordon et al. (2008) e Armbrust (2009) afirmam que os organismos componentes desse grupo são de suma importância para os ambientes

continentais, apresentam distribuição geográfica ampla, ocorrendo no plâncton de todos os habitats aquáticos. Segundo Reviere (2006), as diatomáceas depois das bactérias, são provavelmente, os organismos aquáticos de distribuição mais ampla, exercendo um papel muito importante como produtores primários.

Ao contrário das Chlorophyta, Cyanobacteria e Bacillariophyta, os grupos que apresentaram menor número de táxons foram as Euglenofíceas (Euglenophyta) com apenas seis taxa (8%) e Dinophyta com apenas uma espécie (1%). Mercante et al. (2004), constatam que a baixa representativa de tais grupos nos ambientes aquáticos, deve-se ao fato da menor competitividade desses organismos em ambientes com condições eutróficas, como é o caso do Pesqueiro em estudo.

Em relação a densidade das espécies, Chlorophyta e Cyanobacteria apresentaram os maiores valores, 73% e 13%, respectivamente. Os valores obtidos foram diretamente influenciados pela precipitação ocorrida no ambiente, tendo em vista que os meses com menores precipitações corresponderam ao período seco e com as maiores densidades de organismos.

Isto é justificado pela média geométrica e a análise dos resultados realizada por ANOVA bidirecional seguida pelo pós-teste de Bonferroni, usando o software GraphPad Prism 6.0. (***p = 0,0009. ****p <0,0001). Este fato também foi verificado no período seco por Matsuzaki et al. (2004); Sant'Anna et al. (2006a), Lachi & Sipaúba-Tavares (2008); Rosini et al. (2012 e 2013) e Pandolpho et al., (2013) na Região Sudeste.

A comunidade fitoplanctônica é diretamente afetada pelas mudanças no ciclo climatológico; sendo influenciada diretamente por alterações na precipitação, segundo Souza & Fernandes (2009). A menor densidade da comunidade fitoplanctônica no Pesqueiro Arajara-Park foi registrada no período chuvoso (2021), e de acordo com Bicudo et al. (1999), este fato ocorre devido a diluição e limitação do crescimento, ocasionada por um maior estresse mecânico sobre a comunidade fitoplanctônica.

Vários autores como Sant'Anna et al. (2006a), Lachi & Sipaúba-Tavares (2008) e Pandolpho (2013) obtiveram dados semelhantes aos registrados na presente pesquisa, a predominância de Chlorophyta seguida de Cyanobacteria. Já Blanco et al. (2013) e Costa et al (2014), constataram a maior densidade de Cyanobacteria seguida de Chlorophyceae ao analisarem viveiros de cultivo de alevinos e pesque-pague, nas regiões Centro-oeste e Sudeste do Brasil, respectivamente.

Quanto as espécies dominantes e abundantes, dos 73 taxa registrados, 27 foram consideradas abundantes, 86% pertenceram à divisão Chlorophyta, representando assim,

altas densidades de organismos, seguida da divisão Cyanobacteria que contribuiu com 11% do total, tendo sido registrada apenas uma espécie dominante, *Scenedesmus ecornis*.

Bicudo & Menezes (2006) e Mouget et al. (2007), relatam que a mesma é uma Chlorophyta unicelular de água doce, comum nos ambientes aquáticos, considerada cosmopolita, e seus representantes são extremamente comuns em qualquer coleta de água, seja em ambientes oligo, meso e principalmente no eutrófico.

As espécies dominantes e abundantes registradas no Pesqueiro Arajara-Park são relatadas por vários autores, como comuns nos ambientes aquáticos, portanto cosmopolitas, por apresentarem ampla distribuição e estarem presentes em ambientes ricos em nutrientes, com grau de eutrofização (Bicudo & Menezes 2006, Henstschke & Torgan 2010, Franceschini et al. 2010, Rosini et al. 2012). Ikpi et al. (2013) relatam que a dominância de Chlorophyta nesses ambientes, pode ser atribuída a facilidade que as mesmas possuem em tolerar mudanças ambientais, ao contrário de outros grupos.

Quanto a frequência, entre as Chlorophyta identificadas no Pesqueiro Arajara-Park e classificadas como Muito Frequentes (19) durante os períodos sazonais, a família Scenedesmaceae apresentou o maior número de táxons (10), e os gêneros mais representativos foram *Desmodesmus* e *Scenedesmus*, com oito e um taxa, respectivamente. Sendo algumas dessas espécies já identificadas por alguns autores, como *Desmodesmus armatus*, *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*, *Desmodesmus communis*, *Desmodesmus denticulatus*, *Desmodesmus protuberans* e *Scenedesmus indicus*, registrados por Lachi & Sipaúba-Tavares (2008), Rosini et al. (2013a) em Pesqueiros da Região Sudeste, e Góes et al. (2016) na Região Nordeste.

Conforme Rosini et al. (2012), entre as Chlorococcales planctônicas, Scenedesmaceae é uma das famílias mais encontradas nos ecossistemas aquáticos, seja pela riqueza de taxa existentes ou pela distribuição cosmopolita de muitos dos seus representantes. Hentschke & Torgan (2010), afirmam que os gêneros *Desmodesmus* e *Scenedesmus* são comuns em água continentais, principalmente ricas em nutrientes, fato este constatado no ambiente em estudo, sendo isto ocasionado devido a introdução de ração e a falta de monitoramento.

Os gêneros *Kirchneriella*, *Coelastrum*, *Chlorella*, *Oocystis* e *Radiococcus* considerados Muito Frequentes ao longo da pesquisa, são habitantes comuns do plâncton dos ambientes de água doce, tendo hábito cosmopolita, desenvolvendo-se bem em águas eutrofizadas, sendo a presença dos mesmos registrada por diversos autores (Bicudo &

Menezes 2006, Lachi & Sipaúba-Tavares 2008, Franceschini et al. 2010, Fuentes et al. 2010, Rosini et al. 2012, Kim 2014, Góes et al. 2016).

Durante todo o período da pesquisa, a espécie *Aphanocapsa delicatíssima* esteve distribuída e considerada como Muito Frequente, tendo 100% de ocorrência. A sua presença em ambientes destinados a pesca esportiva é recorrente, tendo sido registrada nos trabalhos de Rosini et al. (2013) na Região Sudeste e Góes et al. (2016) na Região Nordeste.

Sant'Anna et al. (2006a); Franceschini et al. (2010) relatam que as espécies deste gênero, possuem representantes no perifíton e metafíton de ambientes lóticos e lênticos (comuns em lagos), desenvolvendo-se bem em águas eutrofizadas, além de que o mesmo é um dos gêneros produtores de cianotoxinas (Microcystinas).

As cianotoxinas produzidas por algumas espécies de cianobactérias nos ambientes aquáticos, podem ser classificadas como hepatotoxinas, neurotoxinas, citotoxinas e dermatotoxinas. E quando em altas concentrações, podem afetar as comunidades aquáticas e, posteriormente, os demais organismos que se alimentam dos indivíduos aquáticos contaminados (Ministério da Saúde 2003, Calijuri et al. 2006, Ferrão-Filho 2009).

A espécie *Paralia sulcata*, considerada Muito Frequente nesta pesquisa, é uma espécie eurialina, bentônica e ocasional do plâncton, sendo considerada cosmopolita (Moureira Filho et al. 1990, Buselato & Aguiar 1979).

Constata-se a predominância dessas espécies a trofia do ambiente, tendo em vista que a maioria dos táxons categorizados como Muito Frequentes serem predominantes em ambientes classificados de meso a eutróficos, e pertenceram a divisão Chlorophyta, conforme também verificado por Round (1983), Wetzel (2001), Sant'Anna et al. (2006a), Bicudo & Menezes (2006), Franceschini et al. (2010).

Soldatelli & Schwarzbald (2010) e Sipaúba-Tavares et al. (2019) relatam que os ambientes considerados eutrofizados apresentam o predomínio de algas pertencentes a divisão Chlorophyta, em relação aos demais grupos, fato este verificado ao longo desse estudo.

De acordo com Lachi & Sipaúba-Tavares (2008), os ambientes destinados a criação de peixes tendem a permanecer entre sistema mesotrófico a eutrófico, devido à adubação orgânica ou inorgânica, como também a constante entrada de alimento, pois parte dele não é assimilado pelos alevinos, disponibilizando nitrogênio e fósforo para a água.

Quanto a riqueza específica, o ambiente Pesqueiro esteve composto por uma maior diversidade de táxons ao longo dos períodos sazonais, com 73 espécies ocorrentes,

quando comparado com outros estudos voltados para análise da comunidade fitoplanctônica nesses ambientes, conforme citado por Rosini et al. (2012), (2013a), (2013b) que registraram respectivamente, 38, 26 e 23, Blanco et al. (2013) 41 taxa nas regiões Sudeste e Centro-oeste, respectivamente, e Góes et al. (2013) com 51 taxa na região Nordeste.

Matsuzaki et al. (2004), Sant'Anna et al. (2006a) em pesquisa realizada na região Sudeste, obtiveram resultados semelhantes em ambientes destinados a criação de peixes com pouca profundidade e boa disponibilidade de nutrientes, condições similares ao ambiente estudado. Tucci et al. (2006), Sant'Anna et al. (2006a) afirmam que a predominância a nível de riqueza das classes Chlorophyceae e Cyanophyceae é comum em ambientes rasos, como é o caso do Pesqueiro em estudo.

Segundo Rosini et al. (2012), as clorofíceas são consideradas o grupo melhor distribuído nos variados corpos de águas continentais, assim como são o grupo mais abundante em relação a riqueza de táxons. Já Calijuri et al. (2006) atestam que a presença de Cianobactérias nos ambientes aquáticos se dá em decorrência das características fisiológicas e morfológicas das mesmas, que apresentam extraordinária capacidade adaptativa nos mais diversos ambientes, consideradas excelentes colonizadoras ambientais, o que proporciona grande vantagem em relação aos demais organismos fitoplanctônicos.

Em relação a diversidade específica as taxas variaram nos períodos sazonais onde 75% das amostras apresentaram média diversidade (períodos seco, chuvoso e pré-chuvoso/2020-2021) e 17% apresentaram alta diversidade (períodos seco, chuvoso e pré-chuvoso/2020). As taxas de equitabilidade também apresentaram variações ao longo da pesquisa, em todos os períodos (2020-2021), tendo apresentando 66,6% das amostras com valores de equitabilidade acima de 0,5, indicando distribuição uniforme das espécies. Assim os dados obtidos corroboram com estudos realizados por Góes et al. (2016) em lagos de pesca esportiva na Região do Cariri.

Não foi observada grandes diferenças sazonais na estrutura fitoplanctônica, que se caracterizou pela dominância das Clorofíceas, quali e quantitativamente (dos 73 táxons, 50 pertencem ao grupo das Chlorophytas). Apesar dos índices de diversidade e equitabilidade indicarem um ambiente equilibrado, os dados obtidos indicam a necessidade de monitoramento no Pesqueiro em estudo, classificado em eutrófico com base nas espécies componentes da comunidade fitoplanctônica.

Tucci et al., (2006) atestam que esses corpos d'água apresentam diferentes condições climáticas, ambientais e graus de trofia, o que indica que as clorofíceas estão amplamente distribuídas nas águas continentais brasileiras.

Os resultados obtidos ressaltam a importância do monitoramento das atividades nos ambientes Pesqueiros, tendo em vista que a comunidade fitoplanctônica é uma importante ferramenta no monitoramento dos ambientes aquáticos e quando em excesso pode trazer riscos à saúde pública, por apresentar espécies produtoras de toxinas.

Nota-se a recorrente necessidade de estudos mais constantes como este em ambientes Pesqueiros (pesque-pague), em especial aos localizados na região do Cariri, tendo em vista o crescimento destes empreendimentos ao longo dos anos. Sendo fundamental mais iniciativas como esta, buscando contribuir para o desenvolvimento e funcionamento destes ambientes, promovendo técnicas de manejo mais eficientes.

Macedo & Sipaúba-Tavares (2005) relatam que técnicas de manejo adequadas podem favorecer a estrutura da comunidade planctônica, na medida em que proporcionam densidade de organismos necessários para o desenvolvimento de larvas e alevinos de peixes, assim como prevenir a presença de toxinas e a proliferação de algas que comprometam o sucesso da produção de peixes.

Roja & Sanches (2006) e Matsuzaki et al. (2004) afirmam que para a viabilidade desta atividade, é necessário que regras básicas sejam cumpridas, como a determinação e atendimento a capacidade de suporte de cada ambiente, assim como a utilização de ração de boa qualidade e de boas práticas de manejo, incluindo o constante monitoramento da qualidade da água, por meio das análises físicas, químicas e biológicas.

Portanto, recomenda-se que sejam implantadas medidas mais efetivas de manejo neste ambiente, tais como periodicidade de distribuição da ração e renovação da água do lago, assim como controle da quantidade de alimento a ser disponibilizado no ambiente, bem como a o monitoramento da qualidade da água, por meio da análise das variáveis físico-químicas e microbiológicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela o apoio financeiro para a realização deste estudo, por meio de concessão de bolsa de mestrado, a Elizângela Maria Ferreira Ricarte (a autora). Assim como, agradecemos a Universidade Regional do Cariri-URCA, em especial ao Laboratório de Botânica- LaB/URCA, por todo suporte oferecido para a realização das análises. Bem como ao Parque Aquático Arajara-Park, pela parceria para a realização das coletas.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

EMFR- responsável pela obtenção do material a ser analisado, tabulação e interpretação dos dados; JLGR- responsável pela revisão das referências do presente artigo; GMSN- responsável pela revisão das referências do presente artigo; RSV- responsável pela análise dos dados; NVCL-auxiliar na obtenção do material a ser analisado; NMO- auxiliar na obtenção do material a ser analisado; JWGC – análise dos dados e realização dos cálculos estatísticos; JASA- análise dos dados e realização dos cálculos estatísticos; ECCO- auxílio na interpretação e discussão dos resultados; TAS- auxílio na interpretação e discussão dos resultados; SRL-Orientadora, responsável pela pesquisa, auxílio na interpretação, discussão e redação do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA - ANA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2011. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 327 p.

ARMBRUST E V. 2009. The life of diatoms in the world's ocean. *Natu* 459 (7244): 185-192.

BACCARIN A E, LENARDO A F G, TACHIBANA L & CORREIA, C F. 2009. Piscicultura em comunidade remanescente de Quilombo: um estudo de caso. *Inf Eco*, SP 39(11): 42-47.

BATISTA F P, ESTENDER A C. 2013. Manejo sanitário e os empreendimentos aquícolas: análise da qualidade da água em Pesqueiros. X ENEDS- Rio de Janeiro/RJ, 10 a 13 setembro.

BICUDO C E M & MENEZES M. 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições). São Carlos: RiMa, 508 p.

BICUDO D C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. 1999. In: HENRY R (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp 15:449-507.

BLANCO A J V, SOUSA G P, LIMA J P, MAIA T M, MACHADO S S, COSTA L S O. 2013. Avaliação qualitativa de comunidades fitoplanctônicas em viveiros de pesque-pague e sua relação com a saúde pública em Inhumas/GO, Brasil. XIII Safety, Health and Environment World Congress, July 07-10, Porto, Portugal.

BORTOLUCCI P D & PEDROSO-DE-MORAES C. 2011. Produção de material didático referente à macroalgas marinhas das divisões Chlorophyta, Phaeophyta e Rhodophyta. *Sci Ple* 7(4):1-10.

BUSELATO T C & AGUIAR L W. 1979. Diatomáceas do rio Mampituba, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ihe Sér Bot.*, Porto Alegre, p. 91-123.

CALIJURI M do C. ALVES M S A & SANTOS A C A dos. 2006. Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais. São Carlos: RiMa, 118 p.

COSTA R L, TODESCHINI T, RIBEIRO M J P & TEIXEIRA-OLIVEIRA M. 2017. Florações de cianobactérias potencialmente tóxicas em tanques de pisciculturas da Região centro sul do estado de Mato Grosso. *Biodiv* 16(1): 33-45.

COSTA S M, APPEL E, MACEDO C F & HUSZAR V L M. 2014. Low water quality in tropical fishponds in southeastern Brazil. *An Acad Bras Cienc* 86 (3): 1181-1195.

CYRINO J E P, BICUDO A J A, SADO R Y, BORGHESI R & DAIRIKI J K. 2010. A piscicultura e o ambiente- o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revi Bras Zootec* 39: 68-87.

ESTEVES F A. 2011. Fundamentos em Limnologia. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência LTDA e FINEP, 826 p.

FERRÃO-FILHO A S. Bioacumulação de cianotoxinas e seus efeitos em organismos aquáticos. 2009. *Oecologia Brasiliensis*. 13(2): 272-312.

FRANCESCHINI I M, BURLIGA A L, REVIERS B de, PRADO J F & RÉZIG S H. 2010. Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. Porto Alegre: Artmed, 332p.

FUENTES E V, OLIVEIRA H S B de, CORDEIRO-ARAÚJO M K, SEVERI W, MOURA A do N. 2010. Variação espacial e temporal do fitoplâncton do Rio de Contas, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 5:13-25.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em < www5.funceme.br/app/calendario/ >. Acesso em janeiro de 2021.

- GENTIL R C G, TUCCI A, SANT'ANNA C L. 2008. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. *Hoehnea* 35(2): 265-280.
- GÓES M I L, NASCIMENTO K J, FERREIRA R J, SANTOS T M & LACERDA S R. 2016. Planktonic microalgae in recreational fishponds of The Crato municipality, Ceará state/brazil. *Rev Agrone Mei Ambie* 9(1): 163-179.
- GÓES M I L, NASCIMENTO K J, RANGEL A J, CAVALCANTE F C, OLIVEIRA E C C, LACERDA S R. 2013. Diversidade de microalgas planctônicas em sistema de pesque-pague na região do Cariri-Ceará. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, 10-15 de novembro.
- GORDON R, LOSIC D, TIFFANY M A, NAGY S S & STERRENBERG F A S. 2008. The glass menagerie: diatoms for novel applications in nanotechnology. *Trend biotec* 27(2): 116-127.
- HENTSCHKE G S & TORGAN L C. 2010. *Desmodesmus* e *Scenedesmus* (*Scenedesmeaceae*, *Spaheropleales*, *Chlorophyceae*) em ambientes aquáticos na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodri* 61(4): 585-601.
- HURTADO F B, COSTA R L, FIGUEIREDO F M, QUEIROZ C B, BAY M. 2014. Diversidade Fitoplanctônica da piscicultura Santa Helena, Alvorada D'Oeste, RO: Ocorrência de floração de Cianobactérias. IX Jornada Científica- CEDSA.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/barbalha>>. Acesso: 22 de agosto de 2020.
- IKPI G U, OFFEM B O & OKEY I B. 2013. Plankton distribution and diversity in tropical earthen fish ponds. *Enviro Nat Resou Resea* 3(3): 45-51. 2013.
- IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal 2020: Crato. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/lista/index.htm/>>. Acesso: 15 agosto de 2020.

- KIM Y L. 2014. Floristic survey and five new records of fresh-water coccoid green algae (genus *Cenochloris*, *Radiococcus*, *Schizochlamydes*, and *Thorakochloris*). *Jour Ecol Envir* 37(4): 351-363.
- KITAMURA P C, LOPES R B, JÚNIOR E G C & QUEIROZ J F. 1999. Avaliação ambiental e econômica dos lagos de pesca esportiva na bacia do Rio Piracicaba. Instituto de zootecnia. *Bolet Indus anim N. Odessa* 56(1): 95-107.
- LACHI G B & SIPAÚBA-TAVARES L H. 2008. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. *Bolet Instit Pesc São Paulo* 34(1): 29-38.
- LLOYD M & GHELARDI R J. 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *Jour an Ecolo* 33: 217-225.
- LOBO E & LEIGHTON G. 1986. Estructuras comunitárias del fitocenosis planctônicas Del sistemas de desembocaduras de rios y esteros de el zona central de Chile. *Revis Biol Mari Valparaiso* 22 (1): 1-29.
- MACEDO C F, & SIPAÚBA-TAVARES L H. 2005. Comunidade Planctônica em viveiros de criação de peixes, em disposição sequencial. *Bolet Instit Pesc São Paulo* 31(1): 21-27.
- MARDINI C V & FERREIRA L B L. 2010. *Cultivo de Peixes, Canoas*: Ed. ULBRA, 2000. S Ed. São Paulo: Atlas. 204p.
- MATEUCCI S D & COLMA A. 1982. La metodologia para el Estudio de La Vegetacion. *Collect Monog Cientí s. 1.*(22):168.
- MATSUZAKI M, MUCCI J LN & ROCHA A A. 2004. Comunidade fitoplanctônica de um Pesqueiro na cidade de São Paulo. *Revis Saúd Públi* 38(5): 678-86.
- MERCANTE C T J, CABIANCA M A, SILVA V, COSTA S V, ESTEVES K E. Water quality in fee-fishing ponds located in the São Paulo metropolitan region, Brazil:

analysis of the eutrophication process. **Acta Limnologica Brasiliensis**, São Paulo, 16(1): 95-102, 2004.

MERCANTE C T J, PEREIRA J S, MURUYAMA L S, CASTRO de P M G, MENEZES de L C B, SENDACZ S, GENARO A C D. Qualidade da água de efluentes de Pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 41-52, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano. Impactos na Saúde Pública e processos de remoção em água para consumo humano. Ascom. Brasília, DF. 56p.

MOUGET J, BEESON JR R C, LEGENDRE L & NOÛE J D L. Inadequacy of Rubisco initial and total activities to account for observed rates of photosynthetic carbon dioxide assimilation by *Scenedesmus ecornis*. *European Journal of Phycology* (1993), 28: 99-106, 2007.

MOREIRA FILHO H, VALENTE-MOREIRA I M, SOUZA-MOSIMANN R M de & CUNHA J A. 1990. Avaliação florística e ecológica das Diatomáceas (Chrysophyta, Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Estu Biol Curitiba* 25: 5-48.

NEWELL G E, NEWELL R C. *Marine and Plankton: a practical guide*. London: Hutchinson Educational, 21 p., 1968.

PANDOLPHO L V R A B, GUIMARÃES A G, DEUS R B de, NASCIMENTO A G do, GUARDA V L M. Identificação e teste de toxicidade "in vivo" do extrato bruto de cianobactérias em pesque-pagues da região dos Inconfidentes - MG. *Revinter*.

PARRA O O & BICUDO E M. 1996. *Introducción a la biología y sistemática de las algas de aguas continentales*. Gráfica Andes, Santiago, p. 11 – 268.

REVIERS B. 2006. *Biologia e filogenia das algas*. Porto Alegre: Artmed, 280 p.

ROJAS N E T, SANCHES E G. Considerações sobre a Implantação e o Manejo de Sistemas Aquaculturais Esportivos. In: ESTEVES K E & SANT'ANNA C L. 2006.

Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo.
São Carlos: Rima, 177-200.

ROSINI E F, SANT'ANNA C L & TUCCI A. 2012. Chlorococcales (exceto Scenedes-
maceae) de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento
florístico. Hoeh, São Paulo 39(1): 11-38.

ROSINI E F, SANT'ANNA C L & TUCCI A. 2013a. Scenedesmaceae (Chlorococcales
Chlorophyceae) de Pesqueiros da região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: Levantamento
florístico. Hoeh 40(4): 661-678.

ROSINI E F, SANT'ANNA C L & TUCCI A. 2013b. Cyanobacteria de Pesqueiros da
região metropolitana de São Paulo, Brasil. Rodrig 64(2): 399-417.

ROUND F E. 1983. Biologia das algas. 2. Ed. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
263p.

SANT'ANNA C L, AZEVEDO M T de P, AJUGARO L F, CARVALHO M do C,
CARVALHO L R de & SOUZA R C R de. 2006. Identificação e contagem de Cia-
nobacterias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Janeiro: Interciên-
cia, 58p.

SANT'ANNA C L, GENTIL R C & SILVA D. 2006. Comunidade Fitoplanctônica de
Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES K E & SANT'ANNA
C L. Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo.
São Carlos: Rima. p. 49-62.

SCHULTER E P, VIEIRA FILHO J F R. 2017. Evolução da Piscicultura no Brasil: Di-
agnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia. Instituto de Pesquisa Eco-
nômica Aplicada – Ipea, ISSN 1415-4765.

SHANNON C E & WEAVER W. 1963. The mathematical theory of communication.
University of Illinois Press, Urbana. 131p.

SILVA J A S, MEDEIROS R M, SILVA A A O, SILVA J W O S & MATOS R M. 2013. Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha-CE. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, 22.

SIPAÚBA-TAVARES L H, MILLAN R N, CAPITANO E C O & SCARDOELLI-TRUZZI B. 2019. Abiotic parameters and planktonic community of an earthen fish pond with continuous water flow. *Acta Limn Brasil* 31(13):1-9.

SOLDATELLI V F & SCHWARZBOLD A. 2010. Comunidade fitoplanctônica em lagoas de maturação, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iher Sér Bot Porto Alegre* 65(1): 75-86.

SOUZA J R, MORAES M E B, SONODA S L & SANTOS H C R G. 2014. A Importância da Qualidade da água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *Revis Eletr Prod - REDE* 8(1):26-45.

SOUZA B D A, & FERNANDES V O. 2009. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá, Estado do Espírito Santo, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 31: 245-253.

TUCCI A, SANT'ANNA C L, GENTIL R C & AZEVEDO M T P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoeh* 33(2):147-175.

TUNDISI J G. 2005. *Água no Século XXI: Enfrentamento a Escassez*. 2º ed. São Carlos. RIMA, IIE.

UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommung der quantativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte. Limnol* 9(2): 1-38.

WETZEL R G. 2001. *Limnology lake and river ecosystems*. Elsevier Science, Orlando.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1. Localização da Área de Estudo, Pesqueiro, Parque Aquático Arajara-Park, Barbalha- Ce.

Figura 2. Distribuição percentual dos táxons pelas divisões algais identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE.

Figura 3. Variação da Densidade Fitoplanctônica do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, no período de janeiro/2020 a abril/2021.

Figura 4. Variação da Densidade dos organismos fitoplanctônicos com base na precipitação no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.

Figura 5. Distribuição percentual da densidade fitoplanctônica em relação as divisões encontradas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE.

Figura 6. Frequência de Ocorrência das espécies fitoplanctônicas de acordo com o período de amostragem, expressa em termos de porcentagem (%). Muito Frequente ($>70\%$), Frequente ($\leq 70 >40\%$), Pouco Frequente ($\leq 40 >10\%$) e Esporádica ($\leq 10\%$).

Figura 7. Índice de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/2021.

Figura 8. Boxplot dos Índices de Diversidade (bits.org-1) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE durante o período de janeiro/2020 a abril/2021.

LEGENDAS DAS TABELAS

Tabela I. Composição Fitoplanctônica registrada no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/CE, de janeiro/2020 a abril de 2021.

Tabela II. Táxons classificados como abundantes ao longo do estudo no Ambiente Pesqueiro Arajara-Park- Barbalha.

Capítulo 2: Avaliação da qualidade da água com base nas Variáveis Limnológicas em um ambiente de pesca esportiva, Barbalha-Ceará.

Resumo

A qualidade da água nos ambientes de cultivo é fundamental para o adequado desenvolvimento e equilíbrio sanitário dos peixes cultivados, potencialmente capaz de influenciar qualidade ao produto final, evitando danos para o pescado e, conseqüentemente, à saúde humana. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade da água do Pesqueiro (pesque-pague) Arajara-Park, localizado no Distrito de Arajara, município de Barbalha, com base nas variáveis limnológicas durante dois períodos sazonais, subsidiando formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados. Para a determinação de algumas variáveis limnológicas realizou-se mensalmente a análise em campo das seguintes variáveis físico-químicas: Temperatura da água (°C), Condutividade Elétrica ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$), Potencial Hidrognônico-pH, Oxigênio Dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L), no período chuvoso/2020 (janeiro a março), período seco/2020 (agosto a novembro), e no período pré-chuvoso e chuvoso /2020-2021 (dezembro a abril). Em relação as variáveis analisadas, apenas a Condutividade Elétrica e o Potencial Hidrognônico- pH, estiveram fora da normalidade, e os demais apresentaram-se dentro do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005. Diante dos dados obtidos, recomenda-se que sejam implantadas técnicas de manejo mais eficientes e constantes, que visem o monitoramento variáveis físicas e químicas do Pesqueiro, a fim de propiciar condições saudáveis e favoráveis para o desenvolvimento dos peixes.

Palavras-chave: Piscicultura; Qualidade da água; Variáveis físico-químicas.

Abstract

The quality of water in growing environments is fundamental for the proper development and health balance of farmed fish, potentially capable of quality influenced by the final product, avoiding damage to the fish and, consequently, to human health. Thus, the objective was to evaluate the water quality of the Fishing boat (fish-pay)Arajara-Park, located in the District of Arajara, municipality of Barbalha, based on limnological variables during two seasonal periods, supporting efficient forms of management aimed at maintaining the environment under study, ensuring the well-being of the fish raised there. For the determination of some limnological variables, the field analysis of the following physical-chemical variables was carried out monthly: Water temperature ($^{\circ}\text{C}$), Electrical Conductivity ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$), Hydrogenionic Potential-pH, Dissolved Oxygen ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) and Total Dissolved Solids (mg/L), in the rainy period/2020 (January to March), dry period/2020 (August to November), and in the pre-rainy and rainy period /2020-2021 (December to April). In relation to the analyzed variables, only the Electrical Conductivity and the Hydrogenionic Potential-pH were outside the normal range, and the others were within the recommended by CONAMA Resolution 357/2005. Given the data obtained, it is recommended that more efficient and constant management techniques be implemented, aimed at monitoring physical and chemical variables of the Fishery, in order to provide healthy and favorable conditions for fish development.

Keywords: Pisciculture; Water quality; Physicochemical variables.

INTRODUÇÃO

Os empreendimentos voltados para atividades relacionados a aquicultura conhecidos como Pesqueiros (pesque-pague), vem ocupando posição de destaque em relação a produção econômica no nosso país, se tornando comum nas demais regiões do Brasil, tendo grande visibilidade na produção de peixes, crustáceos e moluscos (LEITÃO et al.,1997; ARAÚJO et al., 2020).

Estes ambientes surgiram como uma alternativa para geração de renda de muitos proprietários rurais, e sua implantação proporciona a geração de empregos e o desenvolvimento de novas tecnologias, tornando-se o principal incentivo para o desenvolvimento da piscicultura comercial (ALENCAR et al., 2011).

A qualidade da água nestes ambientes destinados a criação de peixes, é diretamente influenciada pelas características físicas, químicas e biológicas da água que é utilizada para abastecer os mesmos, como também a espécie cultivada, o manejo empregado e quantidade de ração fornecida para os animais aquáticos (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES,2010).

Alguns autores como Silva; Ferreira; Logato (2007) e Sussel (2008), assinalam que os peixes interferem na qualidade da água por meio de processos como eliminação de dejetos e respiração. Assim como a quantidade de ração fornecida também influencia diretamente na mesma, pois ao ser ofertada grandes quantidades de alimento aos alevinos, ocorrerá a poluição do tanque, já que a mesma é responsável pela eliminação de nutrientes na água, influenciando diretamente no seu comportamento, sua integridade estrutural, desde a saúde até as funções fisiológicas, crescimento e principalmente sua produção, tornando o ambiente impróprio para este tipo de criação.

Nos sistemas intensivos de criação de peixes o tipo de alimento constitui fator essencial para o sucesso ou fracasso do empreendimento. Sendo necessário que se leve em consideração a qualidade do alimento para atender as exigências nutricionais, a quantidade e frequência de fornecimento. A qualidade do alimento varia de acordo com a diversidade de espécies e a formulação da dieta, que deve considerar as exigências em relação aos macro e micronutrientes que podem ser fornecidos em quantidades adequadas (URBINATI;CARNEIRO,2004).

Mercante et al. (2007) afirmam que a matéria orgânica advinda das fontes internas (esterco, ração, material dissolvido ou particulado) ou de fontes externas (fezes,

restos de plantas e animais aquáticos) contribui para o enriquecimento da água do viveiro, principalmente com nitrogênio e fósforo, promovendo o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, muitas vezes ocasionando mortandade de peixes, devido ao déficit de oxigênio dissolvido na água, causando o processo de eutrofização, que ocorre comumente em viveiros de criação de organismos aquáticos.

Neste contexto, faz-se necessário um maior monitoramento destes ambientes, pois segundo Silva; Ferreira; Logato (2007), os fatores da qualidade da água interagem uns com os outros. Essa interação pode ser complexa, o que pode ser tóxico e causar mortalidades em uma situação, pode ser inofensiva em outra. A importância de cada fator, o método de determinação e frequência de monitoramento depende do tipo e intensidade do sistema de produção usado.

De acordo com Rojas e Sanches (2006), para o manejo da qualidade da água de Pesqueiros o mínimo necessário envolve o conhecimento e o monitoramento da temperatura, cor e transparência, pH, alcalinidade, amônia total e oxigênio dissolvido. O sucesso econômico dessa atividade está relacionado com a manutenção da qualidade da água nos ambientes de cultivo. Apesar de que estes estabelecimentos não possuem um aporte tecnológico adequado, e assim acabam gerando vários problemas ambientais ou até mesmo de saúde pública (LORENZON et al., 2010; ARAÚJO,2020).

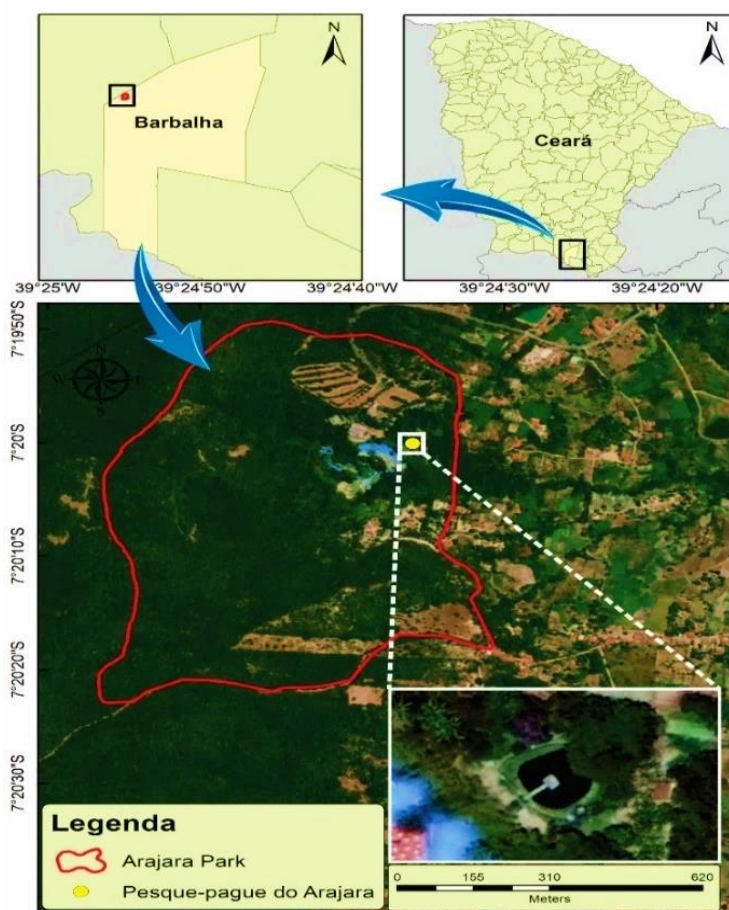
Assim, este estudo teve como objetivo, avaliar a qualidade da água do Pesqueiro Arajara-Park, localizado no Distrito de Arajara, município de Barbalha, com base nas variáveis limnológicas durante dois períodos sazonais, subsidiando formas de manejo eficientes que visem a manutenção do ambiente em estudo, garantindo o bem-estar dos peixes ali criados.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada em um ambiente Pesqueiro localizado no Parque Aquático Arajara-Park ($7^{\circ}19'59,1''$ S, $39^{\circ}24'35''$ W), distrito de Arajara, Município de Barbalha, ao sul do Estado do Ceará, situado a 415 metros de altitude e a 550 quilômetros da capital, Fortaleza (Figura 1). Apresenta uma precipitação média de 1047,9 mm, com 66,3% das chuvas ocorrendo entre os meses de janeiro a abril, com temperatura média anual em torno $24,1^{\circ}\text{C}$, oscilando de $22,1^{\circ}\text{C}$ em julho a $25,8^{\circ}\text{C}$ em novembro (SILVA et al., 2013; IPECE, 2020; IBGE, 2020).

Figura 1. Localização do ambiente Pesqueiro pertencente ao Parque Aquático ArajaraPark, Barbalha-CE.



Fonte: RICARTE, 2017.

O lago em estudo possui diâmetro de 22 metros e profundidade de 2,70 m, destinado à criação de alevinos para a prática esportiva, conhecido como Pesque-Pague (Figura 2). Sendo três espécies de peixes cultivados nesse ambiente: *Colossoma*

macropomum Cuvier (Tambaqui), *Oreochromis niloticus* Linnaeus (Tilápia-do-Nilo) e *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider (Tucunaré).

Figura 2. Vista parcial do Ambiente Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha - CE.



Fonte: RICARTE, 2021.

Segundo informações repassadas pelos funcionários do Parque Aquático Arajara-Park, o arraçoamento (ato de alimentar os peixes com ração ou outro tipo de alimento), no ambiente em estudo se dá através da distribuição de ração do tipo extrusada, na qual é distribuída de forma manual, sendo acondicionada a um recipiente de 1kg e fornecida pela manhã, durante quatro dias da semana (segunda a quinta-feira), não sendo distribuída de sexta a domingo, devido a abertura do parque para o público ocorrer nesses dias, e a ausência de ração distribuída para os animais facilita a sua captura pelos os frequentadores do parque.

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período chuvoso/2020 (janeiro a março), período seco/2020 (agosto a novembro) e período pré-chuvoso e chuvoso /2020-2021 (dezembro a abril). A determinação do período para realização das coletas, foi definido pelos dados disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2020/2021), com base na precipitação obtida que caracterizou os períodos em seco e chuvoso.

Coleta e métodos de análises físico-químicas da água

Determinações das Variáveis Limnológicas

Para a determinação de algumas variáveis limnológicas, realizou-se a análise em campo das mesmas, cuja especificação e instrumentos utilizados encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis analisadas em campo e instrumentos utilizados.

VARIÁVEL	UNIDADE	EQUIPAMENTO
Temperatura da água	°C	Sonda Hanna HI 9146-04
Temperatura do ar	°C	Termo Higrômetro INCOTERM
Potencial Hidrogeniônico	pH	MACHAREY- NAGEL
Condutividade Elétrica	mS.cm ⁻¹	Sonda Hanna 99300
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/ L	Condutímetro HANNA HI 99300
Oxigênio Dissolvido	mg. L ⁻¹	Sonda Hanna HI 9146-04

Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005

Os valores de pH e Oxigênio dissolvido (OD) foram comparados aos padrões recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA nº 357 de 17/03/2005 que dispõe sobre a classificação de água classe 2, destinada à aquicultura e pesca. De acordo com a legislação os limites padrões estabelecidos são: pH = 6 a 9 OD > 5 Mg. L⁻¹.

Análise Estatística

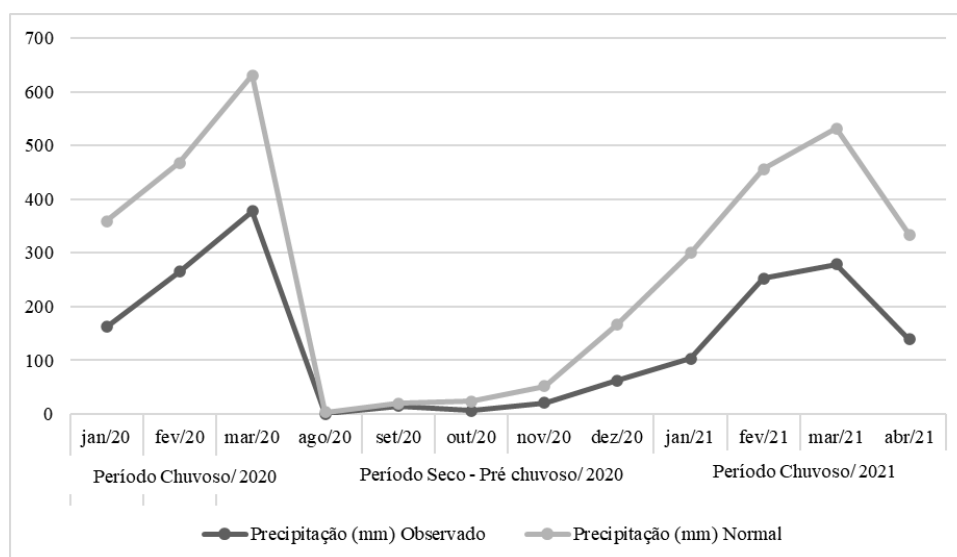
Os dados foram organizados no programa EXCEL, e para as análises estatísticas utilizou-se o Software Bioestat 5.0. Quanta a organização dos dados, os mesmos foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade, através dos testes de *Shapiro Wilk* e de *Levene* ($p < 0,05$), respectivamente. Em relação a Análise de variância (ANOVA), assim como o Teste *T de Student*, foram utilizados para os dados paramétricos e o Teste de *Kruskal-Wallis* para os não paramétricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis Climáticas

Os maiores valores de precipitação pluviométrica foram registrados nos meses de fevereiro e março/20, apresentando 265,1 mm e 377,7 mm (FUNCEME, 2021), respectivamente, e os menores índices ocorreram nos meses de agosto e outubro/20. A partir da análise dos dados climatológicos, os meses com maiores precipitações foram janeiro a março/2020 e janeiro a abril/2021, respectivamente, sendo esse período considerado como o de chuvas, e os meses posteriores de agosto a novembro, ambos considerados como período seco (Figura 3).

Figura 3. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), Barbalha, CE, durante o período de estudo.



Sant'Anna; Gentil e Silva (2006) atestam que alguns fatores ambientais estão relacionados à determinação do período considerado como chuvoso, como a quantidade de partículas em suspensão na água, em decorrência da maior precipitação, uma vez que as chuvas “lavam” o solo, levando várias substâncias para os ambientes aquáticos. Como consequência, ocorre a entrada de rações nos Pesqueiros, que promovem o aumento da turbidez.

A presença de sedimentos no ambiente aquático, acaba influenciando na variação da zona eufótica e por consequência na diminuição da atividade fotossintética, atuando diretamente na dinâmica destes ambientes, devido ocasionarem um grande aporte

de nutrientes e material particulado, causando alterações físicas e químicas na água (HENRY; CURY, 1981; VIDAL; CAPELO NETO, 2014).

Segundo Oliveira Júnior et al. (2019), a precipitação é uma variável climatológica de suma importância, principalmente em regiões tropicais, pois a mesma representa as entradas de água no balanço hídrico. No entanto, em excesso podem gerar impactos negativos, tanto no setor econômico como social.

Os fatores climatológicos atuam na dinâmica dos viveiros, pois no período chuvoso, quando ocorre um aumento das precipitações, há também maior adição de ração. Já no período seco, quando ocorre uma menor circulação de água, a um maior tempo de residência, fazendo com que a matéria orgânica e inorgânica permaneça por mais tempo, causando aumento na interação entre os fatores bióticos e abióticos nos ambientes de piscicultura, fato este verificado no Pesqueiro em estudo ao longo dos períodos sazonais. Sendo de suma importância o conhecimento de todos os fatores que atuam sobre a qualidade da água dos ambientes de piscicultura, pois a boa manutenção do ambiente reflete diretamente na biomassa estocada do viveiro tanto positivamente como negativamente, acarretando danos ao empreendimento, através do aparecimento de doenças ou mesmo à morte dos peixes (SIPAÚBA-TAVARES; BARROS; BRAGA, 2003).

Variáveis Físicas e Químicas

Os ambientes aquáticos representam ecossistemas dinâmicos, possuindo variações nas suas características físicas, químicas e biológicas, as quais são determinantes na qualidade da água, sendo esta uma importante ferramenta para o monitoramento dos ecossistemas aquáticos (LIMA et al., 2012).

Matsuzaki; Mucci; Rocha (2004) e Hurtado et al. (2018), relatam que a análise das variáveis físicas e químicas da água constitui importante ferramenta utilizada no monitoramento de qualidade da água. Algumas delas como, temperatura, cor, turbidez, transparência, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, nutrientes e outros, podem interferir na dinâmica das populações aquáticas. Sendo a análise dos mesmos, fator crucial para o sucesso na produção de peixes, auxiliando produtores, técnicos e pesquisadores na preservação dos corpos hídricos.

No ano de 2005, foi criada a Resolução CONAMA 357/2005, em que a mesma estabelece os parâmetros físico-químicos a serem analisados nos corpos de água

utilizados tanto para pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo. Pois uma das preocupações em relação ao meio aquático, é a eutrofização, ocasionada principalmente pelo arraçoamento excessivo, através do incremento de rações de baixa qualidade ou balanceamento inadequado de nutrientes, que acabam acarretando carências nutricionais, bem como o enriquecimento do ambiente, levando ao desequilíbrio do meio, causando estresse e dificuldades de desenvolvimento dos peixes, ocasionando até mesmo a morte (HURTADO et al., 2018).

Costa; Schults; Nascimento (2020) afirmam que o acompanhamento da qualidade da água é imprescindível, pois a partir do mesmo, pode-se verificar a dinâmica ambiental e também aspectos referentes a sua disponibilidade tanto para a sociedade como para a biota aquática.

Duarte et al. (2014) relatam que o monitoramento dos ambientes destinados a piscicultura é fundamental para todas as espécies cultivadas, até para aquelas consideradas mais rústicas, como a tilápia, e que o equilíbrio dinâmico entre esses fatores determina o sucesso do cultivo. Mas para isso, faz se necessário o estudo dos fatores físico-químicos, sendo os principais por influenciar no sistema de cultivo.

Segundo Lorenzon et al. (2010), a falta de conhecimento acerca do tipo de manejo a ser realizado nos ambientes pesqueiros (pesque-pagues), bem como as consequências geradas sobre a qualidade da água e sanidade dos peixes pescados e destinados ao consumo, indicam a necessidade de estudos que possam assegurar a sustentabilidade desta atividade que vem crescendo com o passar dos anos.

Visto isso, a Tabela 2 apresenta os valores referentes as variáveis físico-químicas analisados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha/ CE, com base resultados obtidos durante os períodos seco, chuvoso e pré-chuvoso (2020-2021).

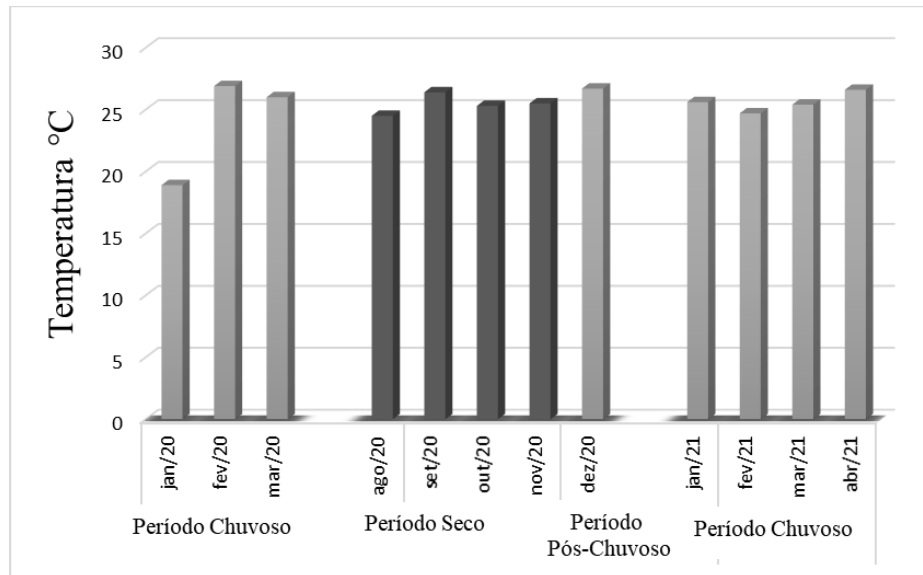
Tabela 2: Valores das variáveis físico-químicas do Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha-CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).

Parâmetro/ Meses	Período Chuvoso			Período Seco				Período Pré-Chuvoso e Chuvoso				
	2020			2020				2020-2021				
	Jan	Fev	Mar	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	44	637	142	40	40	32	26	32	66,4	28	31	38
pH (Potencial Hidrogeniônico)	5,0	7,0	8,3	8,6	7,3	6,7	7	7,9	6,1	7,2	7,6	7
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	25	122	46	25,6	0,84	1,34	11,8	20,8	1,13	1,46	2,5	19
Temperatura da água (°C)	18,9	26,9	26,0	24,5	26,4	25,3	25,5	26,7	25,6	24,7	25,4	26,6
Temperatura do ar (°C)	27,7	26,9	27,0	23,8	26,4	23,0	26	27,5	26,9	23,4	24	28,7
Oxigênio Dissolvido (%)	47,9	50,8	57	49,5	19,3	16,7	15,7	7,1	13,8	16,6	30,5	34,9

Temperatura da água

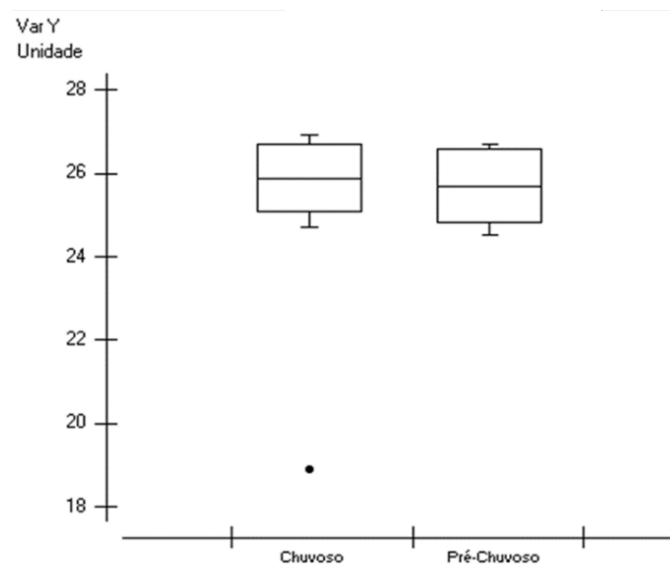
Ao longo da pesquisa a temperatura da água apresentou variações entre os períodos seco e chuvosos, registrando como mínima 18,9 °C (jan./20) e máxima de 26,9 °C (fev./2020) (Figura 4), com média de 24,8°C ($\pm 2,73$) durante os períodos chuvosos/2020-21, e média de 25,6°C ($\pm 0,88$) no período seco/20. Lachi e Sipaúba-Tavares (2008) obtiveram valores semelhantes em relação aos períodos analisados, mesmo em estudo realizado na Região Sudeste, tendo valores mais baixos nos períodos chuvosos e valores elevados no seco.

Figura 4. Valores da Temperatura da água registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).



Os valores não variaram significativamente ao longo dos períodos sazonais ($F=0,3972$; $p=0,5482$) (Figura 5). Condições semelhantes aos valores encontrados no Pesqueiro em estudo foram verificados por Mercante et al. (2011) na Região Sudeste e Alencar et al. (2011), Alves; Silva; Melo Júnior (2016) na Região Nordeste.

Figura 5. Boxplot da variação da Temperatura da água durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.



Esteves (2011) afirma que a temperatura da água influencia diretamente nos processos vitais dos ecossistemas lacustres como, a produtividade primária e a decomposição de matéria orgânica.

Essencial em estudos, monitoramentos e planos de gerenciamento, pois pode ocasionar mudanças no metabolismo e consumo de oxigênio dos alevinos, dificultando seu desenvolvimento nos ambientes de cultivo (VIDAL E CAPELO NETO, 2014).

Kitamura et al. (1999) atestam que a média igual a 24°C, com amplitude entre 22°C e 27°C, correspondem a valores normais determinados nos viveiros de piscicultura no Brasil, e que nesta faixa não há comprometimento da alimentação e metabolismo respiratório dos peixes estocados. E segundo Silva; Ferreira; Logato (2007), valores acima ou abaixo do ótimo influenciam de forma a reduzir seu crescimento. Em caso de temperaturas extremas, podem acontecer mortalidades.

Mudanças na faixa de temperatura considerada recomendada para a criação de alevinos, podem causar redução do apetite, afetar a taxa de crescimento e suprimir o sistema imunológico, aumentando assim o risco de doenças (BALDISSEROTTO, 2002).

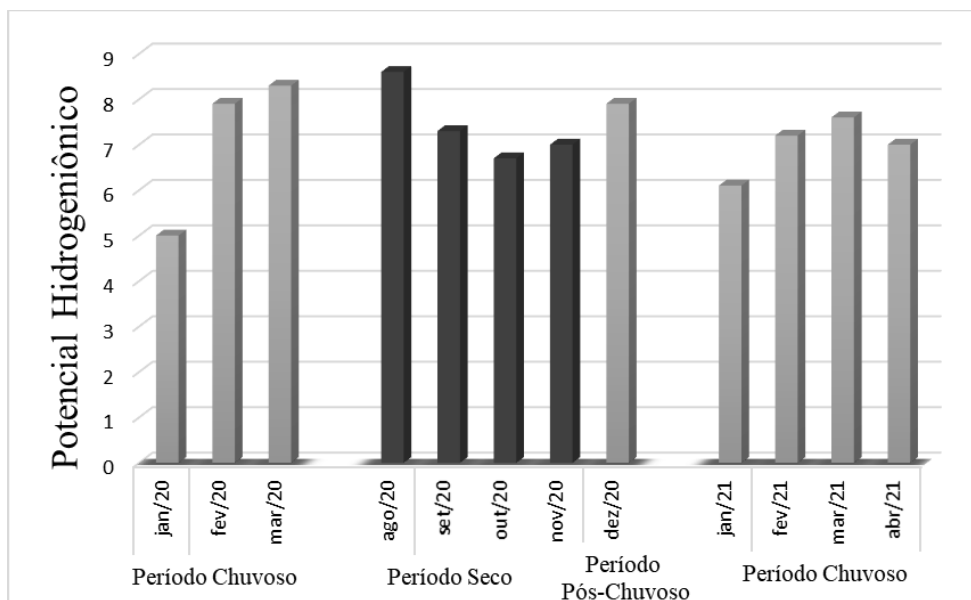
Pode-se observar que o ambiente Pesqueiro Arajara-Park se encontra dentro do recomendado, apresentando média de 25,2 °C, valor este considerado dentro da normalidade para o cultivo de alevinos em cativeiro.

Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico apresentou variações ao longo dos meses, com valores entre 5,0 (mínimo) em janeiro/20 e 8,6 (máxima) no mês de agosto/20, como apresentado na Figura 6. No decorrer do estudo, o mesmo apresentou-se básico, exceto nos meses de janeiro/20, outubro/20 e janeiro/2021, estando no primeiro mês em uma condição de acidez, impróprio para a criação de alevinos, e os demais meses apresentaram-se dentro do recomendado para piscicultura conforme Resolução CONAMA 357/2005.

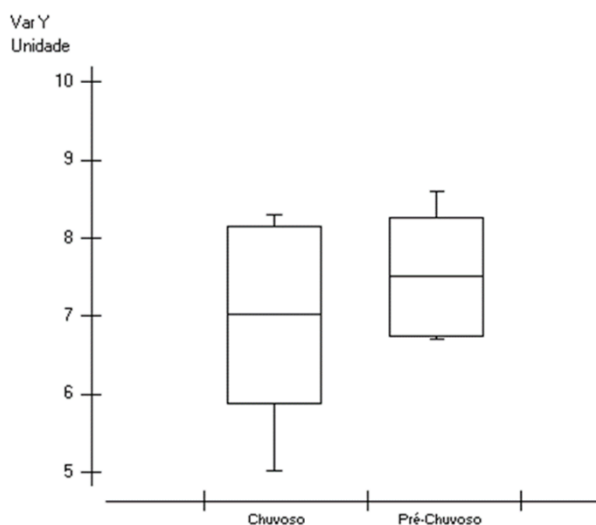
Mercante et al. (2007) verificaram a condição de acidez em um ambiente com condições semelhantes ao estudado, no entanto o baixo valor obtido ocorreu em apenas um momento, durante as primeiras horas do dia, e no decorrer das horas, o mesmo permaneceu dentro dos limites aceitáveis.

Figura 6. Valores de Potencial Hidrogeniônico - pH registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).



O pH apresentou média de 7,01 ($\pm 1,13$) para os períodos chuvosos/2020-21 e 7,5 ($\pm 0,75$) para o período seco/20. Observou-se que durante os períodos analisados não houve alterações significativas ($F = 0,6875$, $p = 0,5689$), apresentando os dados homogeneidade, conforme análise estatística por ANOVA (Figura 7).

Figura 7. Boxplot da variação do Potencial Hidrogeniônico (pH) durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.



Segundo Jensen et al. (1994), o pH está diretamente relacionado com a quantidade de íons de hidrogênio dissolvidos na água e também com a maior atividade

fitossintética realizada pelo fitoplâncton. Sipaúba-Tavares (1994) confirma o fato de que sua elevação está diretamente relacionada a respiração, fotossíntese, adubação e fontes poluidoras.

Sema (2020) afirma que o ambiente pode ser caracterizado em ácido, básico ou neutro e, portanto, deve ser dada uma maior atenção, pois influencia na fisiologia dos organismos criados em cativeiro.

O mesmo possui grande importância para as comunidades aquáticas, tendo em vista que os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH entre 6,5 – 8,5, valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, podem causar mortalidades (BRAGA et al., 2005; DUARTE et al., 2014).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, os valores normais de pH recomendados para a piscicultura devem estar entre 6,0 e 9,0, onde nessas condições os organismos encontram possibilidades de se desenvolverem devidamente.

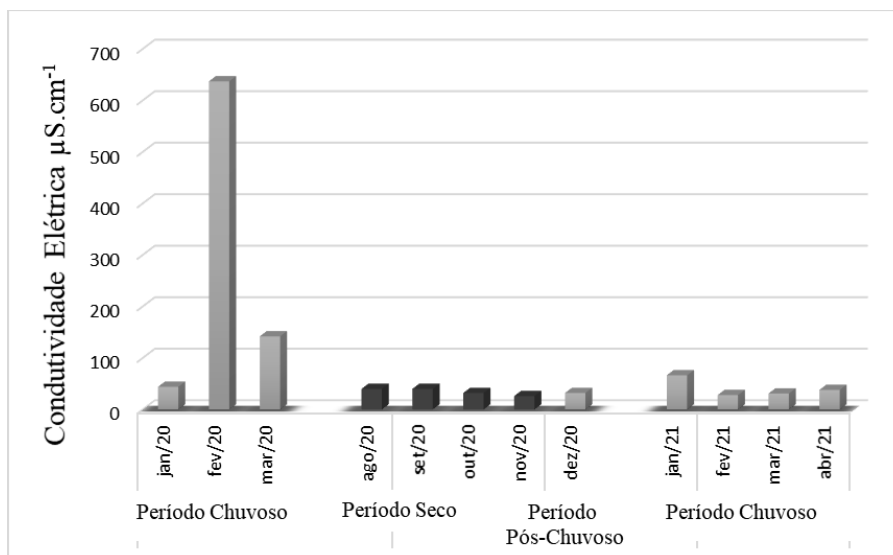
Diante dos dados obtidos no Pesqueiro Arajara-Park, se faz necessário que sejam implantadas medidas de manejo mais eficientes, baseadas na observação dos parâmetros físicos e químicos da água, que possibilitem um melhor controle sobre o potencial hidrogeniônico deste ambiente, tendo em vista que o mesmo pode afetar os alevinos, quando em valores fora da normalidade.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica apresentou variações expressivas ao longo do estudo no Pesqueiro Arajara-Park, principalmente no período chuvoso, tendo sido registrado valores acima da normalidade permitida nos meses de fevereiro e março/2020, com 637 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e 142 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente. Valores elevados em ambientes Pesqueiros, também foram verificados por Mercante et al. (2007) na região Sudeste e Alves; Silva; Melo Júnior (2016) na região Nordeste.

A partir dos dados obtidos ao longo dos dois períodos sazonais, registrou-se valor mínimo de 26 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (novembro/20) e máximo de 637 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (fevereiro/20), com média de 140,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\pm 0,58$) para os períodos chuvosos/2020-21 e 34 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\pm 0,87$) durante o período seco/20 (Figura 8). Tendo sido verificado um aumento no valor médio ao longo dos períodos chuvosos, durante os anos analisados.

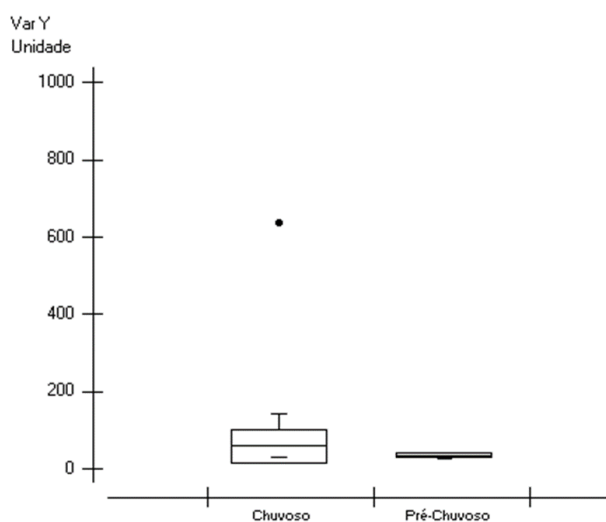
Figura 8. Valores de Condutividade Elétrica registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).



Hurtado et al. (2018) obtiveram dados semelhantes ao encontrado durante a pesquisa no Pesqueiro Arajara-Park, tendo constatado valores acima de $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em ambientes destinados a piscicultura na Região Norte do Brasil. Os mesmos atribuem esses valores ao aumento da matéria orgânica, proveniente dos restos de ração e excretas dos peixes; assim como tempo de residência da água e a calagem do ambiente.

Em relação a Análise de Variância (Teste ANOVA), os resultados obtidos demonstraram homogeneidade, sem a ocorrência de variação significativa ($F= 1,124$; $p= 0,3149$) (Figura 9).

Figura 9. Boxplot da variação da Condutividade Elétrica durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.



A condutividade elétrica fornece importantes informações sobre o metabolismo nesses ambientes de piscicultura, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema. Quando seus valores são altos, indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indicam acentuada produção primária (algas e micro-organismos aquáticos), sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, sendo um indicador da capacidade da água em conduzir eletricidade (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2007; MERCANTE et al., 2011).

Conforme Esteves (2011), a capacidade de uma solução em conduzir corrente elétrica é função da concentração dos íons presentes, sendo de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, implique em uma maior condutividade elétrica.

A mesma indica a quantidade de sais presentes na água, fornecendo uma medida indireta da concentração de poluentes, sendo um indicativo das modificações na composição do ambiente aquático. E concentrações acima de $100\mu\text{s}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados; a predominância de valores altos podem ocasionar características corrosivas da água (ANA, 2011).

Os valores obtidos em relação a condutividade elétrica podem estar relacionados à própria dinâmica de manejo dos Pesqueiros, onde ocorre a entrada de grandes quantidades de matéria orgânica advinda, principalmente, da alimentação (arraçoamento). E grande parte desse alimento não é metabolizado pelos peixes, sendo utilizado no processo de decomposição liberando íons para a coluna d'água (MERCANTE et al., 2005).

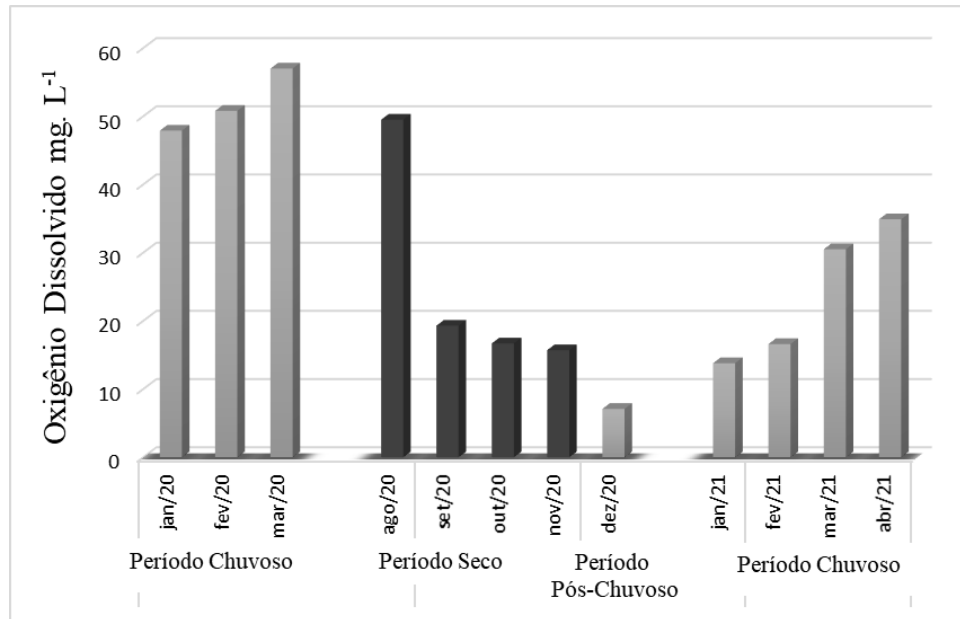
Em relação aos valores obtidos em dois meses, pode-se constatar que o ambiente Pesqueiro se encontrou-se fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a criação de alevinos em dois meses ($637\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ fev./20 e $142\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ mar./20), tendo em vista que os valores normais segundo Sipaúba-Tavares (1994), estão na faixa de $23\text{-}71\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}$, isso demonstra a necessidade de um manejo mais eficiente e contínuo nesse ambiente.

Oxigênio Dissolvido

Ao longo da pesquisa, os valores obtidos em relação ao oxigênio dissolvido sofreram variações mínimas, apresentando $7,1\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (dezembro/20) como valor mínimo e $57\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (março/20) como valor máximo (Figura 10). O mesmo apresentou média de

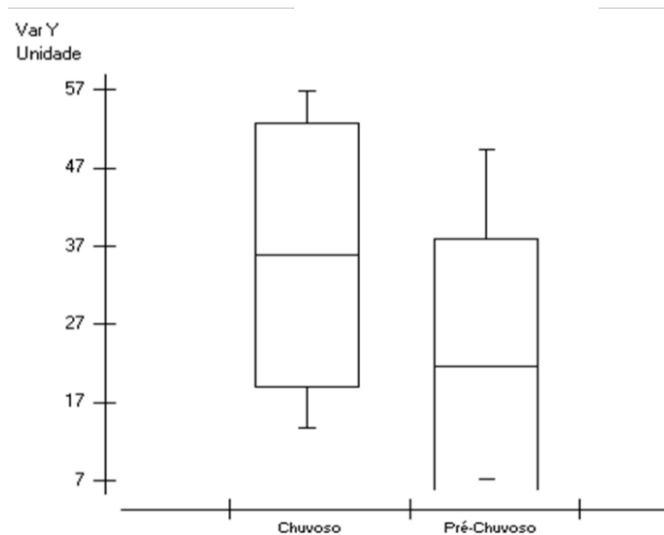
35,92 mg. L⁻¹ ($\pm 16,84$) durante os períodos chuvosos/2020-21 e 21,66 mg. L⁻¹ ($\pm 16,22$) no período seco.

Figura 10. Valores de Oxigênio dissolvido registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).



Em relação a análise de variância (ANOVA), os valores obtidos demonstraram que houve homogeneidade ao longo dos períodos analisados, não ocorrendo variação significativa ($F=2,1554$; $p=0,1705$) (Figura 11).

Figura 11. Boxplot da variação do Oxigênio Dissolvido durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.



Esteves (2006) atesta que o oxigênio dissolvido é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos, e que as principais fontes de O₂ para a água são: a atmosfera e a fotossíntese, entretanto a oxidação da matéria orgânica, a respiração dos organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos, contribuem para a redução da concentração do oxigênio na água.

Rodriguez e Moullac (2000) afirmam que o oxigênio dissolvido é de suma importância para os organismos cultivados, tendo em vista que valores abaixo do recomendado, acabam ocasionando estresse fisiológico nos peixes, enfraquecendo o sistema imunológico e proporcionando o surgimento de parasitas e bactérias que acabam prejudicando os organismos cultivados.

De acordo com Baldisserotto (2002), a maioria das espécies necessita de níveis de oxigênio entre 5 a 6 mg/L e níveis abaixo de 3 mg/L podem causar estresse em muitos peixes, sendo considerado hipóxia quando menor que 2 mg/L. Valores abaixo de 1 mg/L, são letais para a maioria das espécies quando expostas por um longo período. Alves; Silva; Melo Júnior (2016) em estudo realizado na região do Cariri, verificou valores entre 5,23 e 9,25mg/L, durante dois períodos sazonais (seco e chuvoso), resultados considerados normais para ambientes de piscicultura.

Segundo a resolução CONAMA 357/05, na classificação das águas de classe 2, as concentrações de oxigênio dissolvido devem conter no mínimo 5,00 mg/L-1 para esses ambientes, e que valores inferiores a esse deixam os peixes estressados, tendo sua alimentação e crescimento prejudicados, e em situações extremas de falta de oxigênio podem acontecer.

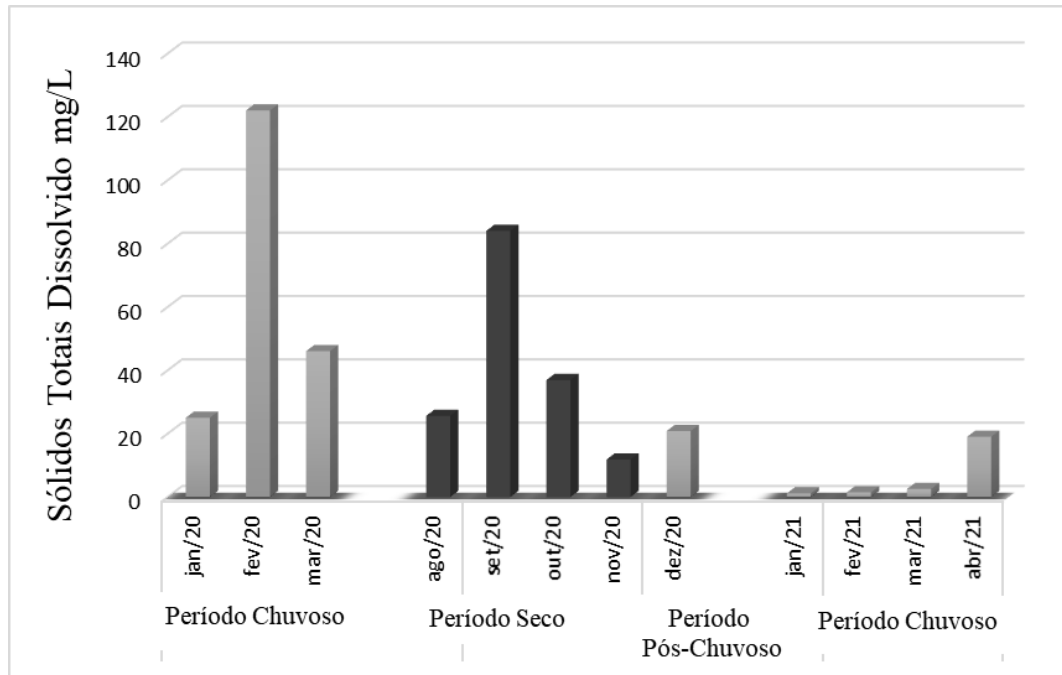
O ambiente em estudo apresentou-se dentro da normalidade ao longo dos períodos analisados, estando o mesmo de acordo os valores recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005, corroborando com outros estudos desenvolvidos em ambientes Pesqueiros, conforme verificado por Castro et al. (2006) na Região Sudeste, e Alves; Silva; Melo Júnior (2016) na Região Nordeste, no qual constaram normalidade.

Sólidos Totais Dissolvidos

A análise dos sólidos totais dissolvidos evidenciou uma média de 33,0 mg/L, apresentando variações ao longo dos períodos, tendo sido observado valor mínimo de 1,13 mg/L(janeiro/21) e máximo de 122 mg/L (fevereiro/20) (Figura 12). O mesmo apresentou

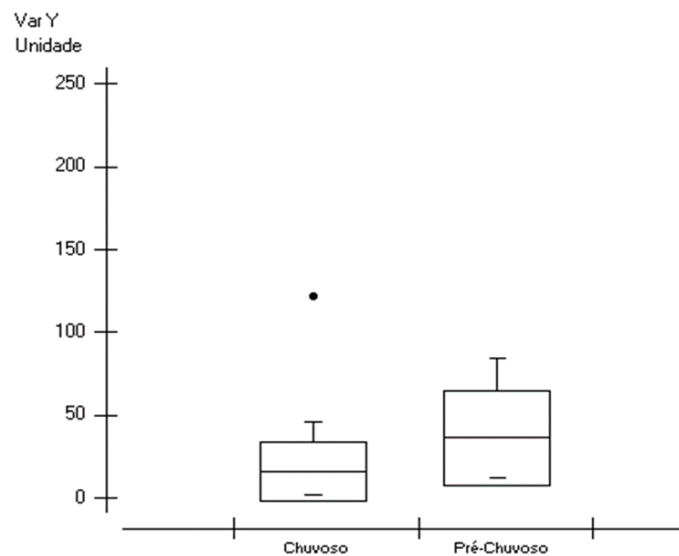
média de 31,0 mg/L ($\pm 43,32$) nos períodos chuvosos/2020-21 e 35,82 mg/L ($\pm 28,41$) durante o período seco/20.

Figura 12. Valores de Sólidos Totais Dissolvidos registrados no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha – CE, durante o Período chuvoso (janeiro a março/2020) ao Período chuvoso (janeiro a abril/2021).



Quanto a análise de variância os resultados obtidos demonstraram homogeneidade, sem a ocorrência de variação significativa ($F=0,0465$; $p= 0,8275$) (Figura 13).

Figura 13. Boxplot da variação dos Sólidos Totais Dissolvidos durante os períodos sazonais no Pesqueiro Arajara-Park, Barbalha.



Os ambientes aquáticos do semiárido brasileiro apresentam maiores concentrações de Sólidos Totais Dissolvidos no período chuvoso, ocasionado pelo escoamento superficial que carrega material lixiviado para os mesmos, como também ocorre diminuição nas concentrações desta variável devido o incremento do processo de renovação da água pelas precipitações (Santos; Santos; Santos, 2009; Alves; Silva; Melo Júnior, 2016).

Queiroz et al. (2006) afirmam que as altas concentrações de sólidos totais dissolvidos consistem em toda a matéria que permanece na coluna da água como resíduo, sendo danosa aos peixes, afeta os organismos bentônicos e reduz a passagem de luz solar desequilibrando a cadeia alimentar e a disponibilidade de oxigênio. Pode se sedimentar no fundo, destruindo organismos que fornecem alimentos, bem como retêm bactérias e resíduos orgânicos, promovendo assim, decomposição anaeróbica.

Tendo em vista o exposto, pode-se constatar que no Pesqueiro Arajara-Park ocorreu uma maior concentração de Sólidos Totais durante o período chuvoso, decorrente dos altos níveis de precipitação na região, enquanto que o período seco apresentou os menores índices assim, como também baixas precipitações. Portanto, o ambiente apresentou valores de Sólidos Totais Dissolvidos normais para ambientes destinados a piscicultura, pois segundo a Resolução CONAMA 357/2005 recomenda-se que o mesmo esteja em torno de até 500 mg/L.

CONCLUSÕES

- Dentre as variáveis físico-químicas analisados, apenas a condutividade elétrica, esteve fora da normalidade segundo a Resolução CONAMA 357/05, em dois meses (fev. e mar./2020), enquanto que os demais estiveram dentro dos padrões recomendados;
- A condutividade elétrica esteve representada por valores considerados acima do ideal para a criação de peixes, durante o período chuvoso (fev. e mar./2020), ressaltando a importância de um manejo constante, tendo em vista que essa variável fornece importantes informações acerca do metabolismo desses animais, e valores elevados indicam alto grau de decomposição e acentuada produção primária, assim como elevada disponibilidade de nutrientes no ecossistema aquático;
- O pH mostrou-se inicialmente fora dos padrões recomendados pela Resolução CONAMA 357/2005, apresentando-se em condição ácida (janeiro/2020), porém no decorrer do estudo o mesmo sofreu variações e apresentou condição básica. Essas variações alertam a necessidade de um monitoramento eficaz que garanta uma maior uniformidade dessa variável, a fim de garantir melhores condições de sobrevivência para os peixes;
- Em detrimento das variáveis analisadas e os altos valores obtidos em relação a algumas variáveis, é importante ressaltar a necessidade de implantação de um manejo adequado, eficiente e rotineiro nesse ambiente, por se tratar de um local destinado a pesca esportiva e ter constantemente consumo do pescado, que necessita se desenvolver em um ambiente com condições favoráveis e adequados, para o seu crescimento rápido e saudável.
- Assim, recomenda-se a implantação de técnicas de manejo voltadas para manutenção da qualidade da água do ambiente Pesqueiro, na qual envolvam o monitoramento das variáveis físico-químicas, assim como haja um planejamento em relação a distribuição da ração, fundamental para o desenvolvimento dos peixes e que em quantidades elevadas acabam deteriorando a qualidade da água, além de um maior controle quanto a

renovação da água do ambiente, buscando promover o desenvolvimento saudável dos organismos aquáticos cultivados, bem como garantir um alimento de qualidade para o consumidor final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (Gerais)

A partir dos dados obtidos ao longo desta pesquisa, percebeu-se a importância de estudos nos ambientes Pesqueiros da Região do Cariri, destinados a criação de peixes em cativeiro para a prática da pesca esportiva. Tendo em vista, o crescimento expressivo destes tipos de empreendimentos, não apenas na nossa região, como nas demais regiões do país. Visto que abrigam uma enorme diversidade de organismos que contribuem tanto de forma positiva quanto negativa, sendo essencial a identificação dos mesmos, buscando entender o funcionamento destes locais, contribuindo para a manutenção e sucesso desta atividade de piscicultura.

Portanto, faz-se necessário a continuidade destes estudos, visando o desenvolvimento de práticas de manejo adequadas, tais como controle no arraçoamento e renovação da água do Pesqueiro, tendo em vista a necessidade da implantação de regras que conduzam os piscicultores, ao melhor conhecimento em relação a manutenção destes locais, garantindo assim o desenvolvimento saudável dos organismos cultivados, bem como a produção de um alimento de qualidade para o consumidor final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA - ANA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2011. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 327 p.

ALENCAR, S. R.; SEIXAS, E. N.; TAVEIRA, L. K. P. D.; ROQUE, R. de L.; MELO JÚNIOR, H. N. Avaliação ambiental, físico-química e microbiológica do pesque-pague do Clube Recreativo Grangeiro, Crato-CE. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano VI, v.10, n.1, dez. 2011.

ALVES, W. S.; SILVA, P. B.; MELO JÚNIOR, H. N. Variação sazonal da qualidade da água em pesque pague do Semiárido Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano XI, v. 15, n.1, out, 2016.

ARAÚJO, R. L.; SANTANA, H. P.; NONATO, M. P.; CHAMORRO, D. S.; CARNEIRO, E. S.; LIMA, J. P.; OLIVEIRA, A. T. Qualidade microbiológica da água em sistemas de cultivo de tabaqui na região metropolitana de Manaus e sua relação com as práticas de manejo. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 14, n. 1, junho, 2020.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada á piscicultura**. 1a.ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 212 p., 2002.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2005. 318 p.

CASTRO, P. M. G.; MARUYAMA, L. S.; BEZERRA DE MENEZES, L. C.; MERCANTE, C. T. J. Perspectivas da atividade de Pesqueiros no Alto Tietê: Contribuição á gestão de usos múltiplos da água. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.32, n. 1, p. 1-14, 2006.

COSTA, R. L.; SCHULTS, F. P.; NASCIMENTO, O. C. Microalgas Chlorophytas e variáveis limnológicas de uma Microbacia Urbana - Cuiabá-Mato Grosso/Brasil. **HOLOS**, Ano 36, v.1, e 2969, 2020.

DUARTE, E.; MOREIRA, F.C.; PEDREIRA, M. M.; PIRES, A. V. Parâmetros físico-químicos da água para cultivo de tilápia do Nilo em sistemas de biofiltros. **Boletim Técnico**, v. 2, n. 3, 2014.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos em Limnologia**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência LTDA e FINEP, 826 p., 2011.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência LTDA, 2011, 790 p. In: ESTEVES, F. A.; FURTADO, A. L. dos S. **Oxigênio Dissolvido**. 790 f., 2006.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em < www5.funceme.br/app/calendario/ >. Acesso em janeiro de 2021.

HENRY, R.; CURY, P. R. P. Influências de parâmetros climatológicos sobre alguns fatores físico-químicos da água na represa do Rio Pardo (Botucatu-SP). **Rev Bras Biol**, v. 41, n. 2, p. 209-306, 1981.

HURTADO, F. B.; FIGUEIREDO, F. M.; COSTA, R. L.; BOMFIM, S. C.; QUEIROZ, C. B.; PONTES, W. P. Parâmetros Limnológicos em viveiros de piscicultura semi-intensiva de Tambaqui com abastecimento em disposição sequencial. **Rev. Agro. Amb.** v. 11, n.11, p.9-30, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/barbalha>>. Acesso:22 de agosto de 2020.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal 2020: Crato. Disponível em < <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/lista/index.htm/> >. Acesso: 15 agosto de 2020.

JENSEN, J. P.; JEPPESEN, E.; OLRİK, K. e KRISTENSEN, P. Impact and physical factors on the shift from cyanobacterial to chlorophyte dominance in shallow Danish lakes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 51, p. 1692-1699, 1994.

KITAMURA, P. C; LOPES, R. B.; JÚNIOR, E. G. C.; QUEIROZ, J. F. Avaliação ambiental e econômica dos lagos de pesca esportiva na bacia do Rio Piracicaba. Instituto de zootecnia. **Boletim Industrial animal**, N. Odessa, v.56, n.1, p.95-107,1999.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim Instituto de Pesca**. São Paulo. v 34, n.1, p. 29-38, 2008.

LEITÃO, M. F. F.; RIOS, D. P. F. A.; GUIMARÃES, J. G. L.; BALDINI, V. L. S. & MAINARDES PINTO, C. S. R. Alterações químicas e microbiológicas em Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5°C. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.17, n. 2, p. 160-166, 1997.

LIMA, S. M. S., BARBOSA, L. G., CRUZ, P. S., WANDERLEY, S. L., & de CEBALLOS, B. S. O. Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba- Brasil. **Revista Verde**, v.7, n.4, p. 18- 25, 2012.

LORENZON, C. S.; GATTI JUNIOR, P.; NUNES, A. P.; PINTO, F. R.; SCHOLTER, C.; HONDA, S. N.; AMARAL, L. A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque- pagues situados na região Nordeste do estado de São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 617- 624, out./ dez, 2010.

MACEDO, C. F. & SIPAÚBA-TAVARES, L. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequências e recomendações. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J.L.N.; ROCHA, A.A. Comunidade fitoplanctônica de um Pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n.5, p. 678-86, 2004.

MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

MERCANTE, C. T. J.; MARTINS, Y. K.; CARMO, C. F.; OSTI, J. S.; PINTO, C. S. R. M.; TUCCI, A. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Bioikos**. Campinas, v. 21, n. 2, p. 79-88, 2007.

MERCANTE, C. T. J.; PEREIRA, J. S.; MURUYAMA, L. S.; CASTRO, de P. M. G.; MENEZES, de L. C. B.; SENDACZ, S.; GENARO, A. C. D. Qualidade da água de efluentes de Pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 41-52, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. I.; MARTINS, E. S.; COSTA, C. T. F.; CALDAS, H. F. M. Análise da precipitação e determinação de equações de chuvas intensas para o município de Crato-CE situado no semiárido do Brasil. **Revista GEAMA**, v. 5, n. 3, p. 56-65, 2019.

QUEIROZ, J. F. de; MACHADO, T. A.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. Indicadores para avaliação ambiental em pesque-pagues nas dimensões ecologia da paisagem e qualidade da água. Jaguariuna, **Embrapa Meio ambiente, boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 39 p., 2006.

RODRIGUEZ, J.; MOULLAC, G. State of the art of immunological tools and health control of Penaeid shrimp. **Aquaculture**, v.191, p.109-119, 2000.

ROJAS, N. E. T.; SANCHES, E. G. Considerações sobre a Implantação e o Manejo de Sistemas Aquaculturais Esportivos. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima, p.177-200, 2006.

SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade Fitoplanctônica de

Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K. E. e SANT'ANNA, C.L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo**. São Carlos: Rima. p.49-62, 2006.

SANTOS, J. S.; SANTOS, M. J. S.; SANTOS, M. L. P. Parâmetros Indicativo dos Processos de Salinização em Rios Urbanos do Semi-árido brasileiro. **Química Nova**, v.32, n. 6, p.1534- 1538, 2009.

SEMA- MT. Relatório de monitoramento da qualidade da água da região hidrográfica do Paraguai, Cuiabá, 2011.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada a aquicultura**. São Paulo: FUNEP, 72 P, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; BARROS, A. F.; BRAGA, F. M. S. Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v.25, n.1, p. 101-106, 2003.

SILVA J. A. S.; MEDEIROS R. M.; SILVA A. A. O.; SILVA J. W. O. S. & MATOS R. M. Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha-CE. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, 2013.

SILVA, V. K.; FERREIRA, M. W.; LOGATO, P. V. R. 2001. Qualidade da Água na Piscicultura, **Boletim de Extensão da UFPA**, Lavras, MG, n 94. Disponível em <<http://livraria.editora.ufla.br/>> Acesso em 16 de outubro de 2020.

SUSSEL, F. R. **Alimentação na criação de peixes em tanques-rede**. 2008. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/alimentacao_peixes.>. Acesso em: 17 de Dez 2020.

URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. E. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. **Research Gate**, 2004.

VIDAL, T. F.; CAPELO NETO, J. Caracterização limnológica e influência da precipitação em reservatório de abastecimento público da Região Metropolitana de Fortaleza/CE. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, p. 298-312, 2014.