



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE PALMAS/TO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

GUSTAVO PEREIRA SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
PISCICULTURAS COM SISTEMA DE CULTIVO EM
TANQUES-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA NO
MUNICÍPIO DE PALMAS – TO**

Palmas/TO
2022

GUSTAVO PEREIRA SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE
PISCICULTURAS COM SISTEMA DE CULTIVO EM
TANQUES-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA NO
MUNICÍPIO DE PALMAS – TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz

Palmas/TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586a Silva, Gustavo Pereira.
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PISCICULTURAS COM SISTEMA DE CULTIVO EM TANQUES-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO. / Gustavo Pereira Silva. – Palmas, TO, 2022.
48 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2022.
Orientador: Sérgio Carlos Bernardo Queiroz
1. Limnologia. 2. Aquicultura. 3. Tanques-rede. 4. Oxigênio Dissolvido. Temperatura. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUSTAVO PEREIRA SILVA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PISCICULTURAS COM SISTEMA DE CULTIVO EM TANQUES-REDE NO PARQUE AQUÍCOLA SUCUPIRA NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 09 /02/ 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz, UFT

Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda, UFT

Dr. Flávia Tavares de Matos, Embrapa Pesca e Aquicultura

Palmas, 2022

*“Emancipem-se da escravidão mental
Ninguém além de nós mesmos pode libertar
nossa mente.”*

- Redemption Song, Bob Marley.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a toda minha família por todo apoio, dedicação e por acreditarem em mim e no meu potencial. Especialmente minha mãe, Albeniza, por ser uma mulher guerreira e batalhadora, todo apoio e dedicação, sempre entender que a educação é muito importante e pelo exemplo de pessoa que sempre foi. Ao meu irmão Gabriel meus Tios: Adilton, Rosana (In memoriam), Adilson e Cídia pelo acolhimento em suas casas e nas suas vidas. Sem vocês isso não seria possível.

Aos meus amigos, em especial Pedro (Baiano), Fábio, Giovanna, Bruna, Valéria, Milla, Daniela, Artur, Jonadab, Bruno, Rose e Eduardo, pelas risadas, churrascos, por todos os momentos vividos, muito obrigado! Aprendi muito também com vocês.

A minha namorada Rayele por todo apoio, companheirismo, amizade, incentivo e ensinamentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz por ter me orientado neste trabalho, e em todo apoio.

Agradeço a Dr. Flávia Tavares de Matos pela oportunidade de estágio, por todos os conhecimentos pessoais e profissionais repassado. Por ter me dado à oportunidade de desenvolver muitas atividades.

Agradeço a minha banca de qualificação e defesa por aceitarem o convite e somar neste trabalho com considerações valiosas.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação. Agradeço pelos ensinamentos profissionais e de vida. Sempre me lembrarei de vocês.

Muito Obrigado!

RESUMO

A piscicultura em tanques-rede desponta como um novo de tipo de produção de proteína animal, com isso aumenta a preocupação com o impacto ambiental que pode gerar na água. O presente trabalho tem o propósito de avaliar a qualidade da água de pisciculturas com sistema de cultivo em tanques-rede no Parque Aquícola Sucupira, localizado no Reservatório da UHE Lajeado, município de Palmas-TO, comparando o efeito da sazonalidade, período seco e chuvoso, por meio de parâmetros como temperatura e oxigênio dissolvido. Os dados foram coletados através da sonda de monitoramento YSI, que fica instalada na área do Parque Aquícola. Os índices analisados foram coletados no intervalo de cada 10 minutos, nos períodos de estiagem e chuvoso, em faixas de horários específicos, possibilitando uma maior compreensão da dinâmica nesse ambiente. De modo geral, as concentrações de oxigênio dissolvido e Temperatura, não ficaram abaixo do que é recomendado para uma gestão de qualidade da piscicultura em tanques-rede. Somente no período chuvoso foram observadas valores abaixo da Conama 357/2005, não se mantendo essas concentrações por elevado período de tempo.

Palavras-chaves: Limnologia. Aquicultura. Tanques-rede. Oxigênio Dissolvido. Temperatura.

ABSTRACT

Fish farming in net cages is emerging as a new type of animal protein production, which raises concerns about the environmental impact it can generate on water. The present work aims to evaluate the water quality of fish farms with a system of cultivation in net-tanks in the Parque Aquícola Sucupira, located in the Reservoir of the UHE Lajeado, municipality of Palmas-TO, comparing the effect of seasonality, dry and rainy seasons. , through parameters such as temperature and dissolved oxygen. Data were collected through the YSI monitoring probe, which was installed in the Aquaculture Park area. The analyzed indices were collected every 10 minutes, in the dry and rainy periods, in specific time ranges, allowing a better understanding of the dynamics in this environment. In general, the concentrations of dissolved oxygen and temperature were not below what is recommended for quality management of fish farming in cages. Only in the rainy season some measurements below Conama 357/2005 were observed, and these concentrations were not maintained for a long period of time.

Key-words: Limnology. Aquaculture. Fish Cage. Dissolved oxygen. Temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de descrição das atividades realizadas.	26
Figura 2. Mapa de Localização do Parque Aquícola Sucupira, mostrando o ponto de coleta de dados.	27
Figura 3. Sonda YSI 6020 V2 da Embrapa Pesca e Aquicultura.	28
Figura 4. Sonda YSI 6020 V2 com armadura de ferro.	28
Figura 5. Plataforma de coleta de dados no Reservatório da UHE Lajeado, Parque Aquícola Sucupira.	29
Figura 6. Limpeza da sonda de monitoramento YSI.	29
Figura 7 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no período de estiagem Parque Aquícola Sucupira.	31
Figura 8 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira.	32
Figura 9 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Nascer do Sol no Parque Aquícola Sucupira.	33
Figura 10 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Meio Dia no Parque Aquícola Sucupira.	34
Figura 11 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Final da Tarde no Parque Aquícola Sucupira.	35
Figura 12 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Meia Noite no Parque Aquícola Sucupira.	37
Figura 13 Gráfico de Temperatura (°C) no período de estiagem no Parque Aquícola Sucupira.	38
Figura 14 Gráfico de Temperatura (°C) no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira. ...	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Efeitos positivos e negativos da construção de represas 18

Tabela 2 Critérios para a escolha do local para instalação do tanques-rede.....21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
OD	Oxigênio Dissolvido
Peixe BR	Associação Brasileira da Piscicultura
pH	Potencial hidrogeniônico
SEAGRO	Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura - TO
SOFIA	Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura
TR	Tanques-rede
UHE	Usina Hidroelétrica

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
CO ₂	Dióxido de carbono
Kg/pessoa	Quilograma por pessoa
km	Quilômetros
m	Metros
m ²	Metros quadrados
mg/L	Miligramas por litro
min	Minutos
mm	Milímetros
O ₂	Gás Oxigênio
°C	Grau Celsius ou centígrado
ton	Toneladas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 RESERVATÓRIOS CONTINENTAIS	17
3.2 MONITORAMENTO DE RESERVATÓRIOS	18
3.3 AQUICULTURA EM RESERVATÓRIOS	20
3.4 OS PRINCIPAIS IMPACTOS DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE.....	22
3.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	24
3.6 TEMPERATURA	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 ETAPAS DO PROCESSO	26
4.2 ÁREA DE ESTUDO	26
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.....	27
4.4 COLETA DE DADOS	28
4.5 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	28
4.6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1 OXIGÊNIO DISSOLVIDO – OD.....	30
5.1.1 Período de Seca ou estiagem	30
5.1.2 Período de Chuva.....	31
5.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM HORÁRIO DIFERENTES DO DIA	32
5.2.1 Nascer do Sol (05:50 às 06:10).....	32
5.2.2 Meio dia (11:50 às 12:10).....	33
5.2.3 Final da Tarde (17:50 a 18:10)	34
5.2.4 Meia Noite (23:50 às 00:10)	35
5.3 TEMPERATURA	37
5.3.1 Período de Seca ou estiagem	37
5.3.2 Período de Chuva.....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
7 REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, as grandes represas artificiais, encontram-se em todas as bacias hidrográficas de grande porte no Brasil, tais construções causam relevantes mudanças socioeconômicas e ecossistêmicas (AGOSTINHO, 2007).

Segundo Agostinho et al. (2007), reservatórios são concebidos há mais de cinco milênios em diversas localidades do mundo e com variadas finalidades, indo de simples reservas de água, servindo também para irrigação, regularização de vazão, pesca, navegação, aquicultura e produção de energia hidroelétrica.

Esses ambientes artificiais são considerados de dinâmica e características, entre o ambiente lótico e lêntico, além disso, outro aspecto dos reservatórios é a variância do nível de água em curto espaço de tempo, causado pela operação da usina (ESTEVES, 1998). As represas, mais semelhantes a um sistema lagunar, apresentam maiores tempos de residência, em contrapartida, os mais assemelhados a ambientes de rios, têm tempos de residência menores (NOGUEIRA; NEVES; NALIATO, 2012).

Em decorrência da implantação da barragem, se faz notar a modificação da velocidade de escoamento da água, alterando o ecossistema aquático, segregando-o em diferentes zonas, de acordo com suas características, são elas: fluvial, intermediária e lacustre (RYCHTECKY; ZNACHOR, 2011; STRAŠKRABRA; TUNDISI, 2013).

Em consequência de todas as dinâmicas que ocorrem nesse ecossistema, e a grande disponibilidade de água e espaço que eles apresentam, uma das possibilidades que se faz presente é o cultivo de organismos aquáticos. No caso do estado do Tocantins o principal cultivo apresentado nesses ambientes é a piscicultura.

Segundo o relatório do Estado da Pesca e Aquicultura Mundial - SOFIA da FAO (2020), durante o período de 60 anos a taxa anual de consumo de peixes (3,1%), aumentou mais que a de crescimento populacional mundial anual (1,6%). O consumo foi de 9,0 Kg/pessoa em 1961 para 20,3 Kg/pessoa em 2017.

Estimativas da FAO (2020) indicam que a produção mundial de peixes deve aumentar de 179 milhões de toneladas no ano de 2018, para 204 milhões de toneladas em 2030. Isso representa uma desaceleração da produção mundial, comparada ao período de 2007 - 2018 (27%). Alguns fatores que vão contribuir com a desaceleração, serão: aceitação e observância de novas regulações ambientais, diminuição de áreas adequadas e disponibilidade hídrica propícia para a produção, crescimento de epidemias nas produções e um decréscimo produtivo na aquicultura.

O anuário da Associação Brasileira da Piscicultura - Peixe BR (2021) mostrou que a piscicultura brasileira obteve resultados positivos, crescendo 5,93% em relação ao ano de 2019. A produção nacional aumentou de 758.006 ton em 2019 para 802.930 ton em 2020.

O Tocantins produziu em 2020 14.804 ton, com o aumento de 11,3% sobre o ano anterior (13.300 ton), aparecendo em 18º no ranking de produção por estados no Brasil. Sendo assim, a piscicultura tem muito a crescer ainda, pois conta com milhares de hectares de lâmina d'água, lugares favoráveis e desenvolvimento de políticas de incentivo ao crescimento da produção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - PEIXE BR, 2021).

Dentro dessas políticas de incentivo há a promoção de um crescimento da produção aquícola seguindo os preceitos sustentáveis, gerando rendimentos e novos postos de trabalho no estado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - PEIXE BR, 2021).

O reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), conta com aproximadamente 170 km de extensão e área de 630 km², perpassando os municípios de Miracema do Tocantins, Lajeado, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Na atualidade, existe apenas produção de peixes nos Parques Aquícolas de Brejinho II, Miracema-Lajeado e Sucupira, situados nesse reservatório, que possui uma capacidade de suporte para produção de 89.238,112 ton/ano de peixes (BOLETIM DA PISCICULTURA EM ÁGUAS DA UNIÃO, 2020).

Segundo o Boletim da Piscicultura em Águas da União (2020), nos reservatórios do Rio Tocantins, Serra da Mesa, Cana Brava, Lajeado e Tucuruí, existem 1271 áreas regulares para a produção aquícola, e 15 áreas aquícolas de demanda espontânea.

Os números apresentados no Boletim da Piscicultura em Águas da União (2020) mostram a enorme potencialidade produtiva dos reservatórios das UHE instaladas no Rio Tocantins. Esse grande potencial, se não for cuidado e bem gerido, pode ocasionar grandes problemas de qualidade da água e inviabilizar, que os números de produção se concretizem.

Esse tipo de sistema é uma forma de produção intensiva, porém, tem a potencialidade de impactar o ambiente, sendo que ocorre a liberação de resíduos alimentícios e dejetos de peixes. Os resíduos aumentam a disponibilidade de nitrogênio e fósforo na coluna d'água e podem influenciar no aumento de floração de algas (ROSINI, et al. 2019).

O impacto que o cultivo em tanque-rede pode causar na água dos reservatórios, dependerá da quantidade de peixes criados, da quantidade de resíduo gerado, das propriedades das rações e da habilidade de autodepuração do ambiente no lugar que os tanques estão instalados (ROSINI, et al. 2019).

Seguindo nesse movimento de melhor gestão da aquicultura, apresenta-se o conceito de aquicultura sustentável. Essa definição abarca a produção econômica de espécies aquáticas, interagindo harmoniosamente e permanentemente com o ecossistema do lugar e com o meio social (VALENTI, 2011).

Os recursos naturais devem ser usados de modo racional, para não gerar degradação ao ecossistema. Esse modelo de cultivo tem que atender a população local com a oportunidade de gerar empregos, possibilitando uma maior qualidade de vida. Esses benefícios podem ser exigidos pelo poder público e disponibilizado para a população local (VALENTI, 2011).

Desse modo, com a piscicultura em tanques-redes em franca expansão no estado do Tocantins, a avaliação da qualidade de água desses reservatórios se faz muito importante, de maneira que minimizem ou previnam os efeitos adversos que venham a surgir sobre os mesmos. Assim sendo, o Parque Aquícola Sucupira, que é objeto do trabalho, apresenta-se como uma importante iniciativa para ser apresentada de monitoramento da qualidade de água da aquicultura em reservatórios, tendo na água o principal fator de sucesso na produção piscícola.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de pisciculturas com sistema de cultivo em tanques-rede no Parque Aquícola Sucupira, localizado no Reservatório da UHE Lajeado, município de Palmas-TO, por meio de parâmetros físicos e químicos.

2.2 Objetivos Específicos

- Registrar os principais impactos da atividade;
- Comparar o efeito da sazonalidade, período seco e chuvoso, na qualidade da água da área de influência do parque aquícola Sucupira e pisciculturas nele instaladas por um período de um ano;
- Averiguar o atendimento dos parâmetros analisados aos padrões de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para um reservatório classe 2.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Reservatórios Continentais

Reservatórios são concebidos a mais de cinco milênios em diversas localidades do mundo e com variadas finalidades, indo de simples reservas de água, servindo também para irrigação, regularização de vazão, pesca, navegação, aquicultura e produção de energia hidroelétrica (AGOSTINHO, 2007).

Hoje em dia, as grandes represas artificiais, encontram-se em todas as bacias hidrográficas de grande porte no Brasil, tais construções causam relevantes mudanças socioeconômicas e ecossistêmicas (AGOSTINHO, 2007).

Esses ambientes artificiais são considerados de dinâmica e características, entre o ambiente lótico e lêntico, além disso, outro aspecto dos reservatórios é a variância do nível de água em curto espaço de tempo, causado pela operação da usina (ESTEVES, 1998). As represas mais aproximadas a um sistema lagunar apresentam maiores tempos de residência, em contrapartida os mais assemelhados a ambientes de rios, têm tempos de residência menores (NOGUEIRA; NEVES; NALIATO, 2012).

Em decorrência da implantação da barragem, se faz notar a modificação da velocidade de escoamento da água, alterando o ecossistema aquático, segregando-o em diferentes zonas, de acordo com suas características, são elas: fluvial, intermediária e lacustre (RYCHTECKY; ZNACHOR, 2011; STRAŠKRABRA; TUNDISI, 2013).

A faixa fluvial apresenta dinâmicas similares a ecossistemas lóticos. Já na faixa intermediária, é onde se encontram a maioria dos organismos produtores, visto que ela recebe mais influência nutricional da zona lótica, a velocidade da água é menor e conta com maior tempo de residência, proporcionando uma acentuada sedimentação, assim, ampliando a zona fótica. A faixa lacustre fica mais aproximada a barragem e possui semelhanças com ambientes lênticos, com maior profundidade e com maior tempo de retenção hídrica (RYCHTECKY; ZNACHOR, 2011).

A construção dessas represas pode gerar alguns impactos, sejam eles, ambientais, sociais ou econômicos. A alguns efeitos positivos e negativos são apresentados, a seguir na Tabela abaixo.

Tabela 1 Efeitos positivos e negativos da construção de represas

Efeitos Positivos	Efeitos Negativos
Geração de energia	Transferência de grande contingente populacional
Acumulação de água na localidade	Desaparecimento de espécies nativas
Manancial de água para o abastecimento público	Deterioração da qualidade de água do reservatório
Navegação	Perda de terras férteis
Reserva para irrigação	Impedimento de desenvolvimento e espécies migradoras
Aquicultura	Agravo de doenças de veiculação hídrica
Maior oportunidade de pesca	Diminuição da concentração de oxigênio de fundo

Fonte: Tundisi (2005).

3.2 Monitoramento de Reservatórios

As redes de monitoramento da qualidade da água buscam a obtenção de dados que dizem respeito à qualidade química, biológica e física de um corpo hídrico no decorrer do tempo (SANDERS et al.,1983).

Segundo Artiola et al.(2004) a definição de monitoramento se enquadra em observar e estudar o ambiente, ou seja, as informações são armazenadas e analisadas para produção de conhecimento. Além disso, as informações obtidas através do método científico conduzem para uma maior compreensão da problemática ou do cenário, podendo tornar as decisões tomadas melhores, diferenciando um problema de uma condição momentânea. No entanto, os aspectos políticos e socioeconômicos influenciam também nas tomadas de decisões.

Nos variados sistemas de monitoramento existentes, os do tipo intensivo, remoto e em tempo real já se fazem presentes pelo mundo, e em alguns lugares do Brasil. Esse instrumento apresenta mais uma alternativa de monitoramento, captando o dinamismo hídrico, visto que as informações são armazenadas em curtos períodos de tempo, incluindo as variações dia a dia, durante os meses e anualmente, caso a operação do sistema seja sem interrupção. Para se obter melhores resultados orienta-se utilizar o monitoramento tradicional e se possível combinado ao sensoriamento remoto (HANISCH et al.,2015).

Um mecanismo de grande relevância no gerenciamento dos corpos d'água é o monitoramento intensivo, pois ele ajuda nas medidas que devem ser tomadas, principalmente

em áreas metropolitanas com alta densidade populacional, onde a poluição pode ser séria e de extrema influência na qualidade da água, podendo interferir o abastecimento à população daquela região, assegurando uma melhor gestão do recurso (HANISCH et al.,2015).

No planejamento ou otimização de uma Rede de Monitoramento, devem ser considerados alguns elementos, são eles: identificação dos alvos do monitoramento; determinar a rede local de onde serão retiradas as amostras de lagos e rios; escolher os parâmetros de qualidade de água a serem amostrados; definir com que frequência e a recorrência da amostragem; estimar quanto de recursos humanos, técnicos e financeiros serão necessários; planejamento da logística empregada; identificar os locais por onde se publicará os dados e informações; considerar se os dados e informações geradas são passíveis de serem aproveitados (BEHMEL, 2016).

A estação de monitoramento em tempo real recolhe dados de forma intensa de alguns parâmetros, podendo ser: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, salinidade, temperatura do corpo hídrico, turbidez e potencial redox, clorofila-a, concentração de cianobactérias, nitrato, amônia e cloretos. Determinadas metas podem ser alcançadas com a introdução desse sistema de monitoramento, como: determinar a qualidade hídrica e avaliar a concentração dos parâmetros interessados ao decorrer do tempo; estabelecer as ações essenciais para a preservação das propriedades hídricas adequadas, determinadas em lei; analisar a eficiência desses atos (HANISCH et al.,2015).

O monitoramento remoto em tempo real se mostra mais vantajoso que o monitoramento tradicional. O arquivamento automático das informações e a sua transmissão por meio da internet permitem a centralização dos bancos de dados para utilização e estudo por quem tenha interesse (GLASGOW et al., 2004).

A atividade que vem se estabelecendo em vários países, e apresenta perigos de poluição e contaminação hídrica constante, é o monitoramento contínuo ou em tempo real da qualidade de água dos mais variados corpos hídricos. Essa ação possibilita o aumento do cuidado e a possibilidade de redução dos riscos com a saúde das pessoas, no caso dela ser usada para captação e posterior fornecimento, e risco ecossistêmico (HANISCH et al.,2015).

Essa tecnologia de monitoramento é frequentemente confundida com a de Sensoriamento Remoto. O monitoramento em tempo real e a tecnologia mencionada podem ser utilizadas simultaneamente, no entanto elas possuem características que as diferem (HANISCH et al., 2015).

O monitoramento em tempo real busca a aquisição de dados em espaços curtos de tempo, captando mudanças repentinas, possibilitando alarmes, permitindo uma melhor

compreensão das dinâmicas ambientais. Apesar disso, como o equipamento ficará instalado no corpo hídrico, existe o risco de ocorrer deteriorações ou avarias, além da dificuldade operacional em fazer a manutenção e a calibração, indispensáveis para a verificação dos dados coletados e diminuição de erros de coleta (HANISCH et al., 2015).

3.3 Aquicultura em reservatórios

Conforme apresentado nos relatórios do Estado da Pesca e Aquicultura no Mundo (FAO, 2020), o Brasil terá um crescimento na sua produção, devido ao desenvolvimento da produção aquícola em águas interiores.

No país, a aparição das maiores barragens está vinculada a obras de grandes usinas hidroelétricas. As consequências negativas dessas construções são tão grandes, que se assemelham a criação de um novo ecossistema, impactando diretamente na dinâmica hidrológica, relações tróficas, organismos produtores, Ciclagem dos nutrientes, impossibilidade do deslocamento de espécies migradoras, entre outras mudanças (AGOSTINHO et al., 2007; WINEMILLER et al., 2016).

Dentro do contexto de grandes barragens, surgem os parques aquícolas que são determinados como locais delimitados, que possibilitam a produção aquícola e outras atividades concomitantemente. Uma atividade que ocorre com maior peso nesses parques é a piscicultura (BRASIL, 2020).

Os parques aquícolas pioneiros a entrarem em funcionamento são os pertencentes aos reservatórios de Itaipu (PR), Castanhão (CE), Ilha Solteira (MS, MG e SP), Furnas (MG), Três Marias (MG) e Tucuruí (PA) (DE ARAÚJO, 2016).

Esses tipos de produção mantêm os peixes confinados para um melhor desenvolvimento servindo de defesa para ataque de predadores e possibilitando um meio com boa qualidade de água e alimento (EMBRAPA, 2009). A criação de peixes em tanque-rede, vem apresentando pontos positivos, pois é uma alternativa para se aproveitar os espaços do reservatório.

A produção nacional em tanques-rede está se tornando uma opção a mais para a piscicultura tradicional, sendo realizada em diversos lagos de barragens. Aliás, a possibilidade de renda da produção de peixes, fez com que alguns órgãos ligados ao governo, incentivassem e ajudassem esses produtores durante o processo produtivo (DE QUEIROZ & ROTTA, 2016).

Os tanques podem ser instalados em lagoas, rios, estuários e mar aberto. Essas estruturas simplificam a observação, alimentação e despesca. Porém, sendo um sistema aberto, o manejo dentro dos tanques influencia o ecossistema que ele está inserido, como o meio influencia

mutuamente a produção, se fazendo necessário tomar cuidado com a escolha do local que será estabelecida essa estrutura (CARDIA & LOVATELLI, 2015).

Os três critérios essenciais para a escolha de um local para instalação do tanque-rede, segundo o trabalho de Beveridge (2008), são apresentados na Tabela abaixo.

Tabela 2 Critérios para a escolha do local para instalação do tanques-rede

Critérios ambientais para a piscicultura	Critérios ambientais para estruturas de gaiolas de peixes	Critérios logísticos e de gerenciamento
Qualidade da água (oxigênio dissolvido, temperatura, pH, turbidez, poluição)	Clima (precipitação, variações de temperatura)	Regulamentação e planejamento
Topografia	Correntes	Acesso
Hidrologia	Profundidade	Proximidade com o mercado consumidor
Proliferação de algas	Substrato	Segurança

Fonte: BEVERIDGE, 2008.

Os efeitos da produção piscícola em tanques-rede podem ser negativos na qualidade da água do ambiente. Esse impacto depende das espécies criadas, densidade de armazenamento, localização, qualidade de ração e manejo. Fósforo e nitrogênio são disponibilizados na água, trazendo um aumento na concentração de nutrientes, tendo potencial de provocar eutrofização. A amônia é expelida pelas brânquias e os nutrientes fósforo e nitrogênio pelas excretas dos peixes. Ela é extremamente tóxica aos peixes, sendo também absorvida pelos organismos bentônicos, que se degrada para forma de nitrato (HANDY & POXTON, 1993 ; BLACK, 2008 ; LIMA et al., 2018).

A disponibilidade de fósforo em ecossistemas de água doce é de se levar a sério, pois é o nutriente limitador do desenvolvimento de algas, sua disponibilidade nesses ambientes pode gerar aflorações excessivas das mesmas, que podem ser prejudiciais, causando também uma diminuição do oxigênio dissolvido na água (HOLMER, 2010).

A ração que não é consumida e as excretas decompostas compõem a maior parte da matéria orgânica particulada presente nesses ambientes. Cerca de 20% da ração utilizada para alimentação dos peixes em tanque-rede é perdida antes da ingestão pelos peixes (PEARSON & GOWEN, 1990), sendo a taxa de utilização alimentar de peixes criados em tanques-rede de

14,8% para nitrogênio e 11% para fósforo (GUO & LI, 2003). Deste modo, a gestão do arraçamento é fundamental para diminuir os danos do excedente de nutrientes. A fim de aumentar a eficiência da gestão dos alimentos, é possível a utilização de alimentadores automáticos, tendo uma maior precisão na quantidade de ser disposto que a espécie precise (BLACK, 2008). O plano alimentar pode conter o crescimento da digestibilidade, visto que os peixes absorvem os nutrientes com maior eficiência, diminuindo a disponibilidade de resíduos.

Esse tipo de sistema é uma forma de produção intensiva, porém, tem a potencialidade de impactar o ambiente, sendo que ocorre a liberação de resíduos alimentícios e dejetos de peixes. Esses resíduos aumentam a disponibilidade de nitrogênio e fósforo na coluna d'água e podem influenciar no aumento de floração de algas (ROSINI, et al. 2019).

O impacto que o cultivo em tanque-rede pode causar na limnologia da água, dependerá da quantidade de peixes criados, da quantidade de resíduo gerado, das propriedades das rações e da habilidade de autodepuração do ambiente no lugar que os tanques estão instalados (ROSINI, et al. 2019).

Seguindo nesse movimento de melhor gestão da aquicultura, entra o conceito de aquicultura sustentável. Essa definição abarca a produção econômica de espécies aquáticas, interagindo harmoniosamente e permanentemente com o ecossistema do lugar e com o meio social (VALENTI, 2011).

A aquicultura deve ser produtiva e lucrativa, trazendo proventos, que pode ter a capacidade de gerar benefícios monetários ou não. Os recursos naturais devem ser usados de modo racional, para não gerar degradação ao ecossistema. Esse modelo de cultivo tem que atender a população local com a oportunidade de gerar empregos, possibilitando uma maior qualidade de vida. Esses benefícios podem ser exigidos pelo poder público e disponibilizado para a população local (VALENTI, 2011).

3.4 Os principais impactos da atividade de Piscicultura em Tanques-rede

É sabido que a piscicultura em tanque rede, como qualquer outro tipo de produção animal, gera alguns impactos ambientais, que advém do manejo, arraçamento e instalação das estruturas.

Os impactos da atividade classificam-se em interno, local ou regional. Os impactos internos são aqueles que afetam diretamente o local de cultivo. Os locais são sentidos até um quilômetro a jusante. Já quando as implicações no ambiente aquático, são sentidos até muitos quilômetros de onde ocorre o impacto são conhecidos como regionais (SILVER, 1992).

A aquicultura tem a capacidade de aumentar a concentração de partículas e macro e micro nutrientes dissolvidos na água (SUGIURA et al., 2006; AZEVEDO et al., 2011; GONDWE et al., 2011; CANALE et al., 2016), a eclosão da letalidade e diminuição da diversidade biológica de peixes (SANG, 2006); a poluição da água por meio de princípios ativos de remédios, defensivos agrícolas e outros compostos químicos (BURRIDGE et al., 2010); diminuição da concentração de oxigênio dissolvido na área de cultivo (HAMBLIN & GALE, 2002); florescimento de algas que liberam toxinas (SOWLES, 2009); alta acumulação de metais e matéria orgânica nos sedimentos de fundo (XIA et al., 2016).

Ademais, perceberam mudanças na biodiversidade da microbiota e nos organismos bentônicos encontrados nos sedimentos (BUSCHMANN et al., 2009). Mudanças na estrutura trófica e na alimentação dos peixes do entorno dos tanques-redes, por conta do arraçamento e manejos de espécies exóticas ou não cultivadas (ARTHUR et al., 2010; CARVALHO et al., 2012; RAMOS et al., 2014). Além disso, possível transmissão de doenças para os peixes do entorno, podendo gerar conflitos nos usos múltiplos dos recursos hídricos (ISRAEL, 2007).

Segundo Guo e Li (2003), os maiores impactos ambientais causados na água e nos sedimentos, podem ser o aumento de concentração de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica. O trabalho de Folke e Kautsky (1992), mostrou que 13% e 66% respectivamente do fósforo e nitrogênio que entra no sistema através do arraçamento sofrem sedimentação, somente 23% do fósforo e 25% do nitrogênio são absorvidos pela carcaça dos peixes, e 11% e 62% nessa ordem fósforo e nitrogênio, se dissolvem na água.

Uma outra problemática presente em lagos e reservatórios é a eutrofização, podendo ser potencializada pelo cultivo aquícola. Em reservatórios que retém água em períodos mais altos, são uma das causas desse problema (KUO et al., 2006).

Todos os tipos de produção de alimentos geram, de certa maneira, impactos ambientais, seja ela animal ou vegetal. Um elemento a ser levado em conta é a capacidade que o ambiente tem de absorver esse impacto sem sofrer significativamente (SOTO et al., 2013). Segundo Garcia et al. (2014) esta é uma das problemáticas essenciais para a piscicultura em tanques-rede, determinar os limites produtivos para que não afete os outros usos múltiplos das águas continentais.

Segundo Miranda et al. (2016), matéria orgânica que a produção aquícola em tanques-rede emite, pode alterar a cadeia alimentar, tendo potencial de ser usada como alimento para os peixes do entorno. A adição dessa matéria orgânica possibilita alterações ambientais, depois do seu consumo, sendo capaz de tornar o ambiente eutrófico com elevada concentração de algas

fitossintetizantes, e alta de zooplânctons, também a diminuição da microfauna de bentos (TOMASSETTI et al. 2016).

A ração e as fezes que são produzidas pelos peixes, fazem com que se agreguem à comunidade de peixes ao redor dos tanques, pois podem se alimentar diretamente ou indiretamente dessa matéria orgânica, ocasionando mudanças nas relações tróficas, no ciclo reprodutivo e transformações no fígado dos peixes (BRANDÃO et al. 2012, 2013; DEMÉTRIO et al. 2012; KLIEMANN et al. 2018; ORLANDI-NETO et al. 2019a; RAMOS et al. 2008, 2013; STRICTAR-PEREIRA et al. 2010).

A seleção de áreas propícias para a produção aquícola e a gestão ineficiente da piscicultura, pode afetar a produtividade do cultivo. Portanto, escolher uma área adequada pode evitar um impacto maior e trazer um aumento de produção (ZANIBONI-FILHO et al. 2018).

Segundo Holmer (2010), o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento de algas, logo a inserção desse elemento em concentrações que os ambientes aquáticos não conseguem absorver, levando a uma alta floração de algas, que por consequência consomem o oxigênio dissolvido presente na água, podendo diminuir de maneira drástica sua disponibilidade.

3.5 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido encontrado na água atua como um dos principais indicadores em Limnologia, pois atua em vários processos biológicos e químicos na água. Essa concentração depende basicamente da temperatura da água e da pressão atmosférica (TUNDISI, 2008).

O ecossistema de água doce, dependendo da ausência ou presença de oxigênio dissolvido, vai determinar que tipo de microrganismo e organismos aquáticos que iram habitar aquele ambiente. A respiração biológica dos organismos de O_2 é a principal causa do consumo do oxigênio dissolvido no ambiente aquático. Os organismos metabolizam e oxidam o CO_2 em O_2 fornecendo maior desempenho do que se fossem usadas outras moléculas (DODDS e WHILES, 2020).

Pelo motivo de estar envolvido diretamente com a respiração, fotossíntese e decomposição de matéria orgânica, que dependem diretamente do período de exposição à luz do solar, o oxigênio dissolvido, sofre variações na sua concentração durante os vários períodos do dia. Durante o período noturno essa falta de produção primária pode se tornar um problema para a gestão do corpo hídrico e da piscicultura, pois a concentração de OD pode atingir valores muito baixos (ESTEVES, 1998).

3.6 Temperatura

Um processo fundamental para o aquecimento da água é a radiação do sol que chega às camadas superficiais dos corpos hídricos. Esse aquecimento da água causa uma estratificação térmica e de densidade, que regula importantes processos e mecanismos desses ecossistemas (TUNDISI, 2008).

Segundo Tundisi (2008), ocorre a estratificação no corpo hídrico, a camada superficial, o epilímnio, camada mais aquecida e menos densa e o hipolímnio a camada inferior, mais densa e mais fria. A altura de cada camada será determinada pela localização geográfica, a profundidade média e máxima, aspectos regionais com relação às dinâmicas de ventos da região e o posicionamento do corpo hídrico na bacia hidrográfica (TUNDISI, 2008).

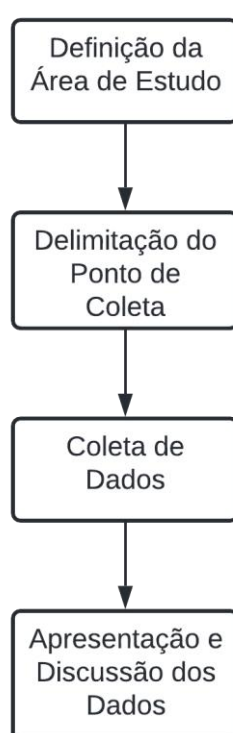
Segundo Fernandes et al., (2018) para a aquicultura um dos parâmetros mais relevantes é a temperatura da água, pois irá afetar diretamente na temperatura corporal dos peixes. Também vão depender da temperatura, o metabolismo, a conversão alimentar, o ganho de peso, a morfometria, o bem estar animal, quantidade de excretas dos peixes e atividade dos microrganismos nas transformações químicas.

4 METODOLOGIA

4.1 Etapas do processo

O fluxograma a seguir apresenta todas as etapas e procedimentos para definição da área de estudo, delimitação dos pontos de coleta, coleta de dados e para a apresentação e discussão dos dados.

Figura 1. Fluxograma de descrição das atividades realizadas.



Fonte: Autor (2021).

4.2 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na área do Parque Aquícola Sucupira em Palmas-TO, localizado no reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães.

O Parque Aquícola Sucupira, foi projetado para fins não onerosos. Contando com 209 áreas aquícolas licitadas, 198 contempladas, possuindo atualmente 30 piscicultores produzindo diversas espécies amazônicas (SEAGRO, 2018).

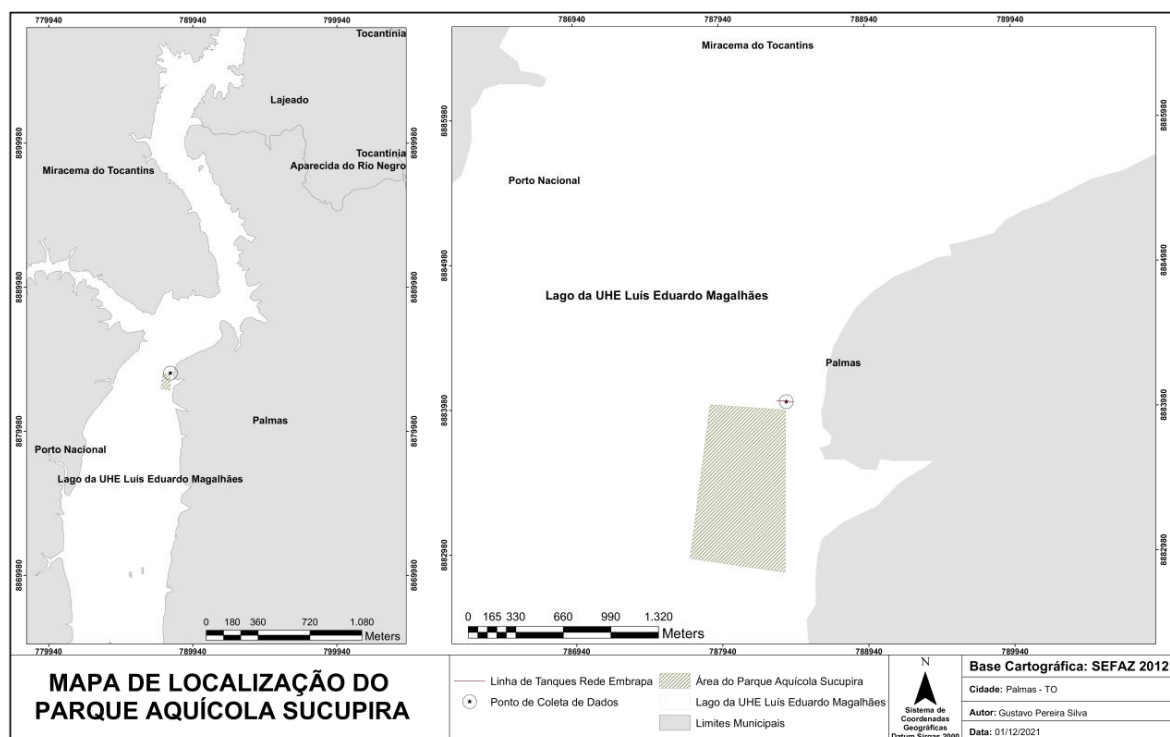
O reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), conta com aproximadamente 170 km de extensão e área de 630 m², perpassando os municípios de Miracema do Tocantins, Lajeado, Palmas, Porto Nacional, Brejinho de Nazaré e Ipueiras. Na atualidade, existem apenas três Parques Aquícolas instalados (Brejinho II, Miracema-Lajeado e Sucupira), situados nesse reservatório, possuindo uma capacidade de suporte para produção de 89.238,112 ton/ano de peixes (BOLETIM DA PISCICULTURA EM ÁGUAS DA UNIÃO, 2020).

Os Tanques-rede (TR) foram instalados perpendicularmente à corrente da água e dispostos de acordo com uma distância entre TR de 4 m. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia até a saciedade com uma dieta extrusada comercial, com níveis de proteína bruta de 45%, 36%, 32%, de acordo com cada fase de cultivo.

4.3 Caracterização dos Pontos de Coleta

O ponto de coleta foi escolhido dentro da área de influência do Parque Aquícola Sucupira. Sendo alocado na linha de cultivo (posição que os tanques-rede ficam dispostos), da Embrapa, que fica a jusante do Parque Aquícola, conforme apresentada na Figura 2.

Figura 2. Mapa de Localização do Parque Aquícola Sucupira, mostrando o ponto de coleta de dados.



Fonte: Autor (2021).

4.4 Coleta de Dados

A Plataforma de coleta de dados foi instalada na linha de Tanques-rede da Embrapa, com a sonda a uma profundidade de 1,5 - 2 m de profundidade da flor da água (Figura 3 e Figura 4).

A coleta de dados da plataforma de monitoramento contínuo se realizou no intervalo de 60 dias, e foi feita por meio do software específico da empresa YSI, a mesma da sonda instalada. Após o download das informações, o equipamento foi limpo e calibrado, para depois ser devolvido para a plataforma de monitoramento.

As coletas foram realizadas de novembro de 2019 a agosto de 2021, totalizando 4 campanhas a campo para coleta e calibração da Sonda YSI. Os meses definidos para análise foram o período chuvoso (outubro a abril) e estiagem (maio a setembro).

Figura 3.Sonda YSI 6020 V2 da Embrapa Pesca e Aquicultura.



Fonte: Autor (2021).

Figura 4.Sonda YSI 6020 V2 com armadura de ferro.



Fonte: Autor (2021).

4.5 Análise Físico-Química

Os parâmetros foram coletados por meio da plataforma com a sonda modelo YSI 6020 V2 (Figura 5 e Figura 6), de monitoramento em tempo real, armazenando dados a cada 10 minutos, instalada na linha de tanques-rede da Embrapa instalada no parque. Esse equipamento

foi responsável por coletar dados dos seguintes parâmetros de água: Oxigênio dissolvido e Temperatura.

A análise do Oxigênio Dissolvido foi subdividida em 4 horários durante o dia, pois ele é um dos parâmetros mais importantes para a gestão da aquicultura em tanques-rede. Foram escolhidas de início da manhã (05h50min a 06h10min);, meio dia (11h50min a 12h10min);, final da tarde (17h50min a 18h10min) e meia noite (23h:50min a 00h:10min).

Figura 5. Plataforma de coleta de dados no Reservatório da UHE Lajeado, Parque Aquícola Sucupira.



Fonte: Autor (2021).

Figura 6. Limpeza da sonda de monitoramento YSI.



Fonte: Autor (2021).

4.6 Apresentação e Discussão dos Dados

Após o download dos dados, as informações foram analisadas, armazenadas e comparadas com a os limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para um reservatório classe II.

A checagem foi realizada com os parâmetros presentes nesta Resolução, de acordo com a classe definida para a atividade e observando as variáveis mais importantes para a aquicultura.

Os dados foram subdivididos em período seco e período chuvoso, para depois serem comparados através de estatística descritiva (média, moda, desvio padrão, etc.) e avaliados entre eles.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos durante as campanhas de coleta de dados, seguem-se então os dados de Oxigênio dissolvido e Temperatura da água.

5.1 Oxigênio Dissolvido – OD

5.1.1 Período de Seca ou estiagem

Os dados apresentam em média 7,47 mg/L de OD durante todo o período de estiagem (Figura 7). A menor concentração medida de 5,31 mg/L ocorreu no dia 08/07/2021 às 00:20:00 e a máxima foi de 9,42 mg/L, encontrada no dia 03/05/2021 às 16:31:00. As concentrações mais frequentes foram a de 7,34 mg/L, aparecendo 233 vezes em todo período seco coletado. O desvio padrão é de 0,43 mg/L em torno da média, ou seja, pegando como base a média a variação foi de 0,43 para mais ou para menos.

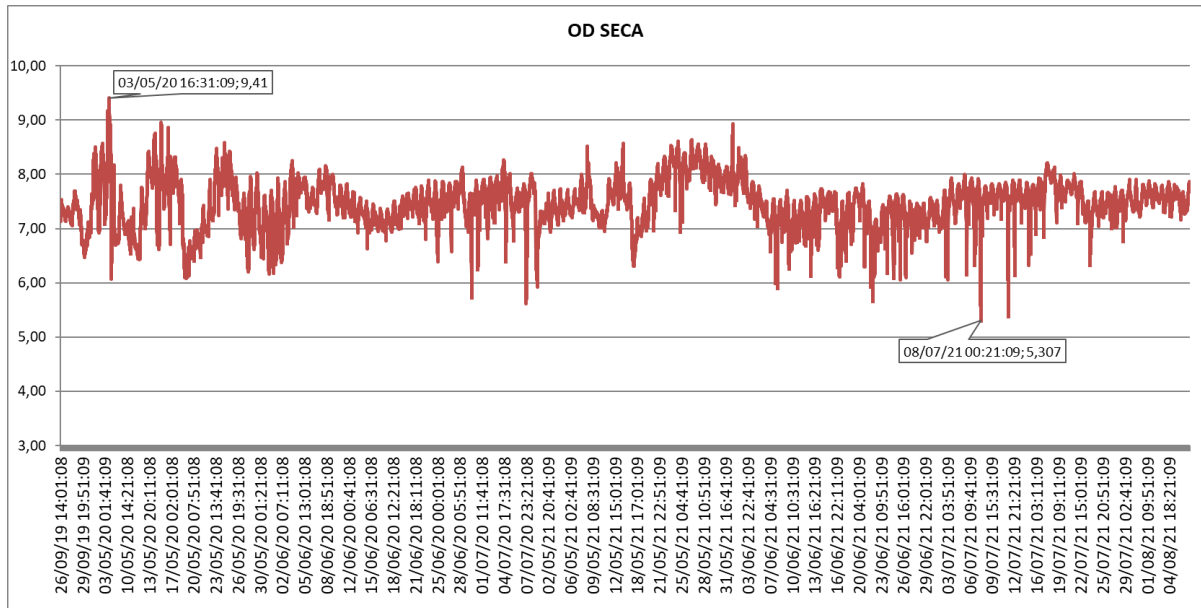
Durante esse período de tempo nenhum dos dados coletados mostrou medições abaixo de 5 mg/L, conforme preconiza a resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos hídricos classe 2.

Sousa e Morais (2015), em seus estudos no mesmo reservatório no período de seca (medições de abril a outubro) constataram que a concentração de oxigênio dissolvido variou de 6,74 mg/L e 8,60 mg/L.

Já os resultados de Mallasen et al.(2018), no parque aquícola do reservatório de Ilha Solteira (SP) mostraram que as concentrações coletas no período de baixa precipitação foram maiores sendo que apresentou média de 6,2 mg/L na área de cultivo com desvio padrão de 0,9.

A Figura 7 apresenta uma coleta de dados de oxigênio dissolvido no período de seca durante o período de estudo.

Figura 7 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no período de estiagem Parque Aquícola Sucupira.



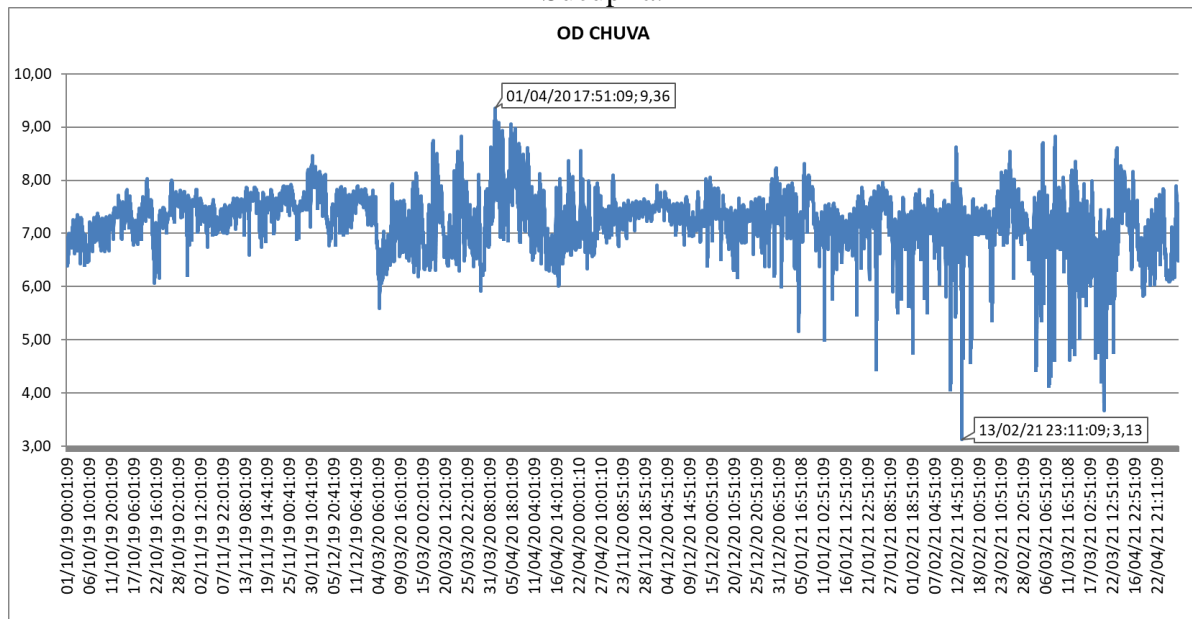
Fonte: Autor (2021).

5.1.2 Período de Chuva

Os dados apresentaram concentração média de 7,24 mg/L. A maior concentração medida foi de 9,36 mg/L no dia 01/04/2020 às 17:51:00 e de concentração mínima obtida 3,13 mg/L no dia 13/02/2021 às 23:11:00, tendo como possível causa as precipitações intensas que ocorreram nos três dias anteriores que chegaram a soma de 84,20 mm de chuva acumulada durante esses três dias segundo dados do INMET (2021). Logo após as 00:00:00 do dia 14/02/2021 a medição passou a subir, indicando que aquela concentração baixa medida, pode ter sido causada por uma grande atividade dos microrganismos para decompor a matéria orgânica em suspensão e acarretando assim, alto consumo de O₂.

A Figura 8 apresenta uma coleta de dados de oxigênio dissolvido no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira durante o período de estudo.

Figura 8 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira.



Fonte: Autor (2021).

Durante esse período de tempo houve medições abaixo de 5 mg/L, conforme preconiza a resolução CONAMA n° 357/2005, para corpos hídricos classe 2. Essas medições têm relação com o alto índice de precipitação nos dias desse evento.

O trabalho realizado no mesmo corpo hídrico de Sousa e Moraes (2015) no período chuvoso (medições de novembro a março) mostrou que a variação da concentração desse gás ficou no intervalo de 6,30 mg/L a 11,66 mg/L.

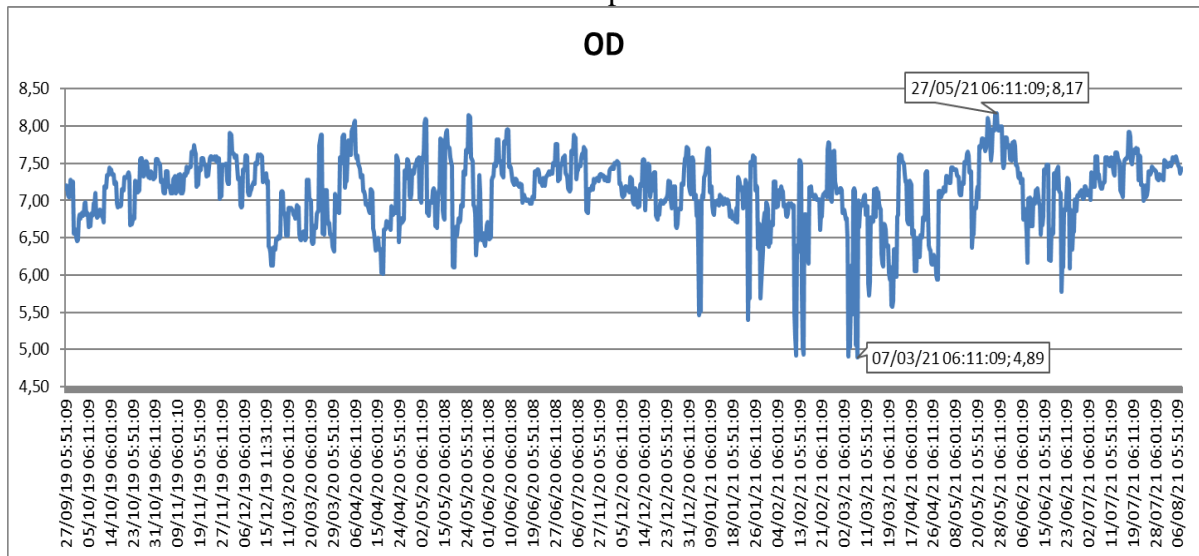
5.2 Oxigênio Dissolvido Em Horário Diferentes Do Dia

5.2.1 Nascer do Sol (05:50 às 06:10)

Este período (Figura 9) do dia mostrou dados de concentração média de 7,110 mg/L, com desvio padrão de 0,484, ou seja, a maior parte dos dados coletados variou para mais ou menos que esse valor. O valor de concentração mínima obtido foi de 4,891 mg/L encontrado no dia 07/03/21 às 06:10, ficando abaixo do valor de 5 mg/L que preconiza a Conama n° 357/2005. Já a maior concentração medida foi de 8,173 mg/L vista no dia 27/05/2021 às 06:10.

O valor mínimo foi obtido no mês de março ainda no período chuvoso, podendo ter influenciado na qualidade da água. O valor máximo de concentração medido, foi realizado no início do período de estiagem no mês de maio.

Figura 9 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Nascer do Sol no Parque Aquícola Sucupira.



Fonte: Autor (2021).

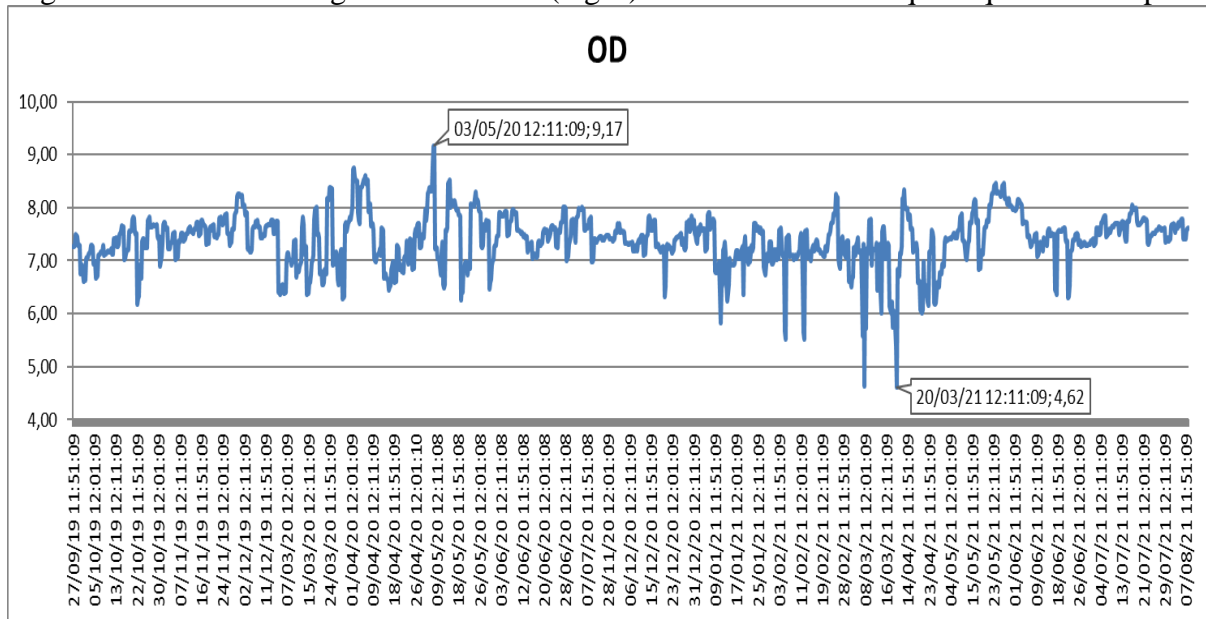
5.2.2 Meio dia (11:50 às 12:10)

Durante o período do meio dia (

Figura 10) foi visto que o valor de concentração médio foi de 7,391 mg/L, com desvio padrão de 0,494. A concentração mínima de OD obtida foi de 4,619 mg/L no dia 20/03/2021 às 12:10, no período chuvoso. A maior concentração foi de 9,166 mg/L obtida no dia 03/05/2020 às 12:10.

Os valores de concentração mais baixo encontrado foi menor que o que preconiza a Conama nº 357/2005, para corpos hídricos classe 2.

Figura 10 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Meio Dia no Parque Aquícola Sucupira.



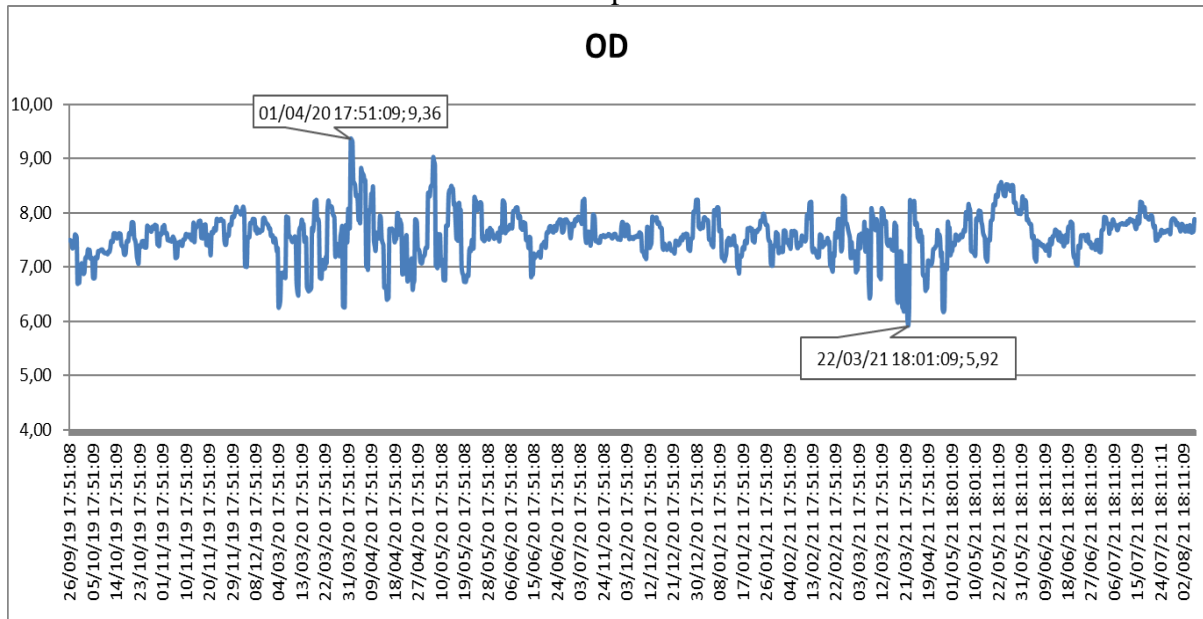
Fonte: Autor (2021).

5.2.3 Final da Tarde (17:50 a 18:10)

Durante esse horário (Figura 11) a concentração média de oxigênio dissolvido foi de 7,574 mg/L, com desvio padrão de 0,414. A menor concentração medida foi de 5,919 mg/L no dia 22/03/2021 às 18:00, durante o período de chuva. A maior concentração foi 9,356 mg/L catalogada no dia 01/04/2020 às 17:50.

As medições durante esse horário do dia não ultrapassaram os limites de tolerância preconizados pela Conama nº 357/2005, que preconiza como limite inferior a concentração de 5 mg/L para águas de classe 2.

Figura 11 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Final da Tarde no Parque Aquícola Sucupira.



Fonte: Autor (2021).

5.2.4 Meia Noite (23:50 às 00:10)

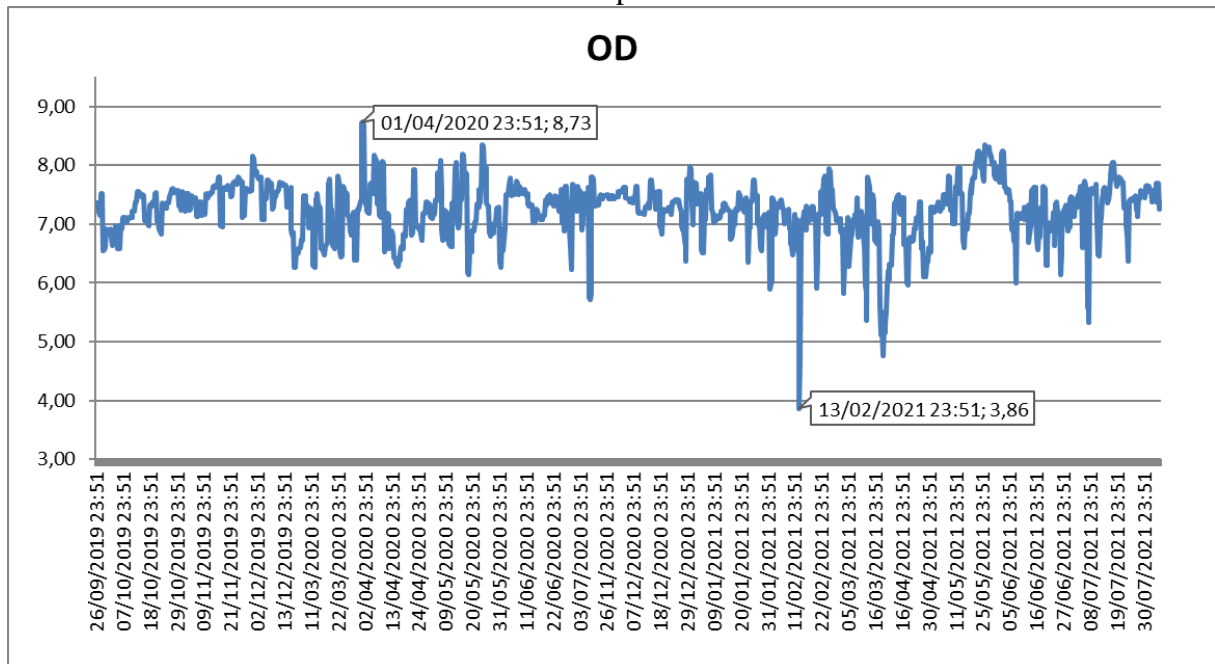
No decorrer do horário de Meio Dia (

Figura 12) com média de 7,239 mg/L, com desvio padrão de 0,489. A menor concentração medida foi de 3,864 mg/L, no dia 13/02/2021 às 23:50 durante o período chuvoso. Já a maior concentração obtida foi de 8,734 mg/L no dia 02/04/2020 às 00:00, também no período chuvoso.

Nesse período do dia a menor concentração obtida ultrapassou o limite inferior da resolução Conama nº 357/2005.

Segundo Boyd, Claude E. et al. (1982) as concentrações mínimas cabíveis de OD para a maioria dos peixes fica em torno de 2 mg/L - 6 mg/L, isso irá variar de acordo com a duração desse período de baixa concentração, se for poucas horas pode não prejudicar, mas mantendo essa situação por alguns dias pode gerar efeitos letais aos organismos.

Figura 12 Gráfico de oxigênio dissolvido (mg/L) no Meia Noite no Parque Aquícola Sucupira.



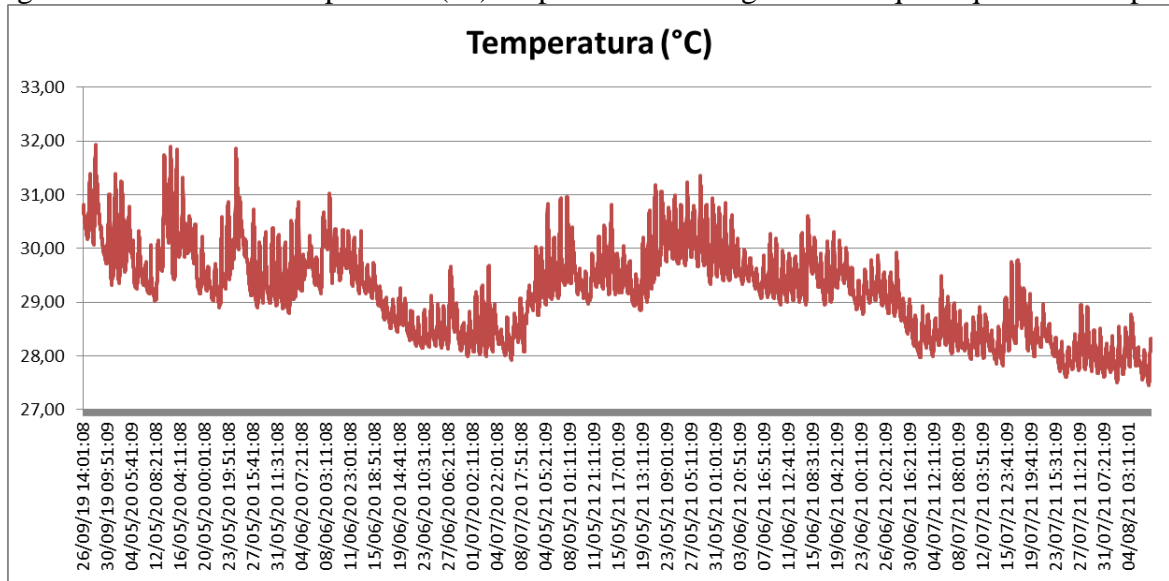
Fonte: Autor (2021).

5.3 Temperatura

5.3.1 Período de Seca ou estiagem

Os dados de temperatura da água apresentados no período de estiagem (Figura 13) têm como média 29,20°C, e apresentando a medição mais frequente de 29,43°C. O desvio padrão apresentado durante o período de seca, o valor de 0,82 em torno da média obtida, ou seja, 0,82 para mais ou menos que o valor médio de 29,20°C. O valor máximo medido foi de 31,92°C que ocorreu no dia 28/09/2019 as 13:30:00. Já o valor mais baixo medido nesse período foi de 27,45°C no dia 7/08/2021 as 08:31:00.

Figura 13 Gráfico de Temperatura (°C) no período de estiagem no Parque Aquícola Sucupira.



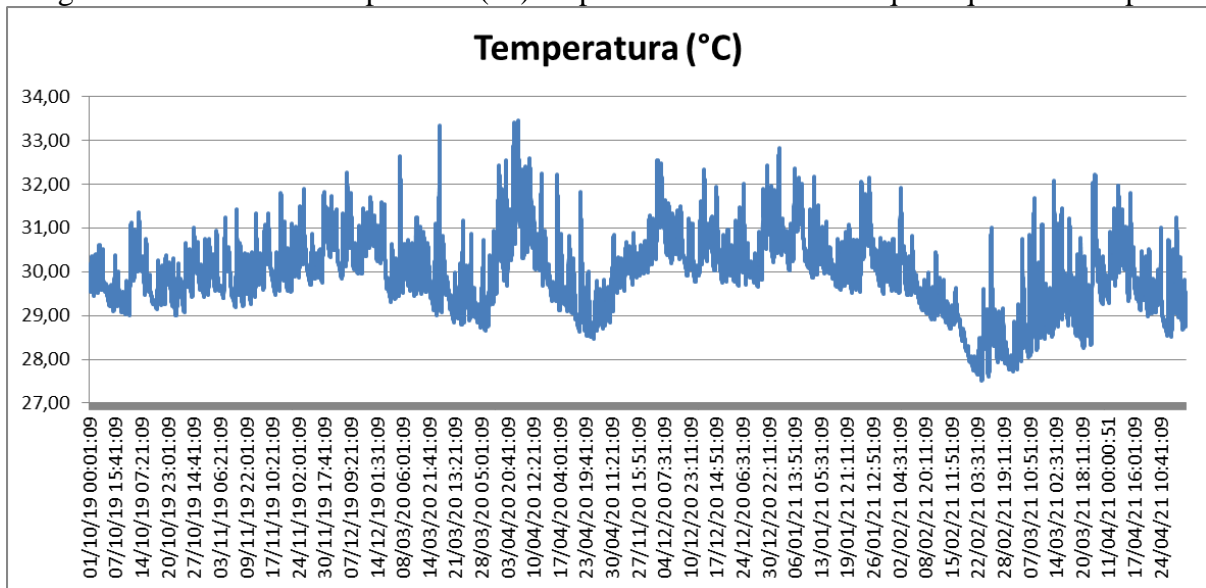
Fonte: Autor (2021).

5.3.2 Período de Chuva

Os dados do período chuvoso (Figura 14) apresentam como média 29,90°C a uma profundidade na faixa de 1,5 m a 1,8 m, ou seja, na parte superficial da água. O valor mais frequente encontrado durante a medição foi 29,59°C. Os dados mostraram um desvio padrão de 0,86, em torno da média. A medição máxima encontrada no período chuvoso foi de 33,46°C no dia 06/04/2020 as 15:21:00 e o valor mínimo medido de 27,52°C no dia 23/02/2021 as 08:20:00.

A Figura 14 apresenta uma coleta de dados de Temperatura no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira durante o período de estudo.

Figura 14 Gráfico de Temperatura (°C) no período chuvoso no Parque Aquícola Sucupira.



Fonte: Autor (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentados os resultados do monitoramento da qualidade de água com os parâmetros de oxigênio dissolvido e temperatura da água, em um ponto amostral dentro do Parque aquícola Sucupira. Os índices analisados foram coletados no intervalo de cada 10 minutos, nos períodos de estiagem e chuvoso, em faixas de horários específicos, possibilitando uma maior compreensão da dinâmica nesse ambiente.

De modo geral, as concentrações de oxigênio dissolvido e Temperatura, não ficaram abaixo do que é recomendado para uma gestão de qualidade da piscicultura em tanques-rede. Somente no período chuvoso foram observadas algumas medições abaixo da Conama 357/2005, não se mantendo essas concentrações por elevado período de tempo.

Os horários do Nascer do Sol apresentaram média de concentração mais baixas, já o durante o fim da tarde a média de concentração apresentada foi a mais alta dos horários, como era de se esperar com a diminuição de produção primária durante o período da madrugada e o aumento durante todo o passar do dia.

O lugar em que a sonda está alocada no Parque Aquícola Sucupira, apresentou uma boa qualidade de oxigênio dissolvido e temperatura, que são os principais parâmetros para um bom desenvolvimento da piscicultura e ótimos indicadores de poluição na água.

Trabalhos como esse podem contribuir para se conhecer cada tipo de ambiente na aquicultura em águas continentais e de prever possíveis poluições na água para que se faça pleno o múltiplo uso desses tipos de corpo hídrico, sem afetar nenhum usuário negativamente e o meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros. 2007.**

ARTHUR, Robert I. et al. Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. **Aquaculture**, v. 299, n. 1-4, p. 81-88, 2010. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.022> >. Acesso em: 10 nov. 2021.

ARTIOLA, J. F.; PEPPER, I. L.; BRUNSSEAU, M. **Environmental Monitoring and Characterization**. San Diego, California: Elsevier Academic Press, 2004. 410 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - PEIXE BR. **ANUÁRIO 2021 Peixe BR da Piscicultura**. 5. ed. São Paulo - SP: Associação Brasileira da Piscicultura, 2021. 71 p. Disponível em:<<https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

AZEVEDO, P. A. et al. Estimation of waste outputs by a rainbow trout cage farm using a nutritional approach and monitoring of lake water quality. **Aquaculture**, v. 311, n. 1-4, p. 175-186, 2011. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.12.001> >. Acesso em: 20 ago. 2021.

BEHMEL, S. et al. Water quality monitoring strategies—A review and future perspectives. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1312-1329, 2016. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.235>>. Acesso em: 15 set. 2021.

BEVERIDGE, Malcolm CM. **Cage aquaculture**. John Wiley & Sons, 2008.

BLACK, K.D. **Environmental aspects of aquaculture**. In: K. CULVER and D. CASTLE, eds. **Aquaculture, innovation and social transformation**. Switzerland: The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics, 2008. Disponível em:< http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8835-3_8>. Acesso em: 20 abril 2021.

BOLETIM DO RELATÓRIO DE PRODUÇÃO DA PISCICULTURA EM ÁGUAS DA UNIÃO, 2020, Brasília - DF. **RELATÓRIO ANUAL DE PRODUÇÃO [...]**. Brasília - DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Aquicultura e Pesca, 2020.

v. 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/aquicultura-1/copy_of_RAP2020DEPOA.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

BOYD, Claude E. et al. *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Co., 1982.

BRANDÃO, Heleno et al. Influence of a cage farming on the population of the fish species *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) in the Chavantes reservoir, Paranapanema River SP/PR, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 438-448, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S2179-975X2013005000012>>. Acesso em: 17 de ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 10.576, de 25 de dezembro de 2020. Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para a prática da aquicultura. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 7, p. 62, 25 dez. 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BURRIDGE, Les et al. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture*, v. 306, n. 1-4, p. 7-23, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.020>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

BUSCHMANN, Alejandro H. et al. Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. **Ocean & Coastal Management**, v. 52, n. 5, p. 243-249, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.002>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CANALE, Raymond P. et al. A bioenergetic approach to manage production and control phosphorus discharges from a salmonid hatchery. *Aquaculture*, v. 451, p. 137-146, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.09.008>>. Acesso em: 10 out. 2021.

CARDIA, F. and LOVATELLI, A. *Aquaculture operations in floating HDPE cages: a field handbook*. Rome: FAO, 2015. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, vol. 593.

CARVALHO, Edmir; DAVID, Gianmarco S.; SILVA, Reinaldo J. (Ed.). **Health and environment in aquaculture**. BoD–Books on Demand, 2012.

DE ARAÚJO, Eduardo André Duarte. Políticas públicas para sustentabilidade: o caso do projeto Ipirá na usina hidrelétrica de Tucuruí-Pa. **REGE-Revista de Gestão**, v. 23, n. 4, p. 276-285, 2016. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.rege.2016.09.004> >. Acesso em: 20 jun. 2021.

DE QUEIROZ, J. F.; ROTTA, M. A. Boas práticas de manejo para piscicultura em tanques-rede. **Embrapa Meio Ambiente-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2016. Disponível em:< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1060545>>. Acesso em: 09 out. 2021.

DEMÉTRIO, José A. et al. Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 330, p. 172-178, 2012. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.026>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

ESTEVES, Francisco de Assis; DE LIMNOLOGIA, Fundamentos. Rio de Janeiro. **Interciência**, 1998.

FAO (Roma, Itália). **The State of World Fisheries and Aquaculture: SOFIA**. Roma, Itália: FAO, 2020. 244 p. ISBN 978-92-5-132692-3. Disponível em: < <https://doi.org/10.4060/ca9229en>>. Acesso em: 20 maio 2021.

FERNANDES, Erica Machado et al. Survival of purebred and hybrid Serrasalminae under low water temperature conditions. **Aquaculture**, v. 497, p. 97-102, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.030>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

FOLKE, Carl; KAUTSKY, Nils. Aquaculture with its environment: prospects for sustainability. **Ocean & coastal management**, v. 17, n. 1, p. 5-24, 1992. Disponível em:<[https://doi.org/10.1016/0964-5691\(92\)90059-T](https://doi.org/10.1016/0964-5691(92)90059-T)>. Acesso em: 02 set. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *The state of world fisheries and aquaculture: contributing to food security and nutrition for all* . Rome: FAO, 2016.

GARCIA, F. et al. Emergy assessment of tilapia cage farming in a hydroelectric reservoir. **Ecological Engineering**, v. 68, p. 72-79, 2014. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.076>>. Acesso em: 22 set. 2021.

GLASGOW, H. B. et al. Real-time remote monitoring for water quality: a review of current applications, and advancements in sensor, telemetry, and computing technologies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, p. 409-448, 2004. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.02.022>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

GONDWE, Mangaliso JS; GUILDFORD, Stephanie J.; HECKY, Robert E. Carbon, nitrogen and phosphorus loadings from tilapia fish cages in Lake Malawi and factors influencing their magnitude. *Journal of Great Lakes Research*, v. 37, p. 93-101, 2011. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.jglr.2010.11.014>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

GUO, Longgen; LI, Zhongjie. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. **Aquaculture**, v. 226, n. 1-4, p. 201-212, 2003. Disponível em:<[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00478-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00478-2)>. Acesso em: 27 nov. 2021.

HAMBLIN, Paul F.; GALE, Peggy. Water quality modeling of caged aquaculture impacts in Lake Wolsey, North Channel of Lake Huron. *Journal of Great Lakes Research*, v. 28, n. 1, p. 32-43, 2002. Disponível em:<[https://doi.org/10.1016/S0380-1330\(02\)70560-1](https://doi.org/10.1016/S0380-1330(02)70560-1)>. Acesso em: 10 jun. 2021.

HANDY, R.D. and POXTON, M.G. **Nitrogen pollution in mariculture: toxicity and excretion of nitrogenous compounds by marine fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries***, 1993, 3(3), 205-241. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/BF00043929>>. Acesso em: 13 de ago. 2021.

HANISCH, Werner; FREIRE-NORDI, Cristina Souza; AMBIENTAL, Monitoramento. Monitoramento remoto em tempo real de mananciais visando as florações de cianobactérias. **POMPÊO, M.; MOSCHINI-CARLOS, V.; NISHIMURA, PY**, p. 190-211, 2015. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/reservatorios/PDF/Cap._14_Monitoramento_remoto.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021.

HOLMER, Marianne. Environmental issues of fish farming in offshore waters: perspectives, concerns and research needs. **Aquaculture Environment Interactions**, v. 1, n. 1, p. 57-70, 2010. Disponível em:< <https://doi.org/10.3354/aei00007>>. Acesso em: 22 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Produção da pecuária municipal 2016*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. vol. 44. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>.

Acesso em: 17 jun. 2021.

ISRAEL, Danilo C. **The current state of aquaculture in Laguna de Bay**. PIDS Discussion Paper Series, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10419/127958>>. Acesso em: 14 set. 2021.

KLIEMANN, Bruna Caroline Kotz et al. Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**, v. 204, p. 337-347, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.03.011>>. Acesso em: 12 out. 2021.

LIMA, L.B., OLIVEIRA, F.J.M., GIACOMINI, H.C. and LIMA-JUNIOR, D.P. **Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. Reviews in Aquaculture**, 2018, 10(1), 111-122. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/raq.12150>>. Acesso em: 8 maio 2021.

MALLASEN, Margarete et al. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do instituto de pesca**, v. 38, n. 1, p. 15-30, 2018.

MIRANDA, Taciana O. et al. Changes in water quality and the phytoplankton community associated with tilapia cage farming in tropical lakes. **Aquatic Living Resources**, v. 29, n. 4, p. 403, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/alr/2016029>>. Acesso em: 05 out. 2021.

NOGUEIRA, M. G.; NEVES, G. P.; NALIATO, D. A. O. **Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of- River) in Southeast Brazil. Hydropower – Practice and Application**, p. 168-188. Intech. 2012. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/hydropower-practice-andapplication>>. Acesso em: 04 abril 2021.

PEARSON, T. H.; GOWEN, R. J. Impact of caged fish farming on the marine environment-the Scottish experience. **Interaction between aquaculture and environment. Dublin: An Taise, The National Trust for Ireland**, p. 9-13, 1990.

Piscicultura em tanques-redes/Embrapa Amazônia Oriental, - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 120p.: il. – (Coleção Criar 6). Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128301/1/CRIAR-Piscicultura-emtanques-rede-ed01-2009.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

RAMOS, I. P. et al. The influence of cage farming on infection of the corvine fish *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) with metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) from the Chavantes reservoir, São Paulo State, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 88, n. 3, p. 342-348, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0022149X13000229>>. Acesso em: 16 ago 2021.

RAMOS, Igor P. et al. Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 414, p. 56-62, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.013>>. Acesso em: 01 out. 2021.

RAMOS, I. P.; VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, Edmir Daniel. Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 3, p. 245-252, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/18722>>. Acesso em: 07 nov. 2021.

ROSINI, Edna Ferreira et al. **Water quality in Ponte Pensa Aquaculture Park, Solteira Island Reservoir, SP, Brazil, where fish are cultivated under great-volume cage system.** **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 4, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2382>>. Acesso em: 15 maio 2021.

RYCHTECKY, P.; ZNACHOR, P. **Spatial heterogeneity and seasonal succession of phytoplankton along the longitudinal gradient in a eutrophic reservoir**, *Hydrobiologia*, v. 663, p.175–186. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10750-010-0571-6>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SANDERS, Thomas Gayler. **Design of networks for monitoring water quality.** Water Resources Publication, 1983.

SANG, J. S. Lawmaking for Management and Protection of Wetlands in China. *Wetland Science and Management*, v. 3, p. 50-53, 2006.

SEAGRO (Tocantins). **SITUAÇÃO ATUAL DA AQUICULTURA TOCANTINENSE.** Palmas - TO: SEAGRO, 2018. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/425909/>>. Acesso em: 28 jun. 2021

SOTO, D., WHITE, P. and ISYAGI, N. Environmental management and environmental impacts assessment for aquaculture managers Ebene: FAO-SmartFish Programme of the Indian Ocean Commission, 2013. Report: SF-FAO/2013/19.

SOUSA, Florisvardo Tavares; DE MORAIS, Paula Benevides. **Condições limnológicas do reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães na área de influência da criação de peixes em tanques-rede.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 6, n. 2, p. 183-191, 2015. Disponível em:<<https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0013>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

SOWLES, J. Aquaculture task force discussion paper on bio-physical carrying capacity. 2009. Disponível em:<<https://www1.maine.gov/dmr/aquaculture/reports/documents/carryingcapacity.pdf>>. Acesso em:

STRAŠKRABRA, M.; TUNDISI, J. G. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**, v. 9, 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2013, 300p.

STRICTAR-PEREIRA, L.; AGOSTINHO, Angelo Antonio; GOMES, L. C. Cage culture with tilapia induces alteration in the diet of natural fish populations: the case of *Auchenipterus osteomystax*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 1021-1030, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000500015>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SUGIURA, Shozo H. et al. Effluent profile of commercially used low-phosphorus fish feeds. *Environmental pollution*, v. 140, n. 1, p. 95-101, 2006. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.06.020>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

TOMASSETTI, Paolo et al. Benthic community response to sediment organic enrichment by Mediterranean fish farms: Case studies. **Aquaculture**, v. 450, p. 262-272, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.07.019>>. Acesso em: 14 set. 2021.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez de água. **Rima. São Paulo**, 2005.

VALENTI, Wagner C.; KIMPARA, Janaina M.; DE L PRETO, Bruno. Measuring aquaculture sustainability. **World aquaculture**, v. 42, n. 3, p. 26, 2011. Disponível em:<https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/fa_valenti_measuring-aquaculture.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2021.

WINEMILLER, Kirk O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aac7082>. Acesso em: 12 out. 2021.

XIA, Bing et al. **Investigating speciation and toxicity of heavy metals in anoxic marine sediments—a case study from a mariculture bay in Southern China**. Journal of Soils and Sediments, v. 16, n. 2, p. 665-676, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11368-015-1267-3>>. Acesso em: 01 out. 2021.

ZANIBONI-FILHO, Evoy; PEDRON, Janaína dos Santos; RIBOLLI, Josiane. **Opportunities and challenges for fish culture in Brazilian reservoirs: a review**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 30, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S2179-975X12617>>. Acesso em: 23 out. 2021.