



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA DE AQUACULTURA

MONOGRAFIA CIENTÍFICA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA LAGOA DONGANE PARA A PRODUÇÃO DE
PEIXE EM GAIOLAS FLUTUANTES**

Monografia Científica Apresentada e Defendida como Requisito para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura

Autor:

Faustino Manuel Bambo Cambula

Tutora:

dr^a. Madalena João Capassura, MSc

Co-tutor

dr^o. Miguel Horácio Chele, MSc

Lionde, **Novembro** de 2023




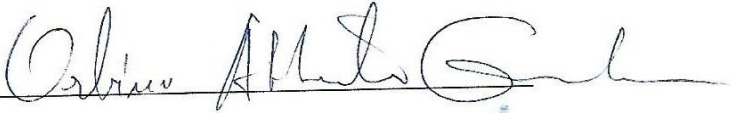
INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

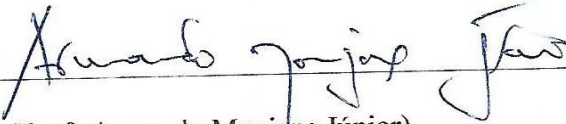
Monografia de investigação Sobre Avaliação das Condições da Lagoa Dongane para a Produção de Peixes em Gaiolas Flutuantes, apresentado ao Curso de Engenharia de Aquacultura na divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Monografia defendida no dia 07 de Novembro de 2023

Júri

Supervisora Madalena T. Capassura 
(dr^a. Madalena João Capassura)

Avaliador 1 Orbino Alberto Guambe 
(Eng^o. Orbino Alberto Guambe)

Avaliador 2 Armando Monjane Júnior 
(Eng^o. Armando Monjane Júnior)

Lionde, Novembro de 2023

	Pág.
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABELAS.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS	VII
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
0. Antecedentes de investigação	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. OBJETIVOS	3
1.2. Geral.....	3
1.3. Específicos	3
1.4. Problema e Justificativa	4
1.5. Hipóteses.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. Características gerais de hidrodinâmica para a produção de peixes	5
2.1.1. Ventos e correntes.....	5
2.1.2. Profundidade	6
2.2. Conflitos de usos múltiplos de recursos hídricos	6
2.2.1. Abastecimento Público	6
2.2.3. Pesca	7
2.2.4. Turismo.....	7
2.2.5. Impacto ambiental causado pelo conflito de usos múltiplos.....	7
2.3. Qualidade Da Água.....	8
2.3.1. Importância da qualidade da água.....	8
2.3.2. Temperatura	8
2.3.3. Transparência.....	9
2.3.4. Salinidade.....	9
2.3.5. Condutividade elétrica	10
2.3.6. Oxigênio Dissolvido	10
2.3.7. Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO).....	12
2.3.8. pH.....	12
2.3.9. Fósforo (P)	13
2.3.10. Ciclo de fósforo.....	13

2.3.11. Amônia e nitrito	13
2.3.12. Importância da amônia na criação de peixes.....	14
2.3.13. Ações de prevenção de amônia e nitrito em gaiolas flutuantes.....	14
2.3.14. Nitratos.....	15
2.4. Características Biológicas	15
2.4.1. Coliformes totais	15
2.4.2. Coliformes fecais	15
2.4.3. Produtividade primária.....	16
3. METODOLOGIA	17
3.1. Caracterização Da Área De Estudo.....	17
3.2. Materiais Usados.....	18
3.3. Análise da hidrodinâmica.....	18
3.4. Determinação do fator f	19
3.5. Procedimentos usados na determinação da granulometria:	20
3.6. Determinação da areia fina e grossa	21
3.7. Avaliação Da Concentração Da Areia Fina E Grossa	21
3.8. Análise dos conflitos do uso da lagoa.....	22
3.9. Coleta das amostras.....	22
3.10. Análises físicas-químicas.....	24
3.11. Análise da produtividade primária.....	24
4. RESULTADOS.....	26
4.1. Hidrodinâmica do local.....	26
4.3. Análise de conflitos de uso múltiplos	27
4.4.1. Parâmetros físicos	28
4.4.2. Parâmetros químicos	28
4.4.3. Parâmetros microbiológicos.....	29
4.4.5. Produtividade primária.....	30
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO	36
7. RECOMENDAÇÕES	37
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
9. ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Instrumento usado para medir a transparência da água.

Figura 2: Efeito da concentração de OD nos peixes (Boyd and Lichtkoppler, 1979; Piper, et al., 1986).

Figura 3: Mapa do distrito de Jangamo.

Figura 4: Ilustra o material usado para a análise da profundidade da água.

Figura 5: Material usado para a coleta das amostras do solo.

Figura 6: Ilustra os materiais usados no processo da determinação dos grãos de areia.

Figura 7: Ilustra os pontos e as coordenadas de coletas na lagoa Dongane.

Figura 8: Instrumento usado na coleta das amostras de água.

Figura 9: Aparelho de produtividade primária.

Figura 10: Mergulho do aparelho para a incubação e coleta após a incubação.

Figura 11: Ilustra o gráfico de variação da profundidade da lagoa Dongane.

Figura 12: Ilustra o uso da lagoa Dongane.

Figura 13: Ilustra o instrumento de análise de água e o meio de transporte usado no estudo.

Figura 14: Instrumento de coleta de água e o disco de secchi usado no estudo.

Figura 15: Ficha de credencial para o uso do laboratório do solo do ISPG.

Figura 16: Certos equipamentos usados na determinação da granulometria do solo.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Ilustra o efeito do pH da água nos peixes.

Tabela 2: Efeitos da concentração de nitrito (NO₂) nos peixes.

Tabela 3: Materiais.

Tabela 4: Comparação dos tratamentos do solo em graus finos e grossos.

Tabela 5: Valores médios de profundidade nos três pontos de coleta na lagoa Dongane.

Tabela 6: Valores Médios e desvio padrão das análises físicas de água nos cinco pontos de coleta.

Tabela 7: Valores médios dos parâmetros químicos nos cinco pontos de coleta.

Tabela 8: Valores médios e desvio padrão dos parâmetros microbiológicos nos cinco pontos de coleta.

Tabela 9: Ilustra os valores médios de oxigênio dissolvido em mg/L, nas garrafas escuras e claras após a incubação, para cada ponto e profundidade

LISTA DE ABREVIATURAS

OD — Oxigénio Dissolvido.

P — Fósforo.

DBO — Demanda Bioquímica de Oxigénio.

pH — Potencial hidrogeniónico.

SisBaHiA — Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental.

INI — Instrução Normativa Interministerial.

FIST3D — filtered in space and time 3D.

H₂O — Molécula de Água.

H⁺ — Ião positiva.

CE — Condutividade Eléctrica.

NAT — Nitrogénio Amoniacal Total

QA — Qualidade de Água.

CO₂ — Dióxido de Carbono.

NH₄⁺ — Amónia ionizada.

NH₃ — Amónia não ionizada.

NO₂ — Nitrito.

NO₃ — Nitrato.

Rpm — Rotação por minuto

LPHAA — Laboratório Provincial De Higiene De Águas e Alimentos.

NMP — Números Mais Prováveis.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

m – Metro.

CV – Coeficiente de variância.

DP – Desvio padrão.



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra, que esta Monografia de Trabalho de Culminação do Curso é da minha pesquisa pessoal e das orientações dos meus tutores, a sua informação é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho ou estudo não foi apresentado em nenhuma outra instituição com o intuito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 21 de Novembro de 2023

Faustino Manuel Bambo Cambula

(Faustino Manuel Bambo Cambula)

DEDICATÓRIA

Sofre, pois, comigo, as aflições, como bom soldado de Jesus Cristo. Ninguém que milita sem embaraço com negócio desta vida, a fim de aguardar àquele que alistou para a guerra. E, se alguém também militar, não é coroado se não militar legitimamente. (2 Timóteo 2:3-5).

Com estas palavras dedico o meu trabalho, aos meus pais, Manuel Bambo Cambula e Joana Armando Cossa. Que desde o início desta batalha, estiveram do meu lado apoiando-me e incentivando-me a alcançar os meus objectivos. Meus irmãos e primos, demonstrando e disponibilizando o seu voto de confiança e por acreditarem em mim durante 4 anos juntos estivemos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por ter protegido me desde o início desta jornada e por deixar que tudo acontecesse de acordo com a sua vontade.

Agradecer aos meus pais, Manuel Bambo Cambula e Joana Armando Cossa, aos meus irmãos, Ernesto Manuel Cambula, Naércia Manuel Cambula, Relina Manuel Cambula, Alzira Manuel Cambula, Maivia Manuel Cambula e Fredy Manuel Cambula, o meu primo, Octávio Cambula, vocês foram importantes e essenciais para o exercício desta etapa da minha vida.

Um maior agradecimento aos meus tutores dr.^a Madalena João Capassura e dr. Miguel Horácio Chele, pelo apoio, orientação, ensino, paciência e oportunidade no auxílio para realização deste trabalho.

Agradeço por toda oportunidade e o privilégio que a Instituição e o Curso me deram deste o início da carreira. Pela maturidade que esta jornada académica trouxe em mim.

Agradecer a todos colegas e amigos: Joaquim Macandze, Aplínio da Rosa, Aldemiro Mucome, Fernando Fernando, Sidónio Sousa, Faquirá Yung, Vítor Vilanculos, Nicolau Jó, Sofia Agostinho, Celso Máximo, Vilma Marjó, Amina Pilate, Bernardete Feliciano Matusse, Ládía Duce, Cheinila Manhengane, Albertina Guiamba.

E a todos que me apoiaram directo ou indirectamente, o meu muito obrigado. "*Nyibomguidi*"

RESUMO

O presente estudo foi realizado com objectivo de analisar as condições de qualidade de água da lagoa Dongane para o cultivo de peixes em gaiolas flutuantes. Este estudo teve uma duração de 2 meses que compreendeu de Março a Abril, a coleta das amostras eram feitas de 10 a 10 dias. Para o efeito foram coletadas amostras de água, de solo, condições de hidrodinâmica e a verificação da existência de conflitos de usos múltiplos. As amostras de água coletadas foram analisadas no laboratório de Xai-Xai, na província de Gaza. Os dados foram processados e analisados usando o software Excel e Minitab18. Os resultados obtidos na hidrodinâmica do local apresentaram valores médios de $7\pm 0,1$ a $15\pm 0,1$ m de profundidade e as concentrações textura de sedimento foram maiores nos graus grossos com 5,11 a 5,05g, indicando correntes altas. Quanto aos conflitos do uso múltiplo, foram observadas diversas actividades praticadas ao redor desta lagoa como a pesca, embeberamento de gado, lavagem de vestuários e fabrico de blocos para a construção. Os resultados de análise de água nos cinco pontos obteram as seguintes variações: análises físicas: Temperatura ($27,3$ a $27,6^{\circ}$ C), Salinidade (348,5 a 353,7 ppm), pH (7,5 a 8), Condutividade eléctrica ($732,5$ a $736,5\mu S.cm^{-1}$), Transparência (117,5 a 125cm); análises químicas: O₂ (4,2 a 4,6mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigénio-DBO (1,9 a 2,2mg/L), Amónia (0,04mg/L), Nitrito (0,03mg/L), Nitrato (0,5mg/L), Fósforo (0,05 a 0,17mg/L) e microbiológicas: Coliformes totais (86 a 147,5ufc/100ml); Coliformes fecais (42 a 97,3ufc/100ml) e E.coli (0,0 a 11,75ufc/100ml). Valores baixos foram registados em garrafas escuras em relação as garrafas claras que os seus valores indicaram maiores concentrações de produtividade primária líquida (PPL). Este estudo mostrou que a lagoa Dongane pode ser usada para a piscicultura pois esta apresenta condições favoráveis para a produção de peixes tropicais em gaiolas flutuantes, para os conflitos de uso desta lagoa caso não haja um controle no uso, esta pode vir a perder suas qualidades físico-químicos.

Palavras-chave: Lagoa Dongane, Hidrodinâmica, Qualidade de água.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of analyzing the water quality conditions of the Dongane lagoon for the cultivation of fish in floating cages. This study lasted 2 months (March and April) of this year and lasted 10 days. For this purpose, samples of water, soil, hydrodynamic conditions and verification of the existence of multiple use conflicts were collected. The water samples collected were analyzed in the Xai-Xai laboratory, in Gaza province. Data were processed and analyzed using Excel and Minitab18 software. The results obtained in the hydrodynamics of the site showed average values of 7 to 15m depth and the sediment texture concentrations were higher in coarse grades with 5.11 to 5.05g, indicating high currents. In multiple-use conflicts, various activities were carried out around this lagoon, such as fishing, cattle drinking, washing clothes and making blocks for construction. The results obtained for the water analysis were as follows: physical analyses: Temperature (27.3 to 27.6° C); Salinity (348.5 to 353.7 ppm), pH (7.5 to 8), Electrical conductivity (732.5 to 736.5 $\mu S. cm^{-1}$), Transparency (117.5 to 125cm); chemical analysis: O₂ (4.2 to 4.6mg/L), BOD (1.9 to 2.2mg/L), Ammonia (0.04mg/L L), Nitrite (0.03mg/L), Nitrate (0.5mg/L), Phosphorus (0.05 to 0.17mg/L) and microbiological: Total coliforms (86 to 147.5 cfu/100ml); Fecal coliforms (42 to 97.3 cfu/100ml) and E.coli (0.0 to 11.75 cfu/100ml). Primary productivity was analyzed using the OD method, where dark and light bottles were used after incubation. Low values were recorded in dark bottles compared to light bottles that their values indicated higher concentrations of PPL. This study showed that the Dongane lagoon can be used for fish farming as it presents favorable conditions for the production of tropical fish in floating cages, for conflicts over the use of this lagoon, if there is no control over its use, this may lose its physical-chemical qualities.

Keywords: Dongane Lagoon, Hydrodynamics, Water quality.

0. Antecedentes de investigação

O uso de gaiolas flutuantes é muito antigo, tendo no início sido utilizado por pescadores para confinamento dos peixes vivos até à altura para comercialização. As gaiolas flutuantes são estruturas de várias formas e tamanhos, constituídas por tubos, redes ou telas que permitem uma boa circulação da água durante o cultivo. Podem ser instalados em ambientes aquáticos por meio de flutuadores, em locais onde há oscilação periódica no nível da água podem ser instalados por meio de estacas fixas. Existe certa controvérsia quando se refere as gaiolas ou tanque-rede. Neste caso o termo gaiola destaca-se quando o material de contenção utilizado é rígido e chama-se tanque-rede quando é flexível, (BRIGHENTI, 2009).

Para TRAMONTE, JÉSSICA, *et al.*, (2020), a qualidade das águas interiores influencia diretamente na diversidade da fauna e flora aquática. A poluição das águas pode colaborar com a escassez e comprometer na qualidade dos ecossistemas aquáticos. Para tal a análise da qualidade das águas é muito importante para proteger a vida aquática, os seres humanos e outros usuários dos recursos hídricos da exposição a níveis elevados de poluentes, visto que os critérios de qualidade da água são formulados para manter a integridade física, química e biológica dos corpos de água.

Para uma boa caracterização dos padrões de circulação hidrodinâmica, é importante representar o efeito da sazonalidade na modelagem e considerar diferentes padrões de ventos, correntes marés e descargas fluviais, (SILVA e KEPPELER, 2019).

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization – FAO) (2016), a produção mundial de pescado atingiu cerca de 167 milhões de toneladas, com 73,8 milhões de toneladas provenientes da aquicultura. A mesma organização, ressalta que, em 2004, 25% dos recursos pesqueiros mundiais estavam super-explorados ou esgotados (17% super-explorados, 7%, esgotados e 1% se recuperava do esgotamento) e que 52% vinham sendo explorados no seu nível máximo, (SCHULTER e FILHO, 2018).

De acordo com (RURAL, 2018), o conhecimento das condições de uma lagoa para a produção de peixes é um dos fatores fundamentais para a manutenção da vida saudável dos peixes e em equilíbrio dinâmico com o ecossistema. O cultivo de gaiolas vem-se intensificando devido a inúmeros reservatórios (rios, lagos, oceanos), com uma enorme qualidade de água e climas favoráveis para a produção de peixe, aumentando a sua demanda. Este tipo de cultivo é considerado intensivo uma vez que depende do controle humano mais constante e maior estocagem de animais.

Na África a aquicultura contribui com pouco mais de 656 mil toneladas, com o destaque para o Egito, responsável por 82% dessa produção. Em Moçambique, apesar do vasto potencial e de não existirem restrições à expansão da aquicultura, o desenvolvimento deste sub-setor ainda não tem expressão de forma que está contribua para a segurança alimentar, nutricional e bem-estar da população assim como para a economia do país. As espécies utilizadas no cultivo em Moçambique são denominadas por ciclídeos com grande destaque da tilápia, com o cultivo de sistemas extensivo e semi-intensivo, (INFOSA, 2009).

A alta produtividade do pescado, depende diretamente da qualidade da água, que é determinada por variáveis físicas, químicas e biológicas da água que interferem de forma individual ou coletiva na produção de peixes, (FEIDEN, OLIVEIRA, *et al.*, 2015).

De acordo com MAURA e SILVA, (2013), a estrutura física e química de um recurso hídrico (lagoas, rios), na criação de organismos aquáticos em gaiolas flutuantes, permitem o fluxo contínuo ou a renovação da água, aumentando o oxigênio, a retirada de excretos dos peixes e outros animais. A elevada quantidade da matéria orgânica como o caso de nitrogênio e fósforo pode comprometer a qualidade de água, nas comunidades, bentônicas, e planctônicas, influenciando negativamente na produção. Estes fatores são físicos químicos são influenciados pelos aspetos morfológicos e climáticos onde estes são influenciadas pelas formas e dimensões do ecossistema, (morfometria).

Segundo, ROSSELLO, (2003), as características ecológicas das lagoas são influenciadas por vários fatores da natureza como a clima, a situação geográfica, a natureza geológica do substrato, o solo, entre outros fatores. O clima na formação das lagoas depende do regime hídrico, a textura e a permeabilidade do substrato.

A escolha das condições ideais de um local para a produção de peixes em gaiolas flutuantes é a etapa ou fase mais importante na implantação de um projecto. Geralmente, por se tratar de corpos de água com grandes lâminas de água e volume, e é impossível corrigir ou modificar suas características físicas ou químicas, SIQUEIRA, (2018). As gaiolas para sua instalação precisam de áreas necessariamente protegidas de ventos e de água com baixa velocidade de correntes, pois quando muito fortes, podem causar estresse aos peixes, influenciando no seu desenvolvimento, pois eles despendem energia no processo de natação contra as mesmas. Devem-se evitar águas muito verdes uma vez que essas fecham as malhas, criando dificuldades na circulação da água, diminuindo, dessa forma, a concentração de oxigénio dissolvido, (JÚNIOR, 2013).

As vantagens da criação de peixes em gaiolas flutuantes em relação à produção de peixes em cativeiros, destaca-se a menor variação dos parâmetros físicos-químicos da água durante a criação, maior facilidade de retirada dos peixes para venda, facilidade de movimentação e relocação dos peixes, menor investimento inicial (70% menor que viveiros convencionais) intensificação da produção e diminuição dos custos com tratamento de doenças e tem como desvantagens a necessidade de fluxo constante de água através das redes, dependência do alimento artificial, risco de rompimento da tela da gaiolas, com perda da produção e possibilidade de introdução de doenças, (JÚNIOR, 2013).

1.1. OBJETIVOS

1.2. Geral

- Avaliar as condições da lagoa Dongane para a produção de peixe em gaiolas flutuantes.

1.3. Específicos

- Analisar as condições de hidrodinâmica local;
- Aferir a existência de conflitos de usos múltiplos;
- Analisar as características físicas, químicas e biológicas da água, (transparência, temperatura, pH salinidade, condutividade eléctrica, oxigénio, DBO, amónia, nitritos, nitratos, fósforo, produtividade primária, coliformes totais e coliformes fecais);

1.4. Problema e Justificativa

As condições ambientais de uma lagoa para a prática de aquacultura ou mesmo a sua conservação depende dos fatores naturais e das consequências das ações do homem. Para conhecer as condições de um recurso hídrico para implementação de uma actividade aquícola é importante haver um programa de monitoramento condizente aos objectivos da investigação para assegurar a saúde dos organismos, manter a produção primária ou controlar a descarga de efluentes, incluindo todos os parâmetros de qualidade de água, MENEZES, (2020). Condições inadequadas de uma lagoa para a produção de peixes em gaiolas, prejudica o crescimento, a saúde dos peixes, favorecendo o aparecimento de doenças e reduz a produtividade. É importante estudar as condições de uma lagoa para a produção de peixes em gaiolas flutuantes porque com base nas condições é possível conhecer um ambiente sustentável que possibilita a produção de organismos aquáticos evitando surpresas desagradáveis. A falta de conhecimento do uso dos recursos hídricos para a produção de organismos aquáticos em gaiolas, por parte da população da lagoa Dongane, faz com que a água deste local sofra alterações das suas características físico-químicas devido ao mau uso (pesca, navegação, lavagem de vestuários). De acordo com a informação dada pela comunidade a lagoa sofre da redução da quantidade do pescado comparando com a disponibilidade dessas calorias ao tempo passado. Apesar da grande extensão desta lagoa, ainda não existem informações que fornecem características hidrográficas, físico-químicas para a produção de organismos aquáticos em ambientes confinados, tornando-se importante a realização de um estudo para o conhecimento das condições da mesma, o que poderá garantir o uso mais sustentável da lagoa. O que ira beneficiar a população local através de mais fontes de negócio e autossustento e garantia de proteína saudável para as famílias.

1.5. Hipóteses

- **Ho:** A qualidade de água da lagoa Dongane apresenta condições favoráveis para a prática da piscicultura.
- **Ha:** A qualidade de água da lagoa Dongane não apresenta condições favoráveis para a prática da piscicultura.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Características gerais de hidrodinâmica para a produção de peixes

De acordo com dados da AAGISA (2003 apud CBH/PB, 2004), a poluição hídrica na bacia é maior quando em áreas com maior concentração de população. Assim, as regiões costeiras e estuarinas encontram-se mais exposta aos impactos causados pela poluição, o que reflete principalmente na degradação dos manguezais.

Os modelos computacionais adotados para o desenvolvimento do trabalho fazem parte do Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, (SisBaHiA). O SisBaHiA é um sistema que abrange diversos modelos envolvendo corpos de água naturais. Este é chamado de FIST3D (filtered in space and time 3D), que permite simular o comportamento hidrodinâmico de corpos de água naturais ao resolver as equações de Navier-Stokes considerando as aproximações de águas rasas (aproximação de pressão hidrostática), (MARCOS e ERLEI, 2019).

Em geral, as gaiolas flutuantes são instaladas em grandes colunas de água há controle sobre as condições meteorológicas, hidrodinâmica local e alterações bruscas na qualidade da água, as quais, afetam diretamente a produção de peixes. A hidrodinâmica de lagoas para a instalação de gaiolas é importante porque a distribuição de oxigênio dissolvido e a maneira como os resíduos e substâncias contaminantes serão transportadas e diluídas será determinada pela direção e velocidade das correntes de água, (ROTTA, QUEIROZ, *et al.*, 2010).

É importante observar que as gaiolas devem ser construídas em locais não distantes das margens da lagoa, rio, para facilitar o acesso aos tanques, e para permitir a passagem de barcos, (ROTTA, QUEIROZ, *et al.*, 2010).

2.1.1. Ventos e correntes

Os ventos e correntezas fortes podem provocar o rompimento do sistema de amarras ou o arraste do sistema de fundeio, e, dessa forma, podendo ocasionar em grandes prejuízos e perda de unidades de tanque-rede, bem como da produção. Neste caso é recomendado a escolha de locais abrigados e de águas calmas, mas ainda assim faz-se necessário conhecer o padrão dos ventos e correntezas para a determinação da direção em que o cultivo será instalado e para o dimensionamento das forças a que ele estará exposto, (MEDEIROS, 2002).

O vento na circulação da água ocorre devido ao atrito gerado entre o vento e a superfície da água, o que causa uma transferência de energia cinética e conseqüentemente a movimentação

da camada superficial da água. Esta é considerada uma circulação apenas horizontal, por não possuir efeitos em maiores profundidades. Locais com correntes de água mais fortes há necessidade de se colocar os sistemas de ancoragem adequados e gaiolas com estruturas mais resistentes do que as normalmente fabricadas. Locais com maior correnteza da água, exigem um maior gasto de energia dos peixes, diminuindo assim seu desempenho produtivo, (RURAL, 2018).

2.1.2. Profundidade

Em gaiolas flutuantes é recomendável que a profundidade do local tenha no mínimo duas vezes a altura da gaiola, entre o fundo do reservatório e o fundo do tanque. A Instrução Normativa Interministerial, (INI), MMA/SEAP nº 7 de 28/04/2005, propôs que a profundidade de uma determinada área para a produção de peixes em gaiolas flutuantes deve considerar a altura do fundo até a superfície uma distância mínima de 1,50 metros ou a relação de 1 para 1,75 metros da parte submersa da gaiola e o espaço livre sobre a mesma, (RURAL, 2018).

2.2. Conflitos de usos múltiplos de recursos hídricos

A natureza e extensão do impacto dependem das características específicas do local. Isso implica que os impactos que afetam as comunidades locais devem ser avaliados particularmente e, como tal, torna-se uma tarefa cada vez mais complexa para identificar os impactos mais significativos. Os recursos hídricos (rios, lagos), apresentam diferentes níveis operacionais para diferentes funções. Pode-se afirmar que as funções dos reservatórios são adaptadas de acordo com seu uso, (SIQUEIRA, 2021).

- Aproveitamentos hidroelétricos;
- Turismo e recreação;
- Navegação;
- Controle de cheias;
- Pesca;
- Abastecimento Público.

2.2.1. Abastecimento Público

Este tipo de uso da água é mais considerado em uma bacia. Pois representa um tipo de uso mais importante para manutenção da vida humana, que não abrange só a necessidade de água para o consumo, mas também para as precisões diárias de higiene. Para que haja uma garantia na quantidade e qualidade da água das bacias hidrográficas a necessidade de existem políticas

que estabelecem a regulação do uso do solo e dos mananciais, como por exemplo, o trabalho de fiscalização, (NASCIMENTO, B, *et al.*, 2015).

2.2.2. Navegação

Segundo SIQUEIRA, (2021), em corpos hídricos a navegação, se dá através de hidrovias, que são empreendimentos que necessitam de condições geomorfológicas dos rios excelentes e o equacionamento dos diferentes usos da água, mais especificamente a hidroeletricidade. Para que a sua projeção seja bem-sucedida, as hidrovias dependem da sua organização ligada com as demais actividades e com o aproveitamento dos recursos hídricos.

2.2.3. Pesca

A pesca é um das actividades praticadas com mais de 60% da população em zonas de águas interiores e praticada de uma maneira ou forma artesanal para suplementar a dieta alimentar, TINGA, (2018). Para esta actividade, representa para quem vive da pesca, uma forma de subsistência direta. Dentre os usuários indirectos, os pescadores são os mais conscientes no sentido de manutenção da qualidade da água de uma lagoa ou rio. Trata-se, de uma actividade profissional que possui um vínculo do trabalho. Além da actividade profissional, as águas da bacia são usadas para a pesca esportiva, (NASCIMENTO, B, *et al.*, 2015).

2.2.4. Turismo

Este representa como uma das actividades de maior crescimento no contexto económico mundial na atualidade. Os usos da água para atender às exigências culturais relativas à preservação do meio ambiente ou usos recreativos, normalmente este não inclui o maior consumo de água. O turismo pode também entrar em conflito na questão da operação de hidroeléctricas. Isso porque, em alguns casos este pode ser necessário que haja uma variação de nível do lago hidroeléctrico para obtenção de energia ou mesmo em um caso de racionamento, (SIQUEIRA, 2021).

2.2.5. Impacto ambiental causado pelo conflito de usos múltiplos

Nos conflitos de usos múltiplos existem vários impactos a serem observadas, (PINHEIRO, 2002).

- ❖ Alteração da qualidade de água como o super-uso;
- ❖ Redução da recarga da água caso seja uma barragem;
- ❖ Falta de água para usuários nos trechos a jusante do reservatório;
- ❖ Riscos de salinização dos locais inundados;
- ❖ Uso de água das lagoas sem controlo.

2.3. Qualidade Da Água

Com o desenvolvimento da aquacultura intensiva o monitoramento da qualidade de água tem recebido cada vez mais uma visibilidade, uma vez que as condições inapropriadas nos valores altos de água podem causar danos ou prejuízos aos peixes e até leva-los a mortalidade. A manutenção da qualidade de água em lagoa representa diretamente no desenlace ou sucesso de económico da atividade e há uma grande necessidade de haver um técnico para o seu acompanhamento, REIS, (2019). Segundo BRIGHENTI, (2009), a água é o principal componente dos ecossistemas aquáticos e cada característica da água é denominada de parâmetro de qualidade da água.

As regras estabelecidas a o que diz respeito a qualidade das águas consistem em limites de concentração de alguns parâmetros importantes para a saúde humana tanto como para a manutenção da flora e da fauna aquática, sendo obtidos no próprio meio natural, quanto em experimentos laboratoriais. A fonte de água não deve apresentar contaminação por poluentes vindos de indústrias, da agricultura ou dos centros urbanos, (RURAL, 2018).

2.3.1. Importância da qualidade da água

A qualidade das águas é de toda a importância, visto que esta está diretamente ligada à saúde piscícola, podendo provocar doenças e stress no peixe. Além disso, uma água contaminada, por tóxicos químicos persistentes, pode levar à bioacumulação dessas substâncias nos peixes, comprometendo assim a saúde pública, FÃO, (2013). Para que se possa realizar um bom controlo ou monitoramento e correção da qualidade da água é fundamental entender como os fatores de abundância de fitoplâncton, condições climáticas (dias nublados, ventos, intensidade de chuvas), interação entre si e o modo como eles alteram os principais parâmetros de qualidade da água, (KUBITZA, 2000).

2.3.2. Temperatura

Segundo KUBITZA, (2000), a temperatura é um dos parâmetros de grande importância para a criação de peixes e tem influência directa sobre o consumo do alimento, respiração e reprodução dos peixes. Ela também influencia directamente na disponibilidade do oxigénio dissolvido regulando o apetite dos peixes. Cada espécie tem uma temperatura na qual se adapta e se desenvolve facilmente, sendo essa temperatura chamada de temperatura ótima para a espécie. As temperaturas acima ou abaixo do ótimo influenciam de forma a reduzir seu crescimento e o desenvolvimento dos organismos. Em caso de temperaturas extremas, podem acontecer algumas surpresas desagradáveis como estresse, mortalidades, etc.

As alterações da temperatura na água são influenciadas por vários componentes podendo ser biológicos e químicos, além das condições bióticas e abióticas, sendo estes dois componentes que alteram ciclicamente em um período de 24 horas. Segundo FEIDEN, OLIVEIRA, *et al.*, (2015), o manejo dos parâmetros abióticos no cultivo de peixes em gaiolas flutuantes é difícil devido a distribuição das estruturas ao longo de áreas extensas.

2.3.3. Transparência

Este parâmetro é um indicador da riqueza da água em alimento natural, formado por animais e vegetais invisíveis a olho nu. É medida por um instrumento denominado disco de *Secchi* geralmente graduado de 0 a 200 cm. Águas com maior transparência são pobres em alimento natural ou fitoplâncton, de 60 a 160cm são consideradas boas para cultivos de tilápias em gaiolas. Quando são muito turvas, impedem a entrada dos raios solares, em consequência, o processo fotossintético realizado pelas microalgas, MAURA e SILVA, (2013). A medição da transparência ou visibilidade da água com o disco de *Secchi* é muito usada em tanques e represas utilizadas para a aquicultura, como o indicador da concentração de fitoplâncton e da possibilidade de ocorrência de níveis críticos de oxigênio dissolvido (OD). As condições de transparência maior que 40 cm é muito rara a ocorrência de níveis de OD abaixo de 2 mg/, se a transparência da água for maior que 200 cm, pode-se esperar uma produtividade do tanque-rede elevada, acima de 200 kg/m³. Em gaiolas não é recomendável o cultivo em águas com transparências inferiores a 20cm, (RURAL, 2018).



Figura 1: Instrumento usado para medir a transparência da água.

Fonte: Kubitza, (2000).

2.3.4. Salinidade

O estudo da salinidade, é definida como a relação de massa dos constituintes dissolvidos na água por massa de solução. Os ambientes costeiros possuem características diferentes dos oceanos, em relação à salinidade em que são classificados em limnéticos (salinidade entre 0 e 0,5), oligohalinos (salinidade entre 0,5 e 5), meso-salinos (salinidade entre 5 e 18), poli-

salinos (salinidade entre 18 e 30), eusalinos (salinidade entre 30 e 40) e hipersalinos (salinidade superior a 40), PEREIRA e FERNANDO, (2011). A osmorregulação é um processo de alta demanda energética e está ligado à salinidade ideal das espécies, podendo reduzir a energia gasta à manutenção da homeostase e consequentemente, promover a maximização do crescimento, (SCHEUER, 2017).

Admite-se que as exigências em salinidade das espécies nacionais aproximam-se dos teores médios de salinidade das águas dos seus locais de origem. Com relação à salinidade, duas situações são comumente encontradas em piscicultura interior. As águas superficiais apresentam uma baixa salinidade. Já corpos d'água em regiões semi-áridas ou áridas, águas de poços profundos ou águas estuarinas apresentam uma salinidade alta. Para se obter o melhor rendimento em piscicultura, deve-se ter sempre uma ideia da salinidade das águas na região em que se pretende instalar, (BRIGHENTI, 2009).

2.3.5. Condutividade elétrica

Segundo SIQUEIRA, (2018), A condutividade é uma solução aquosa que conduz a corrente elétrica. Esta atividade depende da presença de íons, de sua concentração, mobilidade iónica e da temperatura. A condutividade de uma solução é mensurada em dois elétrodos quimicamente inertes. De acordo com SANTOS, (2010), a condutividade da água aumenta quando os sólidos dissolvidos aumentam, pois, valores altos da condutividade eléctrica da água podem apresentar características corrosivas da água. De acordo com a espécie a ser cultivada a condutividade eléctrica (CE) varia. De um modo geral, na produção de peixes a condutividade varia de $20\mu S.cm^{-1}$ e $100\mu S.cm^{-1}$, (CERQUEIRA, 2020).

Parâmetros de condutividade em laboratório são importantes para:

- Verificar o efeito da concentração total de íons;
- Determinar a quantidade de sólidos dissolvidos em uma amostra;
- Avaliar as variações de concentração de minerais dissolvidos em águas superficiais e efluentes.

2.3.6. Oxigênio Dissolvido

O oxigénio é muito indispensável às funções vitais de todos os organismos aeróbicos e se encontra dissolvido na água em quantidades variáveis, quase em concentrações superiores aos demais gases. É importante frisar que o oxigénio dissolvido na água de um rio, açude, lago ou lagoa, não é oriundo da molécula da água (H₂O), mas de outras fontes. Para um bom desenvolvimento de algumas espécies como o caso da tilápia, são recomendados os níveis

mínimos de 2 mg/L, sendo o ideal acima de 5 mg/L. Níveis mais baixos desta variável, comprometem o desenvolvimento dos peixes, sobretudo quando se mantêm por períodos prolongados, (BARBOSA, et al. 2010).

No meio aquático, as principais fontes de oxigênio são a atmosfera (difusão) e a fotossíntese. A importância do oxigênio dissolvido é fundamental, pois o risco de mortalidade desencadeada por baixas concentrações dessa variável aumenta à medida que o sistema se intensifica, (RURAL, 2018).

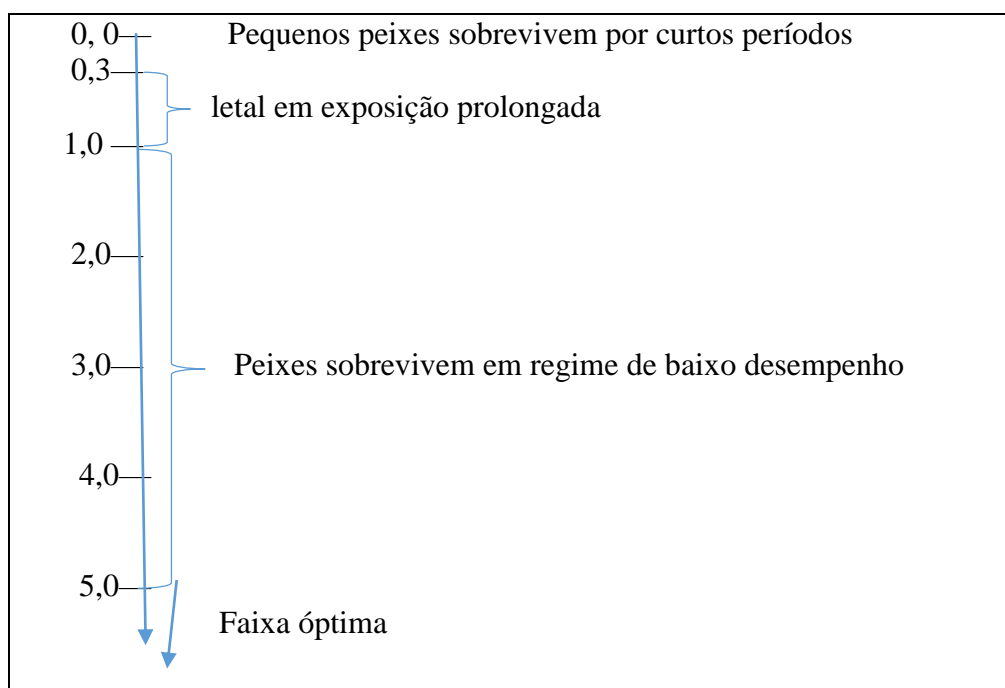


Figura 2: Efeito da concentração de OD nos peixes (Boyd and Lichtkoppler, 1979; Piper, et al., 1986).

De acordo com CORRÊA, (2018), a principal fonte de oxigênio é a fotossíntese assim do início do dia no intervalo das (5h a 6h) e até tarde (15h a 16h), nestes períodos haverá uma grande concentração de oxigênio dissolvido na coluna de água. O período mais crítico para os peixes cultivados em ambiente confinado é de madrugada antes do nascer do sol. As variações de oxigênio dissolvido nas camadas superficiais e maior em relação as camadas mais profundas. Neste caso há uma grande necessidade de realizar o controlar a distribuição do oxigênio na coluna de água para subsidiar o manejo deste parâmetro mais eficiente. Para o controle de oxigênio é mais recomendável que seja efetuada pelo menos duas vezes por dia, isto é, em dois períodos de manhã e ao por do sol (das 7h e às 18h).

2.3.7. Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de oxigênio é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica degradada pela ação de bactérias, sob condições aeróbicas controladas (período de cinco dias a 20°C – DBO5). Este parâmetro fornece sobre a fração dos compostos biodegradáveis presentes no efluente e é muito utilizada para avaliar o potencial poluidor de efluentes domésticos e industriais em termos do consumo de oxigênio. Pela quantidade de oxigênio necessária para a oxidação bioquímica da matéria orgânica, em um determinado espaço de tempo e à temperatura constante (20° C), o valor não deve exceder a 3 mg/l, (KUBITZA, 2000).

2.3.8. pH

O pH indica características químicas de acidez e basicidade do meio aquático, podendo ser influenciado pela presença de gases e sólidos dissolvidos na água, (LEITE, 2012).

Para CORRÊA, (2018), a acrimonia (acidez) da água é determinada pela concentração de iões positivos (H+), presentes na água. A escala deste parâmetro varia de 0-14, para os organismos aquáticos varia de 4-11, sendo que de 6,5 a 9 temos o nível de aceitação para o bem-estar dos peixes. Para um bom funcionamento do organismo inclui vários fatores como a ocorrência de reações enzimáticas que influenciam na actividade natatória, no aproveitamento dos alimentos, no metabolismo e no crescimento dos organismos

Segundo, BRIGHENTI, (2009), esta variável atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo no transporte iónico intra-celular e extra-celular e entre os organismos e o meio. Além disso, o pH afeta a toxidez de vários poluentes e metais pesados e a disponibilidade de nutrientes. A oscilação diária do pH é regulada pela concentração de CO2 e actividade fotossintética.

Tabela1: Ilustra o efeito do pH da água nos peixes.

pH	Efeito nos peixes
0 – 4	Morte por acidose
4 – 6,5	Estresse ácido
6,5 – 9	Ideal
9 – 11	Estresse alcalino
11 – 14	Morte por alcalose

Fonte: BOYD (1979) citado por SÁ (2012).

2.3.9. Fósforo (P)

Segundo CAGOL e PONTES, (2016), a determinação da concentração de fósforo no meio aquático tem registado grandes dificuldades na preservação de lagos rios também para cultivo de organismos aquáticos. Para tal o fósforo presente na água para a produção de tilápia, não deve exceder 0,1mg/L, para evitar no crescimento das algas e outras plantas aquáticas que podem criar a eutrofização. O fósforo é um dos principais minerais os organismos necessitam para a manutenção das várias funções metabólicas, produtivas e fisiológicas. A maior concentração do fósforo (P), pode aumentar o crescimento das algas proporcionando efeitos negativos no que respeita a qualidade de água (QA).

Para VIANA, (2003), o fósforo é o principal nutriente que determina o processo da eutrofização nas águas tropicais. A eutrofização é baseada nos níveis de sólidos em suspensão totais, e em componentes nitrogenados e fosfatados dissolvidos no efluente. Segundo FÃO, (2013), este é um dos elementos limitantes na produção de organismos aquáticos e caso não exista na água compromete toda a cadeia trófica do meio aquático. Geralmente a concentração deste elemento, por vias naturais, é baixa. O fósforo é a principal fonte de eutrofização da água, daí a necessidade básica de controlar este parâmetro.

2.3.10. Ciclo de fósforo

O ciclo de fósforo inclui plantas, animais e microrganismos. É obtido na natureza em forma de iões de fosfato, o fosfato de cálcio como o principal reservatório nas rochas e pode ser obtido pelos seres vivos partindo do solo e da água por meio da cadeia alimentar. O fósforo retido no solo, é reciclado pelas plantas, consumidoras e decompositoras, o fosfato arrastado para a água incorpora-se às rochas e fora disso são utilizados pelos vegetais, (GODOY, 2021.).

2.3.11. Amónia e nitrito

A amónia encontra-se na água, no solo e no ar e este representa uma das fontes de fornecimento de nitrogénio que as animais e plantas necessitam para a sua sobrevivência. Em ambientes naturais como lagos, rios, estuários e oceanos a amónia é o resultado da decomposição de excretos, resíduos bem como animais e vegetais mortos. Nestes ecossistemas a amónia está presente em forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3), e pode ser fatal para os peixes e outras espécies aquáticas. Estas duas formas de amónia, mantêm-se no mesmo nível dependendo da temperatura e do pH da água. A junção das duas formas são chamadas de (NAT) nitrogénio amoniacal total, (REIS, 2019).

Amónia é um dos principais resíduos nitrogenados produzidos pelos peixes, a partir da digestão da proteína. O nitrito (NO_2) é produzido pela oxidação do amónio e pela redução do nitrato (NO_3). As duas variáveis são tóxicas e potencialmente perigosas para peixes cultivados em gaiolas. Níveis elevados de amónia proporcionam danos nas brânquias e em todos tecidos do organismo em cultivo, e o nitrito reduz o fornecimento de oxigénio para a respiração, (BRIGHENTI, 2009).

A amónia existente na água pode ser transformada em outros compostos a partir da absorção vegetal e do processo de nitrificação. Na nitrificação, a amónia é usada como fonte de energia pelas bactérias decompositoras do fundo de um reservatório, sendo transformada em nitrito. Intoxicação de peixes por nitrito é mais comum em baixa profundidade (< 1 m), excessivamente povoados, onde a renovação da água é baixa ou mesmo inexistente. O nitrito se concentra na água causando grandes situações desagradáveis aos peixes, como por exemplo a mortalidade, (CORRÊA, 2018).

Tabela2: Efeitos da concentração de nitrito (NO_2) nos peixes.

Concentração de NO_2 (mg/L)	Efeito nos peixes
0,3 - 0,5	Redução no crescimento e na resistência a doenças
0,7 - 200	Grande mortalidade

Fonte: KUBITZA (2003) e LIMA et al. (2015).

2.3.12. Importância da amónia na criação de peixes

Dizer que além do oxigénio dissolvido a amónia é o segundo parâmetro ou variável importante na criação de peixes com o grande destaque a tilápia. A amónia é um dos principais produtos finais na digestão das proteínas em peixes os quais excretam os compostos através das brânquias, (REIS, 2019).

2.3.13. Ações de prevenção de amônia e nitrito em gaiolas flutuantes

- Insuficiência na taxa de alimentação;
- Colocação do fundo da rede da gaiola, de modo a poupar uma certa distância do fundo do ambiente aquático, reduzindo a possibilidade de contacto direto dos animais com os resíduos metabólicos ou de ração;

- Aeração e mistura mecânica da água, de modo a promover oxigenação e possibilitar a remoção de resíduos.

2.3.14. Nitratos

Este é um dos elementos que constituem as proteínas é o Nitrogénio. Quando se apresenta em forma de Nitratos, são mais facilmente assimilados pelas plantas, tanto terrestres como aquáticos. Os Nitratos são importantes para o desenvolvimento do Fitoplâncton, pois, após serem absorvidos, são transformados em proteínas, KUBITZA, (2000). O nitrato é conhecido como a etapa final da oxidação de amónia, que compreende a formação de amónia em nitrito e deste transforma-se em nitrato. Segundo CAETANO, PRETO, *et al.*, (2020), a concentração de nitrato tolerado para os organismos em cultivo é de 5 mg L⁻¹, mesmo que em aquacultura não seja um dos compostos fatais ou tóxico importante, mas quando esta em grandes quantidades, afecta negativamente o metabolismo dos organismos em cultivo.

2.4. Características Biológicas

2.4.1. Coliformes totais

Os coliformes totais compreendem um grande grupo de bactérias que se encontram isoladas de amostras de águas, solos poluídos e não poluídos, embora que a existência de dificuldades de bactérias não fecais seja um problema, não existe uma relação quantificável entre os coliformes totais e os microrganismos patogénicos, os quais podem ser chamados de coliformes ambientais devido a sua possível incidência em águas não contaminadas, representando outros organismos de vida livre, (VALENTE, 2013).

2.4.2. Coliformes fecais

O grupo coliforme é definido pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water* como sendo bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram-negativas, não esporuladas, na forma de bastonete que fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48 h a 35°C, SILVEIRA e CASTRO, (2018). A presença de agentes patogénicos, tem sido notado como um dos perigos mais predominante e que influencia a qualidade dos produtos vindo da aquacultura. Os coliformes fecais ou termotolerantes são bactérias capazes de desenvolver e fermentar a lactose com produção de gás a 44°C a 45°C em 24 horas. A principal espécie dentro desse grupo é *Escherichia coli*, (GURGEL, 2003).

O grupo dos Coliformes inclui bactérias não exclusivamente de origem fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, SAÚDE, (2013). As principais fontes de contaminação da água podem ser causadas através de compostos orgânicos, elementos

químicos tóxicos ou microrganismos indesejáveis, FRANÇA, (2016). Na distinção de coliformes fecais, podemos encontrar os estreptococos fecais (leveduras, bactérias heterotróficas, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*), e que estes podem ter uma função como indicadores de contaminação da água, (GARCIA, 2005).

2.4.3. Produtividade primária

Segundo BAMBI e PINTO-SILVA, (2008), a produtividade primária em lagos em sua maioria é escassa, em um ecossistema aquático é realizada por produtores primários (macrofitas, algas e outras espécies de bactérias quimiossintetizantes) que são encontradas nas zonas eutróficas do lago.

Os organismos aquáticos necessitam de energia para a realização das suas actividades vitais ou metabólicas sendo a luz solar a principal fonte primária para a obtenção dessa energia. Para um melhor entendimento a produtividade primária pode ser obtida em diversas formas ou métodos, podendo obter a produtividade primária por meio de taxa de fotossíntese total com a respiração dos produtores e por meio de oxigénio dissolvido. A quantidade do fitoplâncton encontrado águas continentais apresenta mais de 45% da produtividade primária líquida, além disso os organismos que habitam nestes ecossistemas possuem mecanismos que fornecem a sobrevivência por um período muito longo, (SANTOS e MENDONÇA, 2017).

De acordo com SANTOS e MENDONÇA, (2017), os fatores que controlam a produtividade primária em um ecossistema aquático podemos destacar os seguintes fatores como principais indicadores no processo de produção, a disponibilidade de nutrientes, a radiação da luz solar, a temperatura. Estes fatores respondem a condições favoráveis e desfavoráveis na existência da produtividade primária fitoplânctónica.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização Da Área De Estudo

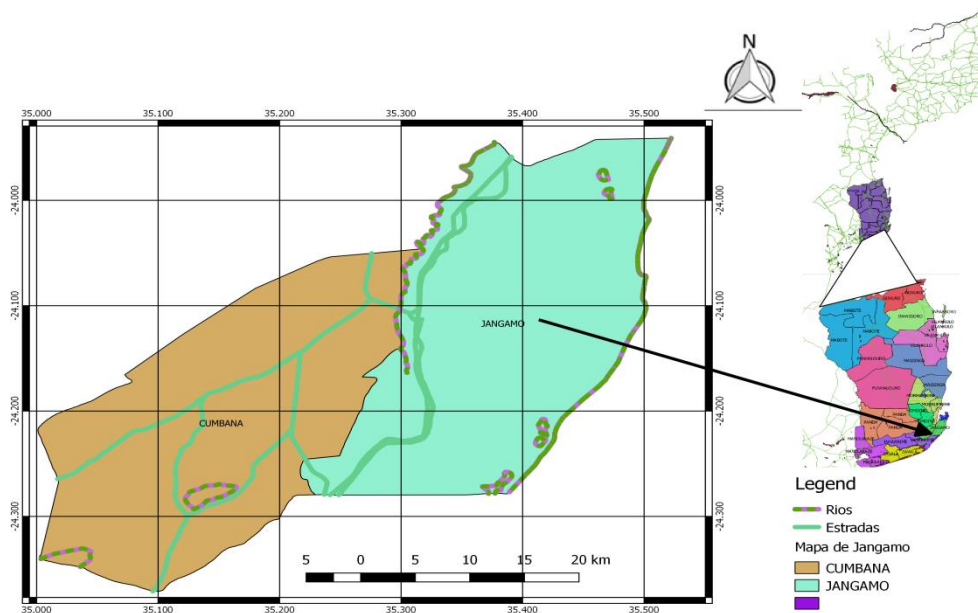


Figura 3: Mapa do distrito de Jangamo.

Fonte: Autor.

O estudo foi realizado na lagoa Dongane, na província de Inhambane, localidade de Xuxululu a 37.8km do Distrito de Jangamo, na época de verão, entretanto, salientar que, o Distrito de Jangamo fica situado a Norte de Inhambane e Maxixe e a oeste do Distrito de Inharrime. A lagoa esta localizada nas seguintes coordenadas: Lat:24° 21' 28" e Long:35° 17' 6". O clima predominante no distrito é o tropical húmido influenciado pelos ventos do canal de Moçambique. A precipitação anual do distrito varia de 800 a 1.400mm, com maior intensidade na região costeira.

3.2. Materiais Usados

Tabela 3: Materiais

Materiais	Quantidade
Bloco de notas	1
Caneta	1
Fita métrica	1
Disco de <i>secchi</i>	1
Corda	1
Multi-parâmetro	1
Garrafas PET	20
Sonda/ pá	1
Barco (canoa)	1
Plataforma de GPS test	1
Celular	1
Proveta	7
Peneira	1
Funil	1
Pipeta	1
Cadinho	7
Erlenmyers	7
Agitador rotativo	1
Balança	1
Estufa	1

Fonte: Autor

3.3. Análise da hidrodinâmica local

Profundidade da água

Para a análise da profundidade da água foi amarada uma corda de 25m a um peso, de seguida introduzida até ao fundo da lagoa, em diferentes pontos da lagoa de uma forma aleatória.



Figura 4: Ilustra o material usado para a análise da profundidade da água.

Fonte: Autor.

Corrente de água

Para a análise da corrente da água, foram coletadas amostras do solo em dois pontos da lagoa, para o laboratório, onde determinou-se a granulometria em textura fina e grossa. Foi usada uma pá que foi espetada a uma profundidade de 20cm, foram usadas luvas para retirada do solo evitando o contacto direto com as mãos e a mistura do solo, as amostras foram colocadas em sacos plásticos transparentes e transportadas para o laboratório do ISPG onde foram feitas as suas análises.



Figura 5: Material usado para a coleta das amostras do solo.

Fonte: Autor.

3.4. Determinação do fator f

Para a análise da textura do solo, para cada amostra foi retirada uma quantidade de solo com 130g e colocada em uma folha e secar ao ar por um período de 4h, de seguida para cada amostra, 114, 7g de solo foi pesado e introduzido nos cadinhos e colocado na estufa para

secar a uma temperatura de 105° C, observado a cada 2h, com a finalidade de avaliar o fator de correção da humidade.

Para a determinação do **fator f** foi usada a seguinte. Equação1:

$$f = \frac{a}{b}$$

Onde:

f- Factor usado para correção da massa de solo nas determinações em laboratório;

a- Massa da amostra seca no ar em g;

b- Massa da amostra seca a 105°C ate atingir peso constante, em g.

3.5. Procedimentos usados na determinação da granulometria:

1. Para análise da granulometria foi usada um Delineamento Completamente Causalizado (DCC), com dois tratamentos e 3 repetições para cada tratamento, considerou-se o tratamento1 o solo do ponto1 e tratamento2 o solo do ponto2. Para o efeito, 10g de TFSA foi pesada e colocada em garrafas de Erlenmeyer de 250ml (3 para o tratamento1 e 3 para tratamento2). Uma solução de 4g de NaOH (hidróxido de sódio) foi misturada a 1000ml de água destilada. De seguida, 100ml da solução misturada foi colocada em cada garrafa de Erlenmeyer nos dois tratamentos. Depois as 7 garrafas dos dois tratamentos foram levadas para um agitador orbital por um período de 16h a 159rpm (rotação por minuto).
2. Depois de agitar foi feita uma separação da fração de areia usando uma peneira de 0,053mm e um funil de vidro. Foram usadas 7 provetas de 1000ml para o depósito do material separado da fração de areia, isto é, uma proveta para cada repetição nos dois tratamentos. As amostras de areia retiradas da peneira depois da separação de areia e argila nos dois tratamentos foram colocadas em 6 cadinhos, isto é 3 cadinhos para cada tratamento. De seguida foram transferidos para secar em uma estufa durante 24h a uma temperatura de 105°C.
3. As soluções colocadas em proveta foram mantidas em repouso por aproximadamente 4h de modo que ocorra a sedimentação do silte. De seguida as amostras dos dois tratamentos, foram homogeneizadas e com uma pipeta foi extraída 10mL da solução de argila para cada repetição nos dois tratamentos. O material pipitado foi transferido para um cadinho para cada repetição nos dois tratamentos e levada para secar em uma

estufa por um período de 24h e a uma temperatura de 105°C. A pesagem das quantidades de areia e argila foram feitas com uma balança analítica.

3.6. Determinação da areia fina e grossa

Para a determinação da areia fina e grossa, foi usada a areia pesada a cada repetição nos dois tratamentos, após a separação da areia e argila. Para a separação da areia fina e grossa foi usada uma peneira com 0,212 mm, uma bandeja e um papel branco tipo A4. Para o efeito foi colocado o papel branco dentro da bandeja e por cima do papel foi colocada a peneira de 0,212mm, de seguida foi introduzida a areia do tratamento1 e repetição1 dentro da peneira. De seguida, a peneira contendo areia foi tampada por uma outra peneira para evitar que o solo escape na hora de agitação, o processo de agitação foi feito a um período de 15min. A areia fina que passava pela peneira e grossa que sobrou na peneira foi colocada em cadinhos separados e a posterior levada a uma balança analítica para a sua pesagem. Importa inferir que estes procedimentos foram feitos da mesma forma em cada repetição nos dois tratamentos do solo.

A figura 6 abaixo ilustra as demonstrações na determinação da areia fina e grossa, do lado esquerdo temos uma bandeja contendo 7 cadinhos com o solo, do meio uma peneira usada na separação dos graus e por fim do lado direito a balança usada na pesagem dos graus finos e grossos.



Figura 6: Ilustra os materiais usados no processo da determinação dos grãos de areia.

Fonte: Autor.

3.7. Avaliação Da Concentração Da Areia Fina E Grossa

A concentração da área fina e grossa foi determinada de acordo com a seguinte equação2:

Concentração da areia grossa

$$T_{ag} = \left(\frac{(m_{at} - m_{af}) \times f}{m_i} \right) \times \left(\frac{1.000}{S_m} \right)$$

Onde:

T_{ag} -concentração de areia grossa, em g/kg.

m_{at} - massa da areia total em g.

m_i -massa inicial da amostra em g.

m_{af} - massa da areia fina em g.

f - factor de corecao da umidade para massa inicial.

S_m -somatorio das massas das fracoes, em g.

Concentração da areia fina:

$$T_{af} = \left(\frac{m_{af} \times f}{m_i} \right) \times \left(\frac{1.000}{S_m} \right)$$

Onde:

T_{af} -concentração de areia fina, em g/kg.

m_i -massa inicial da amostra em g.

m_{af} - massa da areia fina em g.

f - fator de correção da umidade para massa inicial.

S_m - somatório das massas das frações, em g.

3.8. Análise dos conflitos do uso da lagoa

A análise dos conflitos do uso da lagoa, foi feito através de uma observação a olho nu, com ajuda de uma câmara fotográfica (celular) foram retiradas as fotografias ao redor da lagoa observando as actividades praticadas.

3.9. Coleta das amostras e análise laboratorial

Para a coleta das amostras foi usada uma plataforma de GPS Test. Para este efeito, foram definidos (5) cinco pontos (**P1, P2, P3, P4 e P5**), cujas coordenadas geográficas estão indicadas em cada um dos pontos da figura 7 abaixo. A coleta das amostras de água foi feita

em (2) dois meses (Março a Abril de 2023), em um intervalo de 10 em 10 dias, conforme cronograma determinado previamente. O tipo de amostra usado neste estudo foi uma amostra discreta, pois as amostras de água foram colhidas em mesma profundidade, a qual foi de 90cm.



Figura 7: Ilustra os pontos de coletas na lagoa Dongane.

Fonte: Autor:

Análises laboratoriais

As variáveis como a amônia, nitrito, nitrato, fosfato, coliformes totais e fecais, a salinidade e a DBO, foram realizadas na província de Gaza, no Distrito de Xai-xai, no Laboratório Provincial De Higiene De Águas e Alimentos (LPHAA), onde foi feita a identificação das suas concentrações de qualidade de água.

Foi feito um instrumento de coleta de água na profundidade. Como meio de transporte foi usada uma canoa. Para a coleta de água o instrumento foi mergulhado a uma profundidade de 90cm em cada ponto. As amostras de água colhidas foram armazenadas em garrafas de PET com 500ml e conservadas em caixas, de seguida foram levadas para o Laboratório Provincial De Higiene De Águas e Alimentos (LPHAA), para a realização das suas análises físicas-químicas e biológicas.



Figura 8: Instrumento usado na coleta das amostras de água. Fonte: Autor.

3.10. Análises físicas-químicas

A determinação dos parâmetros físico-químicos como a temperatura e oxigênio dissolvido, foram analisados no campo, usando o método *in situ*. Estes foram determinados imediatamente após a coleta para prevenir alterações em suas propriedades. Para a análise da temperatura e oxigênio dissolvido, foi usado um multi-parâmetro verificando o conforto térmico para peixes no meio aquático. Para evitar a contaminação dos dados, depois do uso do instrumento em cada ponto este era esterilizado com água destilada de um ar condicionado.

A transparência da água foi analisada com o disco de *secchi* de 30 cm de diâmetro, este instrumento foi constituído um disco preto e branco ligado a uma corda de 2 metros graduado em centímetros. A medida foi expressa em centímetros (cm), introduzindo o instrumento dentro da lagoa até o ponto máximo em que não era possível verificar a leitura do disco. Dizer que este processo foi efetuado em todos 5 pontos de coleta.

3.11. Análise da produtividade primária

A determinação da produtividade primária foi analisada usando o método de oxigênio dissolvido mais conhecido por método de garrafas escuras e claras. Para tal foi feito um aparelho de produtividade primária próprio para análise desta variável usando este método. As amostras foram colhidas em 3 pontos e 3 profundidades diferentes, isto é zona de inibição da luz, zona de saturação da luz e a zona de limitação da luz (0, 40 e 90cm).

A figura 9 abaixo ilustra um aparelho de produtividade primária usado para comportar os frascos de OD nas três profundidades (zona de inibição, saturação e de limitação de luz).



Figura 9: Aparatado de produtividade primária.

Fonte: Autor.

A leitura do oxigênio dissolvido para análise da produtividade primária, foi observada duas vezes, isto é, antes e depois da incubação, inferir que a mesma foi feita por método iodométrico 4500-O C, onde as amostras foram incubadas por um período de três horas.

Instrumento foi introduzido as profundidades necessitadas de seguida era retirada para a leitura inicial do oxigênio dissolvido nas 6 garrafa de 350ml (3 escuras e 3 claras), de seguida o instrumento foi mergulhado e suspenso nas profundidades de coleta para a incubação. Passando 3h o instrumento foi retirado para a segunda leitura. Para a incubação destas amostras foram usadas boias de garrafas para evitar que o instrumento afunda e uma âncora de pedra para evitar que instrumento seja arrastado pelas ondas.



Figura 10: Mergulho do aparelho para a incubação e coleta após a incubação.

Fonte: Autor.

A produtividade primária bruta foi calculada através da equação 3 de substituição das concentrações de OD de garrafas escuras e de garrafas claras após a incubação

$$\text{Equação 3: } PPB = C_2 - C_1$$

Onde:

PPB- Produtividade primária bruta;

C_2 - Concentração de OD no frasco escuro após a incubação dividida pelo tempo experimental;

C_1 - Concentração de OD no frasco claro após a incubação dividindo pelo tempo experimental período de incubação.

3.12. ANÁLISE ESTATÍSTICA A análise dos dados foi realizada por estatística descritiva usando a média aritmética e desvio padrão. Analisando-se há diferença significativa entre os

dados de variável, de parâmetros de qualidade de água. Nas amostras do solo para a determinação da corrente de água foi feita a análise de variância (ANOVA) com objectivo de verificar a existência de variações significativas nas amostras do solo, considerando o nível de significância menor de que 5%.

4. RESULTADOS

4.1. Hidrodinâmica do local

Na análise da hidrodinâmica em termo de corrente da água, os dados da granulometria do solo, mostram que a lagoa apresenta menor concentração de argila o que permite dizer que o solo da lagoa é arenoso. As médias dos grãos do solo observados no experimento apresentaram maior concentração de pesos na areia grossa nos dois pontos com os seguintes valores (5,05g e 5,11g) e menor na areia fina com (4,83g e 4,90g).

Tabela 4: Comparação dos tratamentos do solo em graus finos e grossos.

Tratamentos	Unidade	Média
Ponto 1 areia grossa	g	5,11±0,11 ^a
Ponto 2 areia grossa	g	5,05±0,04ab
Ponto 2 areia grossa	g	4,90±0,05ab
Ponto 1 areia grossa	g	4,830,11 ^a

Fonte: Autor.

4.2. Profundidade

Os valores médios de profundidade da lagoa nos pontos analisados, apresentaram os seguintes valores: ponto1 7,2m, ponto2 14,75m e o ponto3 com 7,57m.

Tabela 5: Valores médios de profundidade nos três pontos de coleta na lagoa Dongane.

Variável	Unidade	Média
Ponto 1	m	7,2±0,14
Ponto2	m	14,75±0,17
Ponto3	m	7,57±0,18

Fonte: Autor.

O gráfico que segue ilustra a variação das concentrações de profundidade em 3 pontos.

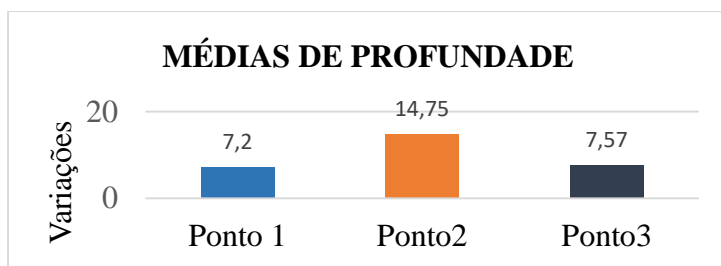


Figura 11: Ilustra o gráfico de variação da profundidade da lagoa Dongane.

Fonte: Autor

4.3. Análise de conflitos de uso múltiplos

Com base na informação dada pela comunidade e na metodologia usada para avaliar a existência dos conflitos no uso da lagoa em estudo, verificou-se que as pessoas usam a água da lagoa para o consumo humano, irrigação de campos dos pequenos agricultores, pisoteio de animais, outras para lavagem de roupas, embeberamento de gado, pesca artesanal e o fabrico de blocos para a construção.

As imagens a baixos da figura12 ilustram algumas actividades do uso da lagoa Dongane, onde do lado esquerdo temos uma imagem de atividade pesqueira e do lado direito a lavagem de roupa.



Figura 12: Ilustra o uso da lagoa Dongane.

Fonte: Autor.

4. Qualidade De Agua

Os resultados das análises de qualidade de água para os locais P1, P2, P3, P4 e P5 estão detalhados nas tabelas 7, 8 e 9 que seguem abaixo. Em todos parâmetros o valor-p foi maior

($P_v > 0,05$), aceitando a hipótese nula que indica a homogeneidade das variâncias para cada variável em todos os pontos

4.4.1. Parâmetros físicos

A tabela 7 apresenta as concentrações médias e o desvio padrão dos parâmetros físicos de qualidade de água nos 5 pontos. A CONAMA estabelece que o pH da água esteja entre (6 a 9), as médias de pH nos cinco pontos estão conforme o estabelecido com valores entre 7,5 a 8. Nos cinco pontos as temperaturas médias estiveram entre 27,3 a 27,6°C, Condutividade Elétrica 732,8 a 736,5 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, Salinidade 348,5 a 353,7, transparência 117,5 a 125cm.

Tabela 6: Valores de variáveis físicas de água nos cinco pontos de coleta. Dados representados $\text{Med} \pm \text{DP}$.

		P1	P2	P3	P4	P5
Variáveis	Unidades	Media	Media	Media	Media	Media
pH	-	7,5 \pm 0,42	7,7 \pm 0,18	7,8 \pm 0,13	8 \pm 0,17	7,5 \pm 1,16
Temperatura	°C	27,6 \pm 0,92	27,6 \pm 0,96	27,3 \pm 0,6	27,5 \pm 1,02	27,6 \pm 1,03
Cond. Elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	735 \pm 28,2	735,5 \pm 23,1	736 \pm 25	732,8 \pm 22,7	736,5 \pm 15,7
Salinidade	ppm	348,5 \pm 12,2	351,5 \pm 11,4	352 \pm 18,4	352,7 \pm 18,5	353,7 \pm 4,7
Transparência	cm	122,5 \pm 9,57	117,5 \pm 9,57	122,5 \pm 5	120 \pm 8,1	125 \pm 5,7

Fonte: Autor.

P1: ponto1; P2: ponto2; P3: ponto3; P4: ponto4; P5: ponto5; pH: potencial hidrogeniônico; Cond. Elétrica: condutividade elétrica.

4.4.2. Parâmetros químicos

A tabela 7 apresenta os valores médios e desvio padrão dos parâmetros químicos da água da lagoa Dongane nos cinco pontos. Nos cinco pontos cada variável obteve as seguintes variações: O₂ esteve entre 4,2 a 4,6mg/l, DBO esteve entre 1,9 a 2,2mg/l. O fósforo foi maior no P2 com 0,17mg/l e menor no P3, com 0,05mg/l. As variáveis como amônia, nitrito e nitrato, não obtiveram variações das médias em todos os pontos, registrando as seguintes médias amônia (0,04mg/l), nitrato (0,5mg/l) e nitrito (0,03mg/l).

Tabela 7: Valores dos parâmetros químicos nos cinco pontos de coleta. Dados representados em Med±DP.

		P1	P2	P3	P4	P5
Variáveis	Unidade	Media	Media	Media	Media	Media
OD	mg/l	4,5±0,35	4,5±0,25	4,6±0,49	4,3±0,38	4,2±0,75
DBO	mg/l	2,2±0,28	2,2±0,32	2,2±0,18	1,9±0,08	2,05±0,12
Fosforo	mg/l	0,3±0,28	0,17±0,24	0,05±0,001	0,062±0,005	0,059±0,001
Amoníaco	mg/l	0,04±0,0	0,04±0,0	0,04±0,0	0,04±0,0	0,04±0,0
Nitrito	mg/l	0,03±0,0	0,03±0,0	0,03±0,0	0,03±0,0	0,03±0,0
Nitrato	mg/l	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0

Fonte: Autor.

P1: ponto1; P2: ponto2; P3: ponto3; P4: ponto4; P5: ponto5; OD: oxigênio dissolvido; DBO: demanda bioquímica de oxigênio.

4.4.3. Parâmetros microbiológicos

Tabela 9 apresenta os valores médios e desvio padrão dos parâmetros microbiológicos da água da lagoa Dongane nos cinco pontos de coleta. A maior concentração de *coliformes totais* foi registrada no ponto4 (147,5ufc/100m), e a menor foi encontrada no ponto3 (86ufc/100m). A maior concentração de *coliformes fecais* foi registrada no ponto4 (97,3ufc/100m) e a menor no ponto3 (42ufc/100m). Para o *E.coli*, a maior concentração foi encontrada no ponto3 (11,75 ufc/100m) e a menor no ponto5 (6,25 ufc/100m), os pontos 1,2 e 4 a concentração de *E.coli* foi ausente.

Tabela 8: Valores dos parâmetros microbiológicos de agua nos cinco pontos de coleta. Dados representados em Med±DP.

		P1	P2	P3	P4	P5
Variáveis	Unidade	Med	Med	Med	Med	Med
C.totais	ufc/100ml	92±19,2	108,3±49,1	86±16,02	147,5±45,7	94,75±6,65
C.fecais	ufc/100ml	45,5±24,7	71,25±15,95	42±1,414	97,3±20,1	66,25±19,17
E.coli	ufc/100ml	0,0 ±0,0	0,0±0,0	11,75±2,36	0,0±0,0	6,25±2,22

Fonte: Autor

P1: ponto1; P2: ponto2; P3: ponto3; P4: ponto4; P5: ponto5; C.totais: coliformes totais; C. fecais: coliformes fecais e E.coli: *Escherichia coli*.

4.4.5. Produtividade primária

Os dados de O₂ obtidos nos 3 pontos de coleta na Lagoa Dongane na determinação da profundidade primária, seguiram a distribuição normal com valor -p> 0,05 e as variâncias foram homogêneas a nível de significância, variando de 0,507 a 0,742 do valor-p.

Os valores médios de oxigênio dissolvido na água em garrafas escuras nos 3 pontos, na profundidade de 0cm não foram diferentes com medias entre 3,2 a 3,6 mg/L. Na profundidade 40cm os valores médios entre 3,4 a 4 mg/L, com maior valor no ponto 1 4mg/L e na profundidade de 90cm os valores de OD estiveram entre 3,3 a 3,5 mg/L com maior media no ponto3.

Nas garrafas claras os 3 pontos, tiveram os seguintes valores: Na profundidade de 0cm os pontos 1, 2 e 3 apresentaram valores de OD entre 5,2, 5,6 e 5,9 mg/L. Na profundidade de 40cm os valores de OD estiveram entre 5,5 5,7 e 6,1 mg/L e na profundidade de 90cm os valores de OD nos pontos 1 e 2 estiveram entre 5,4 mg/L e o ponto3 com 5,2 mg/L.

Através da equação³ do cálculo da PPB os valores de OD foram baixos em todos pontos, as médias de OD foram menores em garrafas claras, indicando maior (PPL), produtividade primaria liquida.

Tabela 9: Ilustra os valores médios de oxigenio dissolvido em mg/L, nas garrafas escuras e claras após a incubação, para cada ponto e profundidade.

			Ponto1		Ponto2		Ponto3	
			Garrafa Escura	Garrafa Clara	Garrafa Escura	Garrafa Clara	Garrafa Escura	Garrafa Claras
0cm	350ml	3h	3,4±0,08	5,5±0,05	3,6±0,08	5,9±0,08	3,2±0,16	5,2±0,16
40cm	350ml	3h	4±0,08	6,07±0,12	3,4±0,08	5,5±0,21	3,3±0,25	5,7±0,08
90cm	350ml	3h	3,4±0,9	5,4±0,8	3,3±0,0,08	5,4±0,08	3,5±0,08	5, 2±0,1

Fonte: Autor.

V-volume, T- tempo.

5. DISCUSSÃO

As médias dos grãos do solo para a análise da corrente de água na lagoa Dongane, apresentaram maior concentração de pesos na areia grossa nos dois pontos com valores entre 5,11g e 5,05g indicando maior correntes de água ou correntes positivas. Estudo feito por JOSIBEL e WALTER, (2009), apresentou resultados de conteúdos de sedimento arenosos que causam aumento constante dielétrica e diminuição da velocidade da água, com os seguintes tamanhos de grãos de solo 0 a 0,5mm e uma densidade media de 1g/cm^3 .

A profundidade de um lago é um dos parâmetros morfológicos de uma grande importância limnológica, (Sperling, 1994). A (INI), MMA/SEAP nº 7 de 28/04/2005, estabeleceu que a profundidade de água na produção de peixes em gaiolas deve ter no mínimo 1,50m, RURAL, (2018). Para a da lagoa Dongane os valores de profundidade estiveram dentro dos parâmetros estabelecidos com médias entre 7,2 a 14,75 metros e um desvio padrão de $\pm 0,1$. Estudo semelhante foi feito por BRIGHENTI, (2009), ao avaliar a limnologia da Lagoa Central, onde apresentou valores máximos e mínimos com uma média relativa de 7,3 a 4,06metros de profundidade e um desvio padrão > 1 .

Para os conflitos de uso múltiplo a Lagoa Dongane apresentou diversas actividades no seu uso nas margens e no interior pela população como o consumo humano, embeberamento de gado, lavagem de roupa, turismo e a pesca. Ao avaliar os conflitos de uso múltiplos dos recursos hídricos no Brasil, SIQUEIRA, (2021), constatou que alguns reservatórios são utilizados para irrigação, abastecimento e outros para o consumo humano por via disso isso tem criado o lançamento de esgoto diretamente nos corpos de água devido a expansão da agricultura. Trabalho feito por (Costa, 2010) ao avaliar o assoreamento da Lagoa de Dentro-PB, constatou outras actividades de conflitos de uso com o caso do acréscimo de habitação irregular às suas margens.

Para este estudo nos 5 pontos o pH foi de 7,5 e 8 respetivamente, esses valores podem ter ocorrido devido aos fatores antropogénicos pelo lançamento de esgotos domesticos. Resultados aproximados foram registados por CONDE, (2020), ao avaliar sistemas de piscicultura de tambaqui: avaliação hídrica e aplicação com valores entre 5,68 e 7,91. Estudo feito por RILEY, SOUZA, *et al.*, (2022) na Lagoa Salgada apresentou valores semelhantes a este estudo com pH de 7 a 9.

As alterações de temperatura tornam os corpos de água impróprios para certos organismos aquáticos, como é o caso dos peixes e invertebrados, e ainda contribuir na ocorrência de

blooms de alga, SILVA e KEPPELER, (2019). Segundo KUBITZA, (2000), a temperatura ideal para peixes tropicais varia de 27 a 32°C. Para este estudo a temperatura nos cinco pontos esteve entre 27,3 a 27,6°C, o que está no intervalo recomendado para a criação de peixes tropicais. Estudos feitos por CAETANO, PRETO, *et al.*, (2015), ao avaliar qualidade de água de açudes utilizados na criação de peixe, obtiveram resultados semelhantes com 27°C. Com o objectivo de avaliar a qualidade de água para o melhor período de criação de peixes em tanques rede no reservatório de Salto Caixas, FEIDEN, OLIVEIRA, *et al.*, (2015), registou valores que variam entre 27 a 30°C nos meses de Dezembro a Março.

A condutividade elétrica é relacionada com a decomposição da matéria orgânica e é um dos fatores mais úteis na quantidade de nutrientes disponíveis na água. Elevadas concentrações de sais pode acarretar a diminuição do oxigénio dissolvido na água, CERQUEIRA, (2020). Para esta variável não é definido um valor padrão na resolução CONAMA 357/05. Os valores médios obtidos durante as análises nos cinco pontos estão entre 732,8 a 736,5 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Estudos feitos por RILEY, SOUZA, *et al.*, (2022), ao analisar a qualidade de água superficial das lagoas Grande, obteve os valores baixos nos pontos 1 a 4 com médias entre 50 a 200 e médias elevadas nos pontos 5 a 7 com faixa de 700 a 800 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, valores que indicam características corrosivas da água ou ambientes impactados. BAMBI e PINTO-SILVA, (2008), em um reservatório de Itaipu, (Santa Helena, PR), com a prática da aquacultura, obteve-se valores inferiores aos deste estudo com médias entre 45,0 a 50, $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

A variação da salinidade pode ainda induzir elevações de consumo de oxigénio e alterar a atividade locomotora dos organismos. Na aquacultura estudos sobre a salinidade para espécies de peixes nacionais utilizados para o cultivo são escassos, SEILER, (2014). Para este estudo foram encontrados valores médios variando de 348,5 a 353,75ppm nos cinco pontos, valores que indicam uma salinidade de água doce. Estudo feito em 3 lagoas por MENEZES, (2020) ao avaliar contributo para a gestão de lagoas, obteve valores que indicam uma salinidade de água doce com médias entre 2,1 a 3,8g/L na Lagoa Principal, 3,1 a 5,1g/L na Lagoa Rosa e 3,4 a 3g/L na Lagoa grande.

A transparência da água nos cinco pontos variou de 117,5 a 125cm, o que favorece a penetração dos raios solares. Estudos feitos por PEREIRA, NETO, *et al.*, (December 2017), ao avaliar a influência das variáveis ambientais na qualidade da água de uma lagoa costeira, registou valores inferiores aos de este estudo com média variando de 18,5 a 70cm. RASVAILER e SCOARIZE, (2020), ao avaliarem a diversidade de fungos aquáticos na

Lagoa Urbana, registou valores inferiores aos deste estudo indicando a penetração dos raios solares com uma média de 0,76m.

De acordo com RURAL, (2018), a manutenção dos níveis de O₂ em cultivo de gaiolas, inclui a renovação da água. Lugares de O₂ baixo são evitados pois podem trazer surpresas desagradáveis ao longo da produção. Neste estudo os valores OD nos 5 pontos apresentaram valores baixos em relação aos recomendados na resolução de CONAMA 357/05 com médias entre 4,2 a 4,6mg/L. Estudo feitos por CAETANO, PRETO, *et al.*, (2015) em 2 açudes, apresentaram valores médios variando entre 8,7mg/L \pm 0,7DP no açudee1 e 7,7mg/L \pm 1,2DP, valores que estão no intervalo recomendado. Ao avaliar a QA da Lagoa da Pampulha em 3 pontos, RIDOLFI e POSSATO, (2016) obteve valores mais altos acima da saturação dos exigidos, com média de 10 a 12,2mg/L. Ao realizar um estudo de dinâmica da produtividade primária, DINIZ, (2016), constatou valores semelhantes aos de este estudo com 4,89mg/L \pm 2,94DP.

A DBO é determinada pela quantidade de O₂ necessário para oxidar a matéria orgânica degradada pela ação de bactérias, KUBITZA, (2000). Neste trabalho os valores de DBO nos cinco pontos estão de acordo com a legislação de CONAMA (<5 mg/L O₂), com médias entre 1,9 a 2,2mg/l, o que significa não há aumento da matéria orgânica na lagoa Dongane. RILEY, SOUZA, *et al.*, (2022), ao avaliar a qualidade da água da lagoa salgada, obteve valores altos que indicam o aumento da matéria orgânica, com médias de 11 a 14,5mg/L. CARINA e VÍTOR, (2021), obteve valores que estão dentro dos estabelecidos em duas lagoas com seguintes medias 3,5mg/l na Lagoa de Abaeté e 4,5mg/ na Lagoa Tororó.

Os valores médios de fósforo obtidos neste estudo nos cinco pontos variam entre 0,062 a 0,17mg/l esses valores podem ter sido influenciados pela vegetação existente ao redor da Lagoa Dongane. Valores semelhantes foram constatados por FEIDEN, OLIVEIRA, *et al.*, (2015), ao obter uma média de 0,017mg/L. CAETANO, PRETO, *et al.*, (2015), registou valores semelhantes ao avaliar a QA de açudes utilizados na criação de peixes com valores médios de 0,13mg/L \pm 0,13 do desvio padrão. Estudo feito na Lagoa de Paixão por SIQUEIRA, (2021), apresentou valores semelhantes com médias variando entre 0,13 a 0,14mg/L e na lagoa de Abaete com 0,08mg/L.

Os valores de amónia (NH₄⁺) nos cinco pontos de coleta na Lagoa Dongane foram taxativamente uniformes com uma média de 0,04mg/L, valores acima dos recomendados por ONO e KUBITZA, (2003). Estudos feitos por THEBALDI, SILVA, *et al.*, (2017), ao avaliar

a concentração de nutrientes de duas lagoas, constataram valores médios de 0,061mg/L na Lagoa do Fundão e 0,084mg/L na Lagoa do Josino. Valores com intervalos exigidos foram encontrados em águas interiores das lagoas de pesqueiros com media de 0,00mg/L, (REIS, 2019).

O nitrito é produzido pela oxidação do amónio e pela redução do nitrato, as duas variáveis são tóxicas e perigosas para o cultivo de peixes BRIGHENTI, (2009). Valores de intervalos recomendados para esta variável foram encontradas neste estudo com a média de 0,03mg/L e $\pm 0.00DP$, para todos os pontos de coleta. Valores que não apresentam perigo estando abaixo do limite foram registados por TORES E RODRIGUES, *et al.*, (2017), em 4 pontos variando de 0,047 a 0,058mg/L. REIS, (2019), registou valores a baixos do limite ao avaliar a QA de duas lagoas, com médias entre 0,03 a 0,04mg/l na lagoa de pesqueiro A e 0,7 a 0,01mg/l na lagoa de pesqueiro B.

O nitrato é conhecido como a etapa final do amónio, que compreende a formação de amónia em nitrito e transformar-se em nitrato, na aquacultura esta variável é tolerado até ≤ 10 , CONAMA (2005). Neste estudo, em ambos os pontos o nitrato (NO_3), esteve no nível estabelecido com média de 0,05mg/L, $\pm 0,00DP$. Níveis baixos foram registados por muitos autores como o caso do FERNANDES, *et al.*, (2017) que obteve uma média de 0,34mg/L na lagoa Josino. Outros valores baixos foram obtidos em um açude por CAETANO, PRETO, *et al.*, (2015), com a média de 0,079mg/L $\pm 0,031DP$. TRAMONTE, JÉSSICA, *et al.*, (2020), apresentaram valores médios de 0,10mg/L, ao analisarem a QA da Lagoa pequena em 5ponto. Estes valores refletem a redução da disponibilidade de nitrogénio para o fitoplâncton.

Os coliformes totais compreendem um conjunto de bactérias que se encontram isoladas nas amostras de água poluídas e não poluídas, embora que existência de bactérias fecais e difícil, não existe uma relação quantificável entre os coliformes e os microrganismos patogénicos, VALENTE, (2013). Para este estudo os valores de coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli* em todos os pontos estiveram no limite estabelecido pela CONAMA (2005) 1000 NMP/100ml. Para os coliformes totais 86 a 147 ufc/100ml. Valores não aplicáveis que indicam a presença de bactérias patogénicas foram obtidos por RILEY, SOUZA, *et al.*, (2022) na lagoa salgada com medias ≥ 160000 NMP/100ml em 3 pontos.

Para coliforme fecal as médias variaram de 42 a 97,3 ufc/100ml valores que estão dentro do limite estabelecido. CONDE, (2020) com objectivo de avaliar os parâmetros limnológico do corpo hídrico, registou valores de coliformes fecais dentro do limite com médias entre 20 a

920 UFC. Os valores de *Escherichia coli* não foram críticos pois estiveram entre 0,00 a 11,75 ufc/100ml o que não indica a origem fecal da água sem riscos de presença de organismos patogênicos. Estudo feito por RILEY, SOUZA, *et al.*, (2022) em duas lagoas, obteve valores críticos acima dos estabelecidos pela CONAMA (2005), *E. coli* de 2.100 na lagoa Salgada e 20.000 na lagoa Grande indicando a contaminação fecal da água. Valores de *E. coli* 1 ufc/100ml foram obtidos em 5 pontos por TRAMONTE, JÉSSICA, *et al.*, (2020) ao analisar a qualidade de água da lagoa Pequena. Valores aproximados aos de este estudo foram obtidos por CAETANO, PRETO, *et al.*, (2015) e que foram influenciadas pela precipitação.

Os valores de OD nas garrafas escuras e claras na análise da produtividade primária neste estudo depois da incubação mostram valores médios diferentes nos 3 pontos, com uma variação de 3,2 a 4 mg/L, nas garrafas escuras indicando a respiração dos produtores e dos consumidores existentes na água e 5,2 a 6,1 mg/L nas garrafas claras indicando o consumo de O₂ na respiração e os valores de PPB foram negativos. Estudo feito por DINIZ, (2016), obteve valores de PPB menores em cada profundidade, mostrando medias elevadas na (PPL) valendo a energia produzida pelo processo da fotossíntese. Trabalho feito por, BAMBI e PINTO-SILVA, (2008), ao avaliar as implicações da produção primária na baía das pedras no ano de 1999 e 2000 nas profundidades de 100,15 e 1%, estes constataram que em fevereiro de 2000 os valores de O₂ foram baixos com 31,9, 16,7 e 8,4% nas 3 profundidades, em junho de 1999 foram observadas maiores valores com 45, 31 e 41,1 $mg.m^3 h^{-1}$.

6. CONCLUSÃO

A lagoa Dongane apresenta condições favoráveis de qualidade de água para a produção de peixes em gaiolas flutuantes. Os valores de profundidade na lagoa apresentaram médias com uma variação que pode ser concluída pelo simples fato da lagoa Dongane apresentar um corpo de água com ação de vento existente na região.

Os parâmetros de Qualidade de Água observados na Lagoa Dongane, apresentam condições favoráveis para a produção de peixes em gaiolas, como a temperatura, pH, transparência, salinidade, OD, DBO, fósforo amônia, nitrito e nitrato, e o grupo coliforme. Para o OD embora que a sua média esteja próximo ao intervalo estabelecido e que ($Pv > 0,05$), há uma necessidade de realizar-se um manejo adequado para melhorar a qualidade de água desse parâmetro como é o caso de uso de aeradores. Os valores baixos de OD e DBO, obtidos na Lagoa Dongane, podem ter sido influenciados pelo período em que o estudo foi feito e pela precipitação que se fez sentir ao longo do estudo. O nitrito e o nitrato estiveram em concentrações positivas para o cultivo de peixes tropicais, concentrações que não afetam negativamente o processo de metabolismo

No meio aquático a produtividade primária é efetuada por seres produtores como as plantas nas suas capacidades na fotossíntese através da radiação solar. Pode concluir-se as maiores concentrações de PPL obtidas no estudo indicam a grande disponibilidade de nutrientes na lagoa Dongane. A maior concertação de PPL podem ter sido influenciada pela transparência pois radiação solar é profunda.

7. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a todos investigadores que possam se interessar por este estudo, uma vez que o mesmo é de grande importância para todos e de grande fonte de conhecimento da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos.

Recomenda-se que seja feita uma fiscalização das actividades feitas ao redor da lagoa para redução da exposição dos sólidos suspensos através do mau uso aumentando a matéria orgânica.

Recomenda-se que seja feito mais estudos nesta lagoa em outros meses ou em outra estação do ano avaliando a variação das suas variáveis para a produção aquícola.

Recomenda-se caso haja uma iniciativa para a produção de peixes nesta lagoa nos meses de Março e Abril deve se efetuar um bom manejo de OD para que não haja surpresas desagradáveis.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAMBI, P.; PINTO-SILVA, V. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON E AS SUAS RELAÇÕES COM AS PRINCIPAIS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NA BAÍA DAS PEDRAS, PIRIZAL NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, PANTANAL DE POCONÉ – MT. v. v.12, 2008.

BRIGHENTI, L. S. Avaliação Limnológica da Lagoa Central (Município de Lagoa Santa – MG). Belo Horizonte:, 2009.

CAETANO, S. M. et al. QUALIDADE DA ÁGUA DE AÇUDES UTILIZADOS NA CRIAÇÃO DE PEIXES EM SISTEMA DE POLICULTIVO. 2015.

CAGOL, L. B. T. L.; PONTES, C. T. Concentrações letais de fósforo na água para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), v. v.5, n.3, p. 71-82, 2016.

CARINA, A.; VÍTOR, M. VARIABILIDADE SAZOAL DA QUALIDADE DE AGUA EM LAGOS URBANOS NO NORTE DO BRAZIL. São Paulo, UNESP, Geociências, v. v. 40, n.1, p. 207-220, 2021.

CERQUEIRA, D. C. O. MANEJO E QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMAS AQUAPONICOS. IFAL- Campus Murici-AL. 2020.

CONDE, T. T. Parâmetros Limnológicos De Corpos Hídricos Utilizados Para Produção De Tambaqui Na Amazônia1. 2020.

CORRÊA, R. O. Qualidade da água na piscicultura continental / Roselany de Oliveira Corrêa. – Brasília, DF. [S.l.]: [s.n.], v. PDF (32 p.): il. Color, 2018.

DINIZ, B. F. Dinâmica Da Produtividade Primaria Da Comunidade Fitoplantonica Em Reservatório Do Semiárido Brasileiro. UFCC., 2016.

FÃO, R. Avaliação da qualidade da água de pisciculturas, (IP de Bragança-ESA). 2013.

FEIDEN, F. I. et al. Qualidade da água, capacidade de suporte e melhor período para criação de peixes em tanques rede no reservatório de Salto Caxias. 2015.

FRANÇA, D. L. Controle de qualidade microbiológico da água filtrada disponível nos bebedouros da UniRV-Universidade de Rio Verde. 2016.

INFOSA. PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA AQUACULTURA DE PEQUENA ESCALA PARA MOÇAMBIQUE. 2009.

GARCIA, N. A. Contaminação Microbiológica Na Área De Cultivo De Moluscos Bivalves De Anchieta (Espírito Santo, Brasil). 2005.

GODOY, S. J. Evolução Do Ciclo do Fósforo. UNICAMP. 2021..

GURGEL, J. J. S. Apostilas de limnologia. Fortaleza: UFC/CCA/DEP. 2003.

JOSIBEL, G. D. O.; WALTER, E. M. Influência Do Conteúdo De Água, Granulometria E Minerais Pesados Sobre As Reflexões E GPR Em Corpos Arenosos Inconsolidados. Brasil: 2009.

JÚNIOR, J. D. A. D. S. MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA À PRODUÇÃO DETILÁPIAS DO NILO CRIADAS EM TANQUES-REDE NO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO. 2013.

KUBITZA, F. **Qualidade da água, planejamento da produção e manejo alimentar em piscicultura.** Jundiaí – SP. 2000.

LEITE, S. A. F. **Avaliação Da Qualidade Da Água De Lagoa Situada Em Campus Universitário.** 2012.

MARCOS, S. F.; ERLEI, K. C. **Avaliação nictemeral do perfil vertical da temperatura e do oxigênio da coluna d'água em viveiros de piscicultura escavado e de barragem.** *Ambiência Guarapuava (PR)*. v. v.15 n.1 p, 2019.

MARIA, E. G. D. S. P. et al. **INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA LAGOA COSTEIRA TROPICAL NO NORTE DO BRASI.** Brazil: Publicado online: 31 mai 2017, 2017.

MAURA, M. S. G.; SILVA. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes:** Embrapa Meio Ambiente. 2013.

MEDEIROS, F. C. **Tanque-rede: mais tecnologia e lucro na piscicultura.** Cuiabá. 2002.

MENEZES, J. **Contributo para a gestão das lagoas do EVOA, (Universidade De Lisboa Faculdade De Ciências Departamento De Biologia Animal).** 2020.

NASCIMENTO, F. R. et al. **Usos Múltiplos E Principais Impactos Ambientais Nos Recursos Hídricos Na Bacia Hidrográfica Do Rio São João – Rio De Janeiro.** v. Belem, v. 02,p, 10-21, 2015.

PEREIRA, C.; FERNANDO, D.. **Estudo Da Salinidade E Sua Relação Com As Frentes Frias E A Pluviosidade No Estuário Da Lagoa Dos Patos. (UFRG).** Atlântica, Rio Grande: 2011.

PEREIRA, M. E. G. D. S. et al. **INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA LAGOA COSTEIRA TROPICAL NO NORTE DO BRASILIn.** Brazil: December 2017.

PEREIRA, R. S.; NIENCHESKI, L. F. H. **Simulação computacional do acidente com o navio tanque Bahamas no porto de Rio Grande.** In: Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica. 2004.

PINHEIRO, M. I. T. **Tipologia De Conflitos De Usos Das Águas: Estudos De Casos No Estado Do Ceará.** FORTALEZA-CE. 2002.

RASVAILER, S. V.; SCOARIZE, M. **DIVERSIDADE DE FUNGOS AQUÁTICOS EM UMA LAGOA URBANA DA MATA ATLÂNTICA.** v. v. 24, n. 2, p. 84-97, 2020.

REIS, A. G. P. **Avaliação Qualitativa Da Água De Pesqueiros Na Região Do Alto Paranaíba (Mg).** v. vol. 1, n. 1, abr, 2019.

RIDOLFI, S. D.; POSSATO, A. L. **AValiação Da Qualidade Da Água Da Lagoa Da Pampulha, Belo Horizonte – MG.** [S.l.]: [s.n.], 2016.

RILEY, M. C. et al. **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DAS LAGOAS GRANDE E SALGADA EM FEIRA DE SANTANA-BA.** v. v.1, p. 162-193, 2022.

ROSSELLO, A. G. **Caracterização fito-ecologica das Lagoas temporárias do Campo Militar de Santa Margarida.** Ribatejo, Portugal:, 2003.

- ROTTA, M. A. et al. **Piscicultura: Sistemas de Cultivo e Manejo**. In: Débora Karla Silvestre Marques; André Steffens Moraes. (Org.). Pesca e piscicultura no Pantanal: o produtor pergunta, a Embrapa responde. v. v., p. 71-97, 2010.
- RURAL, S. N. D. A. **Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR. 2018.
- SANTOS, D. R. S.; MENDONÇA, J. S. A. **Avaliação da Produtividade Primária Fitoplanctônica na Represa Samambaia em Goiania- GO.**, 2017.
- SANTOS, P. C. **QUALIDADE DE ÁGUA COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA PISCICULTURA.**, 2010.
- SAÚDE, F. N. D. **Manual prático de análise de água**. Brasília: Funasa:, 2013.
- SCHEUER, F. **Efeito Da Dureza Da Água Em Juvenis De Tainha (Mugil liza) Criados Em Água Doce Florianópolis, SC.**, 2017.
- SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V. **DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DA TILAPIULTURA NO BRAZIL**. Brasília : v. REA | V. 16 | N. 2 |, 2018.
- SEILER, N. M. L. **Modelagem numérica da Lagoa patos: variação espacial e temporal da qualidade de água**. Universidade de São Paulo., 2014.
- SILVA, F. M.; KEPPELER, C. E. **Avaliação nictemeral do perfil vertical da temperatura e do oxigênio da coluna d'água em viveiros de piscicultura escavado e de barragem. Ambiência Guarapuava (PR).**, v. v.15 n.1 p. 194 - 206 , 2019.
- SILVEIRA, C. A.; CASTRO, F. B. G. G. R. S. **Análise microbiológica da água do Rio Bacacheri, em Curitiba (PR)**. v. v.23 n.5, 2018.
- SIQUEIRA, F. B. **Conflitos de usos múltiplos dos recursos hídricos e reservatórios hidrelétricos no Brasil**. Rio de Janeiro: v. XIII, 155 p.: il.; 29,7 cm., 2021.
- SIQUEIRA, R. C. **Avaliação Do Ph e Condutividade em Águas Superficiais Na Barragem De Rejeitos Em Minas Do Camaquã**. Ufp., 2018.
- THEBALDI, M. F. et al. **Concentração De Nutrientes Na Agua De Duas Lagoas Urbanas-MF. Brazilian Journal of Biosystems Engineering.**, v. v. 11(2): 172-184, 2017.
- TINGA, J. **Aquacultura no Contexto das Mudanças Climáticas – AquaCC.**, 2018.
- TRAMONTE, F. et al. **Análise Da Qualidade Da Água Da Lagoa Pequena, Sul De Florianópolis/Sc – Brasil**. (IFSC)., 2020.
- VALENTE, M. L. **Alteração das características físico-químicas e biológicas da água com a da actividade de silvicultura de eucalipto em microbacias na região do Pampa-RS**. Brasil:, 2013.
- VIANA, L. **Produção De Tilápias Em Tanques-Rede De Pequeno Volume Na Região Metropolitana De Curitiba.**, 2003.

9. ANEXOS

Cálculos Das Concentrações Do Solo

Cálculo do fator f

$$f = \frac{a}{b} = \frac{114,683g}{114,538g} \leftrightarrow f = 1,0g$$

Concentração da area grossa

$$T_{ag} = \left(\frac{(m_{at} - m_{af}) \times f}{m_i} \right) \times \left(\frac{1.000}{S_m} \right) = \left(\frac{(9,980 - 4,709) \times 1,0}{114,680} \right) \times \left(\frac{1.000}{10} \right)$$

$$T_{ag} = \frac{5,271}{114,680} \times 100 = 4,596g$$

Concentração da area fina

$$T_{af} = \left(\frac{m_{af} \times f}{m_i} \right) \times \left(\frac{1.000}{S_m} \right) = \left(\frac{4,709 \times 1,0}{114,680} \right) \times \left(\frac{1.000}{10} \right)$$

$$T_{af} = \frac{4,709g}{114,680g} \times 100 = 4,105g$$

Cálculo da produtividade primária bruta

PPB em garrafas escuras e claras após a incubação, (ponto1)

Ex1:

$$PPB = C_2 - C_1$$

$$PPB = 3,4mg/L \div 3h - 5,6mg/L \div 3h$$

$$PPB = 1,13 - 1,86 = -0,7$$

Coletas de água



Figura 13: Ilustra o instrumento de análise de água e o meio de transporte usado no estudo.

Fonte: Autor.



Figura 14: instrumento de coleta de água e o disco de secchi usado no estudo.

Fonte: Autor.

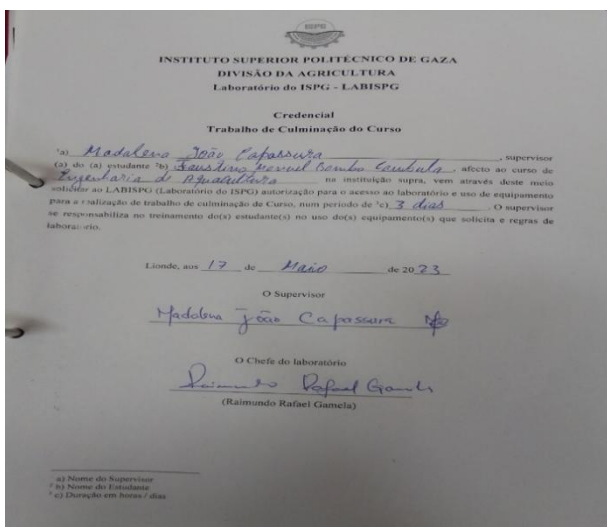


Figura 15: Ficha de credencial para o uso do laboratório do solo do ISPG.

Fonte: Autor

A figura 16 abaixo ilustra pequenas demonstrações na determinação da granulometria do solo, onde da esquerda para a direita temos a pesagem do solo, um agitador e a pipeta.



Figura 16: Certos equipamentos usados na determinação da granulometria do solo.

Fonte: Autor.

Elaborado por: Faustino Cambula