



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**  
**DIVISÃO DE AGRICULTURA**  
**ENGENHARIA DE AQUACULTURA**  
**Monografia de Culminação do Curso**

**Avaliação da capacidade de carga da lagoa de Chinangue para a produção de  
Tilápia nilótica em tanques-rede**

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura  
em Engenharia de Aquacultura

**Autor:**

Idílio Israel Abel Matavel

**Tutor:**

Engº. Orbino Guambe (MSc)

Lionde, Maio de 2022



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

Monografia de investigação sobre a “**Avaliação da capacidade de carga da lagoa de Chinangue para a produção de Tilápia nilótica em tanques-rede**”, apresentado no curso de Engenharia de Aquacultura na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Tutor: Eng<sup>o</sup>. Orbino Guambe (MSc)



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Idilio Israel Abel Matavel “Avaliação da capacidade de carga da lagoa de Chinangue para a produção de Tilápia nilótica em tanques-rede” Monografia Científica apresentada ao curso de Engenharia de Aquacultura, Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Monografia defendida e Aprovada em 12 Maio de 2022

Júri

Supervisor.....*Orbino Guambe*.....

(Eng.º Orbino Guambe, MSc)

Avaliador 1.....*Miguel Harold Chele*.....*Chele*

(dr. Miguel Chele, MSc)

Avaliador 2.....*Mikosa Nkole*.....

(Eng.º Mikosa Nkole, MSc)

<b>Índice</b>	<b>página</b>
Declaração .....	i
DEDICATÓRIA .....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
Índice de Tabelas .....	iv
Índice de figuras .....	v
Lista de abreviaturas .....	vi
Resumo .....	vii
Summary.....	viii
1. Introdução.....	1
1.1. Problema e Justificativa.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Objectivos específicos .....	3
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1. Tilápia do Nilo.....	4
2.2. Cultivo de peixe em gaiolas flutuantes.....	4
2.3. Capacidade de carga de reservatórios para a aquacultura em tanques-rede .....	5
2.4. Influência da piscicultura na capacidade de carga de reservatórios .....	6
2.5. Capacidade de carga em águas interiores .....	6
2.6. Tanques-rede .....	7
2.6.1. Componentes de um tanque-rede.....	7
2.6.2. Dimensões e formatos de um tanque-rede .....	7
2.7. Medolos utiizados para a determinação da capacidade de carga.....	8
2.8. Monitoramento da qualidade de água.....	9
3. Matérias e Métodos .....	10
3.1. Área de estudo .....	10
3.2. Colecta de amostras e monitoramento dos parâmetros de qualidade de água.....	11
3.3. Determinação do índice de qualidade de água .....	12

3.3.1. Classificação do índice de qualidade de água.....	13
3.4. Determinação da capacidade de carga.....	14
3.5. Análise de dados.....	14
4. Resultados e Discussão .....	15
5. Conclusão.....	20
6. Recomendações.....	21
7. Referências bibliográficas.....	22
8. Anexos.....	25



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

### Declaração

Declaro por minha honra que esta Monografia de Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus tutores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, 24 de Maio de 2022

Idílio Israel Abel Matavel

(Idílio Israel Abel Matavel)

## **DEDICATÓRIA**

À **Deus**, pela vida;

A minha avó: Delfina Valoi;

Ao meu querido pai Abel Israel Matavel (*in memorian*), pelas singelas palavras de incentivo e ensinamento em uma única oportunidade nos dada nessa vida;

A minha mãe Constância Fernando Govene, pelo amor, apoio em minha caminhada e por sempre acreditar em mim;

Aos meus irmãos pelo companheirismo, em especial ao meu irmão Ilídio Chissico;

Ao meu tio João Govene e ao meu sobrinho Wilfiton Jónas, e a toda minha família e amigos, que este trabalho seja um dos exemplos de que os sonhos mesmo sonhados na infância se concretizam quando nos esforçamos para alcançá-los.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus.

A realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração de inúmeras pessoas, que directa ou indirectamente participaram com pequenas e grandes contribuições, porém, igualmente valiosas. Agradecer nominalmente a cada uma delas é tarefa quase impossível, sem que este capítulo se transforme no mais extenso deste trabalho. Entretanto, gostaria de externar minha gratidão a algumas instituições e pessoas, e pedir que aquelas aqui não mencionadas sintam-se igualmente lembradas.

Ao meu pai Abel Israel Matavel (in memoria), e a minha mãe Constância Fernando Governe, que além do apoio moral o apoio financeiro que pretendo lhe devolver com muito amor.

A minha avó Delfina Valoi, e a toda minha Família pelo suporte, apoio e motivação, que sempre apoio todos os meus projectos. Vocês foram essenciais para o êxito desta etapa da minha vida.

A todos meus amigos que mesmo distantes sempre se faziam lembrar.

Um agradecimento especial ao meu orientador Orbino Aberto Guambe, pelo apoio, orientação, motivação, por acreditar em mim e nas minhas capacidade intelectuais e mentais, por sempre cativar em mim o espírito do trabalho e pela oportunidade na realização deste projecto.

Aos meus amigos e colegas que fizeram desta jornada mais fácil e leve, sem o apoio de vocês nada disso seria possível. Em especial, Egas Machava, Dercio Justino, Simões Cambula, Abdul Tatia, o meu muito Khanimambo!

Um agradecimento especial ao meu tio João Govene, quem me ensinou a dar os primeiros passos na vida estudantil com todo carinho e paciência, muito obrigada pela sua amizade, por toda a sua consideração.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza e todos os docentes que não mediram esforços para transmitir conhecimento.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, o meu **MUITO OBRIGADO!**

## Índice de Tabelas

Tabela 1- coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem.....	12
Tabela 2- Monitoramento dos parâmetros da qualidade de água .....	13
Tabela 3: Peso dos parâmetros representativo para o cálculo do IQA .....	13
Tabela 4- Faixas de qualidade do IQA. ....	14
Tabela 5- resultado do cálculo do índice de qualidade de água .....	19
Tabela 6- resultados de cálculos de capacidade carga da lagoa de chinangue.....	20
Tabela 7- Atributos estatísticos para os parâmetros avaliadas.....	26

## Índice de figuras

Figura 1: Mapa do Posto Administrativo de Xilembene, Distrito de Chókwè.....	11
Figura 1: Mapa da lagoa de Chinangue.....	12
Figura 3: valores médios da temperatura.....	16
Figura 4: valores médios do pH.....	17
Figura 5: valores médios do Oxigénio dissolvido.....	17
Figura 6: valores médios do nitrogénio.....	18
Figura 7: valores médios da temperatura.....	19
Figura 8: Boletim de análise de água.....	26
Figura 9: amostras de água.....	27
Figura 10: Barco a remo.....	27
Figura 11: lagoa de Chinague.....	27
Figura 12: Interior da lagoa de Chinangue.....	27

## **Lista de abreviaturas**

%- Porcentos

°C- grau celsius

Cm- Centímetros

IQA- índice de qualidade de água

Kg- Quilogramas

l- litros

m<sup>2</sup>- metro quadrado

ml- milímetros

mg/l- miligramas por litro

N- Nitrogénio

NSF- National Sanitation Foundation

O<sub>2</sub>- Oxigénio

P- Fósforo

pH- Potencial de Hidrogénio

UFC- Unidades Formadoras de Colónia

## Resumo

A lagoa de Chinangue tem um grande potencial para a produção de peixe em gaiolas, o que poderá contribuir para a redução da depleção dos estoques pesqueiros naturais da lagoa, porém para tal é necessário estimar adequadamente a produção máxima de pescados que pode ser produzida nesse ambiente, sem que haja alteração do ecossistema local e nas características limnológicas do corpo hídrico. O presente trabalho teve como objectivo avaliar a capacidade de carga para a produção de tilápia em tanques-rede na lagoa de Chinangue, de modo a se fazer o uso sustentável deste recurso natural. Para a determinação do índice de qualidade de água usou-se o modelo de índice de reservatórios para a protecção de vida aquática. Os parâmetros avaliados foram: temperatura da água, potencial de hidrogénio, oxigénio dissolvido, transparência da água, nitrogénio total, fósforo total e coliformes fecais. Foi feito o cálculo da capacidade de carga da lagoa através do modelo matemático descrito por DILON & RIGLER, que considera a fósforo adicionada em um corpo de água é determinada pela carga de fósforo (P), tamanho do corpo de água (área e profundidade média), taxa de renovação da água (fracção da coluna de água perdida anualmente para jusante e a fracção de fósforo permanentemente perdida para o sedimento). No final do estudo observou-se que a lagoa de Chinangue possui um índice de qualidade de água igual a 87 classificado com bom, e uma capacidade de carga igual a 0.93 mg/l, que é boa para a produção de tilápia do Nilo em tanques-rede. O fósforo admissível por ano é  $12,383 \text{ kg p}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  e a produção máxima estimada é de 625.8 toneladas/ano produzidas em dois ciclos de 4 meses, em 300 tanques com  $16\text{m}^3$  ( $3.4*3.4*1.2$ ) de área. A lagoa dispõe de condições favoráveis para a cultura de tilápia, isto é, os parâmetros de água estão nos níveis de tolerância da tilápia.

Palavras-chaves: Lagoa Chinangue, capacidade de carga, Chilembene, sustentabilidade.

## Summary

The Chinague lagoon has great potential for the production of fish in cages, which may contribute to reducing the depletion of the lagoon's natural fish stocks, without altering the local ecosystem and the limnological characteristics of the water body. The present work aimed to evaluate the carrying capacity for the production of tilapia in net cages in the Chinague lagoon, in order to make the sustainable use of this natural resource. To determine the water quality index, the reservoir index model was used for the protection of aquatic life. The parameters evaluated were: water temperature, hydrogen potential, dissolved oxygen, water transparency, total nitrogen, total phosphorus and fecal coliforms. The calculation of the carrying capacity of the Chinague lagoon was carried out using the DILLON & RIGLER model, which considers that the concentration of phosphorus added to a given water body is determined by the phosphorus load (P), lake size (area and depth), average, water turnover rate (fraction of water column lost annually downstream and fraction of phosphorus permanently lost to sediment). At the end of the study, it was observed that the Chinague lagoon has a water quality index equal to 87 classified as good, and a carrying capacity equal to 0.93 mg/l, which is good for the production of Nile tilapia in tanks. The permissible phosphorus per year is 12,383 kg p-1.year-1 and the estimated maximum production is 625.8 tons/year produced in two 4-month cycles, in 300 tanks with 16m<sup>3</sup> (3.4\*3.4\*1.2) area. The pond has favorable conditions for the culture of tilapia, that is, the water parameters are within the tolerance levels of the tilapia.

Keywords: Chinague Lagoon, carrying capacity, Chilembene, sustainability.

## **1. Introdução**

A aquicultura é considerada uma fonte viável e barata de proteína de alta qualidade, principalmente em países em desenvolvimento, onde se faz necessário o aumento da produção de alimentos para a garantia da segurança alimentar. Além da produção de alimentos, a expansão dessa actividade em reservatórios gera benefícios para as economias regionais, na forma de emprego e renda em toda a cadeia de produção da aquicultura, e constitui uma importante alternativa produtiva para as populações afectadas por barragens, por exemplo (Melo, 2004).

Para Bueno (2011), a Aquicultura é uma actividade zootécnica ainda em expansão, que apresenta um grande potencial de mercado e rendo, o que a torna uma das melhores opções de investimento, aliado a queda de produção da pesca extractiva.

Pelo fato, de os lagos serem considerados ambientes dinâmicos, sujeitos aos eventos ambientais e acções antrópicas, torna-se necessário o cálculo da capacidade de Carga de corpos de água para se garantir a sustentabilidade da actividade, não causando impactos ao meio ambiente e minimizando os conflitos de uso dos recursos hídricos (Bueno, 2011).

Diz-se capacidade de carga ao limite máximo da quantidade de organismos admissível num ambiente sem que o prejudique, (Starling 2005).

Para a produção de uma tonelada de tilápia são jogados no ambiente mais de 1.040 kg de matéria orgânica (MO), 45 kg de nitrogénio (N) 14 kg de fósforo (P), onde 66% do fósforo que provem da ração usada para alimentação dos peixes é sedimentado, 11% são dissolvidos na água, e os restantes 23 % são absorvidos pelos peixes em cultivo. Todos os resíduos sólidos que são jogados no ambiente, provenientes da actividade aquícola, são um risco para o desenvolvimento sustentável da actividade, (Kubitza, 2003).

Vários pesquisadores têm demonstrado que os produtos residuais provenientes de diferentes tipos de cultivos aquáticos podem ser estimados por meio de modelos matemáticos factoriais, (Kubitza, 2003). Desta feita, pretende-se neste trabalho avaliar a capacidade de carga para a produção de tilápia em tanques-rede na lagoa de Chinangue.

### **1.1. Problema e Justificativa**

A aquicultura em tanques-redes utiliza o ecossistema para o fornecimento de oxigénio, e para a degradação da matéria orgânica e nutrientes, mas um determinado nível de biomassa de peixe pode exceder a capacidade do sistema processar nutrientes, gerando eutrofização excessiva. As cargas de nutrientes devem estar dentro da capacidade de assimilação do meio ambiente local, sem degradar a sua capacidade de absorção de resíduos, (White, 2013).

A lagoa de Chinangue possui uma grande área potencial para a produção de peixe em tanques-redes, o que contribuirá para a redução da depleção dos estoques pesqueiros naturais da lagoa, mas para tal é necessário estabelecer a produção máxima de peixe a se produzir sem que ocorram alterações nas características limnológicas do ecossistema no ambiente de produção. Sem uma avaliação adequada da quantidade máxima de pescado a se produzir na lagoa, pode resultar em grandes prejuízos ambientais, como o excesso de fósforo e nitrogénio resultantes das sobras de ração não consumida durante a alimentação dos peixes em cativeiro, que causam o processo de eutrofização, com consequente proliferação de plantas aquáticas, podendo interferir na qualidade de água e até prejudicar os múltiplos usos da água.

Para que a actividade piscícola ocorra de forma sustentável e ambientalmente correta, o conhecimento do nível máximo de produção suportável num ambiente é de suma importância, (Liu *et al.*, 2008).

Com o estabelecimento da capacidade de carga, garante-se uma exploração sustentável dos recursos naturais hídricos, assim como medidas confiáveis a implementação e gerenciamento de actividades de produção de peixe. O estudo da capacidade de carga é de extrema importância para diminuição dos riscos de comprometimentos da sustentabilidade ambiental, técnica e económica da actividade piscícola.

Dentro dos seus limites de tolerância, as tilápias são uma espécie adequada para esse ambiente de cultivo pois elas se adaptam bem às diferentes condições de qualidade de água. São bastante tolerantes ao baixo oxigénio dissolvido, convivem com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até mesmo se reproduzem em águas salobras e salgadas e toleram altas concentrações de amónia tóxica comparadas à maioria dos peixes cultivados.

## **1.2.Objectivos**

### **1.2.1. Geral**

- Avaliar a capacidade de carga para a produção de tilápia em tanques-rede da lagoa de Chinangue.

### **1.2.2. Objectivos específicos**

- Monitorar os parâmetros básicos da qualidade de água da lagoa de Chinangue;
- Determinar o índice de qualidade de água da lagoa de Chinangue;
- Determinar a capacidade de carga da lagoa de Chinangue.

## **1.3.Hipóteses**

- Ho: A lagoa de Chinangue apresenta condições ambientais para a produção sustentável de tilápia do Nilo em tanques-rede.
- Ha: A lagoa de Chinangue não apresenta condições ambientais para a produção sustentável de tilápia do Nilo em tanques-rede.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1. Tilápia do Nilo**

Para BOMBARDELLI & HAYASHI (2005), a tilápia do Nilo é uma espécie que apresenta escamas grandes, pouco brilhantes, nítidas listras verticais na nadadeira caudal e ainda manchas esbranquiçadas no ventre e coloração prateada do dorso. Ela é típica de ambiente tropical adaptando-se melhor em climas onde as temperaturas variam entre os 18 °C e 28 °C. Temperaturas abaixo de 12 °C e acima de 42 °C são letais.

A desova é estimulada entre 22 °C e 24 °C. O melhor desempenho da tilápia é obtido com a temperatura da água entre os 26 °C e 28 °C e quando esta é inferior a 15 °C, pouco se alimenta e não se reproduz.

As tilápias ingerem uma grande variedade de alimentos naturais, incluindo plâncton, folhas verdes, organismos béticos, invertebrados aquáticos, larvas de peixes, detritos e matéria orgânica em decomposição. Mesmo em viveiros com alimentação suplementar adequada, os alimentos naturais são responsáveis por 30 a 50 % do crescimento dos peixes, (AFONSO & LEBOUTE, 2000).

Os atributos que tornam a tilápia do Nilo adequada para a piscicultura são a resistência contra condições adversas durante o cultivo, a facilidade de reprodução, a rápida taxa de crescimento e alta qualidade de carne, que permite a obtenção de files brancos, de sabor suave e sem espinhos. Outras vantagens são a alta capacidade de aproveitar o alimento natural (plâncton), o que permite a obtenção de bons resultados durante a criação (SENAR, 2017).

### **2.2. Cultivo de peixe em gaiolas flutuantes**

A técnica de cultivo de peixe em estruturas flutuantes pode ser implementada em diversos ambientes aquáticos naturais ou artificiais, sendo eles marinhos, estuarinos ou de água doce. Esse sistema de cultivo é intensivo e tem uma renovação de água contínua (Júnior, 2011).

O sistema de criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas é classificado como intensivo com alta e contínua taxa de renovação de água, que promove a remoção de dejetos e resíduos produzidos pelos peixes, garantido assim a manutenção da qualidade de água. Com este tipo de cultivo dispensa-se o desmatamento de grandes áreas e evita-se problemas de erosão e assoreamento causados pela abertura de espaços para a piscicultura convencional, pois, este sistema de cultivo é uma alternativa viável para o aproveitamento de corpos de água inexplorados pela piscicultura convencional e de ambientes aquáticos existentes (Cardoso et al., 2005).

Para Tacon (2007, dentre as alternativas de criação de peixes, a produção em tanques-rede é de menor custo de investimento e rapidez de implementação pois esta utiliza recursos hídricos já existentes, como o mar, estuários, rios, lagos naturais e grandes reservatórios para a produção intensiva de peixe além de possibilitar melhor desempenho zootécnica.

### **2.3. Capacidade de carga de reservatórios para a aquacultura em tanques-rede**

O crescimento do cultivo intensivo em tanques-rede é sempre acompanhado de a degradação ambiental nas proximidades das áreas de cultivo. Os resíduos provenientes da aquacultura são comparados aos efluentes domésticos, porque ambos fazem grandes quantidades de carbono, nitrogénio e fósforo ao ambiente natural (Starling. 2005).

A aquacultura de tanques-rede utiliza o ecossistema para a degradação dos seus resíduos. As cargas de nutrientes devem estar dentro da capacidade de assimilação do meio ambiente, pois uma determinada carga de nutrientes em excesso pode comprometer e degradar a capacidade de absorção de resíduos do ambiente. (AYROZA, 2009).

McKindsey et al., (2006), propuseram uma estrutura hierárquica para a determinação da capacidade de carga de um ambiente, onde primeiro com base nas condições naturais, sistema de cultivo e as necessidades das espécies, calcula-se a capacidade de carga física adequada ao local. Em seguida faz-se o cálculo da magnitude da produção de aquacultura que pode ser carregada pela área disponível, usando modelos de balanço de massa sem levar a mudanças significativa nos processos ecológicos, serviços, espécies, ou comunidades no meio ambiente.

A capacidade de carga ecológica é obtida em uma perspectiva ecossistemática, como uma necessidade para o desenvolvimento sustentável, sem o comprometimento da capacidade de resiliência do ambiente. Os limites críticos para a capacidade de carga ecológica são determinados tendo o fósforo com principal factor limitante, porque este nutriente é que desencadeia a eutrofização em águas doces (Huszar et al., 2005).

Segundo STARLING (2005), a água incorpora os efluentes do cultivo, as expressões dos peixes e os restos da ração não consumida que entram no corpo de água, e se acumulam no fundo do ecossistema toda matéria particulada sedimentada. Devido ao acúmulo de matéria orgânica no sedimento, aumenta o consumo de oxigénio, causando um ambiente hipolimnion anóxico, que conseqüentemente afecta negativamente a ecologia do ecossistema, gerando mudanças de espécies e desequilíbrios no funcionamento normal do ecossistema.

O aumento da biomassa de algas, resultante dos nutrientes dissolvidos liberados, como fosfato e amónia, ocasiona um elevado consumo de oxigénio durante a decomposição, optimizando o

processo de eutrofização dos ambientes lacustres. A principal desvantagem de criação de peixe é a liberação dos seus produtos metabólicos: ração não consumida e as excreções, nutrientes inorgânicos dissolvidos que permanecem na água (Huszar, et al., 2005).

O Fósforo é de extrema importância para os peixes pois é usado pelos peixes para o seu crescimento e para a formação dos ossos e cartilagem, a principal fonte de fósforo é a ração. O excesso de fósforo não absorvido pelos peixes na alimentação tem grande influência no crescimento das algas na água, o que reduzindo o oxigênio dissolvido, a qualidade e o próprio crescimento do peixe (David, 2015).

#### **2.4. Influência da piscicultura na capacidade de carga de reservatórios**

A piscicultura em tanques-rede é uma actividade em crescimento realizada em ambientes aquáticos, que influencia a capacidade de carga de um ambiente, pois os nutrientes provenientes da ração (fósforo e nitrogénio) não consumidos na totalidade pelos peixes em cultivo e juntamente com as excreções são mineralizados e se somam a carga de nutrientes já existentes no ecossistema e afecta a capacidade de resiliência do ambiente aquático causando a eutrofização desse ambiente. O estudo dos diversos parâmetros relacionados ao processo de eutrofização são elementos que ajudam no cálculo da capacidade de carga, tornando-se medidas obrigatórias para implementação, ordenamento e sustentabilidade da actividade, (Júnior, 2011).

#### **2.5. Capacidade de carga em águas interiores**

Para Bueno (2011), os sistemas aquáticos estão sempre em constantes alterações do seu estado, mas devido a sua complexidade muitas vezes não conseguimos observar. O ambiente aquático pode ser poluído por diferentes fontes, pois a mesma água tem múltiplos usos, diferentes pressões antropogénicas e diferentes eventos naturais ocorrendo agindo em simultâneo sobre o ambiente aquático.

Os ecossistemas aquáticos possuem um mecanismo de recuperar-se de um determinado ataque e voltar ao seu estado inicial, esse mecanismo é designado “resiliência”. Essa característica proporciona uma certa estabilidade e um poder de resistir diante do stress causado pelas actividades humanas e se faz sentir através de processos físicos, químicos e biológicos, como por exemplo, a diluição, a sedimentação, a oxidação da matéria orgânica, e a acção directa dos organismos vivos. Esses factores, associados as características hidráulicas e morfométricas do ecossistema aquático, influenciam directamente na capacidade de carga do ambiente aquático, (Tundisi & Tundisi, 2008).

## **2.6. Tanques-rede**

Os tanques-rede são estruturas de tela ou rede, compostas de uma estrutura de superfície com um sistema de sustentação e flutuação, mais uma estrutura submersa, de contenção, usados na piscicultura para a contenção dos peixes em cultivo. Essas estruturas podem ser confeccionadas com materiais rígidos ou flexíveis.

Apresentam características de resistência, durabilidade, leveza, facilidade de renovação de água, resistência à corrosão e à colonização por algas, moluscos e outros organismos, além de serem seguros para os peixes e operadores e apresentarem baixo custo (SENAR, 2018).

### **2.6.1. Componentes de um tanque-rede**

Segundo SENAR (2018), um tanque-rede é composto por:

- ❖ Armação ou estrutura metálica: tem a função de manter a forma do tanque-rede, serve de ponto de fixação dos flutuadores, da tampa e da tela. A armação deve ser resistente o suficiente para aguentar as correntes e os ventos, podendo ser construída com articulações para assegurar flexibilidade, ajudando a evitar um grande impacto das ondas, em especial quando o tanque-rede tem mais de 6 m de lado.
- ❖ Tela ou malha: deve ser resistente o bastante para impedir a fuga dos peixes e a acção de predadores, como jacarés e salamandras. Deve ser flexível para facilitar o manejo e não muito fechada, para não atrapalhar a renovação de água e não causar muita resistência contra as correntes de água. O tamanho da abertura das malhas é medido pela distância entre os nós das redes ou dos vértices da tela. E depende do tamanho dos peixes a serem povoados.
- ❖ Flutuadores: são as estruturas que impedem que os tanques-rede afundem, metendo-os a boiar acima do nível da água na profundidade desejada. Podem ser feitos com galões de 20 ou 50 litros e tubos de PVC fechados nas duas extremidades.
- ❖ Comedouros: é uma estrutura colocada dentro do tanque-rede, normalmente feita com uma tela mais fina, com o objectivo de impedir que a ração flutuante saia do tanque-rede durante a alimentação.
- ❖ Tampa: as principais funções da tampa são evitar que os peixes escapem pela parte superior do tanque-rede, além de conter a acção de predadores.

### **2.6.2. Dimensões e formatos de um tanque-rede**

Os formatos mais comuns são o quadrado, rectangular e circular, os quais favorecem a renovação de água entre o tanque-rede e o ambiente externo.

O volume do tanque-rede é, normalmente, medido em metros cúbicos. O tamanho do tanque-rede depende de vários factores, entre eles: as características da espécie a ser criada, a quantidade de peixe que se pretende produzirem, e as características do local, como profundidade, correnteza e ondas, (SENAR, 2018).

### **2.7. Medolos utiizados para a determinação da capacidade de carga**

Segundo Júnior (2011), vários modelos podem ser usar para determinar a capacidade de carga de um ambiente aquático, em todos os modelos tomam como base a concentração fósforo admissível ( $P_a$ ) em um determinado ambiente aquático pela actividade aquícola. Para isso, é admitido uma concentração de fósforo máximo admissível ( $P_{máx}$ ) pelo ambiente aquático, considerando-se que a concentração de fósforo existente ( $P_e$ ) na água seja X, calcula-se o fósforo admissível a ser introduzido pela actividade aquícola através da seguinte expressão:

$$P_a = P_{max} - P_e$$

O modelo descrito por Dillon e Rigler em 1974, considera que a concentração de fósforo adicionada ( $P_a$ ) na água é determinada pela Carga de fósforo (P), dimensão do lago (área e profundidade média), taxa de renovação da água (porção da água perdida por ano para jusante e a porção de fósforo perdida para o sedimento).

Para determinar a concentração de fósforo admissível ( $P_a$ ) em mg/l a ser adicionada no ambiente aquático pela actividade aquícola utiliza-se a seguinte expressão:

$$P_a = \frac{L(1 - R)}{Z\rho} \leq P_{max} - P_e$$

***A capacidade de carga é atingida quando  $P_a = P_{máx} - P_e$***

Onde:

$P_a$ - quantidade de fósforo admissível no corpo de água;

$P_{máx}$ - quantidade máxima de fósforo admissível no corpo de água;

$P_e$ - quantidade de fósforo existente no corpo de água;

L- carga de fósforo total em g/m<sup>2</sup>/ ano;

Z- profundidade média em metros;

R- porção do fósforo total retida no sedimento;

$\rho$ - taxa de renovação de água em volumes por ano.

### **2.8. Monitoramento da qualidade de água**

A água é um recurso necessária para quase todas as actividades humanas, ela é o recurso natural mais na terra. Conforme a sua qualidade, a água é usada para diversas actividades como: consumo humano, actividades agro-pecuárias, actividades industriais, geração de energia eléctrica, aquacultura, assim como para o turismo e lazer. Portanto a água está sujeita a poluição por via da adição de substâncias ou de formas de energia que, directa ou indirectamente, alteram a sua natureza de uma forma que prejudiquem a sua saúde, (Pereira, 2004).

Para prevenir a poluição da água, deve se monitorar a qualidade de água através de programas que indiquem o estado do ambiente aquático. Programas de monitoramento da qualidade de água são estabelecidos para avaliar os aspectos físicos, químicos e biológicos das substâncias presentes na água. A água é constituída por várias substâncias que podem ser medidas nesses programas de monitoramento da sua qualidade, relacionando os diferentes aspectos físicos, químicos e biológicos, (Sousa, 2012).

Os índices de qualidade de água são importantes no acompanhamento da qualidade levando em conta que existem incertezas por das variáveis que os compõem. Índice é a agregação de dois ou mais indicadores da qualidade de água. Os índices de qualidade de água (IQA) foram desenvolvidos com o objectivo de fornecer informações resumidas, simplificado relatórios complexos e com muitos dados de qualidade de água. É um mecanismo para a apresentação por meio de expressão numérica derivada de dados que definem um certo nível da qualidade de água, (Sousa, 2012).

### 3. Matérias e Métodos

#### 3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na lagoa de Chinangue que situa na localidade Malhazine, Posto Administrativo de Chilembene, Distrito de Chókwe Província De Gaza, Moçambique. A lagoa está localizada a  $24^{\circ} 45' 39''$  latitude sul e  $33^{\circ} 17' 53''$  longitude leste. A lagoa de Chinangue banha os povoados de Manguvucha, Enoque, Chefe Guenhene, Chicaca, Madjocuiana e a Aldeia de Santa Comba, (geoview)

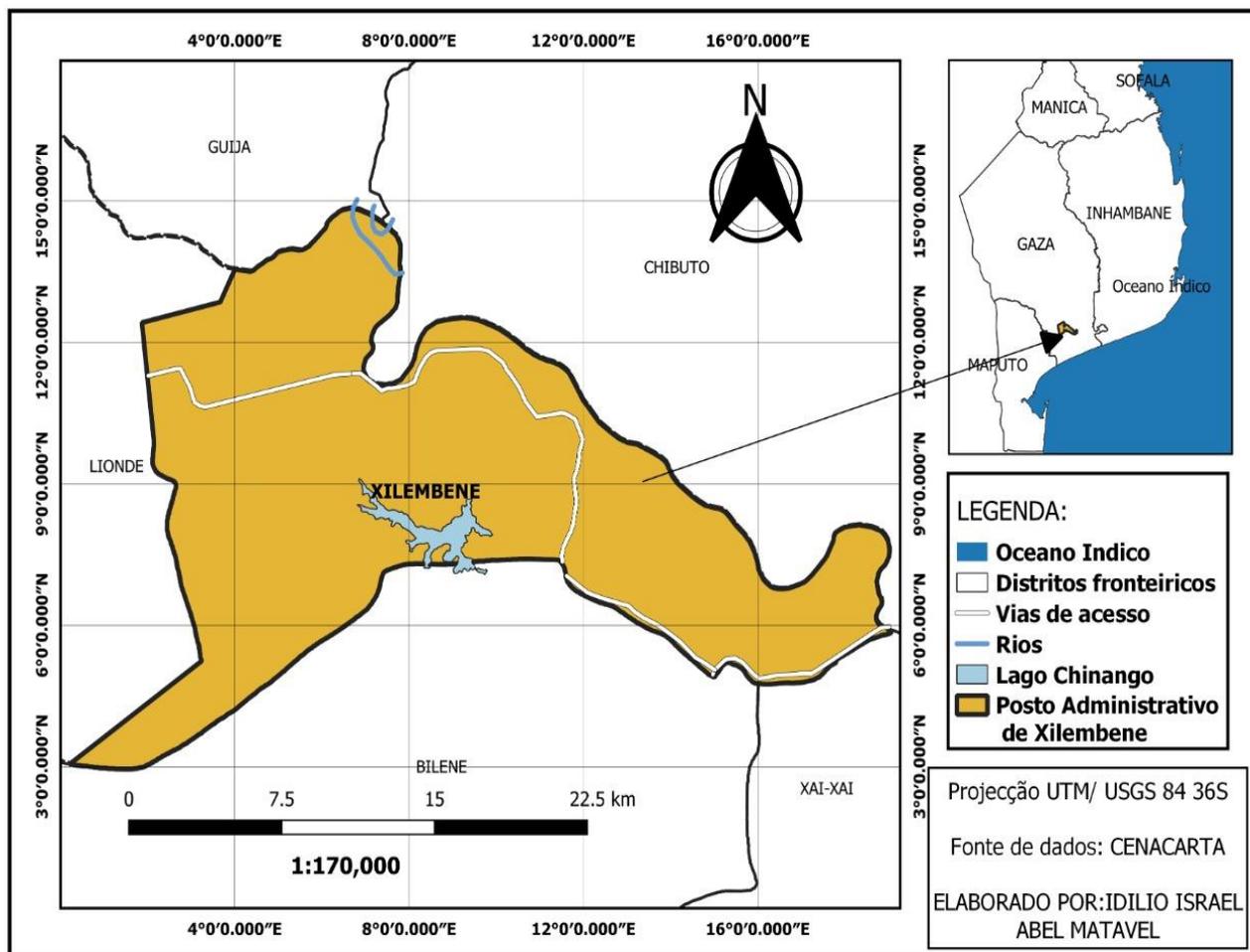


Figura 1: Mapa do Posto Administrativo de Xilembene, Distrito de Chókwe

Fonte: AUTOR (2021).

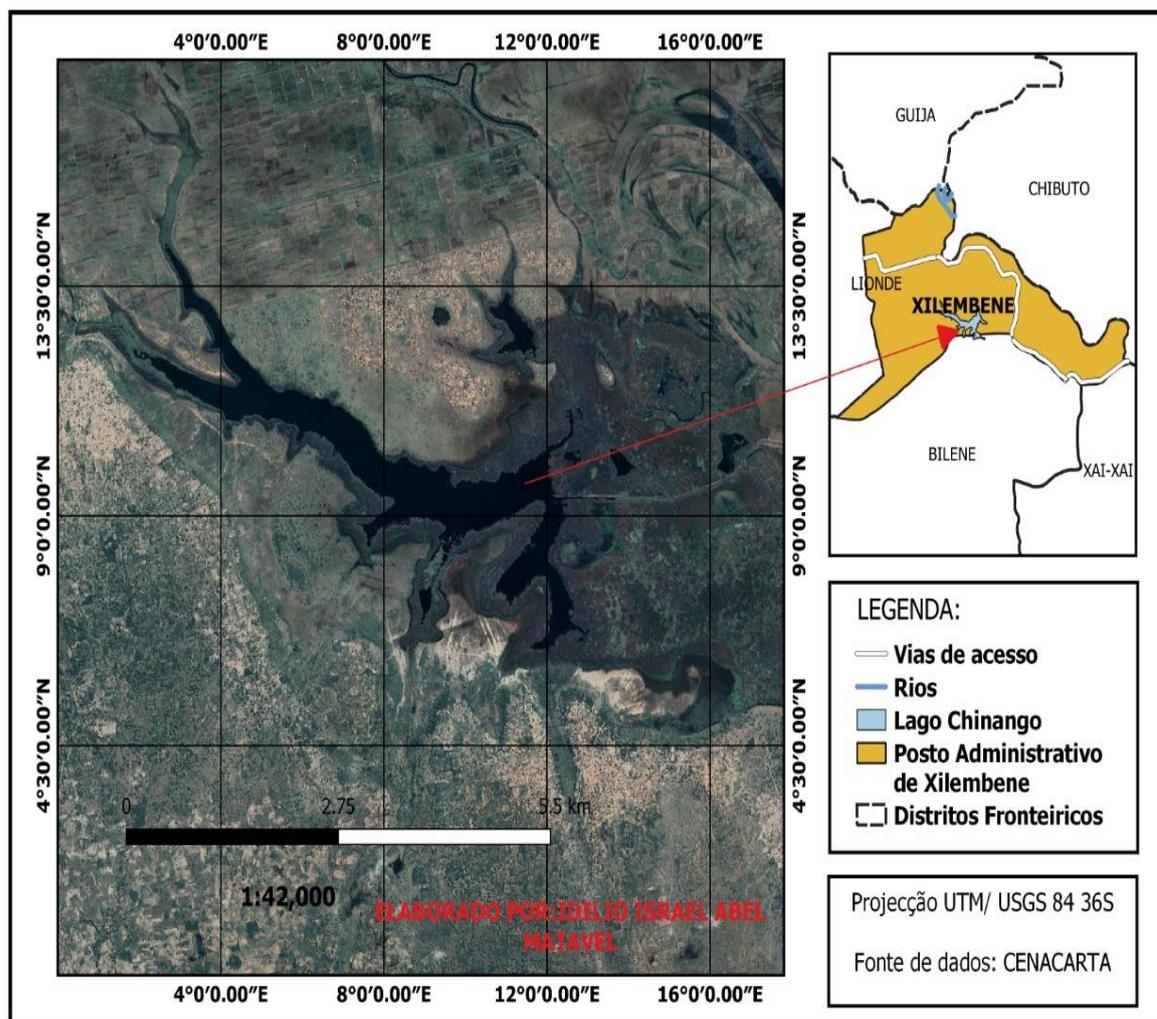


Figura 2: Mapa da lagoa de Chinangue.

Fonte: Autor (2021).

**Tabela 1- coordenadas georreferenciadas dos pontos de amostragem**

Pontos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Latitude	24°45'13''S	24°45'31''S	24°45'45''S
Longitude	33°17'19''E	33°17'51''E	33°18'15''E

### 3.2. Colecta de amostras e monitoramento dos parâmetros de qualidade de água

Foram estabelecidos 3 pontos de colecta e em cada ponto foram colhidas duas amostras, na superfície e a 50cm de profundidade. No total foram feitas 6 colectas nos 3 pontos estabelecidos tanto na superfície assim como na profundidade de 30cm, a colecta das amostras foi feita quinzenalmente no período de Maio a Agosto do ano 2021.

## Avaliação da capacidade de carga da lagoa de Chinangue para a produção de Tilápia nilótica em tanques-rede

As colectas foram feitas por meio de garrafas de 500ml, que eram devidamente etiquetadas, identificando o local, hora e a data da colecta e armazenadas em uma caixa térmica e depois conduzidas ao laboratório.

Os parâmetros analisados foram, o Oxigénio dissolvido, a temperatura, o pH, os coliformes fecais e também as concentrações de fósforo e nitrogénio.

**Tabela 2- Monitoramento dos parâmetros da qualidade de água**

Parâmetros	Método	Análise
pH	Electrómetro - phmetro 2/1	Física
Temperatura (°C)	Electrómetro – Termométrico	
Transparência (cm)	Disco de Secchi	
Coliformes fecais (Unidades Formadoras de Colónia - UFC/100 mL)	Membrana filtrante- Tubos múltiplos	Microbiológica
Oxigénio dissolvido (mg L-1)	Electrómetro – Oxímetro	Química
Fósforo total (mg L-1)	Clorímetro – Espectrofotométrico	
Nitrogénio total (mg L-1)	Diferença - Espectrofotométrico	

Fonte: Autor (2021)

A determinação da profundidade foi feita com o auxílio de uma corda de 10m com chumbo de 2kg e uma fita métrica de 100m. Introduziu-se a corda com o chumbo em diferentes pontos da lagoa e vez se marcações e com a fita métrica fez-se a medição das marcações e achou-se a média.

### 3.3.Determinação do índice de qualidade de água

Para determinar o índice de qualidade de água usou-se o modelo IQAR descrito pela Souza (2012), com base nos parâmetros: pH, Nitrogénio Total, Fosfato Total, Temperatura, coliformes fecais e Oxigénio Dissolvido. Cada parâmetro foi atribuído um peso específico de acordo com sua importância no cálculo do IQA, como mostra a tabela que se segue.

**Tabela 3: Peso dos parâmetros representativo para o cálculo do IQAR**

Paramento	Unidade	Peso (w)
pH	-	0.16
Nitrogénio total	mg N/l	0.16
Fosfato Total	mg P/l	0.16
Temperatura	°C	0.15
Oxigénio Dissolvido	mg OD/l	0.18
Coliformes fecais	UFC/100 ml	0.15

Fonte: Souza (2012)

O IQA é calculado usado a seguinte expressão:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA- índice de qualidade de água;

qi- qualidade do parâmetro, (0 a 100); obtida através da curva media especifica de qualidade em função da concentração do parâmetro;

wi- peso atribuído ao parâmetro ( 0 a 1), em função da sua importância na qualidade de água;

n- numero de parâmetros

### 3.3.1. Classificação do índice de qualidade de água

O IQA é classificado de péssima a excelente de acordo com o seu valor, que pode variar de 0 a 100, com ilustra a tabela que se segue.

**Tabela 4- Faixas de qualidade do IQAR.**

Nível de Qualidade	Faixa do IQAR
Excelente	90 a 100
Bom	70 a 90
Médio	50 a 70
Ruim	25 a 50
Muito Ruim	0 a 25

Fonte: Souza (2012).

### 3.4. Determinação da capacidade de carga

O cálculo da capacidade de carga da lagoa de Chinangue fez-se através do modelo de DILLON e RIGLER (1974), que considera que a concentração de fósforo adicionada  $P_a$  em um dado corpo hídrico é determinada pela carga de P, tamanho do lago (área e profundidade média), taxa de renovação da água (fracção da coluna de água perdida anualmente para jusante e a fracção de P permanentemente perdida para o sedimento).

Para determinar a concentração de fósforo admissível ( $P_a$ ) em mg/l a ser adicionada no ambiente aquático pela actividade aquícola utiliza-se a seguinte expressão:

$$P_a = \frac{L(1 - R)}{Z\rho} \leq P_{max} - P_e$$

*A capacidade de carga é atingida quando  $P_a = P_{máx} - P_e$*

Onde:

$P_a$ - quantidade de fósforo admissível no corpo de água;

$P_{máx}$ - quantidade máxima de fósforo admissível no corpo de água;

$P_e$ - quantidade de fósforo existente no corpo de água;

$L$ - carga de fósforo total em g/m<sup>2</sup>/ ano;

$Z$ - profundidade média em metros;

$R$ - porção do fósforo total retida no sedimento;

$\rho$ - taxa de renovação de água em volumes por ano.

Para estimar a quantidade máxima de pescado a se produzir na lagoa foi considerada uma carga anual de 18,2 kg de fósforo jogados na água, por tonelada de tilápia produzida em 2 ciclos de produção por ano, de acordo com Kubitza (1999).

### 3.5. Análise de dados

Para a análise estatística dos dados, fez-se o teste da normalidade dos dados e uma análise de variância (ANOVA) para avaliar se os diferentes pontos de colecta na lagoa com respeito as suas variáveis limnológicas, as análises estatísticas foram realizadas com auxílio de software Minitab 18.

#### 4. Resultados e Discussão

Não houve diferença significativa entre os parâmetros de qualidade de água amostras colhidas durante o estudo. Todos os parâmetros não apresentaram, diferiram-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

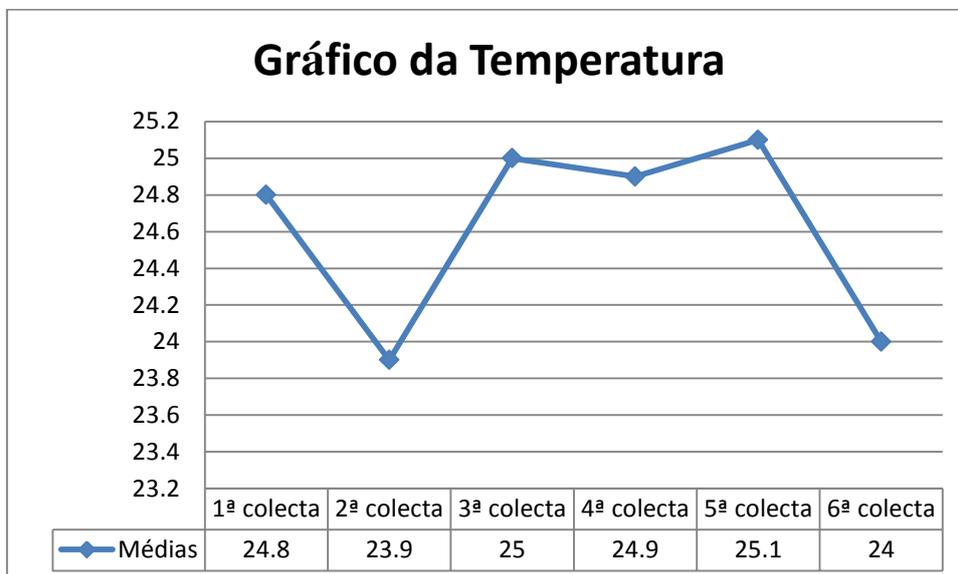


Figura 3: valores médios da temperatura

As temperaturas obtidas durante o estudo, 23.8°C mínima e 25.1°C máxima, estão dentro dos padrões de criação de peixes tropicais, ou seja, os peixes nessa temperatura pode se alimentar e reproduzir-se.

Segundo Wetzel (1993), os lagos e reservatórios apresentam um gradiente de temperatura de água de acordo com a profundidade, em geral associado às condições sazonais e climáticas, sendo que o facto esperado é que a amplitude térmica da água diminua com o aumento da profundidade, conforme observado neste estudo.

Segundo Costa (2012), a temperatura óptima varia, dependendo da espécie de peixe, situando-se a temperatura média entre 24°C e 30 °C. O melhor desempenho da tilápia é obtido com a temperatura da água entre 26 °C e 28 °C, e quando esta é inferior a 15 °C, pouco se alimenta e não se reproduz.

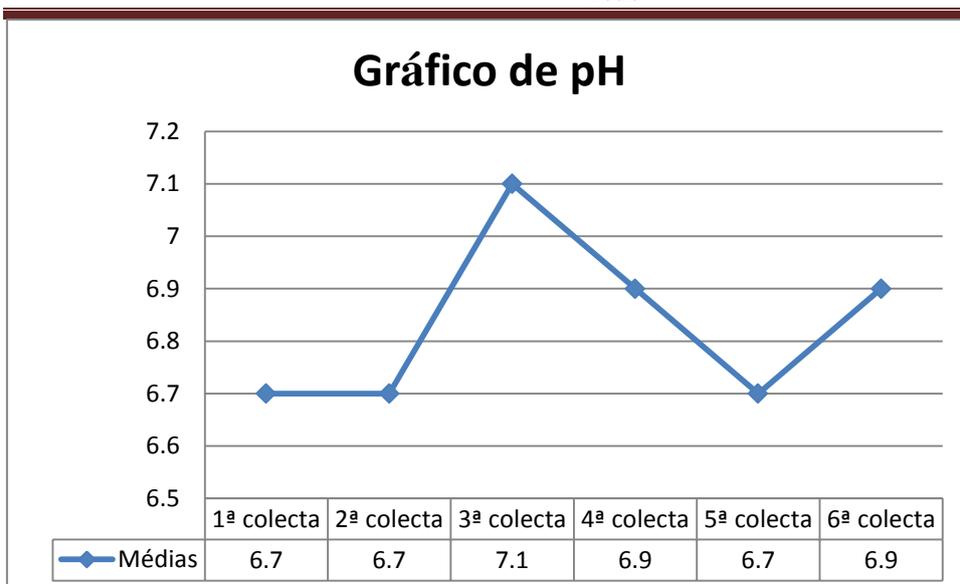


Figura 4: valores médios do pH

Para Yancey & Menezes (2001), considerar-se o pH um parâmetro muito importante por possuir grande efeito sobre o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes e na produção primária.

O pH menor que 7 indica maior grau de acidez e o maior que 7 indica menor grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo consideradas adequadas as faixas entre 6 e 9. O pH crítico está próximo de 4.5 para criação de peixes, (Vinátea Arana, 1997). Assim, as medidas de pH obtidas no estudo 6.7 mínimo e 7.1 máximo, estiveram dentro do estabelecido para a criação da tilápia nilótica.

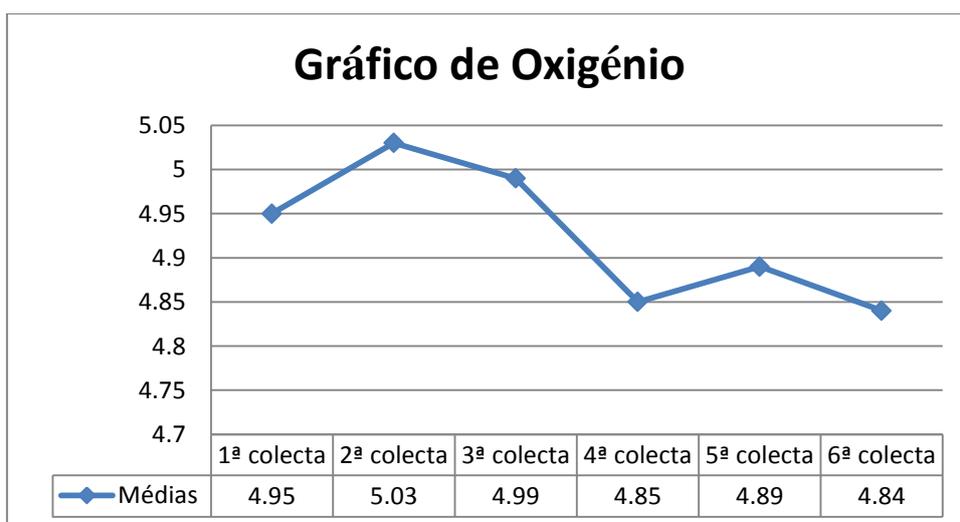


Figura 5: valores médios do Oxigénio dissolvido

Medeiros (2002) afirma que, os peixes tropicais, em geral exigem concentrações de OD acima de 5 mg/l. Exposição contínua a 3 mg/l pode levar ao stress, falta de resistência, incidência de doenças e até a morte.

A maior parte dos peixes morre quando o teor de OD é igual ou inferior a 1 mg/l. entre 1 e 3 mg/l situa-se um nível subltal, 3 a 5 mg/l são os teores suportáveis de OD e acima de 5mg/l são os níveis óptimos.

Os valores observados durante o monitoramento, 4.84 mínimo e 5.03 máximo não atingiram o limite mínimo para criação de peixes de 3 mg/L. portanto os valores OD obtidos no estudo estão dentro dos níveis aceitados para a criação da tilápia nilótica.

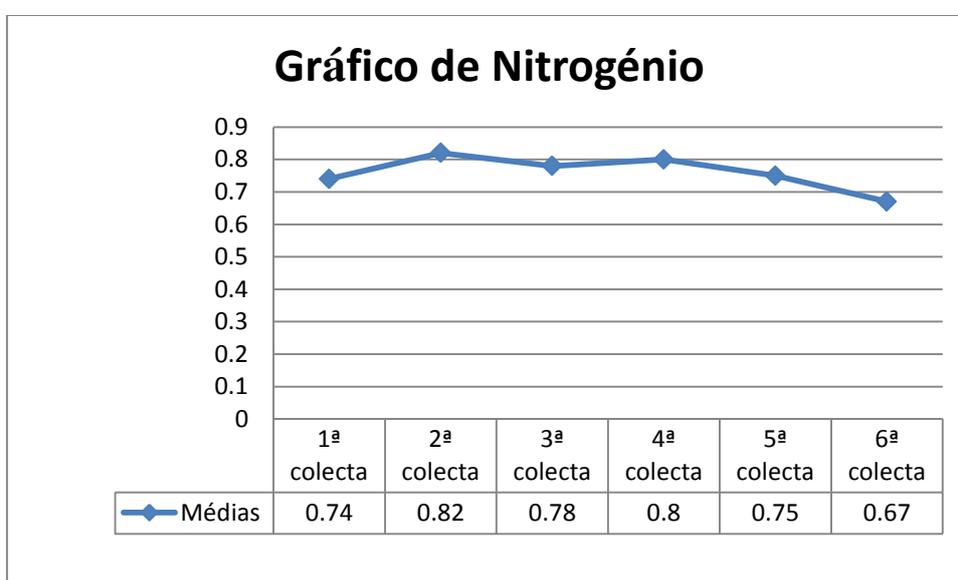


Figura 6: valores médios do nitrogénio

Os níveis de nitrogénio observados no estudo, 0.67 mínimo e 0.80 máximo encontram-se dentro dos níveis de óptimos para a criação de peixes.

Segundo Von Sperling (1996), a predominância de diferentes formas de nitrogénio num corpo de água pode fornecer informações sobre o estágio de poluição da água. Os compostos nitrogenados orgânicos ou amónia, indicam uma poluição recente, ao passo que o nitrito e nitrato indicam uma poluição mais antiga.

Bastos (2003), diz que diferentes espécies de peixes, nas suas fases da vida apresentam tolerância em relação as diversas formas de nitrogénio sendo letal uma concentração entre 0.6-2.0 mg/l.

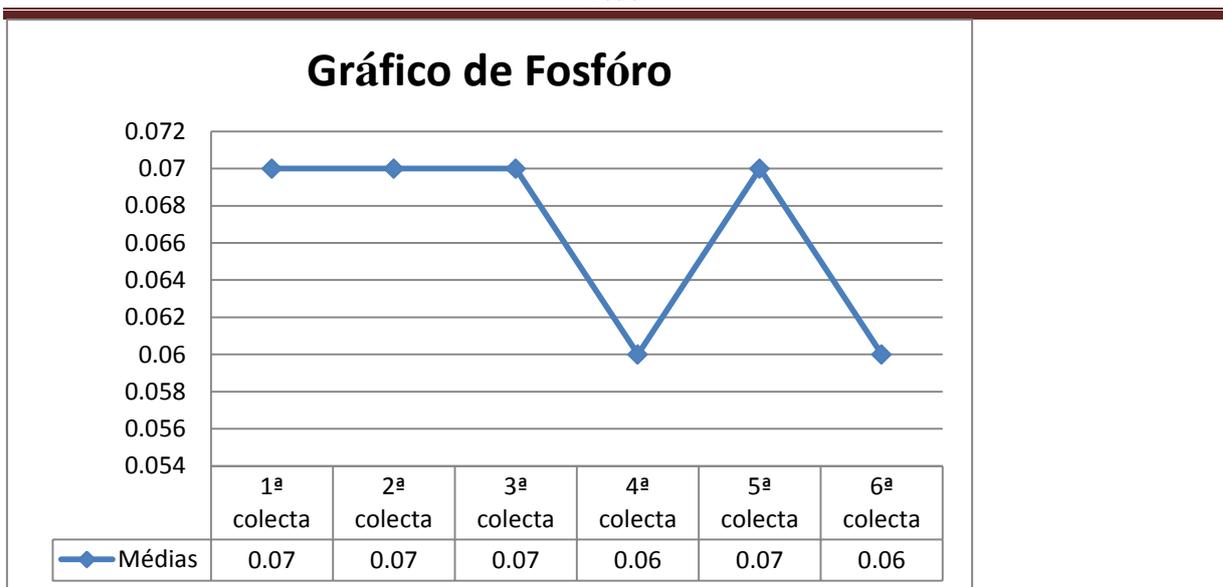


Figura 7: valores médios da temperatura

Para Ribeiro et al (1997), o fósforo é um nutriente muito importante na alimentação dos peixes, porém constitui um factor limitante para o fitoplâncton.

Os valores de fósforo total acima de 1.0 mg/l indica poluição para as águas naturais. Os fosfatos dissolvidos na água são um factor limitante ao desenvolvimento de algas e bactérias, sendo os principais responsáveis pela eutrofização da água.

Os valores de fósforo obtidos no estudo, 0.06 mínimo e 0.07 máximo estão dentro dos níveis indicados para a criação de peixes.

**Tabela 5- resultado do cálculo do índice de qualidade de água**

	Valor do IQA	Classificação
Lagoa de Chinangue	87	Boa

Usando-se o modelo de índice de qualidade de água descrito por Souza (2012), obteve-se uma boa classificação do índice de qualidade de água, IQA igual a 87, que considera-se aceitável pois a água da lagoa apresenta boas características em relação aos parâmetros físicas e químicas de qualidade de água.

Os índices de qualidade de água (IQA) foram desenvolvidos com o objectivo de fornecer informações resumidas, simplificando relatórios complexos e com muitos dados de qualidade da água. É um mecanismo para a apresentação através de expressão numérica derivada de dados que define um certo nível da qualidade da água (Bordalo et al., 2006).

## Avaliação da capacidade de carga da lagoa de Chinangue para a produção de Tilápia nilótica em tanques-rede

Na Lagoa de Extremoz-RN foi IQA-NFS e resultou no índice 81 que corresponde a uma água de boa qualidade. As condições da água são adequadas para a protecção da vida aquática. Das variáveis utilizadas para o cálculo do IQA as concentrações de Oxigénio dissolvido e a quantidade de cianobactérias alterações, no entanto, mesmo com estas alterações a água da lagoa ainda é considerada de boa qualidade (JERÔNIMO & SOUZA, 2013).

**Tabela 6- resultados de cálculos de capacidade carga da lagoa de Chinangue.**

Parâmetros	Valores obtidos
P – limite máximo para lançamento de fósforo total	0,93 mg/l
Área da lagoa	6703 m <sup>2</sup>
Profundidade média	3,6 m
L – capacidade de carga	12.383 Kg p <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
Produção estimada	625,8 Toneladas

O emprego do modelo de Dillon & Righler (1974), possibilitou estimar valores de produção intensiva máxima sustentável de tilápia em tanques-redes, que é de 625,8 toneladas/ano produzidas em dois ciclos de 4 meses, 300 tanques com 16m<sup>3</sup> (3.4\*3.4\*1.2) de área.

No RESERVATÓRIO DE FURNAS empregando o modelo de Dillon & Righler (1974), possibilitou estimar valores de produção intensiva máxima sustentável de tilápia em 96.061 tanques-redes para produção intensiva de 38.424 toneladas de tilápia/ano. (Fernando, 2007).

A capacidade de carga estima no lago da Itaipu Binacional, foi de 6.237 toneladas de peixe por ano em 7.779 tanques-rede. No entanto, estima-se que o potencial produtivo seja ainda maior. (ICAB, 2009).

## **5. Conclusão**

A lagoa de Chinangue apresenta condições favoráveis para a produção de tilápia nilótica. A sua capacidade de carga é ótima e apresenta um índice de qualidade igual a 87 que é classificado como bom e aceitável para a prática da aquacultura. Pode-se produzir peixe nesta lagoa de forma sustentável, sem comprometer o seu funcionamento normal para tal bastando respeitar o seu limite máximo de produção e de absorção de fósforo. O emprego do modelo de Dillon & Righler (1974), possibilitou estimar valores de produção intensiva máxima sustentável de tilápia em tanques-redes, que é de 625,8 toneladas/ano produzidas em dois ciclos de 4 meses, 300 tanques com  $16\text{m}^3$  ( $3.4*3.4*1.2$ ) de área.

Não existe registros de estudos da qualidade da água neste ecossistema aquático, dificultando, ou até mesmo impedindo a implementação de medidas gestão da mesma. Assim este trabalho pode contribuir para a melhoria da qualidade da água e transmitir de forma clara e simples o nível de qualidade da água da lagoa de Chinangue.

## **6. Recomendações**

- ❖ Elaboração de um Plano de Controlo Ambiental para o desenvolvimento sustentável das actividades de pisciculturas;
- ❖ Uso sustentável e uma gestão integrada dos recursos hídricos
- ❖ Elaborar, Divulgar, promover e implementar uma legislação nacional específica sobre a qualidade de água para a piscicultura.

## 7. Referências bibliográficas

1. Ayroza, L.M.S.2009. *Criação de tilápia-do-nilo, oreochromis niloticus, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de chavantes, rio paranapanema, São Paulo.*
2. BASTOS, R. K. X. 2000. *Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura.* Rio de Janeiro/RJ: PROSAB.
3. Bomnardelli, R. A. et al. 2009. *Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatocitos de fêmeas de tilápia do Nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos.* Revista de Zootecnia Brasileira.
4. Bermudez, J. 2013. *Legal and policy components of the application of th ecosystem approach to aquaculture to site selection and carrying capacity.*
5. Bordalo, A. A. Teixeira. R. & Wiebe. W. J. (2006). *A water quality index applied to na international shared river basin: The case of Douro River.* Environmrntal Management.
6. Bueno, et al. 2011. *A capacidade de suporte: Produção de peixes cultivados em Reservatórios - Bases conceitua.* Panorama da Aquacultura.
7. Cardoso. E. L. 2000. *Cultivo de peixes em tanques-rede: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.* EPAMIG- Minas Gerais.
8. Costa Pierce. B. A. 2002. *Sustainabilty of cage culture ecosystems for large scale resettlement from hydropower dams: an Indonesian case study. The Evolution of the blue revolution.* Blackwell Science- Oxford.
9. Feitosa. F. A. C; Filho. J. M. 1997. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações.* LABHID-UFPE. Fortaleza. Editora CPRM.
10. Fernando. S. 2007. *Definição da capacidade suporte do reservatório de furnas para cultivo intensivo de peixes em tanques-rede.* Estudo técnico-científico visando a delimitação de parques aquícolas no lago usina hidroelétrica de furnas- Minas Gerais.
11. Golterman. et. Al. 1978. *Methods for Physcal and Chemical Analysis of freshwaters.* Blackwell Scientific Public- Oxford.
12. GS David. et al. 2015. *Capacidade suporte ecológica para aquacultura intensiva de tilápia (Oreochroms niloticus) em um grande reservatório hidroelétrico no sudeste do Brasil.*
13. Huszar. et al. 2005. *Subsidios para a compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifiton em ecossistemas continentais lênticos brasileiros.*
14. Jeronimo & Souza. 2013. *Determinação do índice de qualidade da água da lagoa de extremoz-rn: série temporal e correlação a índices pluviométricos-* UFSM.

15. Júnior. F.G.M. 2011. *Uso de modelagem na avaliação da capacidade de suporte de reservatórios com projectos de aquicultura, tendo o fósforo como factor limitante*- UFRJ.
16. Kautsky. N; H. Berg; C. Folke & J. Larsson. 1997. *Ecological footprint for assessment for resource use and development limitations in Shrimp and tilapia aquaculture*. Aquaculture Research.
17. Kubitzka. F. 2003. *Cultivo de peixes em tanques-rede*. 3<sup>a</sup>ed. Jundiaí.
18. Kubitzka. F. 1999. *Qualidade da água na produção de peixes*. Piracicaba: ESALQ.
19. Mckindsey. et al. 2006. *Capacidade de carga para a cultura de bivalves e recomendações para pesquisa e gestão*. Aquaculture Research.
20. Medeiros. F.C. 2002. *Tanque-rede: Mais Tecnologia e lucro na piscicultura*. ISBN- Cuiabá.
21. Melo. J. 2004. *Monitoramento da qualidade da água em reservatórios de múltiplos usos: o caso do reservatório de Itaparica - Brasil*.
22. Pagand et al. 2000. *The use of high rate algal ponds for the treatment of marine effluente from a recirculating fish rearing system*. Aquaculture Research.
23. Pereira. R. S. 2004. *Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos*. Revista electrónica- recursos hídricos.
24. Pereira. L.P.F; Mercante. C.T.J. 2005. *A amónia nos sistemas de criação sa peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água*- São Paulo.
25. Poletto. C; Carvalho. S.C. 2004. *Problema de degradação ambiental em uma microbacia hidrográfica situada no município de Ilha Solteira-SP, Brasil*.
26. Proença, C.E. M; Bittencourt, P.R.L. 1994. *Manual de piscicultura Tropical*. Brasília: IBAMA.
27. Ribeiro. M. et al. 1997. *Efeito do adubo orgânico e das dosagens de fertilizante químico no aumento do fito e zooplâncton*.
28. Rojas, A. Wadsworth. S. 2007. *A review of cage aquaculture: Latina mica and the Caribbean*.
29. Ross et al. 2013. *Site selection and carrying capacities for Inland and coastal Aquaculture*.- FAO/ institute of Aquaculture, University of stirling
30. SENAR. 2018. *Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede*. SENAR – Brasília.
31. SENAR. 2017. *Piscicultura: reprodução, lavicultura e alvinagem de tilápias*. SENAR – Brasília
32. Silva et al. 2008. *Influência da precipitação na qualidade de água do rio Purus*. Acta amazónica.

33. Souza, M.J.J.B. 2012. Proposta de índice de qualidade de água para a lagoa do apodi – Rn. Brasil.
34. STARLING, F.; Pereira, E.C.; & ANGELINI, R. 2005. *Definição da capacidade suporte do reservatório de furnas para cultivo intensivo de peixes em tanques-redes. Estudo técnico-científico visando a delimitação de parques aquícolas no lago da usina hidroelétrica de furnas– MG.*
35. Tacon. A.G.J; Halwart, M. 2007. Cage aquaculture: a global overview. FAO-Fisheries Technical paper. Rome.
36. Talbot, c.; Corneillie, S.; Korsoen,O. 1999. Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implications for fdng management. Aquaculture Research.
37. Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T. 1988. *Eutrofização e Manejo, comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo.*
38. Von Sperling, M. 1996. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- UFMG
39. Vinatea Arana, L. 1997. *Princípios químicos da qualidade de agua em aquacultura. Uma revisão para peixes e camarões- UFSC.*
40. Yancey, D.R.; Manezes, J.R.R. 2001. *Manual de criação d peixe- instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas/SP.*





Figura 9: Amostras de água



Figura 10: Barco a remo



Figura 11: Lagoa de Chinague

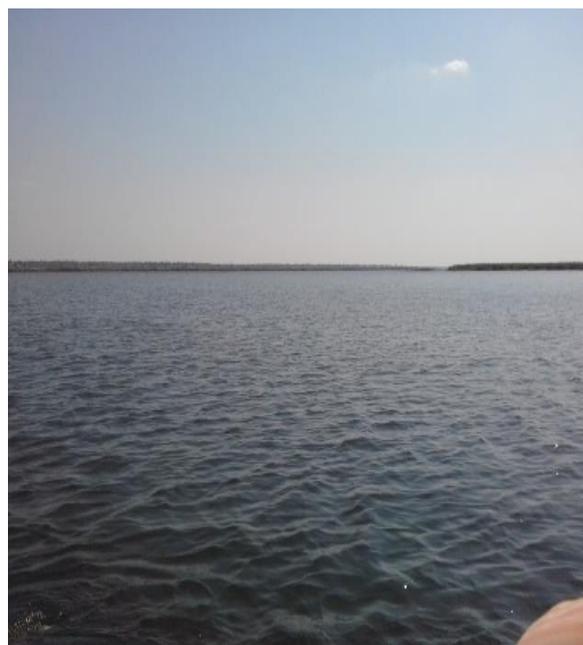


Figura 12: Interior da lagoa de Chinangue