



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Divisão de Agricultura

Curso de Engenharia de Aquacultura

**Tema:**

**Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia de moçambique (*O. mossambicus*) da primeira e segunda geração melhorada geneticamente**

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

Autor: Rodrigo Feliciano Lopes

Tutor: dra. Madalena Capassura (MSc)

Lionde, Outubro de 2021



Rodrigo Feliciano Lopes, “desempenho zootécnico de alevinos de tilápia de moçambique (*O. mossambicus*) da primeira e segunda geração melhorada geneticamente” monografia de investigação apresentado ao curso de Engenharia de Aquacultura, na Faculdade de Agricultura, do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Monografia defendida e aprovada em 21 de Setembro de 2021

### **Júri**

**Supervisora** \_\_\_\_\_

(Madalena João Capassura, MCs)

**Avaliador 1** \_\_\_\_\_

(Agostinho Junior Mahanjane, MCs)

**Avaliador 2** \_\_\_\_\_

(Miguel Horacio Chele, MCs)

Lionde, Outubro de 2021



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de licenciatura sobre “**Desempenho zootécnico de alevinos de tilápia de moçambique (*O. mossambicus*) da primeira e segunda geração melhorada geneticamente.**” a ser apresentado ao curso de Engenharia de Aquacultura na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção de grau de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura.

Tutor: dra. Madalena Capassura (MSc)

Lionde, Outubro de 2021



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

### **Declaração**

Declaro por minha honra que este 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, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021

---

Rodrigo Feliciano Lopes

## INDICE

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE GRAFICOS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 OBJECTIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Geral.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2. Específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. PROBLEMA DO ESTUDO E JUSTIFICAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. HIPÓTESES.....</b>	<b>4</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Tilapia .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Classificação taxonómica.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Produção de tilapia em Moçambique.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Tilápia de Moçambique.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1 Distribuição da Tilápia.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.2 Comportamento de alimentação.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.3 Comunicação .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.4 Comportamento antipredador.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.5 Comportamento sexual.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.6 Salinidade .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.8 Temperatura.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.9 Oxigénio, Amónia e pH .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.10 Reprodução.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.11 Nutrição .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Melhoramento genético da tilapia .....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIAIS E METODOS .....</b>	<b>20</b>

<b>3.1 Localização geográfica .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Meteriais .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Métodos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1 Preparação de tanques .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3.1 Limpeza e desinfecção .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3.2 Calagem e Fertilização .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3.3 Abastecimento de água no tanque.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2 Ensaio.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2.1 Povoamento .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2.2 Alimentação .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2.3 Maneio sanitário .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Qualidade da água .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Desempenho Zootécnico .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.1 Factor de conversão alimentar .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.2 Ganho de Peso Diário (GPD) .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.3 Taxa Específica de Crescimento (TEC) .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.4 Percentagem de Crescimento Semanal (PCS).....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.5 Biomassa total .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.5 Taxa de Sobrevivência Final (TSF).....</b>	<b>25</b>
<b>3.5 Parâmetros morfométricos .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6. Analise estatística .....</b>	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Qualidade da água .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.1 Temperatura.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2 Transparência .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.3 Oxigenio Dissolvido.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Desempenho zootecnico .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Parametros morfometricos .....</b>	<b>34</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>43</b>

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha esposa Jocelina Narieta Nhachungue e meus filhos Yune, Kyon e Thandy maravilhosos por estarem lá para mim durante todo o curso. Vocês têm sido meus melhores líderes.

Meus irmãos Celso, Bano, Calano (em memória), Belarmino e Daniel nunca saíram do meu lado e são muito especiais. Também agradeço aos meus muitos amigos e colegas do trabalho que me apoiaram durante todo o processo. Eu sempre vou agradecer tudo o que eles fizeram, especialmente eng. Rafael por me ajudar a desenvolver minhas habilidades de tecnologia.

Agradeço em especial também a minha supervisora Madalena Capassura pelas muitas horas de revisão, ao eng. Litos (em memória) e aos docentes do Instituto Superior Politécnico de Gaza em particular do curso de Engenharia de Aquacultura pelos ensinamentos e suporte ao longo da caminhada académica.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico meu trabalho à minha família e a muitos amigos. Um especial sentimento de gratidão aos meus amorosos pais, Feliciano em (memoria) e Maria Benigna, cujas palavras de incentivo e pressão para ter tenacidade ressoam em meus ouvidos.



## LISTA DE ABREVIATURAS

ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
INAQUA	Instituto Nacional de Desenvolvimento da Aquacultura
OD	Oxigénio dissolvido
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
pH	Potencial de hidrogénio
DBC	Delineamento Blocos Casualizados
PV	Peso vivo
CEPAQ	Centro de Pesquisa em Aquacultura
PDP	Plano Director das Pescas
FAO	Organização das Nações Unidas para agricultura e alimentação
TS	Taxa de Sobrevivência
PM	Peso Médio
GPD	Ganho de Peso Diário
TCS	Taxa de Crescimento Semanal
PCS	Percentagem de Crescimento Semanal
TEC	Taxa Específica de Crescimento
BT	Biomassa Total
G1	Primeira Geração melhorada
G2	Segunda Geração Melhorada
T	Toneladas

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Tilapia moçambicana.....	8
<b>Figura 2:</b> Mapa de localização geográfica do local de estudo (distrito de Chókwè) ....	20
<b>Figura 3:</b> Variáveis morfométricos da tilapia.....	26
<b>Figura 4:</b> Layout experimental .....	27
<b>Figura 5:</b> Preparação do tanque (A) e alevinos usados no experimento (B).....	45
<b>Figura 6:</b> Medição de parâmetros morfométricos (C) e Fertilização do tanque com NPK (D).....	44
<b>Figura 7:</b> Preparação do tanque (E) e enchimento da água no tanque (F).....	45

## **LISTA DE GRAFICOS**

<b>Grafico 1:</b> Variação da temperatura no período da manhã e tarde nos tanques de melhoramento. ....	29
<b>Grafico 2:</b> Variação da profundidade e transparência da água.....	31
<b>Grafico 3:</b> Variação de índice de oxigénio dissolvido nos tanques nos períodos da manhã e tarde. ....	32

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1:</b> Quantidade de ração .....	23
<b>Equação 2:</b> Factor de conversão alimentar aparente .....	24
<b>Equação 3:</b> Ganho de peso diário .....	24
<b>Equação 4:</b> Taxa específica de crescimento .....	24
<b>Equação 5:</b> Percentagem de crescimento semanal .....	24
<b>Equação 6:</b> Biomassa total .....	25
<b>Equação 7:</b> Taxa de sobrevivência final .....	25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Classificação taxonómica de tilapia mossambicus.....	6
Tabela 2: Desempenho zootécnico das linhagens G1, G2 e Marrangua de tilapia mossambicus.....	33

## RESUMO

A tilápia de moçambique (*O. mossambicus*), diferente da tilapia (*O. niloticus*) é uma espécie que se adapta melhor a altos níveis de salinidades, baixas concentrações de oxigênio, fácil manejo, rusticidade, alta taxa de crescimento, resistências às doenças e grande aceitação no mercado por sua qualidade da carne e o melhoramento genético da espécie permite ter altos valores de herdabilidade, para as características de importância econômica, assim como os ganhos genéticos de 10 a 20% por geração de taxa de crescimento. O presente trabalho teve como objectivo avaliar o desempenho zootécnico e características morfométricas de duas gerações de tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*) provenientes de plantéis de reprodutores oriundos do programa de melhoramento da espécie. Foi montado um experimento com duração de dois meses no Centro de pesquisa em Aquicultura- CEPAQ, de Agosto a Setembro de 2020 empregando-se 150 alevinos distribuídos em 50 Marrangua, 50 da 1ª Geração e 50 da 2ª Geração constituindo dessa forma T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>3</sub> respectivamente em um Delineamento de Blocos Casualizados. No primeiro mês os alevinos foram alimentados seis vezes ao dia e no segundo até ao último mês quatro vezes. Foram mensurados parâmetros de qualidade de água transparência, oxigênio dissolvido, temperatura, onde o controle de oxigênio e temperatura foram realizados diariamente mediante o uso do multiparâmetro (Oxiguard 02) e para o controle da transparência usado o disco de Secchi. Os parâmetros morfométricos mensurados foram comprimento da cabeça, comprimento padrão, comprimento do corpo, larguras do corpo. No desempenho zootécnico foram mensuradas variáveis como: Conversão Alimentar Aparente (CAA); Ganho de Peso Diário (GPD); Taxa de Crescimento Semanal (TCS); Percentagem de Crescimento Semanal (PCS); Biomassa Total (BT); Taxa de Sobrevivência (TS). A temperatura variou de 17- 26°C com o valor médio de 21.5 °C±, registou-se níveis mínimos de OD de 3 a 10.79 mg/L e transparência o valor médio de 57.4 cm. Os valores médios das medições de parâmetros morfométricos da geração 2 foram ligeiramente superiores às da Marrangua, e G1 nos parâmetros de comprimento total, comprimento padrão, altura corporal e largura do corpo. Conclui-se que, com o melhoramento genético da tilapia de moçambique (*O. mossambicus*), a sua biomassa final pode atingir um pico de produção de 250g.

**Palavras-chaves:** morfologia, qualidade de água, desempenho zootécnico

## ABSTRACT

Tilapia is a species that adapts better to high levels of salinity, low oxygen concentrations, easy management, rusticity, high growth rate, resistance to disease and great market acceptance for its meat quality and the genetic improvement of the species allows have high heritability values, for traits of economic importance, as well as genetic gains of 10 to 20% per generation of growth rate.

The aim of this work was to evaluate the zootechnical performance and morphometric characteristics of two generations of Mozambican tilapia (*O. mossambicus*) from breeding stocks from the breeding program of the species. An experiment lasting 60 days was set up at the Aquaculture Research Center - CEP AQ, from August to September 2020, using 150 fingerlings distributed in 50 Marrangua, 50 of the 1st Generation and 50 of the 2nd Generation, thus constituting T1, T2 and T3 respectively in a Randomized Block Design. In the first month the fingerlings were fed six times a day and in the second until the last month four times. Parameters of water quality, transparency, dissolved oxygen, temperature were measured, where the control of oxygen and temperature were performed daily using the multiparameter (Oxiguard 02) and for the control of transparency used the Secchi disk. The morphometric parameters measured were head length, standard length, body length, body width. In zootechnical performance, variables such as: Apparent Feed Conversion (CAA) were measured; Daily Weight Gain (GPD); Weekly Growth Rate (TCS); Weekly Growth Percentage (PCS); Total Biomass (BT); Survival Rate (TS). The temperature ranged from 17-26°C with a mean value of 21.5 oC±, minimum levels of DO were recorded from 3 to 10.79 mg/L and transparency the mean value of 57.4 cm. The mean values of the measurements of morphometric parameters of generation 2 were slightly higher than those of Marrangua, and G1 in the parameters of total length, standard length, body height and body width. It is concluded that, with the genetic improvement of tilapia from Mozambique (*O. mossambicus*), its final biomass can reach a production peak of 250g.

**Keywords:** morphology, water quality, zootechnical performance

## 1. INTRODUÇÃO

Em países desenvolvidos as produções de aquacultura são geralmente caracterizadas por serem intensivo, tecnicamente avançado e fortemente focado em espécies carnívoras de alto valor tais como salmonídeos, espécies de peixes marinhos e camarões marinhos ou moluscos filtrantes (abalone, ostra). Para a maioria das espécies, o ciclo reprodutivo é fechado, facilitando reprodução controlada em cativeiro e melhoramento genético sistemático por reprodução (Carballo, 2004).

Além disso, muitas espécies de aquicultura são caracterizadas por uma fecundidade muito alta e fertilização externa após a coleta separada de ovos e leite, que abre para uma ampla gama de designs alternativos de acasalamento. Considerando essas características e sabendo que muitas características importantes na aquicultura exibem grande variabilidade genética, não é nenhuma surpresa que as respostas de seleção relatadas por geração para espécies de aquicultura tendem a ser muito maiores do que as estimativas correspondentes obtidas para espécies convencionais de gado (Gjedrem, 2009).

O melhoramento genético de espécies aquícolas iniciou-se na década de 1970 com salmão. Altos valores de herdabilidade, para as características de importância econômica, combinados à grande fecundidade e ao curto intervalo de gerações permitem ganhos genéticos de 10 a 20% por geração taxa de crescimento, valores de cinco a seis vezes maiores do que os de espécies terrestres (Gjedrem 2009).

A tilápia é uma espécie que se adapta melhor a altos níveis de salinidades, baixas concentrações de oxigênio, fácil manejo, rusticidade, alta taxa de crescimento, resistências às doenças e grande aceitação no mercado por sua qualidade da carne (Kubitza, 2005). A tilápia de Moçambique *O. Mossambicus* foi introduzida principalmente para fins de piscicultura ou para estabelecer a pesca comercial ou recreativa, mas também como um agente de controle biológico para larvas de mosquito, fitoplâncton e plantas aquáticas, e como fonte de proteína animal, foi introduzida inicialmente, como uma espécie ornamental na Indonésia e EUA, seguindo, como base para a implementação da piscicultura nestes países (Carballo, 2004).

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo per capita recomendável é de 18kg de peixe por ano por habitante. Em Moçambique o consumo per capita aumentou de 4,2kg/ ano para 10,4kg/ano nos últimos 8 anos, facto que mostra um



crescimento na ordem de 160%. Este facto pode ter sido influenciado através da implementação de políticas e campanhas para incentivar a produção, tanto no domínio da pesca como no de piscicultura aumentando assim a disponibilidade do pescado no mercado (FAO, 1990).

Nos últimos anos, tem havido um aumento na preferência do consumidor pela tilápia *O. mossambicus*, incrementando o seu valor comercial quando comparada à tilápia-do-Nilo (Kubitza F. , 2003) no entanto, a intervenção do homem no processo de produção (reprodução, povoamento, alimentação, proteção contra predadores) é extremamente importante para alcançar melhores ganhos de produtividade (FAO, 1990). Foi nesse âmbito que surgiu a necessidade de se Avaliar o Desempenho Zootécnico de Alevinos da Tilápia Moçambicana *Oreochromis mossambicus* provenientes de plantéis de reprodutores oriundos do programa de melhoramento genético .

## **1.1 OBJECTIVOS**

### **1.1.1 Geral**

- Avaliar o desempenho zootécnico e características morfométricas de duas gerações de tilápia de Moçambique *O. mossambicus* provenientes de plantéis de reprodutores oriundos do programa de melhoramento da espécie

### **1.1.2. Específicos**

- Comparar o desempenho zootécnico de duas gerações melhoradas de tilápia contra uma linhagem não melhorada geração 0;
- Descrever as medidas e relações morfométricas de duas gerações da tilápia melhoradas e não melhorados em 60 dias de criação;
- Demonstrar que com melhoramento genético da tilápia de moçambique *O. mossambicus*, pode-se alcançar 250g cultivando num periodo de 4 meses.

## 1.2. PROBLEMA DO ESTUDO E JUSTIFICAÇÃO

A tilápia de Moçambique é uma espécie nativa de Moçambique, e tem vindo a sofrer alta pressão na captura em rios, lagos e lagoas o que pode levar ao desaparecimento da espécie, por outro lado o cruzamento com indivíduos de outras espécies pode vir a modificar as características próprias da tilápia de moçambique, fazendo também que a espécie se extinga (Fao, 2007).

O crescimento corporal é uma das características mais importantes na produção de peixes e envolve factores nutricionais, ambientais e genéticos. O problema de baixo crescimento pode estar associado ao cruzamento de indivíduos da mesma família (pais com filhos, tios e sobrinhos, irmão com irmão ou entre primos) devido a consanguinidade (Fao, 2007).

Por conta disso tem-se feito selecção de reprodutores de diferentes lagoas na tentativa de melhorar as características desejáveis para posterior selecção de indivíduos a serem usados no melhoramento das características zootécnicas apreciadas na área de produção (Engorda e alevinagem), contudo o CEPAQ esta desenvolver pesquisa no ramo de melhoramento genético da tilápia de moçambique, tendo produzido três gerações, neste âmbito o presente trabalho perspectivou avaliar o desempenho zootécnico e características morfométricas de duas gerações (1ª e 2ª) de tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*) já produzidas provenientes de plantéis de reprodutores do programa de melhoramento.

## 1.3. HIPÓTESES

**H<sub>0</sub>:** as duas gerações de tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*) provenientes de plantéis de reprodutores do programa de melhoramento têm o mesmo desempenho zootécnico e características morfométricas em relação a linhagem não melhorada.

**H<sub>a</sub>:** as duas gerações de tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*) provenientes de plantéis de reprodutores do programa de melhoramento possuem desempenho zootécnico e características morfométricas diferentes em relação a linhagem não melhorada.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Tilapia

As tilápias são um grupo de peixes “ciclídeos” nativos de países africanos. Nos primeiros dias do século 20, as tilápias eram peixes selvagens nos grandes lagos e rios daquele continente. Nos países da África Central, cultivo de tilápias em lagoas foi introduzido após a Segunda Guerra Mundial. Depois disso as espécies de tilápia estavam espalhadas pela maioria dos países tropicais e subtropicais do mundo. Nos últimos anos, o cultivo comercial de várias espécies de tilápia tornou-se uma prática comum na aquicultura em várias regiões do mundo, como China, Sudeste Asiático, África, EUA e América / Caribe (Vannuccini, 1998).

De acordo com a FAO, a produção mundial de tilápias (silvestres e aquicultura) aumentou de 37,500T em 1950 a 1.265, 800T em 2000. Embora introduções generalizadas forneceram o mecanismo de expansão da cultura da tilápia, a gestão eficaz da reprodução é o principal fator que tem sido instrumental na realização de seu potencial de aquicultura na metade do século 20 (Shelton 2002).

Um total de cerca de 70 espécies de tilápia foram listadas como nativas de africa. Apenas algumas espécies são adequadas e populares para agricultura em tanques e outros sistemas de cultura, que incluem tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tilápia azul (*O. aureus*), tilápia moçambicana (*O. mossambicus*), tilápia de três pintos (*O. andersonii*), tilápia de atum (*O. macrochir*), tilápia da Galiléia (*Sarotherodon galilaeus*), tilápia preta (*Smelanotheron*) e tilápia vermelha (*Tilapia zillii*) (Aron 1984).

Existem também algumas cepas geneticamente melhoradas, como a tilápia cultivada geneticamente melhorada (GIFT), linhagens e híbridos de tilápia vermelha. Pullin (1983) comparou os atributos de várias espécies com potencial de cultivo; ele sugeriu concentrando esforços de pesquisa na tilápia azul e tilápia do Nilo. Enquanto o primeiro ainda é usado para produzir híbridos, foi efetivamente deixado atrás, já que a tilápia do Nilo (*O. niloticus*) assumiu a liderança como a principal espécie (citado por Shelton 2002). Acima de tudo, *O. niloticus* foi reconhecida como a principal espécie domesticada para cultivo em uma ampla gama de sistemas de aquicultura, de viveiros simples alimentados com resíduos a viveiros intensivos sistemas de cultura (ICLARM 1991).

## 2.2 Classificação taxonómica

As tilápias são peixes predominantemente de água doce, muitas vezes algumas espécies caracterizadas com a construção de ninhos e hábitos de criação na superfície ou na boca.

**Tabela 1:** Classificação taxonómica de tilapia mossambicus (Alcom,1994)

Classificação taxonómica	
Filo:	<i>Chordata</i>
Subfilo:	<i>Vertebrata</i>
Classe:	<i>Osteichthyes</i>
Ordem:	<i>Perciformes</i>
Família:	<i>Cichlidae</i>
Gênero:	<i>Oreochromis</i>
Espécie:	<i>Oreochromis mossambicus</i>
Nome comum:	tilápia moçambicana

---

## 2.3 Produção de tilapia em Moçambique

Em Moçambique a piscicultura iniciou nos anos 50 com a construção de represas na Zambézia, Nampula e Manica, com a finalidade de alimentar os empregados das grandes plantações. No começo dos anos 60, três estações de pesquisa foram construídos pelo governo concretamente no Umbeluzi (0,5 há), Sussundenga (2 há) e Chókwè (1,6 há) O principal objectivo destas estações era o repovoamento das albufeiras, de lagoas e reservas naturais de água (INAQUA; s.d).

Tendo evoluído nos anos seguintes e em 1965 começou a ser praticada em todo o território nacional. A mesma, no período de 1972 a 1984 foi estagnada devido à falta de financiamento, à situação de guerra e à ocorrência de catástrofes naturais (seca prolongada e inundações) que assolaram o país (Alcom, 1994).

Na década de 90, com o fim do conflito armado no país, inicia-se o processo de revitalização da actividade piscícola e constatando que Moçambique tem um grande potencial para a prática da piscicultura e estimou-se em 62.692 km a área adequada para esta actividade (Alcom, 1994).

Actualmente a aquacultura esta a registar avanços progressivos, o governo Moçambicano, em cooperação com a Islândia e Noruega, construiu o Centro de Pesquisa em Aquacultura com o objectivo de alavancar esta actividade, neste momento estão a decorrer pesquisas que visam desenvolver esta actividade a nível nacional, o CEPAQ por sua vez tem como um dos objectivos principais o desenvolvimento do programa de melhoramento genético da tilápia de moçambique para o melhoramento da espécie (Tilápia de moçambique) e manter a mesma para não extinguir, pois acredita-se que os recursos pesqueiros nos sistemas lacustres estão em via de extinção (INAQUA; s.d).

## 2.4 Tilápia de Moçambique

A tilápia moçambicana foi descrita pela primeira vez como *Oreochromis Tilapia mossambicus* por Peters (1852) a partir de exemplares recolhidos em Moçambique na região inferior do rio Zambeze até à região do Tete. É um peixe profundamente encorpado com as barbatanas dorsal e anal quase simétrico e com uma prominente concavidade na mandíbula superior no sexo masculino (Silva, 2015).

*Oreochromis mossambicus* é encontrado em habitats que variam de salobra a canais, lagoas, lagos costeiros e áreas com boa vegetação, eles também podem prosperar na água do mar (Luna, 2012). Eles estão raramente encontrados em grandes altitudes e são conhecidos como peixes tropicais. Deles amplitude de habitat é tropical entre 17-35°C e faixa geográfica de 13-35°S e se origina em África do Sul e África Central (Luna 2012), como Zambeze, Angola (Van der Waal, 2002). Isto é amplamente introduzido, por exemplo, no sudeste da Ásia, incluindo Taiwan, Índia, Japão, e em Trinidad e Tobago (FAO F.A.2012).

Há um uso extensivo de habitat e em muitos países onde *O. mossambicus* foi introduzido, a espécie se torna invasora e domina o habitat (Trewevas, 1983). *O. mossambicus* são onívoros e consomem detritos, diatomáceas e invertebrados (Mook, 1983), algas e fitoplâncton (Trewevas, 1983), insetos e vegetação. Os juvenis tendem a ser carnívoros e comem alevinos, e esses peixes ocasionalmente canibalizam seus próprios jovem (Luna, 2012).

O tamanho dos indivíduos adultos geralmente entre 30-44 cm para os machos e 25-33cm para as fêmeas sob condições normais esta espécie pode apresentar deficiência envolvendo maturação sexual em tamanhos pequenos de forma a reduzir os efeitos da

pressão populacional sobre os recursos bióticos e/ou abióticos na massa de água. As fêmeas e os machos imaturos apresentam uma coloração cinza prateado para verde-azeitona com 2-5 manchas médias laterais (Oliveira R. V., 1995).

Os machos na fase de reprodução são tipicamente verde-oliveira escuro a preto com branco e amarelo nas partes inferiores da cabeça (opérculo, face e garganta) e margens avermelhadas nas pontas das barbatanas dorsal e caudal. Os juvenis são em tons de verde-oliveira pálido e cinza prateado. A tilápia de Moçambique geralmente prefere o movimento lento em corpos de águas como lagoas e rios mas também podem colonizar os riachos. Além das águas frescas, a tilápia *mossambicus* também pode viver em habitats influenciados por marés como a parte superior dos estuários e lagoas costeiras, (Oliveira R. V., 1995).

As tilápias de Moçambique são muitas das vezes espécies mais abundantes em habitats perturbados como urbanos, drenagens, uma vez que podem tolerar uma ampla gama de condições. Reabilitação das áreas degradadas por exemplo: (através do plantio de árvores e gestão de qualidade de água), pode permitir que o peixe nativo recolonize esses sistemas (Kubitza, 2005).



**Figura 1:** Tilapia moçambicana

#### **2.4.1 Distribuição da Tilápia**

A distribuição natural da tilápia moçambicana em África é um pouco confusa devido à sua ampla translocação, mas geralmente encontra-se restrito a correntes com fluxo para

leste, se estendem dos rios Zambeze e Chire para sul até à baía Algoa e o rio Bushman (Russell *et al*, 2010).

Segundo Webb & Maughan (2007), afirmam que a Tilápia Moçambicana ocorre em regiões costeiras da África oriental entre 33°S lat e 17°S lat. incluindo Botswana, Malawi, Lesotho, Moçambique, Suazilândia, Zimbabwe e África do Sul. E de acordo com Oliveira (1995), a distribuição natural conhecida para Tilápia Moçambicana tem o seu limite norte, e estende-se ao sul do rio Pongola (27°S, 31°E). No entanto, devido à sua alta tolerância à salinidade esta espécie estende a sua distribuição mais a sul, em habitats estuarinos como o rio Bushman na Província do Cabo (África do Sul).

#### **2.4.2 Comportamento de alimentação**

As tilápias são geralmente consideradas herbívoras, detritívoras ou plantívoras Canonico (2008). A dieta de *Oreochromis mossambicus* consiste em macrófitas aquáticas, algas bentónicas, algas azuis, fitoplâncton, zooplâncton, detritos, perifíton (algas fixas a plantas), ovos e larvas de peixes (Russell, *et al*, 2012). A *Tilapia mariae* tem uma dieta semelhante à de *Oreochromis mossambicus* que pode ser descrita como planctívora.

No entanto, foi documentado para ambas as espécies o consumo de ovos e larvas de outras espécies de peixes (Canonico, *et al*, 2005). Vários estudos descobriram bactérias livres e cianobactérias (*Microcystis* spp.) como um componente dominante ou frequente na dieta de juvenis e adultos da Tilápia Moçambicana Tilápia-do Nilo, *O. niloticus*.

*O. mossambicus* sofre mudanças ontogenéticas na alimentação, com a 9 mudança de macrofagia nos estágios larvas e alevins (e.g. bactérias, diatomáceas, microcrustáceos, rotíferos) para macrofagia predominante em adultos. O canibalismo também tem sido relatado em *Oreochromis* incluindo *O. mossambicus* embora ocorra, principalmente, em condições não naturais, tais como aquários e tanques de cultivo (Russell, *et al*, 2012).

O comportamento alimentar da tilápia é principalmente em macrófitas (plantas), com adultos se alimentando de algas filamentosas e macrófitas aquáticas (Luna, 2012). Os padrões de alimentação tendem a variar, pois ambos podem colher plâncton com eficácia da água, bem como usar bentônicos e detritos para se alimentar, isso é feito sem perturbar o bentônico sedimento (FAO, 2012), pois a tilápia prefere água limpa (Luna, 2012).

Os adultos de *O. mossambicus* não são carnívoros, porém os juvenis comem alevinos. Em cativeiro e em sistemas comerciais tilápia são expostos a algas e alimentos peletizados, e os peixes podem aprender a se alimentar usando a demanda alimentadores. Durante a alimentação em sistemas comerciais, os peixes saltam para fora da água de uma forma vigorosa maneira (Froese & Pauly, 2007). A alimentação é normalmente ininterrupta, no entanto, no caso da boca os padrões de alimentação das fêmeas em fase de procriação são estagnados e interrompidos (Luna, 2012).

### **2.4.3 Comunicação**

Os peixes tilápia usam vários monitores para se comunicar, para agonistas e namoro sexual. *O. mossambicus* produz sons durante o acasalamento e interações agonísticas. Apenas os machos mais dominantes produziram sons e foram encontrados positivamente correlacionado com a taxa de namoro. Enquanto outro show de tilápia a formação do som durante apenas os estágios primários do namoro que o *O. mossambicus* produz soa durante todas as fases e é sugerido para mostrar a prontidão de desova dos machos também como sincronização da liberação de óvulos pelas fêmeas (Amorim, *et al*, 2003).

### **2.4.4 Comportamento antipredador**

*O. mossambicus* machos são territoriais e isso influencia o comportamento agressivo que exibem (Alamada & Oliveira, 1996). A densidade populacional em um habitat influencia o grau de agressão apresentado pelos machos (Almada & Oliveira, 1998). Usando agressão visual e sinais como barbatanas medianas eretas, expansões da boca e tremulação da cauda, que é detectado via a linha lateral no corpo do peixe (Almada & Oliveira, 1998). Homens usam sinais de agressão como cutucadas e mordidas para intrusos (Amorim, *et al*, 2003). Quando as mulheres são apresentadas, elas estimulam um comportamento semelhante e quando ela não reage, o comportamento dos machos muda para namoro (Balshine-Earn & David, 1998)

### **2.4.5 Comportamento sexual**

A biologia reprodutiva de *O. mossambicus* é poligâmica materna chocadeira de boca, com maturidade sexual aos dois (2) meses (Luna, 2012); no entanto, isso pode atrapalhar o crescimento e não é popular em sistemas comerciais (Froese & Pauly, 2007). O comportamento de corte é exibido pelo macho quando a fêmea entra em seu território,



primeiramente ele apresenta mecanismos de defesa, uma vez assegurado que é uma fêmea e um parceiro potencial, o comportamento muda (Oliveira & Almada, 1998).

Para uma série lenta de movimentos em uma posição inclinada para baixo. A fêmea é conduzida ao fosso e o namoro envolve movimentos trêmulos com natação lenta ao redor do ninho enquanto o macho pontas no tubo genital projetado da mulher. Os criadores da boca seguem o namoro com progênie; a fêmea põe centenas de ovos e a pega na boca (Luna 2012) e o macho espalha o esperma sobre o local onde os óvulos foram colocados, e a fêmea recolhe o esperma massa, permitindo a fertilização na cavidade bucal (Almada & Oliveira, 1998). Machos então abandone a fêmea e comece a namorar mais com outras fêmeas. Os machos reprodutores em cativeiro sincronizam sua presença nos territórios e suas atividades reprodutivas quando outros machos começam suas táticas de acasalamento e estabelecem um controle forte em seu território. Em alguns estudos, os homens podem até cortejar homens e aqueles que responderam frequentemente adotam melhores qualidades (Almada & Oliveira, 1998).

#### **2.4.6 Salinidade**

As tilápias preferem fluxos de água com movimentos lentos ou estuários. São capazes de sobreviver e reproduzir em água doce ou salina e podem mostrar alguma preferência por águas ligeiramente salinas, encontrando-se relacionado com as suas tolerâncias térmicas (Greiner & Gregg, 2008). Após ter evoluído a partir de um antepassado marinho, *O. mossambicus* é considerada, de todas as espécies de tilápia, como uma das mais tolerantes a salinidades elevadas, tolerando entre 0 a 120‰ no lago de Santa Lucia (África do Sul) e reproduz-se, igualmente, em elevadas salinidades (e.g. > 30 ‰) (Webb & Maughan, 2007).

Kamal e Mair (2005) reportam que as grandes populações selvagens existem em muitas áreas de água salobra, refletindo uma maior tolerância ao sal, o que tem sido demonstrado em vários estudos, incluindo um em que foi relatado para esta espécie um ótimo crescimento em salinidades superior a 40‰.

Breves, et al. (2014) afirmaram que a Tilápia Moçambicana é fortemente eurialina e pode aclimatar a salinidades superiores a 70‰, enquanto *Oreochromis niloticus* é visivelmente menos tolerante a elevadas salinidades e não aclimatizam facilmente em salinidades superiores a 25‰. Juvenis e adultos de *O. mossambicus* sobrevivem em transferências

diretas de água doce para águas com 20‰, mas não diretamente para 30‰ sem, previamente, um período de aclimatização em 20‰. Inversamente, as fry são capazes de sobreviver numa transferência direta de 32‰ para água doce (Webb & Maughan, 2007). Para gerir esses desafios, os peixes teleósteos, incluindo a eurialina Tilápia Moçambicana, evoluíram funções fisiológicas complexas ao nível dos órgãos osmorregulatórios, como as brânquias, os rins e o intestino, que são regidos, em grande parte, pelo sistema endócrino (Seale, et al., 2014).

Oliveira (1995) refere dois tipos de hemoglobina para *O. mossambicus* e relacionando este fato com o caráter eurialino e euritérico desta espécie. Um dos tipos de hemoglobina, que só surge aos 47 dias de idade, tem a sua afinidade para o oxigénio pouco afetada pela salinidade e pela temperatura, o que segundo este autor permitiria aos adultos de *O. mossambicus* colonizar habitats com temperaturas e salinidades mais elevadas do que as toleradas pelos alevinos. No entanto, *O. mossambicus* não só ocorre nestas condições como se reproduz, e sabe-se que alevinos desta espécie suportam temperaturas excepcionalmente elevadas em pequenos corpos de água utilizados como nurseries.

#### **2.4.8 Temperatura**

Os constrangimentos térmicos para a manutenção de uma população são basicamente dois: (a) que em pelo menos um período do ano a temperatura atinja níveis que permitam a reprodução da espécie e o crescimento dos alevinos e juvenis; (b) que em nenhum período do ano a temperatura ultrapasse os valores máximos e mínimos letais para os indivíduos (Oliveira R. V., 1995).

Os peixes Tilapiine são termofílicos e as suas distribuições geográficas encontram-se limitadas por temperaturas de águas mais frias. Temperaturas entre os 8 e 15°C foram relatadas como valores letais mínimos. A espécie tem uma "zona de tolerância" térmica entre 15 e 37°C, e uma tolerância limitada de temperaturas entre 39 e 40°C, com temperaturas letais máximas em 41 – 42°C (Henriques, 1998; Bhujel, 2000). Para crescer a temperaturas inferiores a 16°C. Para *O. niloticus* a temperatura letal mínima encontra-se nos 12°C; *O. aureus* tolera temperaturas relativamente baixas em relação à maioria das espécies de tilápia, com temperatura letal mínima nos 8°C; *O. spilurus*

também apresenta uma baixa tolerância a temperaturas frias como a maioria das espécies do género *Oreochromis* (Lucas & Southgate, 2003).

No lago Sibaya (África do Sul), Russell et al. (2012) relataram que os juvenis e larvas de *O. mossambicus* preferiram águas entre 19 e 35°C, mas tinham uma tolerância de 16.5 – 39°C. Em contrapartida, notaram que os adultos escolheram águas rasas entre 22 e 30°C e com um intervalo de tolerância entre os 19 – 32°C. Estudos têm demonstrado que *O. mossambicus* e outros Ciclídeos do grupo das tilápias toleraram temperaturas mais baixas em habitats salinos do que em água doce e ocorrem mais frequentemente em estuários do que em meios de água doce (Webb & Maughan, 2007).

*O. mossambicus* tolera melhor baixas temperaturas em água salgada do que em água doce, o que pode ajudar a explicar a extensão para sul da sua área de distribuição em ambientes estuarinos e costeiros. Este autor ainda acrescenta que em água doce *O. mossambicus* atinge o coma a 11°C, devido a um decréscimo da osmolaridade do plasma e das concentrações iónicas de sódio e cloro; à mesma temperatura mas em água salgada (5‰) não se verifica nenhuma destas reações (Bhujel, 2000).

#### **2.4.9 Oxigénio, Amónia e pH**

*O. mossambicus* consegue suportar baixas concentrações de oxigénio dissolvido de 0.1ppm por curtos períodos. A explicação para estes limites de tolerância encontra-se numa combinação de mecanismos fisiológicos: (a) hemoglobinas com uma afinidade muito elevada para o oxigénio, que permitem captar oxigénio dissolvido a níveis muito baixos; (b) respirar na camada superficial da coluna de água, mais oxigenada; (c) suportar condições de anerobiose (Oliveira R. V., 1995).

*O. mossambicus* apresenta uma respiração de ar facultativa e, dependendo da temperatura do ar, pode sobreviver à exposição completa do ar durante várias horas (Bhujel, 2000; Russell et al., 2012; Webb e Maughan, 2007). Por outro lado, as tilápias suportam também elevadas concentrações de dióxido de carbono na água, bem como outros gases tóxicos resultantes da decomposição da matéria orgânica (e.g. NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S) (Oliveira R. V., 1995).

A Tilápia Moçambicana é capaz de suportar concentrações de amónia de 3mgL<sup>-1</sup>, sem qualquer impacto adverso significativo sobre a alimentação ou o crescimento. O LC50 às 96h para a amónia foi de 32mgL<sup>-1</sup> e em concentrações abaixo de 14mgL<sup>-1</sup> encontraram 100% de sobrevivência (Russell et al., 2012; Webb e Maughan, 2007). Esta espécie

também tolera extremos de acidez e alcalinidade, com valores de pH variando entre 3.7 e 10.3 (Bhujel, 2000; Webb e Maughan, 2007). (Oliveira R. V., 1995) refere o limite letal de acidez aproximadamente de pH 4.0 e o limite letal de alcalinidade de pH 11.0, sendo o pH de 7 – 8 o recomendado para as culturas comerciais.

#### **2.4.10 Reprodução**

A Tilápia Moçambicana exibe um sistema de reprodução poligâmico encontrando-se os machos sincronizados com a desova das fêmeas. Entre os peixes Ciclídeos com este sistema de reprodução, diferenças sexuais de tamanho (dimorfismo), cor (dicromatismo) e outros comportamentos reprodutivos são prevalentes e estão sob controlo hormonal (Russell et al., 2012; Webb e Maughan, 2007). (Almada & Oliveira, 1998), propuseram que os andrógenos (hormonas sexuais masculinas), não só desempenham um papel importante na expressão de caracteres sexuais secundários masculinos, mas também como mediadores do status social (dominância).

Durante a maturação sexual, os machos são muito maiores do que as fêmeas em várias características morfológicas (tamanho do corpo, altura das barbatanas dorsal e anal, largura e comprimento da mandíbula pré-maxilar). Os machos reúnem-se em cardumes à superfície e começam a adotar uma coloração preta nupcial (Oliveira e Almada, 1995; Oliveira e Almada, 1998a; Oliveira e Almada, 1999; Webb e Maughan, 2007).

Os cardumes de machos movem-se, em seguida, para zonas costeiras litorais com águas rasas, onde os machos competem entre si para a aquisição e manutenção de arenas reprodutivas. Os machos que conquistam uma posição mais elevada na hierarquia social, têm os níveis de andrógenos e índices gonadossomáticos mais elevados, são mais eficazes na defesa dos seus territórios, constroem e exibem leks maiores e têm uma taxa de corte mais elevada (Webb e Maughan, 2007).

Nesta altura os machos adotam uma coloração nupcial, em que o corpo se apresenta todo negro, com exceção da região submandibular que é branca e dos bordos das barbatanas caudal, anal e dorsal que são vermelhos (Oliveira, 1995). O sucesso de reprodução é fortemente direcionado para machos dominantes nos grupos estabelecidos, conjuntamente com a capacidade de um macho conseguir manter as arenas dentro da sua área de territorialidade. Essas arenas consistem em arenas de reprodução circulares rasas ou leks escavados com o auxílio das bocas em substratos arenosos ou lamacentos

(Amorim et al., 2003; Oliveira e Almada, 1998; Russell et al., 2012; Webb e Maughan, 2007).

Os territórios são apenas defendidos durante o dia. No período da noite, os machos migram para águas mais profundas, onde existe uma amplitude térmica menor e não são expostos a predadores. O principal predador de *O. mossambicus* neste habitat é *C. gariepinus*, que possui atividade noturna deslocando-se de águas mais profundas para os terraços litorais durante a noite (Oliveira, 1995). Se a fêmea manifestar a cor-padrão indicativa que se encontra pronta para a reprodução e um comportamento correto (natação normal e sem demonstração de ameaças), o macho dominante irá guiar a fêmea para o ninho de desova, onde podem ocorrer atos nupciais ou, instantaneamente, a desova. A fêmea entra no ninho, no fundo do qual deposita os ovos, apanhando-os de seguida com a boca e armazena-os numa bolsa mandibular.

Durante a sequência de corte e quer antes, quer depois, da oviposição e coleta dos ovos, a fêmea aproxima a boca da região genital do macho, chegando a morder a sua papila genital. Nesta fase o macho ejacula o esperma, o qual deverá ser recolhido pela fêmea para a sua cavidade bucal, sendo a fertilização dos ovos intrabucal e facilitada por movimentos de mastigação da fêmea. Após a postura as fêmeas retiram-se das arenas reprodutoras, incubando os ovos e as larvas em águas mais profundas e afastadas da costa, formando-se cardumes de fêmeas incubadoras.

Durante o período de incubação bucal, as fêmeas não se alimentam ou reduzem substancialmente a atividade alimentar (Amorim et al., 2003; Oliveira, 1995; Oliveira e Almada, 1998; Oliveira e Almada, 1999; Webb e Maughan, 2007). No meio selvagem, os embriões e as larvas são encubadas na boca da fêmea por um período de 20-22 dias, após o qual as larvas podem encontrar refúgio na cavidade bucal materna durante a noite ou em situações de perigo. Existe assim, neste género, uma ligação fêmea-fry para além do período de incubação bucal, tendo-se desenvolvido comportamentos de chamamento das fry (Amorim et al., 2003; Oliveira, 1995; Oliveira e Almada, 1998d).

As larvas são libertadas para o exterior da cavidade bucal em habitats costeiros com vegetação densa e com pouquíssima profundidade “nurseries”, tendo por vezes, as fêmeas que nadar de lado para terem acesso a estes corpos de água (Oliveira, 1995). Neste estágio, as larvas já adquiriram natação livre e as suas bexigas natatórias já se encontram bem desenvolvidas (Webb e Maughan, 2007).

#### **2.4.11 Nutrição**

A alimentação é o custo operacional principal da aquacultura. Ingredientes alternativos que reduzam os custos de alimentação, mas que proporcionem níveis adequados de crescimento e de produção, podem ter um forte impacto sobre a rentabilidade da indústria (Middleton, Ferket, Boyd, Daniels, & Gallagher, 2001). O contínuo aumento e melhoramento da eficiência da produção aquícola obriga ao seu acompanhamento por parte do setor da nutrição através da formulação e da tecnologia de fabrico dos alimentos.

Este desenvolvimento pressupõe, de um lado, o conhecimento correto das necessidades nutricionais dos peixes e, por outro, a disponibilidade de ingredientes e o conhecimento do seu valor nutricional. A formulação de dietas corretamente balanceadas em conjunto com um maneo alimentar correto constitui um ponto-chave no sucesso do desenvolvimento da aquacultura (Henriques, 1998). As tilápias tornaram-se uma das principais fontes de proteína em todo o mundo, principalmente, devido à sua distinta capacidade de adaptação sob uma vasta gama de condições ambientais e ao excelente crescimento com base no fornecimento de uma boa dieta, podendo ser natural ou comercial (Davis, et al., 2010).

A produção de tilápias é uma empresa em plena expansão em muitas partes do mundo, especialmente nos países em desenvolvimento, onde os produtos nacionais podem competir com sucesso com os produtos importados como sardinha, atum e cavala. A tilapia ganhou uma enorme popularidade como uma ótima candidata para a aquacultura por causa dos seus atributos como já amplamente referenciados (Fasakin, Serwata, & Davies, 2005). Além disso, como é um peixe omnívoro pode-se usar uma elevada proporção de fontes vegetais de baixo custo na sua alimentação (Daupota, et al., 2014).

Estes autores relataram que a aquacultura de Tilápia-do-Nilo exige a formulação de dietas com uma ótima eficiência que atenda às necessidades proteicas para o período de crescimento. A proteína é considerada como o principal constituinte do corpo do peixe, pelo que é essencial um fornecimento alimentar suficiente para se obter um crescimento ótimo. Os peixes convertem de forma mais eficiente o alimento exógeno em proteína corporal do que os restantes animais cultivados na produção animal. A deposição de proteína corporal nos peixes é efetuada com um menor dispêndio de energia.

A percentagem de parte magra edível da carcaça dos peixes é superior à dos bovinos, porcos e aves. O perfil dos ácidos aminados, tal como o das carnes vermelhas, é reflexo de uma proteína de elevado valor biológico (Henriques, 1998). Uma vez que a proteína é o componente mais caro da dieta, por conseguinte, a quantidade de proteína na dieta deve ser apenas o suficiente para o crescimento dos peixes. E com a tendência de se aumentar a produtividade de tilápias via programas genéticos em conjunto com tilápias de aquacultura, passando de um cultivo extensivo para práticas semi-intensivas, haverá, inevitavelmente, uma maior dependência em produzirem-se dietas específicas para estas novas espécies e de baixo custo. Por exemplo, em 1995, 70% da produção mundial de tilápias foi baseada no fornecimento de rações comerciais, que aumentou para 85% em 2010 e prevê-se que, até 2020, aumente até aos 95% (Ng e Romano, 2013).

O excesso de proteína numa dieta pode tornar-se num desperdício e produzir dietas desnecessariamente caras. A alimentação de peixes representa mais de 50% dos custos operacionais em aquacultura intensiva. Assim, a redução de custos na alimentação é importantíssima para um bom crescimento lucrativo da aquacultura (Daupota, et al., 2014; El-Sayed, 1999). Na aquacultura, um bom manejo alimentar é demonstrado por uma íntima relação entre a quantidade de alimento distribuída e a quantidade ingerida. No entanto, não é fácil de atingir este objetivo. Em muitos casos, a quantidade de ração distribuída excede os requisitos, que conduz a excesso de despesas pelo produtor e poluição da água. Em outras 15 situações, a quantidade distribuída é menor do que a que é exigida, resultando na limitação do crescimento dos peixes e, muitas vezes, aumentando a heterogeneidade no tamanho dos peixes.

A quantidade de alimentos propensos a serem ingeridos é influenciada por inúmeros estímulos que podem iniciar, prolongar ou interromper a ingestão dos alimentos. Estes estímulos podem resultar em mudanças significativas no comportamento alimentar a curto, médio ou longo prazo (Guillaume et al., 1999).

## **2.5 Melhoramento genético da tilapia**

As pesquisas nas áreas de genética e melhoramento são marcadamente responsáveis pela maior eficiência de produção e aumento da produtividade das lavouras e pecuárias tradicionais. Na produção animal, o sucesso das aplicações genéticas tem sido mais aparente na bovinocultura de corte e de leite, na suinocultura e avicultura (Santos, 2009).

De acordo com a World Fish Center, (2004). Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de programas de melhoramento genético na aquacultura é a marcação individual dos peixes e a consequente impossibilidade de construção dos pedigrees, no entanto, algumas técnicas vêm sendo utilizadas nesse sentido, como por exemplo, os marcadores tipo Floy tags, que consistem em pequenos pedaços ovais de plástico coloridos aderidos ao dorso dos peixes por meio de um fio de nylon . Outro método seria o uso de microchips implantados sob a pele dos animais, sendo mais prático e eficiente que o anterior.

Ambas as técnicas exigem que os peixes atinjam um tamanho suficiente para serem marcados, em torno de 30 gramas, além de demandarem muito trabalho e recursos financeiros, e por isso, os poucos programas de melhoramento que existiam no Brasil eram baseados, até pouco tempo atrás, na seleção massal dos indivíduos (Turra et al., 2010), embora os custos adicionais de obtenção de informações de pedigree completo são mais que compensado pelo ganho em seleção (Gall & Bakar, 2002).

Em peixes, o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, baseados em informações individuais e de parentes, iniciou na década de 1970 com salmões e trutas (Gall; Cross, 1978; Gjerren; Bentsen, 1997; Gjerde; Gjedrem, 1984; Kinghorn, 1983; Refstie, 1980), obtendo resultados, em termos de ganho genético similares aos de culturas tradicionais como, por exemplo, a variedade melhorada de salmão norueguês, com produção aumentada em mais de 60% e redução do custo médio de produção em mais de 65% de 1985 a 1995 (Ponzoni *et al* 2005, 2007).

Para peixes tropicais, os programas de tilápias e carpas são considerados referência, o mais conhecido é o método de seleção para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pelo WorldFisch Center iniciado em 1990 conduzido nas Filipinas. Experiências mostram que o melhoramento genético pode proporcionar ganhos de até 15% por geração (característica ganho em peso), em programas bem conduzidos (Eknath et al., 1993; Ponzoni et al., 2005, 2007), sendo o intervalo de geração fator determinante nos incrementos anuais, dado que o tempo gasto pelas espécies para alcançar a maturidade sexual é de apenas alguns meses.

Estimativas confiáveis dos parâmetros genéticos (herdabilidade, correlações e repetibilidade) são essenciais na planificação e execução de qualquer programa de seleção. Por exemplo, para proceder à estimativa de valores genéticos ou para o estudo



de diferentes estratégias de melhoramento, é indispensável a existência de valores confiáveis para a herdabilidade estimada dos caracteres em análise. Da mesma forma, para construir índices de seleção ou prever respostas correlacionadas, o valor estimado das correlações genéticas, fenotípicas e ambientais é de importância fundamental (Gama, 2002).

Os parâmetros genéticos são obtidos utilizando os componentes (co) variâncias, principalmente a variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ), que dividida pela variação total ou variância fenotípica ( $\sigma^2_p$ ) se obtém a herdabilidade ( $h^2$ ) que pode ser interpretada com a parte da variância total que é devida ao efeito aditivo dos genes que controlam a característica em questão. A correlação genética entre duas características (X e Y) pode ser obtida pela relação entre a covariância genética aditiva das duas características e raiz quadrada do produto das variâncias genéticas aditivas de cada característica, o que pode indicar se a expressão das duas características é controlada, em sua maioria, pelo mesmo grupo de genes (Pereira, 2004).

Os programas de seleção em tilápias têm se voltado quase sempre para as características de velocidade de crescimento, como o ganho em peso diário ou peso à despesca. As estimativas de variabilidade genética encontradas para o peso de espécies aquáticas têm sido maiores que as encontradas em animais terrestres (Gjerdrem, 2000; Hallerman, 2003). Ponzoni et al. (2005) encontram o valor de 0.34 para herdabilidade do peso à despesca em um experimento com 63 famílias de tilápias GIFT, esse valor foi similar aos do trabalho de Gall e Bakar (2002), que encontraram herdabilidades de 0.26 para população base, com 42 famílias, e de 0.20 após a seleção.

Em um trabalho com apenas 16 famílias, Lopez-Fanjul e Toro (1990) encontraram o valor de herdabilidade do peso à despesca de tilápias de 0.04. Essas divergências de resultados demonstram que um programa ou um experimento mal delineado, com poucas observações, pode resultar em estimações não confiáveis dos parâmetros genéticos e consequentemente em equívocos no planejamento de um programa de melhoramento genético.

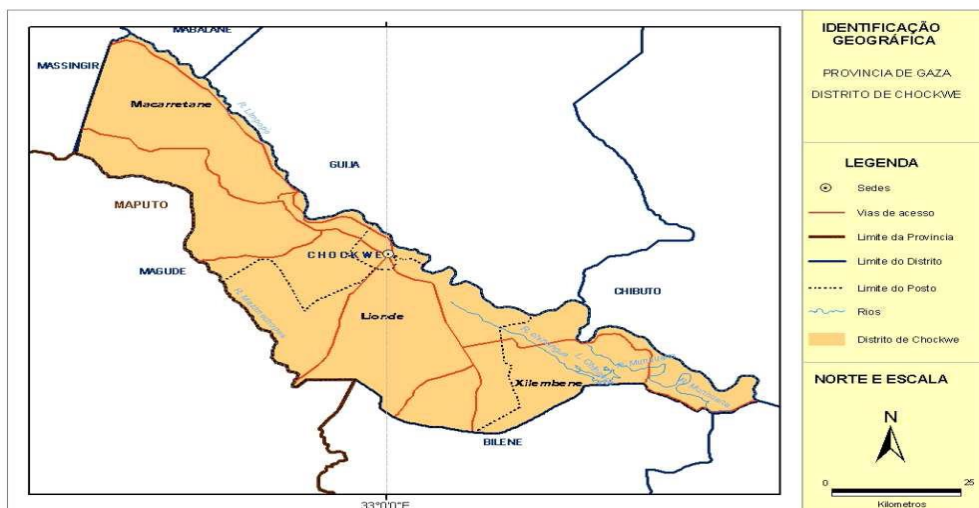
### 3. MATERIAIS E METODOS

#### 3.1 Localização geográfica

O experimento foi montado no Centro de Pesquisa em Aquacultura, que se localiza no Posto Administrativo de Mapapa na localidade do mesmo nome, distrito de Chókwè, Província de Gaza, de Agosto de 2020 a Setembro de 2020.

O distrito de Chókwè está situado na província de Gaza, em Moçambique. A sua sede é a cidade do Chókwè (figura 2). Tem limites geográficos, a norte com o distrito de Mabalane, a norte e nordeste com o distrito de Guijá, a leste com o distrito do Chibuto, a sul com os distritos de Limpopo e Bilene e a oeste é limitado pelo distrito de Magude da província de Maputo (MAE, 2005).

O clima do distrito é dominado pelo tipo semiárido (seco de savana), onde a precipitação varia de 500 a 800mm, confirmando o gradiente do litoral para o interior, enquanto a evapotranspiração potencial de referência (ET<sub>o</sub>) é da ordem dos 1400 a 1500 mm. As temperaturas médias anuais variam entre os 22°C e 26°C e a humidade relativa média anual entre 60-65%. A baixa pluviosidade, aliada às elevadas temperaturas, resulta numa acentuada deficiência de água. A irregularidade das chuvas ocasiona estiagem e secas frequentes, mesmo durante a estação das chuvas.



**Figura 2:** Mapa de localização geográfica do local de estudo (distrito de Chókwè)

**Fonte:** Instituto Nacional de Estatística, (2008).

### 3.2 Materiais

Para a preconização dos objectivos acima traçados foram necessários os materiais, e insumos abaixo mencionados;

Qtd	Materias	Finalidade
01	Escova	Lavagem das hapas
01	Gadanha	Corte do capim nos taludes
01	Acincho	Remoção de capim
01	Oxímetro (OxyGuard)	Monitorar a qualidade de água (Temp, Oxigen..)
01	pHmetro (OxyGuard)	Equilibrar o Potencial hidrogenio e a alcalinidade do solo e da água
01	Disco de Secchi	Medir a transparencia da agua
01	Balança de precisão	Medir o peixe no momento da biometria
02	Balde	Serve para tranportar o peixe no momento da biometria
02	Bacia	Acomodar o peixe no momento da pesagem (biometria)
01	Punça	Serve para coletar o peixe na hapa
12	Estacas	Serve para fixar as hapas
01	Caderno	Registro de dados
01	Esferografica	Registro de dados no caderno
<b>Materia Prima</b>		
150	Peixe	Animais usados no experimento
	Ração	Alimento alternativo do peixe

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Preparação de tanques**

##### **3.3.3.1 Limpeza e desinfecção**

Antes do início do experimento fez-se a limpeza do tanque, que consistiu na retirada da vegetação nos taludes, bermas do tanque e matéria orgânica existente, e foi feita a desinfecção a sol.

##### **3.3.3.2 Calagem e Fertilização**

A calagem e fertilização foi feita depois da limpeza, tendo-se medido o pH do solo, o cal foi aplicado dentro e nas laterais do tanque, foi aplicado 484kg de CaO (cal virgem). Depois da calagem, aguardou-se um período de 15 dias para a aplicação de fertilizante orgânico (Estérico de galinhas). O adubo orgânico foi aplicado na proporção calculada de 1000 kg/há tendo-se aplicando 151.25 kg numa área de 3025m<sup>2</sup> para auxiliar a produtividade primária (Plâncton) no meio aquático.

##### **3.3.3.3 Abastecimento de água no tanque**

Uma semana depois da fertilização o tanque foi abastecido, utilizando a água do canal do regadio de Chókwé por gravidade ate as caleiras de abastecimento, para garantir a qualidade colocou-se filtros nas caixas de derivação e nas caleiras de abastecimento para impedir a entrada de larvas de sapos e alevinos selvagens dentro do tanque. A renovação da água ocorria quando se verificava insuficiência de oxigênio ou mesmo quando os níveis de fertilização estavam acima do desejado

#### **3.3.2 Ensaio**

##### **3.3.2.1 Povoamento**

No tanque de experimento, foram povoados alevinos com peso que variavam de 0.25 g a 0.5g, saudáveis sem necroses e com todas as estruturas do corpo, sendo provenientes de duas gerações (primeira e segunda geração) da *O. Mossambicus* melhoradas geneticamente num sistema semi-intensivo.

### 3.3.2.2 Alimentação

Os alevinos foram alimentados com ração LFL, tendo como fonte suplementar o plâncton existente nos tanques por ser um dos alimentos preferidos do peixe em meio natural. A ração foi administrada 6 vezes ao dia no intervalo de 1h das 9 as 14h respectivamente, a quantidade de ração foi calculada com base no peso vivo dos peixes, como ilustra a equação abaixo:

$$\text{Ração diária} = \frac{\text{NP} \cdot \text{PI} \cdot \% \text{ da RD}(3\%)}{100} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: PI: Peso Individual; NP: Número de Peixes e RD: Ração Diária.

### 3.3.2.3 Maneio sanitário

Para o controlo da sanidade dos peixes, eram preparados três (3) tanques de betão de dimensões iguais 1x2x1x2 localizados no sector de melhoramento genético, foram lavados e limpos, desinfectados a sol, foram enchidos com água do furo que contém teor de sal com objetivo de minimizar se não eliminar quaisquer ameaças de doenças que poderiam por em risco o ensaio, esse processo era feito quinzenalmente nos dias em que realizava a biometria.

## 3.4 Qualidade da água

Durante o experimento, foi feito o monitoramento das seguintes variáveis de qualidade de água (Transparência, oxigénio dissolvido, temperatura e pH) O controlo de oxigénio, pH e temperatura foi realizado diariamente e duas vezes ao dia as 07hrs da manhã e 14hrs da tarde mediante o uso do multiparâmetro (Oxiguard 02) e para o controle da transparência foi usado o disco de Secchi que era feito diariamente obedecendo o estado do tempo, visto que nos dias de céu nublado não era possível a extração desses dados.

## 3.5 Desempenho Zootécnico

No desempenho zootécnico foram mensuradas as variáveis: Conversão Alimentar Aparente (CAA) com base na equação 2; Ganho de Peso Diário (GPD) equação 3; Taxa de Crescimento Semanal (TCS) equação 4; Percentagem de Crescimento Semanal (PCS) equação 5; Biomassa Total (BT) equação 6; Taxa de Sobrevivência (TS) equação 7.

### 3.5.1 Factor de conversão alimentar

O factor de conversão alimentar aparente foi calculado através da equação 1:

$$FCA = QRF / BTP \text{ Claudio (2015)} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

QRF = Quantidade de ração fornecida e

BTP = Biomassa total produzida

### 3.5.2 Ganho de Peso Diário (GPD)

Para estimar o ganho de peso diário foi utilizado equação 2:

$$GPD = P_F - P_I / ND \text{ Claudio (2015)} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

$P_F$  = Peso final,

$P_I$  = peso inicial e

ND = número de dias de cultivo

### 3.5.3 Taxa Específica de Crescimento (TEC)

No cálculo da taxa específica de crescimento foi utilizada equação 3:

$$TEC = (P_F - P_I) / (T/7) \text{ IIP Mocambique (2015)} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

PF = peso final,

PI = peso inicial,

T = intervalo de tempo entre biometrias sucessivas (dias).

### 3.5.4 Percentagem de Crescimento Semanal (PCS)

Na determinação da percentagem de crescimento semanal foi utilizada equação 4:

$$PCS (\% \times \text{semana}^{-1}) = 100 \times (P_F - P_I) / (T_F - T_I) / 7 \text{ IIP Mocambique (2015)}$$

Equação (5)

Onde:

$P_F$  = biometria final,

$P_I$  = biometria inicial,

$T_F$  = data da biometria,

$T_I$  = data da biometria anterior

### 3.5.5 Biomassa total

A biomassa total produzida foi calculada com base na equação 5:

$$BTP \text{ (kg)} = (P_F - P_I) \times n^\circ \text{ de peixes existentes} / 1000 \quad \text{Equação (6)}$$

Onde:

$P_F$  e  $P_I$  = peso final e o peso inicial

### 3.5.5 Taxa de Sobrevivência Final (TSF)

Na determinação de taxa de sobrevivência final (S) foi utilizada equação 6:

$$TS \text{ (\%)} = (NFP / NIP) \times 100 \quad \text{Equação (7)}$$

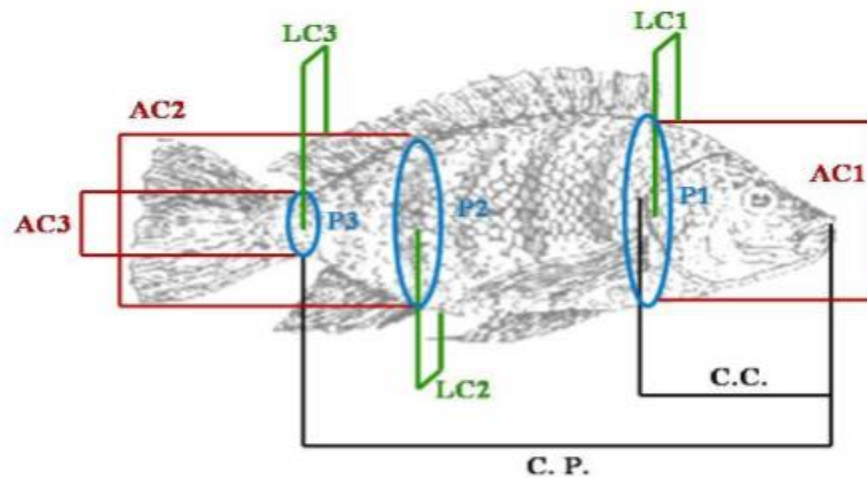
Onde:

NIP = número final de peixes e

NIP = número inicial de peixes

### 3.5 Parâmetros morfométricos

Foram medidos (figura 3): Comprimento da cabeça (CC), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo; Comprimento padrão (CP), compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o menor perímetro do pedúnculo (inserção da nadadeira caudal); Alturas do corpo medidas à frente do 1º raio das nadadeiras dorsal (AC1) e anal (AC2) e na menor circunferência do pedúnculo (AC3); Larguras do corpo tomadas na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (LC1) e anal (LC2) e na menor circunferência do pedúnculo (LC3); Perímetros tomados na região do 1º raio das nadadeiras dorsal (P1) e anal (P2) e na menor circunferência do pedúnculo (P3), Diodatti (2006).

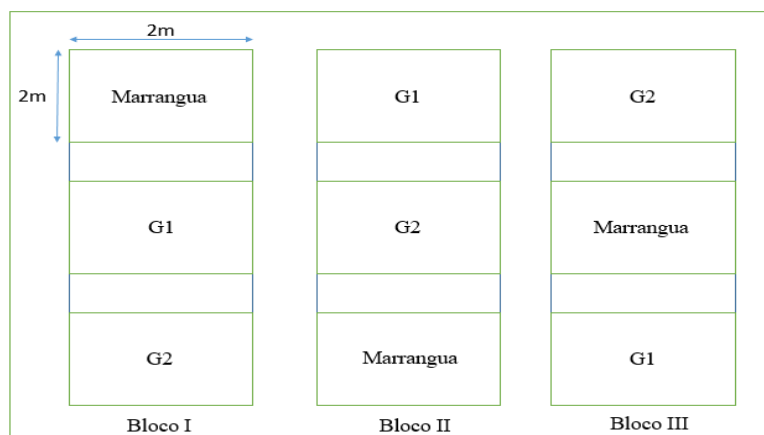


**Figura 3:** Variáveis morfométricas da tilápia

Fonte: Diodatti, 2006

### 3.6. Análise estatística

Os dados colectados foram organizados na planilha Excel, submetidos a análise de variâncias (ANOVA) em esquema DBC com três blocos (figura 4) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



**Figura 4:** Layout experimental

Fonte: Autor.

Onde: G1 Significa, Primeira Geração melhorada geneticamente.

Onde: G2 Significa, Segunda Geração melhorada geneticamente.

Onde: Marrangua, Linhagem não melhorada



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

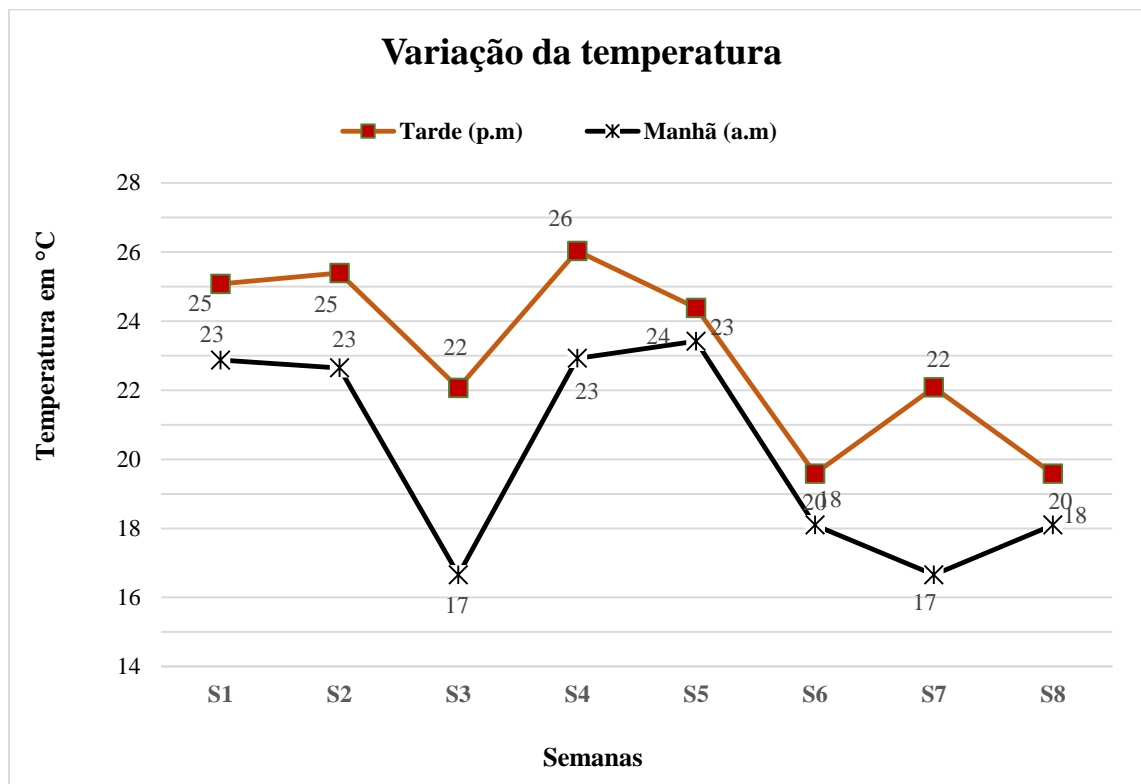
### **4.1 Qualidade da água**

A manutenção de uma boa qualidade da água é essencial para a sobrevivência e o crescimento ideal da cultura organismos. Fatores ambientais governam o crescimento, a sobrevivência e o consumo de ração da tilápia (Brett, 1979; Fry, 1971) e a aquacultura quase depende da qualidade da água, ou seja, qualidades do ambiente aquático. Portanto, os parâmetros de qualidade da água avaliados no presente estudo são: temperatura, oxigênio dissolvido, cor, transparência e profundidade.

#### **4.1.1 Temperatura**

Os resultados ilustrados na figura (5) mostraram que a temperatura em todas as semanas no tanque escavado de melhoramento genético variou de 17- 23°C com o valor médio de 21.5 °C no período de manhã e 18-26 °C valor médio de 22.37°C no período da tarde, tendo se verificado um decrescimo acentuado da temperatura nas semanas 3 e 7 que deve estar aliado com as chuvas registadas nesse período. Essa faixa de temperatura favorece a sobrevivência e reprodução da tilápia, o que muitas vezes não ocorre abaixo de 20°C (Popma & Masser, 1999).

Aminul (1996) no seu experimento, afirmou que a temperatura da água variou de 28 a 35 ° C é adequado para a piscicultura. E no estudo feito por Begum, et al., (2014) a temperatura da água variou de 30 a 34,5 ° C com a média de 31,20° C, esses valores estão acima dos encontrados no presente estudo que podem estar flutuando devido às mudanças da sazonalidade, mudanças de brilho do sol, hora e duração do dia, pois o experimento decorreu num período que se notou baixas temperaturas.



**Gráfico 1:** Variação da temperatura no período da manhã e tarde nos tanques.

**Fonte:** Autor

As temperaturas da água do experimento variaram de 17 a 26°C em ambos períodos (manhã e tarde) durante o experimento, o que foi semelhante aos achados de (Rahman, 2005), (Asaduzzaman, 2005) e (Kunda, et al., 2008). (FAO, 1981) e observaram que a temperatura ótima para a produção aquática foram 23-31°C, 25-30 ° C e 26,5-31,5 ° C, respectivamente, o que assemelhou-se aos achados no presente estudo.

No estudo de variação de temperatura feito por Begum, *et al.* (2014) verificaram que os níveis de temperatura diferiram significativamente entre os seis tanques de terra com mais análise (DMRT) indicando uma média significativamente maior temperatura ( $26,5 \pm 24,4$  ° C) no tanque de controle do que todos os outros tanques de terra, cujos níveis variaram entre 23,5 e 24,5 ° C. Houve diferenças significativas em temperatura em relação à duração do estudo (dias) sendo que a temperatura mais alta ( $25,67 \pm 24,53$  ° C), foi registrado no dia 98, enquanto o mais baixo ( $22,99 \pm 1,63$  ° C) foi registrado no dia 42, resultados similares foram encontrados no presente estudo.

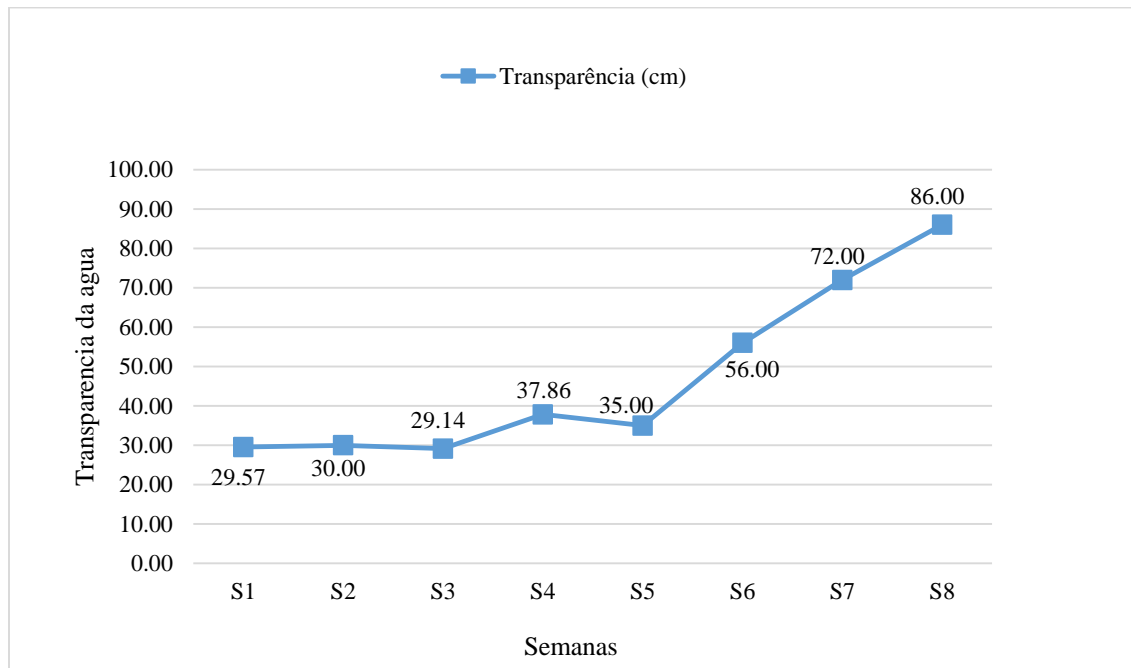
Temperaturas entre 20 e 36 ° C foram relatadas por vários pesquisadores como sendo adequadas para a cultura de tilápia,

De acordo com Kausar e Salim (2006), por exemplo, o faixa de temperatura preferida para o crescimento ideal da tilápia em lagoas está entre 25 e 27 ° C. FAO (2011) relatou o faixas de temperatura preferidas entre 31 e 36 ° C, enquanto Ngugi et al. (2007) deu um intervalo entre 20 e 35 ° C como ideal para a cultura de tilápia. Nos estudos anteriores FAO não estão consistentes com encontrados no presente estudo sendo esses valores alto e sendo consistente com os encontrados por de Kausar e Salim e Ngugi *et al.* visto que a temperatura mais alta registada foi de 26°C.

#### **4.1.2 Transparência**

A transparência da água indica grosseiramente a presença ou ausência de partículas naturais de alimentos de peixes, bem como a produtividade de um corpo da água. E em uma relação inversa com a abundância de plâncton. Boyd (1990), observou que a transparência da água foi afetada por muitos fatores, como lodo, organismos microscópicos, matéria orgânica suspensa, estação do ano, latitude e intensidade da luz, aplicação de esterco, pressão de pastejo dos peixes e chuva. Transparência entre 15 a 40 cm é apropriado para a piscicultura.

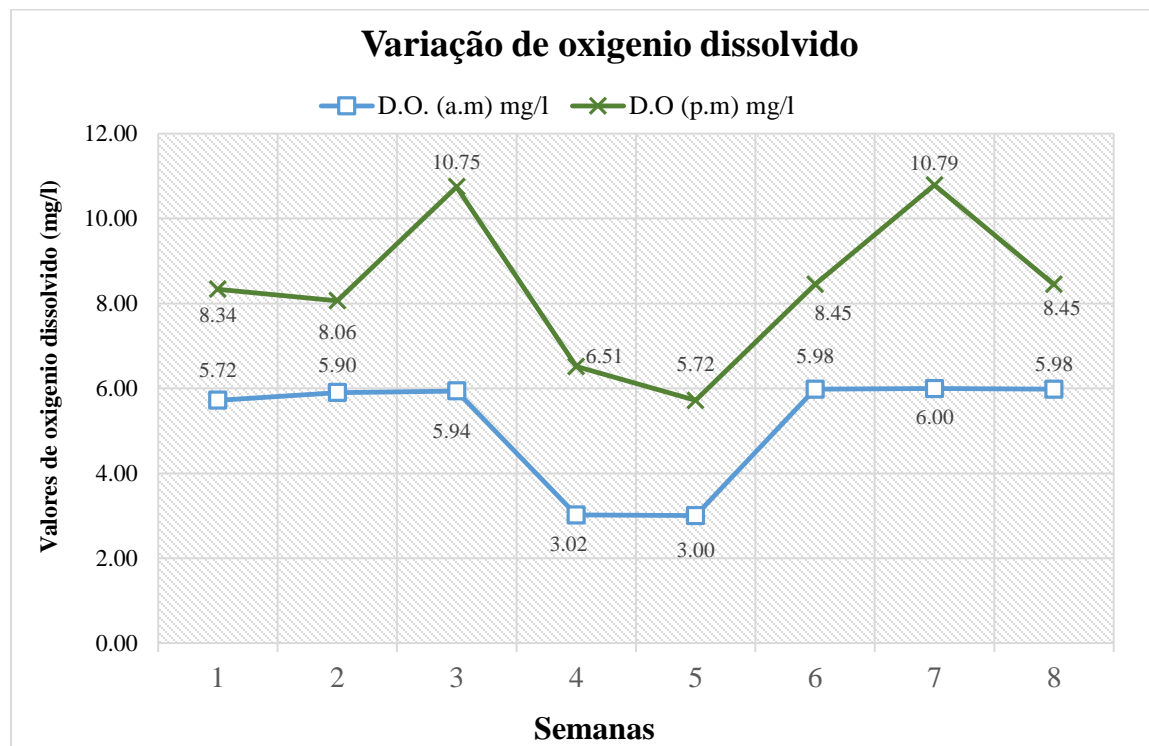
O (grafico 2), ilustra os valores médios de transparência da água, que foram 29.57 a 86.00 sendo esses valores muito alto dos recomendados por alguns autores diferindo aos achados de Kohinoor, et al. (2001) como valores registrados variando de 15-58cm. Wahab, et al. (1995) sugeriu que a transparência da água produtiva deve ser de 40 cm ou menos.



**Grafico 2:** Variação da transparência

#### 4.1.3 Oxigenio Dissolvido

Os gases, que se encontram dissolvidos nas águas naturais, o mais importante e crítico é oxigênio. Manter bons níveis de OD na água é essencial para uma produção bem-sucedida, uma vez que o oxigênio ( $O_2$ ) tem influência direta no consumo de ração, resistência a doenças e metabolismo. Um nível abaixo do ideal é muito estressante para os peixes. O fornecimento regular de oxigênio dissolvido é necessário para todos os tipos de organismos aquáticos exceto bactérias anaeróbicas. Portanto, é importante manter continuamente o oxigênio dissolvido em níveis ótimos acima de 3,5 ppm. Neste estudo, (Grafico 3) o oxigênio dissolvido variou de 3,00 a 5,98 mg/L no período da manhã com média de  $5.19 \pm 1,26$  mg/L e no período da tarde com media de  $8.38 \pm 1.66$  mg/L. (Dof, 2005) relataram que a faixa de oxigênio dissolvido adequada para piscicultura seria de 5,0 a 8,0 mg/L.



**Gráfico 3:** Variação de índice de oxigênio dissolvido no tanque no período da manhã e tarde.

A concentração de oxigênio dissolvido no presente estudo foi semelhante aos achados por Alam *et al.* (1997), Ali *et al.* (2004) e Asaduzzaman (2005) que registraram oxigênio dissolvido variou de 4,0 a 7,0, 4,3 a 6,9 e 1,2 a 7,2 mg/L, respectivamente, mais ou menos semelhante ao presente estudo. Boyd (1998) encontraram a concentração desejada de DO 5-15 mg/L que estava longe dos achados deste estudo.

Resultados ilustrados na gráfico 3 demonstram os valores de OD variando de forma não uniforme, sendo que foram observados alguns casos de baixa concentração de OD na 4 e 5 semana que pode ter sido o resultado de um aumento absorção por microorganismos durante a decomposição da matéria orgânica acumulada no tanque. No que diz respeito ao diurno variações de oxigênio em diferentes momentos, os resultados mostraram diferentes tendências nos valores, embora os níveis mais baixos de OD tenham sido registados em ambos periodos sendo consistente com o resultados do estudo de Boyd (2010) que também observou que em aquacultura, o nível mais baixo de concentração de OD ocorra à noite.. Para além dessas baixas concentrações encontradas, foram registados valores maximos de 10.75mg/l de OD na 3 semana no periodo da tarde e 5.94 no periodo da manhã, assim como na 7 semana. Alguns autores como Toufeek & Korium (2009) relatam que

no verão a concentração de OD pode ter um máximo de 7,58 mg/l e no inverno com uma média de  $6,79 \pm 0,15$  mg/l. Esses valores ( $> 5$  mg/l) favorecem a sobrevivência dos peixes, reprodução e saúde.

De acordo com Riche e Garling (2003), o OD preferido para o crescimento ideal de tilápia está acima de 5 mg/L. Outros pesquisadores, no entanto, provaram que a tilápia pode tolerar condição de alto teor de oxigênio super saturação de até 40 mg/L (Tsadik e Kutty, 1987). No limite inferior, Ross (2002) observou que a concentração de OD de 3 mg/L deve ser o mínimo para um ótimo crescimento da tilápia. Geralmente, o crescimento e a produção dos peixes são maior em lagoas com maior concentração de OD (Bartholomew, 2010). Neste estudo, registou-se níveis mínimos de OD de menos de 3 mg/L na 4 e 5 semanas.

#### **4.2 Desempenho zootecnico**

Os valores médios das variáveis de índices zootecnicos analisadas, das gerações melhoradas 1e2 e a não melhoradas, encontram-se descritos na tabela 2. A geração 1(G1) e a geração 2(G2), nao houve diferença significativa comparado com a linhagem não melhorada Marrangua G0, para essas duas gerações melhoradas os maiores valores estão apresentados em GPD ( $1.42 \pm 0.16$ ;  $1.51 \pm 0.18$ ), CA ( $1.65 \pm 0.20$ ;  $1.78 \pm 0.13$ ;  $1.61 \pm 0.03$ ), PCS ( $4.55 \pm 0.08$ ;  $5.60 \pm 0.14$ ), BT ( $14 \pm 0.92$ ;  $13 \pm 0.36$ ), respectivamente. Já para a linhagem não melhorada Marrangua G0, apresentou uma maior eficiência na conversão alimentar embora não ter apresentado uma percentagem possitiva no crescimento, este facto esta aliado por este não possuir genes melhorados.

Existe uma relação positiva entre o crescimento e a frequência de alimentação (Riche, et al., 2004). No entanto, Crampton (1991) demonstrou que pode não ser necessário alimentar diariamente a fim de obter taxas máximas de crescimento. Também De Silva e Anderson (1995) observaram que além de um certo nível, a alimentação excessiva não influencia no crescimento e resulta em deficiências crescimento. O excesso de ingestão causa um pior FCR, acima do que o peixe realmente precisa.

Os resultados do presente estudo (tabela 2) demonstraram um ganho de peso diario maior que afectaram a biomassa total no final de 60 dias, este ganho de peso deve estar aliado com o consumo alimentar. Não estando de acordo com De Silva e Anderson (1995) em que experimentam uma alimentação excessiva onde observaram não existencia de influência no crescimento, mas estando

de acordo com os de Riche *et al.* (2004) que observou uma relação positiva entre crescimento e frequência de alimentação. A redução da conversão alimentar denota um aproveitamento deficiente do alimento consumido, o que reduz a qualidade da água, pois aumenta a quantidade de resíduos liberados para o ambiente, além de aumentar o custo da produção aquícola (Seo *et al.*, 2008).

**Tabela 2:** Valores de média, Desvio Padrão (DP), Mínimo, Máximo, Coeficiente de variação (CV) do Peso Inicial, Ganho de peso diário, Conversão alimentar aparente, percentagem de crescimento semanal, Biomassa total e Taxa de sobrevivência.

Tratamentos	Índices zootécnicos				
	Peso Inicial	Ganho de peso diário (g)	Conversão alimentar aparente	Percentagem de crescimento semanal (%)	Biomassa total (g)
Marrangua	0.03 ± 0.03 <sup>A</sup>	1.38 ± 0.15 <sup>A</sup>	1.61 ± 0.03 <sup>C</sup>	3.71 ± 0.22 <sup>A</sup>	11.7 ± 0.07 <sup>B</sup>
G1	0.29 ± 0.02 <sup>A</sup>	1.42 ± 0.16 <sup>A</sup>	1.65 ± 0.02 <sup>B</sup>	4.55 ± 0.08 <sup>B</sup>	13.3 ± 0.36 <sup>A</sup>
G2	0.32 ± 0.02 <sup>A</sup>	1.51 ± 0.18 <sup>A</sup>	1.78 ± 0.13 <sup>A</sup>	5.60 ± 0.14 <sup>C</sup>	14.0 ± 0.92 <sup>A</sup>

**Legenda:** valores médios seguidos de letras iguais na mesma coluna não apresentaram diferenças significativas ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey em cada índice analisado; G1 e G2 = Geração 1 e 2.

Fonte: Autor, 2021.

No estudo realizado por Schwarz *et al.*, (2016) verificou que na utilização da levedura íntegra resulta em uma menor conversão alimentar e de ganho de peso aos 60 dias mostrando diferenças significativas. Os resultados do presente estudo estão de acordo com os encontrados por estes autores, tendo se verificado baixo índice de conversão alimentar, que possivelmente esteja aliado com a qualidade de ração fornecida ao longo da experimentação. Segundo Hepher (1988) alimentos de baixo valor nutricional melhoram o consumo alimentar, porém há um menor aproveitamento do alimento. Schwarz *et al.* (2010) destacam que o uso da levedura *S. cerevisiae* melhora a conversão alimentar ( $p < 0,01$ ) para a dosagem de 0,2%, estando de acordo com o presente estudo.

A taxa de crescimento específico foi significativamente maior na geração 2. De acordo com Ahmed (2010) menciona que os peixes, de uma maneira geral, perdem peso quando a taxa de alimentação é menor do que a necessária para a manutenção diária do organismo; no entanto, com o aumento da disponibilidade de alimento e a consequente ingestão deste pelos peixes, ocorre um

ajuste linear entre a taxa de crescimento específico e a taxa de alimentação. Esta relação entre o crescimento e a taxa de arraçoamento também foi observada nos estudos com juvenis de peixe-rei marinho (*Odontesthes argentinensis*) e para o *Heteropneustes fossilis* (Tesser & Sampaio, 2006; Khan & Adibi, 2010).

#### 4.3 Parametros morfometricos

**Tabela 3:** Valores médios, Desvio Padrao (DP), coeficiente de variacao (CV) da analise morfometrica do comprimento total (CT), Comprimento padrão (CP), Comprimento da Cabeça (CC), Altura do corpo (AC), Largura do Corpo (LC) e Razões morfometricas.

Variáveis	Tratamentos					
	G1		G2		Marrangua	
	Media ± DP	CV (%)	Media ± DP	CV (%)	Media ± DP	CV (%)
<b>CT</b>	14.07 ± 0.89 <sup>B</sup>	6.33	17.67 ± 1.80 <sup>A</sup>	10.19	14 ± 1.50 <sup>B</sup>	10.71
<b>CP</b>	11.40 ± 1.02 <sup>B</sup>	8.95	13.63 ± 0.30 <sup>A</sup>	9.54	9.75 ± 0.67 <sup>C</sup>	6.87
<b>CC</b>	3.99 ± 0.4 <sup>A</sup>	10.03	3.39 ± 0.28 <sup>B</sup>	8.26	4.17 ± 0.20 <sup>A</sup>	4.80
<b>AC</b>	4.60 ± 0.36 <sup>B</sup>	7.83	5.50 ± 0.60 <sup>A</sup>	10.91	4.70 ± 0.43 <sup>A</sup>	9.15
<b>LC</b>	2.14 ± 0.22 <sup>B</sup>	10.28	2.40 ± 0.34 <sup>A</sup>	14.17	1.98 ± 0.04 <sup>C</sup>	2.02
Razões morfométricas						
<b>CC/CP</b>	0.35 ± 0.02 <sup>A</sup>	5.71	0.24 ± 0.03 <sup>C</sup>	12.06	0.42 ± 0.04 <sup>A</sup>	9.35
<b>AC/CP</b>	0.40 ± 0.04 <sup>B</sup>	9.91	0.40 ± 0.01 <sup>B</sup>	2.48	0.48 ± 0.01 <sup>A</sup>	2.07
<b>LC/CP</b>	0.18 ± 0.01 <sup>AB</sup>	5.33	0.17 ± 0.02 <sup>B</sup>	11.36	0.20 ± 0.02 <sup>A</sup>	9.84
<b>LC/AC</b>	0.46 ± 0.02 <sup>A</sup>	4.30	0.43 ± 0.02 <sup>B</sup>	4.58	0.42 ± 0.01 <sup>B</sup>	2.37

**Legenda:** valores médios seguidos de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% em cada índice analisado; G1 e G2 = Geração 1 e 2.

Caracteres morfológicos podem apresentar alta plasticidade em resposta a diferenças nas condições ambientais, como abundância de alimentos e temperatura (Allendorf e Phelps *et al.*, 1988; Swain *et al.*, 1999; Wimberger, 1992), e são mais suscetíveis à variação morfológica induzida pelo ambiente (Allendorf *et al.*, 1980; Wimberger *et al.*, 1992). Os peixes se adaptam rapidamente por modificações de sua fisiologia e comportamento às mudanças ambientais. Essas modificações finalmente mudam sua morfologia. Os resultados morfométricos mensurados no presente estudo estão apresentados na tabela 3 consistindo no comprimento corporal total (TL), Comprimento da cabeça (HL), largura do corpo (BW), altura corporal (BH). Comprimento padrão (CP).



Nesses parâmetros morfométricos, foram observadas diferenças significativas ( $p\text{-value}<0.05$ ), onde, o maior comprimento da cabeça foi encontrado no Marrangua e na geração 1 em todas essas medidas foram diferentes na geração 2 que apresentou menor tamanho com média de  $3.39\pm 0.1$ . Os valores médios das medições da geração 2 foram ligeiramente superiores às da Marrangua, e G1 nos parâmetros de comprimento total, comprimento padrão, altura corporal e largura do corpo. A razão para a grande variação na morfometria das gerações utilizadas pode ser devido à variação nas variáveis ambientais do local de estudo onde os peixes foram obtidos e os fatores desconhecidos que pode estar impactando negativamente no melhoramento da espécie. Os resultados encontrados no presente estudo não diferem significativamente das conclusões de um estudo anterior que relatou a morfometria de *Tillapia zilli* que tiveram maiores valores em suas medições em comparação com o *Oreochromis niloticus* (Fagburo, et al., 2016), embora não tenha utilizado *O. mossambicus*. Da mesma forma o resultado do comprimento total e peso corporal de *Oreochromis niloticus*. As variações podem ser devido às diferenças ecológicas fatores nas diferentes localizações dos ecossistemas com seus diferentes qualidades ambientais.

No estudo realizado por com González, et al., (2016) com o objetivo de caracterizar traços morfológicos e merísticos e suas variações entre duas populações diferentes (selvagem e cultivadas) de *Cichlasoma festae*, uma espécie nativa de rios equatorianos tropicais referenciou que dentre os caracteres morfométricos, os mais utilizados são o peso corporal (PC), comprimento total (TL), comprimento padrão (SL) e comprimento da cabeça (HL). Para o efeito encontrou o peso médio de *Cichlasoma festae* de todos os dados variaram de 55,8 a 152,0 g com um valor médio de 90,45g. O valor de TL variou entre 12,5 e 25,0 cm com um valor médio de 18,27 1,75 cm, SL variou entre 9,8 e 19,0 cm com um valor médio de 14,14 1,58 cm, e HL variou entre 4,4 e 6,5 cm com um valor médio de 5,35 0,48 cm. Apesar da espécie estudada ser diferente os parâmetros morfológicos mensurados não diferem significativamente com os do presente estudo.

## 5. CONCLUSÕES

No estudo do desempenho zootécnico de duas gerações melhoradas tem efeito produtivo em comparação a linhagem não melhorada. A conversão alimentar, os índices de sobrevivências e biomassa total são as variáveis que mostraram maior eficiência do melhoramento. Com base nessas variáveis, concluiu-se que o uso de linhagens melhoradas pode aumentar a produtividade da tilápia de moçambique *O. mossambicus* com índices de sobrevivências mesmo em situações extremas.

As variações morfológicas determinadas nesse trabalho fornecem uma visão sobre o melhoramento da espécie *O. mossambicus*. Este experimento mostrou uma ligeira diferenciação morfológica entre a primeira e segunda geração. A segunda geração teve boa aptidão morfológica em relação a geração 1 e Marrangua, mostrando desta forma um bom desempenho morfológico da espécie depois do melhoramento que permitiu um rápido crescimento de modo a atender à demanda alimentar e também as razões genéticas.

Com o período estudado, permitiu concluir também que, com o melhoramento genético da tilápia de moçambique (*O. mossambicus*), a sua biomassa final pode atingir um pico de produção de 250g da tilápia aumentando assim o rendimento produtivo da espécie e melhoria de aspectos socioeconómicos dos produtores e da comunidade em geral.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

- ✓ Com o objectivo de manter as informações genéticas das espécies em melhoramento genético, devera se fazer análises genéticas em mais locais para pesquisas futuras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alamada, R. F., & Oliveira, V. C. (1996). Dominance hierarchies and social structure in captive groups of the Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* (Teleostei Cichlidae). *Ethology Ecology & Evolution*, pp. 39 - 55.
- Alcom. (1994). Aquaculture in the 21st Century in Southern Africa. . *ALCOM Report* , 48.
- Almada, R. F., & Oliveira, C. (1998). "Dynamics of social interaction during group formation of the male cichlid *Oreochromis Mossambicus*. *Acta Ethologica*, pp. 57 - 59.
- Aminul, I. M. (1996). Qualities of water and Soil in Aquaculture. *Fish Week Compilation*.
- Amorim, M., Fonseca, C. P., & Almada, P. J. (2003). "Sound production during courtship and spawning of *Oreochromis mossambicus*: male–female and male–male interactions. *Journal of Fish Biology*, 658–672.
- Asaduzzaman, M. (2005). The Potentials of Organic Farming of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Bangladesh.
- Balshine-Earn, S., & David, J. D. (1998). On the evolutionary pathway of parental care in mouth-brooding cichlid fish. *The Royal Society*, pp. 2217-2228.
- Begum, A., Mondal, S., Ferdous, Z., Zafar, M. A., & Ali, M. M. (2014). impact of water quality parameters on monosex tilapia (*oreochromis niloticus*) production under pond condition. *Int. j. anim. fish. sci.*, 14-21.
- Bhujel, R. (2000). A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. *Aquaculture.*, 27-59.
- Boyd, C. E. (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture., 482.
- Brett, J. R. (1979). Environmental factors and growth. *Fish Physiology*.
- Breves, J., Seale, A., Moorman, B., Lerner, D., Moriyama, S., Hopkins, K., & Grau, E. G. (2014). Pituitary control of branchial NCC, NKCC and Na<sup>+</sup> gene expression in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Comp. Physiol.*, 513-523.

- Canonico, G., Arthington, A., McCary, J., & Thieme, M. (2005). The effects of introduced tilapia on native biodiversity. . *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosystm*, 463 – 483.
- Crampton, J. (1991). A new HyperCard stack for digital cartography.
- Daupota, A., Siddiqui, P., A. G., Narejo, N., Shah, S., Khan, N., & Dastagir, G. (2014). Effect of Dietary Protein Level on Growth Performance, Protein Utilization and Body Composition of Nile Tilapia Cultured in Low Salinity Water. *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies.*, 135 – 147.
- Davis, L., Bradley, K., Lim, C., Lerner, D., Hirano, T., & Grau, E. (2010). Effects of 11-ketotestosterone and fishmeal in the feed on growth of juvenil tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, 143 – 149.
- DoF. (2005). Matshya Pakkha, Department of Fisheries, Ministry of Fisheries and Livestock. 132.
- El-Sayed, A.-F. (1999). Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture.*, 149 – 168.
- Fagbuaro, O., Abayomi, O., FA, O.-O., Olafusi, T., & Oluwandare, A. (2016). Comparative biometric variations of two Cichlidae: *Oreochromis niloticus* and *Tilapia zilli* from a dam in South western Nigeria. . *American Journal of Research Communication* , 119-129.
- FAO, F. a. (1981). Farming of freshwater prawns, A manual for the culture of the giant river prawn.
- FAO, F. a. (2012). Fisheries and Aquaculture Department. p. 1102.
- Fasakin, E., Serwata, R., & Davies, S. (2005). Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mossambicus*) diets. *Aquaculture*, 329 – 338.
- Froese, R., & Pauly, D. e. (2007). *Oreochromis mossambicus*. *Fish Base*, pp. 22 - 37.
- Fry, F. E. (1971). The effects of environmental factors on the physiology of fish. *Fish Physiology*, 1-98.
- Gjedrem, T. (2012). Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture. *Aquaculture*, 12-22.

- Gjedrem, T., & Baranski, M. (2009). Selective breeding in aquaculture: an introduction. *Methods and technologies in fish biology and fisheries*, 221.
- González, M. A., M, J., Rodriguez, Elena, A., Andrés, M., Antón, G., & Francisco, P. (2016). Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of *Cichlasoma f.*
- Greiner, R., & Gregg, D. (2008). Tilapia in north Queensland waterways: Risks and potential economic impacts. *Australian Centre for Tropical Freshwater Research*, 4.
- Henriques, M. (1998). Manual de Aquacultura – ostras, amêijoas, camarão, truta, salmão, tilápia, enguia, dourada, robalo, pregado. *Marca-Artes Gráficas*, 13-27.
- Kohinoor, A. H., Wahab, M. A., Islam, M. L., & Thilsted, S. H. (2001). Culture potentials of mola *Amblypharyngodon mola*; chela, *Chela cachius* and punti, *Puntius sophore* under monoculture system. *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 123-134.
- Kubitza, F. (2003). A evolução da tilapicultura no Brasil: ‘. *Panorama da aqüicultura*, 25-35.
- Kubitza, F. (2005). Antecipando-se às doenças na tilapicultura. *Panorama da Aquicultura*, 15 -23.
- Kunda, M., Azim, M. E., Wahab, M. A., Dewan, S., Roos, N., & Thilsted, S. H. (2008). Potential of mixed culture of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* and self-recruiting small species mola *Amblypharyngodon mola* in rational rice-fish/prawn culture systems in Bangladesh. *Aquaculture*, 506-517.
- Lèveque, C. (2002). Out of Africa: the success story of tilapias. *Environmental Biology of Fishes*, 461 - 464.
- Lucas, J., & Southgate, P. (2003). Aquaculture – Farming Aquatic Animals and Plants. *Fishing News Books*, 328.
- Luna, S. M. (2012). *Oreochromis mossambicus*.
- Middleton, T., Ferket, P., Boyd, L., Daniels, H., & Gallagher, M. (2001). An evaluation of co-extruded poultry silage and culled jewel sweet potatoes as a feed ingredient for hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. mossambicus*). *Aquaculture*, 269 – 280.

- Mook, D. (1983). Responses of common fouling organisms in the Indian River, Florida, to various predation and disturbance intensities. *Estuaries* , pp. 372- 379.
- Oliveira, R. V. (1995). Sexual dimorphism and allometry of external morphology in *Oreochromis mossambicus*. *Journal of Fish Biology*, 1055–1064.
- Oliveira, R., & Almada, V. (1998). Androgenization of Dominant Males in a Cichlid Fish: Androgens Mediate the Social Modulation of Sexually Dimorphic Traits. *Ethology*, 841 – 858.
- Rahman, S. M. (2005). Effects of Stocking Density of Gift Strain of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Periphyton Based Production System,.
- Riche, M., Haley, D., Oetker, M., Garbrecht, S., & Garling, D. (2004). Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 657-673.
- Russell, D., Thuesen, P., & Small, F. (2010). Tilapia in Australia – Development of management strategies for the control and eradication of feral tilapia populations in Australia. *Invasive Animals Cooperative Research Centre*, 3.
- Russell, D., Thuesen, P., & Thomson, F. (2012). A review of the biology ecology distribution and control of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Fisheries*, 533 -554.
- Seale, A., Stagg, J., Yamaguchi, Y., Breves, J., Soma, S., Watanabe, S., . . . Grau, E. (2014). Effects of salinity and prolactin on gene transcript levels of ion transporters, ion pumps and prolactin receptors in Mozambique tilapia intestine. *Genral and Comparative Endocrinology*, 146 – 154.
- Trewevas, E. (1983). Tilapiine Fishes Of The Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* And *Danakilia*. *Comstock Publishing Associates*.
- Van der Waal, B. (2002). Another fish on its way to extinction? *science in africa*, 34-35.

Wahab, M. A., Ahmed, Z. F., Islam, A., & Rahmatullah, S. M. (1995). Effect of introduction of common carp *Cyprinus carpio* (L) on the pond ecology and growth of fish in polyculture. *Aquaculture Research*, 619-628.

Webb, A., & Maughan, M. (2007). Pest Fish Profiles: *Oreochromis mossambicus* Mozambique tilapia.



# Apêndices

**Apêndice 1:** Figuras do ensaio

**Figura 5:** Preparação do tanque (A) e alevinos usados no experimento (B)



**Figura 6:** Medição de parâmetros morfométricos (C) e Fertilização do tanque com NPK (D)



**Figura 7:** Preparação do tanque (E) e enchimento da água no tanque (F)



**Figura 8:** Medição de parâmetros de qualidade de água (G) e registo de dados (H)

