



Universidade Eduardo Mondlane  
Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Título:**

Análise económica e desempenho produtivo de juvenis de Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano (*Clarias gariepinus*) como fonte de proteína

Agostinho Júnior Mahanjane

Quelimane, Abril de 2020



Universidade Eduardo Mondlane  
Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

**Título:**

Análise económica e desempenho produtivo de juvenis de Tilápia Nilótica (*O. niloticus*) submetidos a dietas com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano (*C. gariepinus*) como fonte de proteína

Autor: Agostinho Júnior Mahanjane

Supervisor: Professor Doutor António Mubango Hogueane

Quelimane, Abril de 2020

## Declaração

“Declaro que esta dissertação nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau ou num outro âmbito e que ele constitui o resultado do meu labor individual. Esta dissertação é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Aquacultura Sustentável da Universidade Eduardo Mondlane”;

Quelimane, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

---

Agostinho Júnior Mahanjane

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este feito,

Com orgulho, ás minhas Filhas Eveline Suellen e Jacilene Syande;

Com Amor, á minha esposa Celeste António Maússe,

Pela paciência e suporte nos momentos que não pude estar presente e vocês tanto precisavam da minha atenção e companheirismo.

Á minha mãe (Lina Maurício Matavele), irmãos (Fernando, Maurício e Rafael), pelo encorajamento no prosseguimento dos estudos e atenção, auxílio sempre que por vós chamava.

*In memoriam* de grande Amigo e Irmão: Jacinto Nhypine Agostinho Mahanjane, pelos maravilhosos tempos que Deus proporcionou-me ao seu lado. O País Agradece!

***Não corra atrás do Sucesso, busque a excelência, que o sucesso virá atrás!***

## **AGRADECIMENTO**

- Á Deus todo poderoso, pelo dom da Vida e Sabedoria!
- Ao Carismático Professor António Mubango Hogueane, pela atenção dispensada na supervisão do trabalho, bem como no processo formativo. Que Deus lhe guarde!
- Aos colegas do Curso de Mestrado, Rosa Simbine; Isabel Mucavele; Lucrecia Jotamo; Manuel Buene; Helton Conceição e Celso Mauluquela pelo maravilhoso tempo que juntos passamos na busca de conhecimentos técnico-científico, bem como pela atenção e carinho dispensado ao longo da formação. Bênção nas vossas vidas!
- Aos jovens Luís Ernesto, João Bicente e Arlindo Munguambe (Estudantes do curso de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura no ISPG), pelo tempo dedicado na montagem do ensaio e realização de biometrias. Sucessos na vida profissional!
- Ao estimado amigo e irmão, Teófilo Ferraz, pelos ensinamentos da vida e companheirismo durante o período de formação. Que Deus ilumine os seus passos e caminhos!
- Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), pela cedência de infraestruturas para montagem do ensaio e suporte na realização das actividades. Especial abraço ao Director do Curso de Licenciatura em Engenharia de Aquacultura, Mikossa Nkole.
- Ao Fundo Nacional de Investigação (FNI), pelo financiamento do Projecto que culminou com a realização do presente trabalho.
- A todos que de forma directa ou indirecta contribuíram para a materialização deste desiderato, vai o nosso muito obrigado.

*Sua luta não termina quando sentir cansaço,  
mas sim quando atingir o sucesso tão merecido!*

## ÍNDICE

CONTEÚDOS	PÁGINAS
1. ANTECEDENTES .....	1
2. PROBLEMA DE ESTUDO .....	4
3. OBJETIVOS .....	6
3.1. Geral .....	6
3.2. Específicos .....	6
4. HIPÓTESES .....	7
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
5.1. Aquacultura .....	8
5.2. Aquacultura Mundial.....	8
5.3. Aquacultura na África Subsaariana.....	8
5.4. Aquacultura em Moçambique .....	9
5.5. Nutrição de Peixes.....	10
5.5.1. Proteína e aminoácidos em dietas para peixe .....	11
5.5.2. Carboidratos e fibra em dietas para peixe.....	12
5.5.3. Minerais em dietas para peixe.....	13
5.5.4. Energia em dietas para peixe .....	13
5.5.5. Factores anti nutricionais nas dietas .....	14
5.5.6. Uso de subprodutos de origem animal como fonte de proteína para peixe	14
5.6. Processamento do Peixe .....	16
5.6.1. Etapas de processamento do peixe.....	16
5.7. As Tilápias.....	18
5.7.1. Caracterização da Tilápia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	19
5.7.2. Classificação sistemática da Tilápia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	20
5.7.3. Alimentação Artificial da Tilápia Nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	21
5.8. Curva de Crescimento .....	21

5.9.	Análise Económica.....	22
5.10.	Qualidade da Água em Piscicultura.....	23
6.	METODOLOGIA.....	24
6.1.	Local das experiências .....	24
6.2.	Processamento dos Resíduos de Filetagem do <i>C. gariepinus</i> .....	24
6.3.	Formulação e processamento das dietas experimentais .....	25
6.4.	Análise Bromatológica.....	27
6.5.	Delineamento experimental.....	28
6.6.	Determinação de índices de desempenho zootécnicos.....	29
6.7.	Curvas de Crescimento.....	30
6.8.	Análise económica .....	30
6.9.	Parâmetros físico-químicos de qualidade da água .....	31
6.10.	Análise de dados experimentais .....	31
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
7.1.1.	Parâmetros físico-químicos de Qualidade da água .....	32
7.1.2.	Variáveis de Desempenho Zootécnico.....	33
7.1.3.	Curvas de Crescimento .....	37
7.1.4.	Custo-benefício da produção e administração da ração formulada .....	39
8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	42
8.1.	Conclusões .....	42
8.2.	Recomendações.....	42
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	43

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Produção de Aquacultura em Moçambique	9
Figura 2 - Etapas de processamento do peixe	17
Figura 3 - Exemplar de Tilápia nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> );	19
Figura 4 - Localização da Área de Estudo	24
Figura 5 - Esquema do desenho experimental	28
Figura 6 - Realização de biometria (coleta, medição do comprimento e peso)	29
Figura 7 - curvas de crescimento (comprimento) em função dos tratamentos	38
Figura 8 - curvas de crescimento (peso) em função dos tratamentos	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - exigências nutricionais de juvenis de <i>O. niloticus</i>	21
Tabela 2 - composição centesimal de ingredientes utilizados na formulação das dietas	26
Tabela 3 - níveis de inclusão dos ingredientes nas dietas experimentais	27
Tabela 4 - composição centesimal das dietas experimentais	27
Tabela 5 - valores médios semanais de parâmetros físico-químicos de qualidade da água	32
Tabela 6 - valores médios e desvio padrão do peso corporal (g), comprimento corporal (mm) e fator condição de juvenis de tilápia nilótica alimentados com as dietas experimentais	34
Tabela 7 - variáveis de desempenho zootécnico de juvenis de <i>O. niloticus</i> alimentados com as dietas formuladas	37
Tabela 8 - custo de produção de rações alternativas	39
Tabela 9 - indicadores de eficiência econômica	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Por cento
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
Ca	Cálcio
cm	Centímetro
CMDG	Comprimento Médio Diário Ganho
CMG	Comprimento Médio Ganho
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DCC	Delineamento Completamente Casualizado
ED	Energia Digestível
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FB	Fibra Bruta
FP	Farinha de Peixe
FRB	Farinha de Resíduos de filetagem do Bagre Africano
FSP	Farinha de Silagem de Peixe
g	Gramas
GPR	Ganho de Peso Relativo
h	Horas
IC	Índice de Custo
IEE	Índice de Eficiência Económica
IFN	<i>International Feed Number</i>
INAQUA	Instituto Nacional de Aquacultura
ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
Kcal/kg	Quilocalorias por quilograma
kg	quilograma
LNHAA	Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos
Lt	Comprimento total
max.	máximo
mgL <sup>-1</sup>	miligramas por litro
min.	mínimo
MS	Matéria Seca
Ñdect.	Não detectado
NRC	<i>National Research Council</i>
O.D.	Oxigénio Dissolvido
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PMDG	Peso Médio Diário Ganho
PMG	Peso Médio Ganho
T	Temperatura
T1, T2, T3, T4	Tratamentos 1,2,3,4, respectivamente
TCE	Taxa de Crescimento Específico
TEP	Taxa de Eficiência Proteica
TS	Taxa de Sobrevivência
u.n.d.	Unidade

## **Resumo**

O sector aquícola em Moçambique encontra-se em franco desenvolvimento, embora enfrente constrangimentos inerente á lacuna existente entre a demanda e oferta de peixe, devido aos elevados custos dos factores de produção. O uso de insumos localmente disponíveis para o fabrico de rações, pode auxiliar na redução dos custos de produção. A presente pesquisa objectivou avaliar a viabilidade económica e desempenho zootécnico de juvenis de Tilápia nilótica alimentados com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano como fonte de proteína. O estudo realizou-se na unidade piscícola do ISPG em Lionde, durante 60 dias, assentado em um DCC, com 4 tratamentos (T1-0%, T2-50%, T3-75% e T4-100%) e 4 repetições, perfazendo 16 unidades experimentais, povoadas com 25 juvenis cada. Um total de 400 animais com peso e comprimento médio inicial de  $58.12 \pm 7.06g$  e  $102.05 \pm 5.22mm$ , respectivamente, foram usados no estudo. As dietas foram balanceadas usando o método de quadrado de Pearson. Os parâmetros de qualidade de água avaliados foram pH, oxigênio dissolvido, temperatura e transparência, os quais apresentaram-se dentro das faixas ótimas para o cultivo da espécie em estudo, exceptuando a temperatura que apresentou valores médios mínimos e máximos de  $18.81 \pm 1.37$  e  $24.10 \pm 0.35^{\circ}C$ , respectivamente. As rações com inclusão de farinha de resíduos de Bagre Africano, nas proporções analisadas (0, 50, 75 e 100%), apresentaram resultado de desempenho zootécnico estatisticamente semelhante á ração controle ( $P < 0.05$ ), porém resultado econômico inferior. Os resultados indicam que a farinha obtida através de resíduos de processo de filetagem do Bagre Africano pode com sucesso substituir a farinha de peixe a 50 e 75% sem comprometimento do desempenho produtivo de juvenis de Tilápia nilótica. Substituição total (100%) apresenta desempenho inferior, embora em termos estatísticos, seja semelhante aos remanescentes tratamentos. Economicamente, a FRB apresentou potencial na redução de custos na alimentação, quanto maior foi a taxa de inclusão de FRB, menor custo de produção/kg foi observado.

## **Palavras-chave:**

Resíduos de filetagem, Desempenho Zootécnico, Bagre Africano, Eficiência Económica.

## **Abstract**

Mozambique's aquaculture sector is in rapid development, although it faces constraints inherent the gap between fish demand and supply due to high input costs. The use of locally available feed materials can help reduce production costs. This research aimed to evaluate the economic viability and zootechnical performance of Nilotic Tilapia juveniles fed different levels of African Catfish fillet meal as a protein source. The study was conducted at the ISPG fish unit in Lionde for 60 days, based on a DCC, with 4 treatments (T1-0%, T2-50%, T3-75% and T4-100%) and 4 repetitions, making 16 experimental units, populated with 25 juveniles each. A total of 400 animals with weight and initial mean compliance of  $58.12 \pm 7.06$ g and  $102.05 \pm 5.22$ mm, respectively, were used in the study. Diets were balanced using Pearson's square method. The water quality parameters evaluated were pH, dissolved oxygen, temperature and transparency, which were within the optimum ranges for the cultivation of the species under study, except for the temperature that presented minimum and maximum average values of  $18.81 \pm 1.37$  and  $24.10 \pm 0.35$ °C, respectively. The diets with the inclusion of flour from African catfish residues, in the analyzed proportions (0, 50, 75, and 75%), presented a result of zootechnical performance statistically similar to the control diet ( $P < 0.05$ ), but lower economic result. The results indicate that the flour obtained from African Catfish fillet residues can successfully replace fish flour at 50 and 75% without compromising the productive performance of juveniles of Nilotic Tilapia. Total substitution (100%) shows inferior performance, although, in statistical terms, it is similar to the remaining treatments. Economically, FRB showed potential in reducing food costs, the higher the FRB inclusion rate, the lower the production cost/kg was observed.

## **Key words:**

Filleting waste, Zootechnical Performance, African catfish, Economic Efficiency

## 1. ANTECEDENTES

O peixe constitui uma fonte vital de proteína de alta qualidade, fornecendo cerca de 17% da proteína animal, nutrientes e vitaminas essenciais consumidos pela população mundial, sendo que 10 a 12% dessa população encontra a sua subsistência na pesca e aquacultura como oportunidade de melhorar a sua dieta (FAO, 2014).

A FAO (1994), aponta que o desenvolvimento da aquacultura em sistemas semi-intensivo e intensivo induz a introdução de padrões de alimentação cada vez mais eficientes, com base nas necessidades nutricionais de cada espécie em cultivo, bem como o fornecimento de uma nutrição ideal com vista a reduzir o tempo de cultivo e otimização de custos de alimentação, apontados como sendo responsáveis por 50 a 70% dos custos operacionais nesses sistemas.

Moçambique possui potencialidades para o desenvolvimento da aquacultura, tais como acesso a terra e a água de boa qualidade, um ambiente de negócios estável e pelo facto de aquacultura constituir prioridade para o Governo (Companhia, 2011; Murama *et al.*, 2015). Contudo, este sector depara-se com constrangimentos inerentes à falta de infraestruturas, alevinos de boa qualidade, ração para peixe, fraca assistência técnica e acesso limitado ao crédito. Chirindza (2010), aponta que em Moçambique, as tilápias constituem a principal espécie de cultivo em piscicultura, com 94% da produção, seguida pela Carpa comum com 5% e outras espécies (peixe gato e outras espécies) com 1%.

Na década 80, a Farinha de Peixe foi utilizada como um importante ingrediente em rações para suínos e aves, devido a sua alta qualidade nutricional e preço baixo, representando cerca de 80% dos ingredientes. No entanto, a partir de 2010, a demanda por farinha de peixe registou um crescimento na produção aquícola e diminuição no sector pecuário, sendo que na última década passou de 68% para 88% (Higuchi, 2015). Actualmente, o custo da farinha de peixe constitui um dos principais limitantes na aquacultura e, segundo Hoffmann *et al.* (1997), a lucratividade desta atividade está intimamente relacionada à oferta mundial e ao custo da proteína da ração.

Fontes não-convencionais de proteína animal na dieta têm sido experimentadas como substitutos da farinha de peixe com vários níveis de sucesso. Abd-Rahman-Jabir *et al.* (2011), investigou o uso de farelo de super-verme (*Zophobas morio*) na dieta de juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*); Tibbetts *et al.* (2006), reportaram o potencial do uso de subprodutos de crustáceos (cabeça de camarão e caranguejo) e subprodutos animais (subproduto de frangos de corte, plumas hidrolisadas) na substituição de farinha de peixe em dietas para peixes cultivados.

Segundo a FAO (2014), a redução global na produção da farinha de peixe tem sido devido ao decréscimo nas capturas de anchoveta (*Engraulis ringens*), facto este que faz com que actualmente, a farinha de peixe (FP) esteja a ser produzida a partir de resíduos de peixes, que anteriormente eram descartados, constituindo 35% da produção de farinha de Peixe mundial.

Resíduo de peixe refere-se às sobras e subprodutos do processamento do pescado o qual apresenta valor relativamente baixo, caracterizado por conter cabeça, nadadeiras, pele, escamas e vísceras, sendo que em função da espécie, pode chegar a 70 % em relação ao peso total (Higuchi, 2015).

Actualmente, os resíduos de peixe são amplamente reaproveitados para a produção de farinha de peixe para a produção de ração animal (Boscolo *et al.*, 2004), embora existam inúmeras aplicações dos mesmos na alimentação humana, onde partes como carcaças e cabeças podem ser utilizados para a produção de caldos ou sopas (Godoy *et al.*, 2010); como fertilizantes agrícolas (López-Mosquera *et al.*, 2011); e na produção de silagem (Oliveira *et al.*, 2014).

A qualidade da farinha produzida a partir de resíduos de processamento pode oscilar, devido ao facto destes serem constituídos por proporções de ossos, escamas e nadadeiras, apresentando geralmente excesso de minerais, elevado teor de glicina e prolina, e ainda menores teores de proteína (FAO, 2014). A sua composição nutricional varia de acordo com a matéria prima, máquinas e equipamentos utilizados, sendo desse modo, passível de avaliações e classificações (Cardoso, 2017). Higuchi (2015), destaca que um dos principais constrangimentos á qualidade nutricional da farinha de resíduos, tem sido a fraca padronização no processamento e na composição dos resíduos. Outrossim, destaca que as quantidades de resíduos dependem do rendimento de carcaça dos peixes, a qual modifica em função do tipo de processamento, da espécie de peixe e também do tamanho do peixe.

Em função da espécie, regista-se uma diferenciação relativamente á percentagem dos resíduos gerados, sendo assim, pode-se observar que a cabeça e peso da gordura visceral são maiores para o Bagre Africano (24,92% e 9,62%, respectivamente) em relação à Tilápia do Nilo (16,03% e 7,65%, respectivamente) (Higuchi, 2015).

Segundo apontado por Barson e Avenant-Oldewage (2006), O Bagre Africano (*C. gariepinus* -Burchell, 1822) é um peixe alimentício amplamente distribuído em África, sendo igualmente uma das melhores espécies alvo da aquacultura e pesquisa biológica. Esta espécie foi seleccionada no presente estudo para produção de farinha a partir dos

resíduos da sua filetagem, devido a sua maior distribuição e constante presença nas pescas que são feitas nos diferentes centros de pesca na Província de Gaza. Outrossim, constitui uma espécie pouco aceite como alimento pelas populações residentes na província, especialmente nas zonas urbanas, provavelmente devido a sua pigmentação, buscando-se desse modo alternativas á disponibilização do peixe (em forma de filé).

Embora subprodutos da filetagem de peixes tenham atributos de qualidade que os tornam um potencial substituto da farinha de peixe em dietas, em Moçambique poucos estudos reportam sobre o uso de farinha de resíduos de filetagem de peixe como ingrediente em rações para peixe. O presente estudo tem como foco a avaliação da viabilidade económica e do desempenho zootécnico de juvenis de Tilápia Nilótica alimentados com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano como fonte de proteína.

## 2. PROBLEMA DE ESTUDO

Para que o peixe adquira um crescimento satisfatório e obtenha um tamanho ideal para comercialização, em tempo reduzido, é necessário que este seja fornecido uma dieta nutricionalmente balanceada e de alta qualidade (Gabriel *et al.*, 2007), portanto, a produção e disponibilização de alimentos para peixes é bastante crucial para o desenvolvimento e a sustentabilidade da aquacultura em África, especialmente nas áreas rurais. Gabriel *et al.* (2007), aponta que para a aquacultura desenvolver e colmatar a enorme lacuna existente entre a demanda e a oferta de peixe, especialmente na África Subsaariana, é necessário que o peixe produzido localmente tenha um papel vital de diminuir o custo de produção, o que de certa forma pode ser conseguido através do uso de ingredientes localmente disponíveis no fabrico de rações.

Dentre os peixes de cultivo, uma importante espécie é o Bagre Africano (*Clarias gariepinus*), que tem sido cultivado em sistemas piscícolas em Moçambique, principalmente na região Centro do país. Contudo, poucos estudos referem sobre as formas de consumo do bagre, no entanto aponta-se que preferencialmente é consumido defumado (no centro e norte do país) e fresco no Sul do país, embora, devido a sua pigmentação tem sofrido rejeição para o consumo. No entanto, baseando-se no apontado por Sousa *et al.* (1999), o Bagre Africano tem um rendimento de filé de 38,61%, e das partes comestíveis e tronco limpo de 46,27% e 56,67%, respectivamente, tornam-o um potencial para o mercado consumidor em forma de filé e uso dos subprodutos para outras finalidades, relacionando com a disponibilização em quantidades acessíveis, comparativamente com a tilápia nilótica que tem 36,84% de rendimento de filé e 17,8% das partes comestíveis (cabeça e músculos abdominais).

Os empreendimentos piscícolas de média escala existentes em Moçambique, especialmente na província de Gaza usam rações importadas de países vizinhos como a África do Sul e Zimbabwe, facto este que encarece os custos de produção nas unidades. Doutro lado, os produtores de baixa escala, tem recorrido aos subprodutos da agricultura para alimentação, como mecanismo de redução dos custos de produção. No presente estudo, levantou-se como problema a necessidade de formular dietas para peixe produzidas com ingredientes de fácil acesso, disponíveis localmente a baixo custo, com o intuito de suprir a grande demanda que se regista atualmente na procura de rações para peixe a custos acessíveis.

O principal ingrediente de ração para peixe é a farinha certificada de peixe, a qual tem sido adquirido a preços elevados, agravando desse modo o custo das rações. Propõe-se neste estudo a substituição parcial e total desta farinha, por uma produzida na base de subprodutos do processo de filetagem do Bagre Africano.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Avaliar a viabilidade económica e desempenho zootécnico de juvenis de tilápia nilótica alimentados com diferentes níveis de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano como fonte de proteína;

#### **3.2. Específicos**

- = Determinar os índices de desempenho zootécnico (taxa de eficiência protéica, taxa de sobrevivência, taxa de crescimento específico, ganho de peso e de crescimento);
- Elaborar e comparar curvas de crescimento de juvenis de tilápia nilótica considerando as dietas ofertadas;
- Determinar o custo-benefício da produção e administração da ração formulada.

#### **4. HIPÓTESES**

**H0:** Os diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano na dieta não é economicamente viável e não afetam o desempenho zootécnico de juvenis de *O. niloticus*;

**H1:** Os diferentes níveis de inclusão de farinha de resíduos de filetagem do Bagre Africano na dieta é economicamente viável e afetam o desempenho zootécnico de juvenis de *O. niloticus*;

## **5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **5.1. Aquacultura**

Segundo apontado por Lucas *et al.* (2019), aquacultura consiste no cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. O cultivo implica alguma forma de intervenção no processo de criação para melhorar a produção, como alimentação e proteção contra predadores, bem como a implicação na propriedade individual ou corporativa do estoque em cultivo.

No entanto, segundo os mesmos autores, dois fatores essenciais distinguem a aquacultura da captura de peixe, designadamente: intervenção para aumento do estoque e pertença do estoque.

### **5.2. Aquacultura Mundial**

Em 2016, a produção pesqueira global pela aquacultura (incluindo plantas aquáticas) registou valores superiores (110.2 milhões de toneladas) comparativamente à produção pesqueira global pela captura (90.9 milhões de toneladas). Globalmente, o continente Asiático é o maior contribuinte na aquacultura global, com cerca 89%, no entanto, destaca-se o crescimento registado pelo continente Africano nas últimas duas décadas em termos de contribuição na aquacultura global, com um crescimento médio anual de 1.7%, apontando-se o Egipto e a Nigéria como os principais produtores (FAO, 2018).

Mundialmente, as Tilápia são amplamente cultivadas em regiões tropicais e subtropicais, constituindo o segundo maior grupo de peixes de piscicultura, depois das carpas, com uma taxa de crescimento anual de cerca de 11,5% (Gammanpila *et al.*, 2007; FAO, 2016). No entanto, dentro deste grupo, as espécies Tilápia nilótica (*O.niloticus*), Tilápia de Moçambique (*O. Mossambicus*), Tilápia Azul (*O. Aureus*), *O. macrochir*, *O hornorun*, *O. galilaeus*, Tilapia Zilii e T. Rendalli, são amplamente cultivadas a nível mundial, para efeitos comerciais (El-Sayed, 1999; FAO, 2016).

### **5.3. Aquacultura na África Subsaariana**

A aquacultura na África Subsaariana foi introduzida há mais de meio século, no entanto, o desenvolvimento da mesma não seguiu passos significantes, devido a redução do alto interesse pela inovação na criação de peixes e o conseqüente encerramento de muitas empresas (Machena e Moehl, 2001). A contribuição deste continente na produção

global da aquacultura, continua incipiente, embora a segunda maior espécie amplamente cultivada no mundo, tenha surgido nesta região (Salia, 2008).

A Nigéria é o maior produtor aquícola na região Subsaariana, com uma produção constantemente crescente, sendo que em 1999 produziu 21 700 toneladas e em 2015, registrou 316 700 toneladas. O peixe gato (Bagre Africano), é a espécie mais cultivada na Nigéria, constituindo mais da metade da produção aquícola do país (FAO, 2019). Contudo, na região Subsaariana, existem outras espécies de interesse aquícola como a Tilápia (*Oreochromis spp*), cultivada em todos países da região, Camarão tigre (*Penaeus monodon*) cultivados principalmente em Madagáscar e Moçambique, Algas marinhas, na Tanzânia e principalmente em Zanzibar e Abolane (*Haliotis spp*) na África do Sul (FAO, 2006).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) contribui com 12% da produção global da região, o corresponde a 43% da produção total dos Ciclídeos na região. Esta espécie, constitui a principal na produção aquícola em 8 países da região, designadamente: Camarões, República Democrática do Congo, Costa do Marfim, Quênia, Libéria, Serra Leoa, Tanzânia e Zâmbia (FAO, 2006).

O Desenvolvimento pleno da actividade aquícola na região Subsaariana de África, está ancorada a satisfação plena da oferta e demanda por alimentos para os organismos em cultivo, sendo que para tal é importante que os governos revejam as taxas de importação de insumos indispensáveis na formulação das dietas, tais como Premix mineral e vitamínico, ingredientes proteicos, óleos essenciais e aminoácidos (FAO, 2005). Contudo, países da região como a Nigéria, África do Sul, Zâmbia, Gana, Quênia, Costa do Marfim, Uganda, Malawi e Madagáscar possuem fabricantes formais e informais de alimentos para peixes, sendo que produtores comerciais nesses países, tornaram-se especialistas na fabricação de alimentos de baixo custo para o peixe, com taxas de conversão próximas de 2:1 (FAO, 2006).

#### **5.4. Aquacultura em Moçambique**

A aquacultura em Moçambique é uma atividade relativamente nova, sendo que o cultivo de espécies de água doce como a Tilápia, vem acontecendo a décadas. O seu início foi na década de 1950 com a construção de pequenas barragens e posteriormente com a instalação de incubadoras e unidades de demonstração no Departamento de Pesca e Aquacultura da FAO em Umbeluzi (0.5ha), Sussundenga (2ha) e Chókwe (1.6 ha) (FAO, 2005).

Os sistemas de cultivo têm sido extensivos (Tilápia e algas) com poucos insumos e produção moderada, e semi-intensivo (camarão), com altos insumos e alto rendimento, representando uma fonte adicional de proteína animal, contribuindo para a segurança alimentar, estimulando o desenvolvimento regional, gerando novos empregos e reduzindo a pressão nos estoques selvagens, particularmente do camarão (FAO, 2005). As principais espécies de interesse no sector aquícola em Moçambique, cultivadas em tanques escavados são Tilápia Moçambicana (*Oreochromis mossambicus*), Tilápia do Nilo (*O. niloticus*) e Tilápia vermelha (*Tilapia rendalli*) (INAQUA, 2011; Companhia, 2011), Carpa comum (*Cyprinus carpio*) e Peixe gato (*Clarias gariepinus*) (Chirindza, 2010).

Em 2017, o sector de aquacultura em Moçambique registou uma produção de 1835 toneladas, depois de ter passado por oscilações na produção, com um pico em 2005 (1 222 toneladas) e decréscimo até 2009 (490 toneladas), conforme ilustrado na Figura 1.

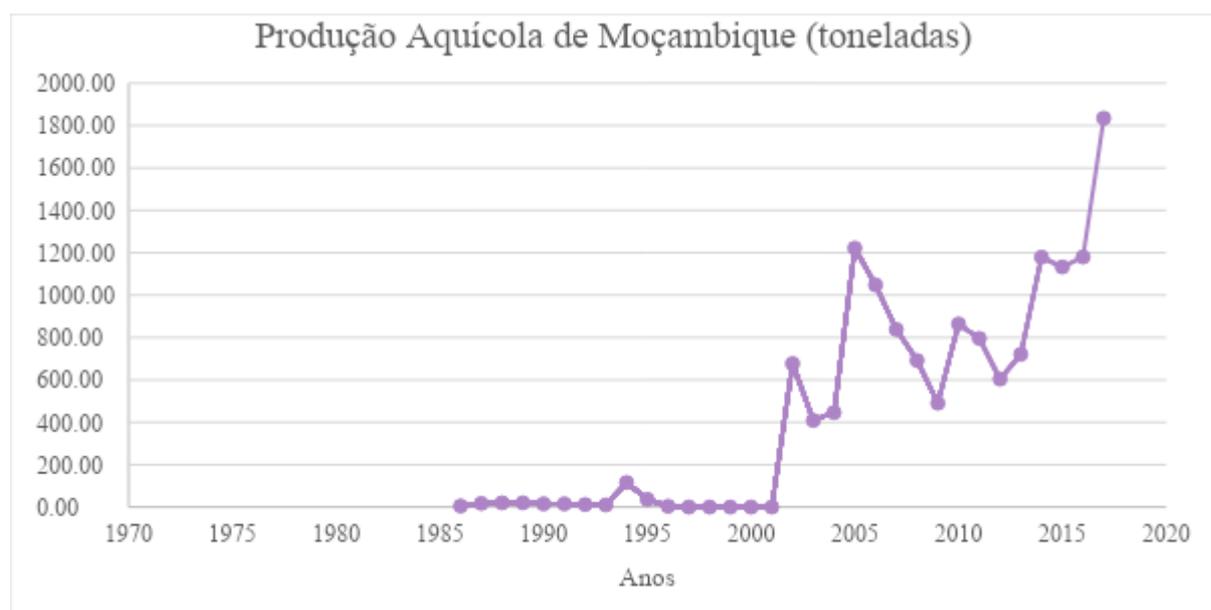


Figura 1 - Produção de Aquacultura em Moçambique; fonte: FAO FishStat (2019)

### 5.5. Nutrição de Peixes

Nutrientes são requeridos pelos animais para sustentar os processos vitais, manter o desempenho, crescimento e reprodução adequados (Mayes, 2000; Oliva-Teles, 2012). A manutenção de óptima saúde e crescimento normal de peixes, bem como para uma produção econômica sustentável e de qualidade, requer-se uma nutrição adequada, a qual é estabelecida através de fornecimento de dietas nutritivas (Pohlenz, 2014; Craig, 2017). Um grande número de factores endógenos (genética, sexo, estado fisiológico, história

nutricional) e exógenos (temperatura, estresse) afetam o destino dos nutrientes nos animais (Blaxter, 1989).

Na actividade piscícola, a alimentação tem representado cerca de 50% do custo de produção, tornando assim a nutrição um factor crítico nesta actividade. O desenvolvimento de dietas comerciais que promovam o crescimento e saúde de peixes, tem contribuído para o registo de avanços significativos na nutrição de peixes e consequentemente na indústria de aquacultura (Craig, 2017; El-Sayed, 1999)

A tolerância ao estresse e a saúde do peixe são influenciados pela qualidade das dietas e, portanto, para um adequado crescimento, eficiência alimentar e resistência a problemas de estresse e doenças, os peixes devem receber quantidades adequadas e balanceadas de dietas que atendam às suas exigências nutricionais para o estágio fisiológico específico do desenvolvimento das espécies em consideração (Trichet 2010; Oliva-Teles, 2012).

#### **5.5.1. Proteína e aminoácidos em dietas para peixe**

Proteínas são definidas por sua sequência única de aminoácidos, codificada no material genético do organismo, constituindo a estrutura primária da proteína (Buxbaum, 2007). Na natureza, mais de 300 aminoácidos ocorrem, no entanto, apenas cerca de 20 são comuns (Brody, 1999). Destes, 10 são essenciais (indispensáveis) que não podem ser sintetizados pelos peixes, devendo ser fornecidos na dieta, destacando metionina, arginina, treonina, triptofano, istidina, isoleucina, lisina, leucina, valina e fenilalanina. Os alimentos para peixes preparados com proteínas vegetais (por exemplo, farelo de soja) são tipicamente baixos em metionina, sendo frequentemente a lisina e a metionina os primeiros aminoácidos limitantes nas dietas (NRC, 2011; Zubay, 1993; Craig, 2017).

Em ambiente natural ou em cativeiro, o peixe necessita de diferentes nutrientes para manter as suas actividades fisiológicas, sendo a proteína e energia os mais importantes na composição das dietas (Navarro *et al.*, 2006). O Peixe não é capaz de sintetizar todos os aminoácidos e deve adquirir uma boa parte nas suas dietas, através do consumo de proteínas ou mistura de amino ácidos (NRC, 2011)

Os requisitos de proteína também variam em função do ambiente de criação, a temperatura e a qualidade da água, bem como a composição genética e as taxas de alimentação do peixe. A proteína é usada para o crescimento de peixes se níveis adequados de gorduras e carboidratos (energia) estiverem presentes na dieta. Caso

contrário, a proteína pode ser usada para energia e suporte à vida, em vez de crescimento (Craig, 2017).

Os aminoácidos podem ser produzidos hidrolisado proteínas, sendo que métodos químicos (ácidos ou alcalinos) e biológicos (enzimáticos) são comumente usados para a hidrólise de proteínas (Cheung *et al.*, 2009; Ruttanapornvareesakul *et al.*, 2006). Os fatores que afetam a hidrólise de proteínas são temperatura, tempo, agente de hidrólise e aditivos. Esses fatores afetam a qualidade e o rendimento (Hossain *et al.*, 2004; Fountoulakis e Lahm, 1998).

A proteína de peixe contém muitos peptídeos bioativos que são facilmente absorvidos e podem ser usados para várias atividades metabólicas. Eles podem ser usados como ingrediente funcional em muitos itens alimentares, pois possuem propriedades como capacidade de retenção de água, absorção de óleo, atividade gelificante, capacidade de formação de espuma e propriedade de emulsificação (Chalamaiah *et al.*, 2012; Kristinsson e Rasco, 2000). Devido à sua rica composição em aminoácidos, a proteína de peixe pode ser usada como complemento de proteínas de cereais, em produtos de panificação e como fonte de nitrogênio para o crescimento de microrganismos na produção de lipases extracelulares (Chalamaiah *et al.*, 2012).

### **5.5.2. Carboidratos e fibra em dietas para peixe**

Geralmente, o peixe não tem um requisito específico para carboidratos na dieta, pois, independentemente da espécie, são capazes de sobreviver e crescer quando alimentados com dietas sem carboidratos (Coway e Walton, 1999). Os carboidratos são uma fonte significativa de energia e são componentes de vários metabólitos do corpo, como glicose no sangue, nucleótidos e glicoproteínas (Lovell, 1998). A utilização pelos organismos tem sido afetada pela sua composição, complexidade molecular, estado físico e quantidade incluída na dieta (NRC, 2011).

A fibra constitui uma mistura de componentes vegetais, como lignina, celulose, hemicelulose que geralmente são indigestíveis para animais monogástricos, incluindo peixes. A fibra não tem valor funcional na alimentação dos peixes, excepto de forma passiva para controlar a taxa de movimento da ingestão através do trato digestivo, o que é pouco necessário determinar em dietas práticas para peixes (Lovell, 1998).

### **5.5.3. Minerais em dietas para peixe**

Minerais são elementos inorgânicos necessários na dieta dos organismos na realização das funções normais do corpo, refletindo desse modo, na produtividade do animal. Podem ser divididos em dois grupos - macrominerais e microminerais - com base na quantidade necessária na dieta e a existente nos peixes (Moraes *et al.*, 2009). Alguns minerais são constituintes de tecidos duros, como ossos, barbatanas e escamas e outros, como cálcio, sódio, potássio e cloridrato, têm funções no sangue ou nos fluidos corporais, como osmorregulação, equilíbrio ácido-base, transferência de elétrons e sensibilização das fibras musculares (Lovell, 1998).

Os peixes podem absorver determinados minerais directamente do meio aquático onde vivem, através de suas brânquias e pele, permitindo compensar, em certa medida, as deficiências de minerais na dieta (Moyle e Cech, 2000).

A maior parte do cálcio encontrado no corpo dos peixes (99%) está no tecido esquelético e nas escamas. Além de suas funções estruturais nos ossos, o cálcio é essencial na coagulação sanguínea, função muscular, transmissão de impulsos nervosos, osmorregulação e como co-factor durante vários processos enzimáticos (Lovell, 1998). A tilápia criada em água sem cálcio requer cálcio na dieta para um crescimento ideal, sendo que em termos de exigência na dieta é de 0.90% (Lovell, 1998) e 0.70% (Ribeiro *et al.*, 2012).

Cerca de 85 a 90% do fósforo no peixe está no osso complexado com cálcio para formar apatita ou fosfato tricálcico, igualmente participa no processo intermediário da formação da parede intestinal, na atividade das enzimas digestivas e na formação dos ossos (Moraes *et al.*, 2009). Sinais proeminentes de deficiência de fósforo na dieta em peixes são um fraco crescimento e mineralização óssea (Lovell, 1998). Em termos de exigência de Fósforo para a Tilápia do nilo é de 0.50% (Ribeiro *et al.*, 2012).

### **5.5.4. Energia em dietas para peixe**

Os peixes se alimentam para atender às necessidades de energia, desse modo, dietas com níveis excessivos de energia podem resultar em menor ingestão de alimentos e menor ganho de peso e, dietas com conteúdo energético inadequado pode resultar em ganho de peso reduzido (Kaushik, 1994). Energia não é um nutriente, esta é libertada durante a oxidação metabólica de carboidratos, gorduras e aminoácidos. Os requisitos absolutos de energia do animal podem ser quantificados medindo o consumo de oxigênio ou a produção de calor (Lovell, 1998).

Proteínas são usadas eficazmente pelos peixes como fonte de energia devido ao mecanismo usado na excreção de nitrogênio, onde 80 a 90% do nitrogênio é excretado como amônia pelas brânquias e requer muito menos energia do que a excreção como ureia ou ácido úrico. Quantidades excessivas de proteína na dieta, em relação à energia não proteica, suprimem a taxa de crescimento dos peixes, embora não tenham grande efeito na saúde dos organismos (Lovell, 1998).

#### **5.5.5. Factores anti nutricionais nas dietas**

A maioria das fontes alternativas de nutrientes derivadas de plantas, contém uma grande variedade de substâncias anti nutricionais (Francis *et al.*, 2001). Anti-nutrientes constituem substâncias que, por si só ou por meio de metabólicos que surgem nos sistemas vivos, interferem na utilização dos alimentos e afetam a saúde e produção de animais (Makkar, 1993). São divididos em quatro grupos: (1) fatores que afetam a utilização e digestão de proteínas, como inibidores de protease, taninos, lectinas; (2) fatores que afetam a utilização de minerais, que incluem, fitatos, oxalatos, glucosinolatos; (3) antivitaminas; (4) mistura de substâncias como micotoxinas, mimosina, cianogênicos, nitratos, alcalóides, agentes fotossensibilizadores, fitoestrogênios e saponinas (Rumsey *et al.*, 1993; Francis *et al.*, 2001).

Histamina são produtos tóxicos encontrados em dietas de peixe, produzida a partir da descarboxilação bacteriana e autolítica do aminoácido histidina. Este composto é produzido durante a decomposição de peixes armazenados de forma incorreta, antes da redução em farinha de peixe. A sua presença em concentrações elevadas em dietas para peixe, reduzem a taxa de crescimento (Martin, 2016)

O ácido fítico, encontrado na maioria dos alimentos para animais, ocorre como sais de cálcio, magnésio e outros catiões divalentes. Aproximadamente 60% a 70% do fósforo nos alimentos para animais está em ácido fítico e pouco disponível para os peixes. Em quantidades elevadas, diminui a digestibilidade de proteínas nas dietas (Lovell, 1998).

#### **5.5.6. Uso de subprodutos de origem animal como fonte de proteína para peixe**

A tendência crescente do sector aquícola implica a demanda por rações de qualidade para os peixes, principalmente aquelas que satisfaçam as exigências nutricionais do organismo em cultivo. A farinha de peixe tem constituído o principal ingrediente proteico usado na formulação das dietas de peixe, no entanto, observa-se uma

limitação global devido a demanda por este produto, havendo desse modo a necessidade de pesquisar-se sobre fontes proteicas alternativas à farinha de peixe e que garantam um óptimo desenvolvimento dos organismos (El-Sayed, 1999; Tacon e Metian, 2008).

A produção limitada de farinha de peixe em conjunto com a crescente demanda e competição pela sua utilização na produção animal ajudam a elevar ainda mais o seu preço. Portanto, várias tentativas têm sido feitas para substituir, total ou parcialmente, a farinha de peixe por fontes de proteína mais baratas e disponíveis em grandes quantidades para a indústria (Abdelgany, 1997), podendo se destacar a substituição por vísceras de aves na alimentação de Piavuçu – *Leporinus macrocephalus* (Schwertner *et al.*, 2013), por subprodutos animais, farinha de carne e farinhas de sangue, em dietas para garoupa juvenil – *Epinehelus coioides* (Millamena, 2002) e por farinha de camarão, farinha de sangue, farinha de carne e ossos e farinha de subprodutos de aves, em rações para Tilápia nilótica – *Oreochromis niloticus* (El-Sayed, 2008).

Um dos subprodutos de origem animal amplamente empregues na produção de farinha de peixe, são os resíduos provenientes do processo de filetagem do peixe (Arruda, 2004; Nascimento, 2013), os quais são constituídos por cabeça e carcaças, sendo empregues para diversos fins como alimentos para consumo humano, ração para animais fertilizantes e produtos químicos (Nascimento, 2013). Não obstante a existência de vários métodos para o reaproveitamento de resíduos do processo de filetagem do peixe, actualmente o mais usado é a elaboração de farinha de peixe para a produção de ração animal, sendo igualmente uma boa maneira de gerir os resíduos, e conseqüentemente proteger o meio ambiente da poluição pelos mesmos (Hertrampf e Piedad-Pascual, 2000).

Farinha de peixe é um produto seco, obtido a partir da moagem e secagem de peixe ou dos resíduos gerados durante a captura, processamento e comercialização do mesmo (FAO, 2012). É rica em proteínas, cujo conteúdo varia amplamente e depende da espécie de peixe usada para a sua produção, estação, e a latitude onde o peixe é capturado. Constitui uma fonte excelente de aminoácidos essenciais, fosfolípidos, rica em minerais, vitaminas solúveis em água, ácidos polinsaturados n-3 e com elevado teor de cinzas. Possui propriedades químico-atraente, apesar de conter em abundância aminoácidos não essenciais, os quais variam de 11.8 a 14.9 g/16g N (Hertrampf e Piedad-Pascual, 2000).

## 5.6. Processamento do Peixe

### 5.6.1. Etapas de processamento do peixe

As etapas de processamento de peixes variam em função da espécie e têm práticas comuns para peixes selvagens e de criação. As unidades de processamento de peixe, em geral, usam as seguintes etapas: abate, classificação, remoção de lodo, descamação, lavagem, desossa, evisceração, corte de barbatanas, corte em bifês, filetagem, separação de ossos de carne, embalagem, rotulagem e distribuição (Figura 2) (Borderías & Sanchez-Alonso, 2011; Ghaly *et al.*, 2013).

**Etapa 1 - Insensibilização e abate:** constitui a primeira e mais importante etapa no processamento de peixes de água doce e de cativeiro (Ghaly *et al.*, 2013). Ocorre através de vários métodos, destacando imersão em CO<sub>2</sub>, o qual causa desequilíbrios de pH no sangue e, assim, interrompe a função do cérebro e através de imersão do peixe em água gelada, mantida a temperatura próxima de 0 °C. Neste caso, o peixe não morre devido ao choque de temperatura, mas sim por asfixia, que afeta a qualidade e textura do peixe (Borderías e Sanchez-Alonso, 2011).

**Etapa 2 - Classificação:** é feita por espécie e tamanho, de forma manual ou através de equipamento mecânico. Os instrumentos de classificação mecânicos automatizados são 6 a 10 vezes mais eficientes do que a classificação manual (Lovshin & Phelps, 1994) e apresentam como benefícios baixos custos de produção e aumento da qualidade dos produtos pesqueiros no final da cadeia de processamento (Borderías & Sanchez-Alonso, 2011).

**Etapa 3 - Remoção de lodo:** o peixe expõe muco em sua superfície como mecanismo de proteção contra condições nocivas, sendo que o mesmo cessa antes do rigor mortis (Doyle, 1995). A presença de bactérias anaeróbicas durante o processamento de peixes, induzem a produção de sulfeto de hidrogênio ao absorver compostos de enxofre do lodo, pele e carne (Granata *et al.*, 2012). Portanto, o lodo deve ser removido por lavagem contínua. O lodo presente em algumas espécies de água doce deve ser embebido em uma solução de bicarbonato de sódio a 2% e depois lavado em uma depuradora rotativa (Doyle, 1995; Lovshin e Phelps, 1994)

**Etapa 4 – Escamação:** escamas de peixe podem abrigar bactérias cuja remoção possibilitará a manutenção do peixe fresco enquanto refrigerado ou congelado (Salinas *et al.*, 2008). A escamagem pode ser feita manualmente, usando uma escova dura ou lâminas específicas ou mesmo de forma mecânica, usando escamadores elétricos, tidos como mais eficientes na eliminação de escamas e económicos no tempo (Ghaly *et al.*, 2013).

**Etapa 5 – Lavagem:** a lavagem é desencadeada com a finalidade de manter o peixe limpo e sem bactérias acumuladas nele. Fatores como proporção peixe: água, qualidade da água e energia cinética do fluxo da água, ditam uma lavagem eficaz do peixe. No processamento de peixes de água doce, recomenda-se o uso de água potável (Borderías & Sanchez-Alonso, 2011).

**Etapa 6 – Evisceração:** evisceração consiste na remoção de órgãos internos e, em alguns casos, limpeza do peritônio, tecido renal e sangue, sendo que para o efeito, o peixe é cortado longitudinalmente, de forma manual ou através de máquinas mecânicas de evisceração (Hahn *et al.*, 1998). A evisceração automatizada, aumenta o custo de processamento de peixes (Montaner *et al.*, 1995). Os órgãos internos constituem cerca de 5-8% do peso do peixe (Tejada & Huidobro, 2012).

**Etapa 7 - Remoção de barbatanas:** barbatanas constituem cerca de 1-2% do peso do peixe. Estas podem ser removidas manualmente usando uma faca ou mecanicamente, usando um disco rotativo (Morkore *et al.*, 2001).

**Etapa 8 - Produção de Bifes e filetes:** filetes são pedaços de carne que contêm apenas os músculos dorsal e abdominal, os quais são processados manualmente ou mecanicamente. A espessura média dos pedaços de peixe é de 2,5 a 4,5 cm (Peterman e Phelps, 2012).

**Etapa 9 - Separação de ossos de carne:** no processo de filetagem, cerca de 30-50% da carne é geralmente deixada ao longo das costelas e coluna vertebral. Devido á dificuldades no manuseio, em peixes menores, a perda de carne é alta (Ghaly *et al.*, 2013).

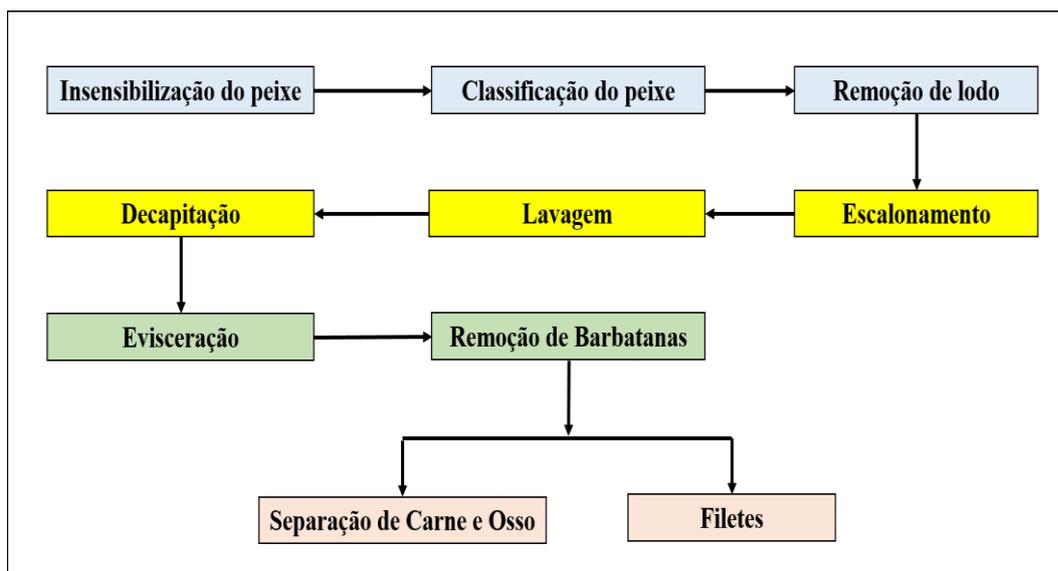


Figura 2 - Etapas de processamento do peixe (Fonte: Ghaly *et al.*, 2013)

### 5.7. As Tilápias

A designação comum “tilápia” refere a um grupo de peixe de água tropical da família Cichlidae (*Oreochromis*, *Tilápia* e *Sarotherodon spp*) que são nativos de África e do Sudoeste do Oriente médio, amplamente introduzidos em vários países desde a década de 1930 para efeitos de controlo biológico de ervas marinhas e insetos, isca para certos peixes, ornamentais e como alimento para o homem (Mjoun *et al.*, 2010; Canônico e Arthington, 2005; Wohlfarth e Hulata, 1981), sendo espécies populares para o cultivo em países tropicais em vias de desenvolvimento (Egna e Boyd, 1997).

Egna e Boyd (1997) apontam que Tilápias constituem um grupo de peixe que está crescendo em termos de importância como espécie para o consumo doméstico e para exportação. Alimentam-se de plâncton e bentos, o que os torna ideais para o cultivo em tanques adubados ou fertilizados, contudo, tem uma ótima aceitabilidade da ração artificial, e podem ser cultivados sob condições intensas com aeração e troca de água.

As tilápias são bem adequadas para aquacultura devido a sua alta taxa de proliferação e capacidade de adaptar-se a várias condições ambientais (Canônico, 2005), sendo igualmente consideradas “galinhas aquáticas” devido a facilidade do seu cultivo, ao seu potencial como fonte de proteína acessível e de alto rendimento (Coward e Little, 2001; Egna e Boyd, 1997). Apresentam um ótimo crescimento em temperaturas entre os 22°C e 29°C; normalmente a desova ocorre em temperaturas superiores a 22°C. A maior

parte das espécies de tilápia não são capazes de sobreviver a temperaturas abaixo dos 10°C e o crescimento é reduzido abaixo dos 20°C (Kama *et al.*, 2010).

Mjoun *et al.* (2010), apontam que a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) constitui a espécie de tilápia amplamente cultivada a nível global, sendo que outras espécies incluem Tilápia azul (*O. aureus*), Tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*), Tilápia de Zanzibar (*O. urolepis hornorum*) e a Tilápia vermelha (*T. rendalli* e *T. zilli*).

### **5.7.1. Caracterização da Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)**

*Oreochromis niloticus*, comumente designado por Tilápia nilótica ou Tilápia do Nilo é uma espécie amplamente distribuída pelo mundo, tendo a sua origem ligada ao antigo Egipto. É uma espécie onívora, que se alimenta de fitoplâncton, perifíton, plantas aquáticas, pequenos invertebrados, fauna bentônica e detritos orgânicos (Kour *et al.*, 2014; FAO, 2000). Contudo, em cativeiro ou em sistemas comerciais são expostos a algas ou a alimentação artificial (Moreira *et al.*, 2011; Boscolo *et al.*, 2005), aceitando facilmente alimentos granulados que contenham proteína animal ou vegetal e lípidos (Mjoun *et al.*, 2010).

A tilápia do Nilo é um peixe com escamas ciclóides, prateado, geralmente com barbatanas peitorais, dorsais e caudais avermelhadas durante a estação de desova. Possui uma barbatana dorsal com 16 – 17 espinhos e 11 a 15 raios moles (Figura 3). Barbatana anal com 3 espinhos e 10 a 11 raios, podendo atingir um tamanho médio (comprimento total) de 20 cm, sendo que a o máximo de comprimento atingido foi de 62 cm a um peso de 3.65 kg, com 9 anos de idade (Mjoun *et al.*, 2010; Kour *et al.*, 2014; FAO, 2000).



Figura 3 - Exemplar de Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*); Fonte: Autor, 2019

### 5.7.2. Classificação sistemática da Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*)

Segundo Nelson (1994), a Tilápia Nilótica apresenta a seguinte classificação sistemática

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Subfilo:** Vertebrata

**Superclasse:** Gnathostomata

**Grade:** Teleostomi

**Classe:** Actinopterygii

**Subclasse:** Neopterygii

**Divisão:** Teleostei

**Subdivisão:** Euteleostei

**Superordem:** Acanthopterygii

**Série:** Percomorpha

**Ordem:** Perciformes

**Família:** Cichlidae

**Gênero:** *Oreochromis*

**Espécie:** *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

### 5.7.3. Alimentação Artificial da Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*)

Uma ótima produção alcança-se quando o peixe em cultivo aceita muito bem o alimento artificial (de Sousa *et al.*, 1985). Alimentos artificiais podem ser completos ou suplementares. As Dietas completas fornecem todos os ingredientes (proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais) necessários para o crescimento e a saúde ideais do peixe. Dietas suplementares geralmente são usadas para ajudar a fortalecer a dieta natural, com proteínas, carboidratos e / ou lipídios extras (Craig, 2017; Robinson, 1996)

*O. niloticus* constitui uma das espécies preferidas para cultivo em cativeiro e face a isso, para além do alimento natural, está sujeita a consumir alimento artificial, tendo como exigências nutricionais as apresentadas na Tabela 1. No entanto, alimentos preparados que forneçam uma dieta completa (proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais adequados) encontram-se disponíveis em países desenvolvidos e há tendência de introdução nos países subdesenvolvidos (FAO, 2000).

Tabela 1- Exigências nutricionais de Juvenis de *O. niloticus*

Ord.	Nutrientes	Exigências (Níveis ótimos)	Fonte bibliográfica
1	Proteína Bruta (%)	40	Jauncey at. Al (1983)
2	Energia Digestível (kcal/kg)	3600	Jauncey at. Al (1983)
4	Cálcio (%)	1.097	Kandeepan (2013)
5	Fósforo (%)	0.5	Kubitza (1999)

### 5.8. Curva de Crescimento

O aumento do peso, comprimento, altura e circunferência em função da idade, caracterizam o crescimento de um organismo, o qual pode ser decorrente de fatores intrínsecos como hormônios, genética, alimentação, idade, sexo e a espécie ou extrínsecos, devido ao meio ambiente, que definem alterações nas diferentes fases de vida do animal e podem ser medidas pelo ganho de peso nessas fases (Oliveira, 2013). A descrição e predição do crescimento pode ser feito através do uso de modelos matemáticos ajustados aos dados de crescimento, aplicando regressão não linear (Dumas *et al.*, 2010).

As curvas de crescimento constituem um mecanismo de auxílio na compreensão de determinados processos envolvidos no crescimento, como alterações no tamanho, forma e composição corporal dos organismos (Lawrence e Fowler, 2002), no entanto, destaque relevante atribui-se ao crescimento dos peixes por causa dos hormônios

produzidos devido a aspectos como a alimentação, idade, sexo e o ambiente, agindo directamente sobre o metabolismo do crescimento (Cavallieri, 2016 *apud* Midhun *et al.*, 2016).

Nas variáveis ambientais destaca-se a temperatura, pelo facto da Tilápia, independentemente da espécie, em variação de temperatura abaixo de 22°C, o ganho de peso e crescimento fica directamente afetado (Cavallieri, 2016). A curva de crescimento revela-se uma ferramenta útil na avaliação do desempenho de peixes, pois, permite medir a velocidade de crescimento e níveis críticos no manejo (Costa *et al.*, 2009), podendo ser elaborada através de dados de biometrias de amostragens e aplicada na análise de fatores como ganho de peso, tamanho corporal, rendimento de carcaça e taxa de crescimento (Cavallieri, 2016 *apud* Massago *et al.*, 2010).

Regra geral, os organismos durante a vida, apresentam uma curva de crescimento sigmóide, caracterizado por um crescimento lento na primeira etapa da vida, seguido de um período de auto aceleração até o alcance do extremo máximo da taxa de crescimento (Cavallieri, 2016). A tilápia do Nilo, tem a função quadrática logarítmica como sendo a ideal para o ajuste da sua curva de crescimento (Pedrosa *et al.*, 2010).

## **5.9. Análise Económica**

A proteína constitui o ingrediente mais caro em rações para peixes, sendo que por essa via, o seu teor, qualidade e quantidade nas dietas, constituem factores importantes a serem analisados em termos de viabilidade económica e planeamento alimentar adequado concorrendo para um óptimo desempenho dos peixes (Turco *et al.*, 2014). Em dietas artificiais podem representar até 70% do custo total de produção (Marengoni, 2006).

O custo da produção em sistemas de cultivo de Tilápias, é extremamente influenciado pelo custo de rações balanceadas usadas em sistemas de produção de Tilápias (Paris, 2012), sendo, no entanto, de extrema importância que o produtor conheça a viabilidade económica da sua produção, cálculo dos custos de produção, como fatores importantes na tomada de decisão sobre sustentabilidade do empreendimento (Campos *et al.*, 2007; Crivelenti, 2006).

Em estudos de análise de desempenho económico da actividade, dentre vários procedimentos operacionais adotados, Crivelenti (2006) destaca os seguintes: descrição

do processo produtivo; inventário dos bens de capital fixo; levantamento de insumos consumidos, mão de obra envolvida, impostos e taxas pagas e do volume e valor da produção comercializada. Baseando-se nesses dados, calcula-se o custo de produção e análise dos resultados econômicos gerados pela actividade.

Coelho e Cyrino (2006), apontam que custos de produção são divididos em despesas directas e indirectas, onde as directas englobam os custos fixos e variáveis, enquanto as indirectas são constituídas por factores que não implicam gasto aparente, como as taxas de câmbio e de juros. No entanto, segundo Dubois *et al.* (2006), os custos que não variam em função da produção, são designados de fixos, por exemplo, juros de capital, impostos fixos, despesas de arrendamento.

Em estudos sobre viabilidade econômica realizados por Marengoni *et al.* (2008), em juvenis de Tilápia do Nilo cultivados sob densidades diferentes (1, 2, 3 e 4 peixes/m<sup>3</sup>) concluíram que o incremento na densidade de estocagem, influencia o desempenho produtivo, consumo de ração e conseqüentemente o custo de produção. Doutro lado, Liti *et al.* (2005) em seu estudo sobre viabilidade económica de Tilápias do Nilo alimentadas com duas dietas contendo e não, suplemento vitamínico e mineral, observaram rendimentos superiores em dietas com inclusão dos suplementos vitamínico e mineral, em detrimento das formuladas na base de ingredientes locais.

### **5.10. Qualidade da Água em Piscicultura**

A água constitui o habitat do peixe e o conhecimento dos parâmetros de qualidade da água é essencial para a sustentabilidade das unidades piscícolas (Abd-elrahman, 2011), doutro lado, constitui o principal componente dos ecossistemas aquáticos, sendo que cada característica que ela apresenta é denominada parâmetro de qualidade de água, os quais são de extrema relevância no cultivo de peixe (Diana *et al.*, 1997). Os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitratos, salinidade, transparência, alcalinidade, constituem os principais a serem controlados ou monitorados em uma unidade piscícola, pelo facto de estes influenciarem diretamente na saúde do animal, aproveitamento da alimentação e taxas de crescimento (Simbeye e Yang, 2014; Sipaúba-Tavares, 1994).

No entanto, segundo Diana *et al.* (1997), as espécies têm níveis diferenciados no que concerne às exigências em termos de parâmetros de qualidade de água. A qualidade de água em tanques piscícolas, é o maior factor determinante na produção.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Local das experiências

A pesquisa foi levada a cabo por um período de 60 dias, na unidade de produção animal do Instituto Superior Politécnico de Gaza, situada no Posto Administrativo de Lionde, Distrito de Chókwè, Província de Gaza, conforme ilustra a figura 4.

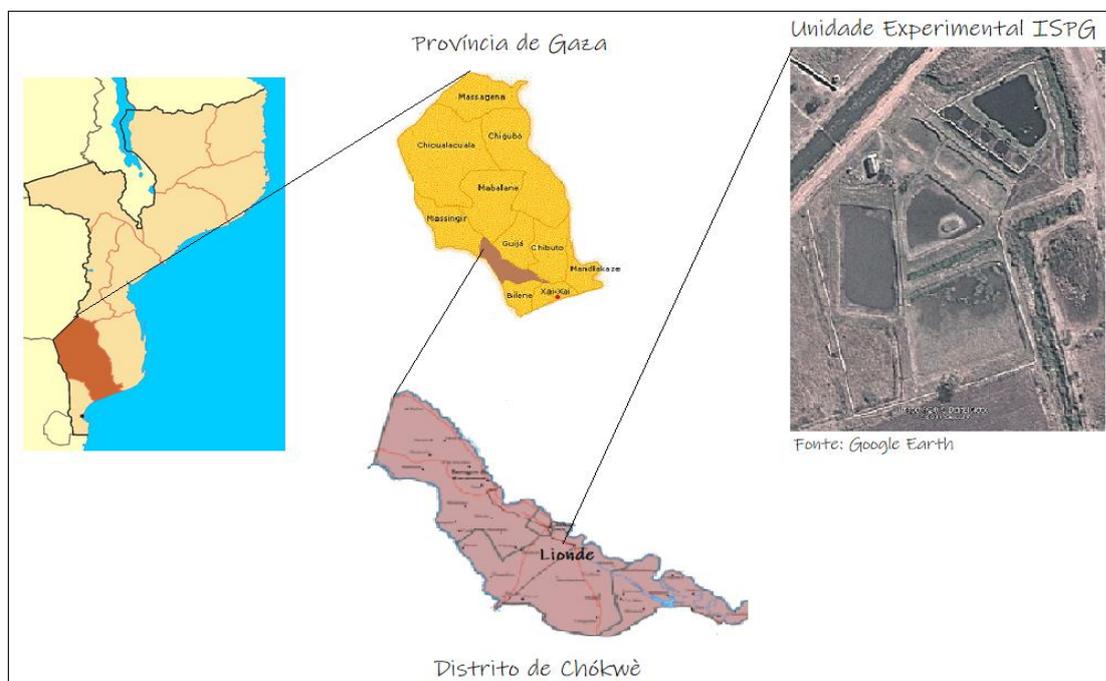


Figura 4 - Localização da Área de Estudo; Fonte: Autor (2019)

### 6.2. Processamento dos Resíduos de Filetagem do *C. gariepinus*

O *C. gariepinus* usado para produção de farinha, através dos seus resíduos, foi adquirido na empresa *PiagroPecus*, situada no Distrito de Zavala, Província de Inhambane. Para a obtenção da farinha de resíduos de filetagem, recorreu-se às etapas descritas abaixo:

**Etapa 1** – higienização dos utensílios usados, por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, por 30 minutos;

**Etapa 2** – pré-cozimento dos resíduos em uma panela de pressão por 25 minutos;

**Etapa 3** – moagem dos resíduos por formas a compor uma massa, recorrendo-se a um triturador de carnes;

**Etapa 4** - secagem em estufa com máxima circulação de ar a 90°C, por 8 horas;

**Etapa 5** – trituração em almofariz artesanal por formas a compor um pó fino (farinha);

**Etapa 6** – acondicionamento da farinha em sacos plásticos transparentes de Polietileno;

### **6.3. Formulação e processamento das dietas experimentais**

Três dietas foram formuladas usando-se o método de quadrado de Pearson para o seu balanceamento, contendo 40% (40 g 100g<sup>-1</sup>) de proteína bruta e 36 kJg<sup>-1</sup>, segundo exigências nutricionais e energéticas de juvenis de *O. niloticus* apontadas por Hlophe (2015). A Farinha de Resíduos de Filetagem do Bagre Africano (FRB) foi incluída nas dietas nas seguintes taxas 50, 75 e 100%, em substituição de farinha de peixe, correspondendo desse modo aos tratamentos T1 (controle), T2 (50% de substituição), T3 (75% de Substituição) e T4 (100% de substituição).

As Tabelas 2 e 3, ilustram respectivamente, a composição nutricional dos ingredientes usados na formulação das dietas experimentais e a formulação e composição das dietas experimentais.

Tabela 2 – Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das dietas

Ingrediente	IFN	Nutrientes						Fonte bibliográfica
		MS (%)	FB (%)	ED (Kcal/kg)	PB (%)	Ca (%)	P (%)	
FP	5-02-025	90.4*	0.80	3833.00	62.00	4.53*	2,10*	NRC (2011); Hanley (1987)
FRB	5-09-835	92.4*	0.50	3211.00	51.10	3.45*	11.65*	Subcommittee on Fish Nutrition, NRC (1993)
F. Milho		88.0	2.80	3374.00	10.20	0.14	0.66	NRC (2011);
F. Mandioca		90.3	21.87	3508.90	2.53			Azevedo <i>et al.</i> (2016)
S. Arroz	4-03-928	89.8	7.22	4489.03	13.40	Ñdect.*	0.68*	NRC (2011)
Óleo de Soja	4-07-983			8750.00				NRC (2011)

Legenda: FP- Farinha de Peixe; FRB – Farinha de Resíduos de Filetagem do Bagre Africano; F. – Farinha; S. – Sêmea

IFN - *International Feed Number (NAS/NRC)*; NRC – *National Research Council*; MS-Matéria Seca; FB-Fibra Bruta;

ED-Energia Digestível; PB – Proteína Bruta; Ca – Cálcio; P - Fósforo

. \*Resultados obtidos no Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos

Tabela 3 - níveis de inclusão dos ingredientes nas dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de substituição/tratamentos			
	T1 (Controle) 0%	T2 50%	T3 75%	T4 100%
FP	----	22.9	11.4	---
FRB	----	22.9	34.3	49.9
Farinha de Milho	----	46.2	46.3	42.3
Sêmea de Arroz	----	3.0	3.0	2.8
Farinha de Mandioca	----	2.0	2.0	2.0
Óleo de Soja	----	1.0	1.0	1.0
Sal	----	0.5	0.5	0.5
Premix (suplemento Vitamínico e mineral)	----	1.5	1.5	1.5
Cálcio (%)	<i>max</i> 0.3	1.1	1.1	1.1
Fósforo (%)	<i>min</i> 0.7	0.5	0.5	0.5
Total		100.00	100.00	100.00

Legenda: FP – Farinha de Peixe; FRB – Farinha de Resíduos de Bagre; T – Tratamentos; T1 – ração comercial da marca AquaPlus

#### 6.4. Análise Bromatológica

Para efeitos de análise proximal, amostras dos ingredientes usados na formulação das dietas (farinha de peixe, farinha de resíduos de bagre, sêmea de arroz e farinha de mandioca) bem como das dietas formuladas, foram enviadas ao Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos (LNHAA) do Ministério da Saúde, Maputo onde determinou-se a matéria seca, umidade, cálcio e fósforo, conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 - composição centesimal das dietas experimentais

	Tratamentos/dietas			
	Dieta 1 T1 (controle)	Dieta 2 T2	Dieta 3 T3	Dieta 4 T4
Proteína Bruta (%)	<i>min.</i> 40.00	38.89	37.19	39.99
Energia Digestível (Kcal/kg)	*	3536.70	3440.05	3296.87
Umidade (%w/w)	*	12.1	12.38	10.6
Fibra Bruta (%ww)	<i>max.</i> 0.3	*	*	*
Cinzas totais (%w/w)	<i>max.</i> 10.00	11.42	12.23	15.3
Cálcio (%w/w)	<i>max.</i> 0.3	2.94	4.06	4.50
Fósforo (%w/w)	<i>min.</i> 0.07	0.06	1.53	2.48

Legenda: (\*) sem informação

## 6.5. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em Delineamento Completamente Casualizado (DCC) com quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e quatro repetições por tratamento. Os tratamentos correspondem às percentagens de inclusão de varinha de resíduos de Bagre, sendo T1-0%, T2-50%, T3-75% e T3-100%.

As unidades experimentais foram constituídas por 16 hapas, de 1.5 m<sup>3</sup> (1x1x1.5m) fixos no interior de um tanque piscícola excavado com 1224 m<sup>3</sup> (42.5x24x1.20 m), equidistantes 1 metro uma hapa da outra. A Figura 5 ilustra o desenho experimental usado.

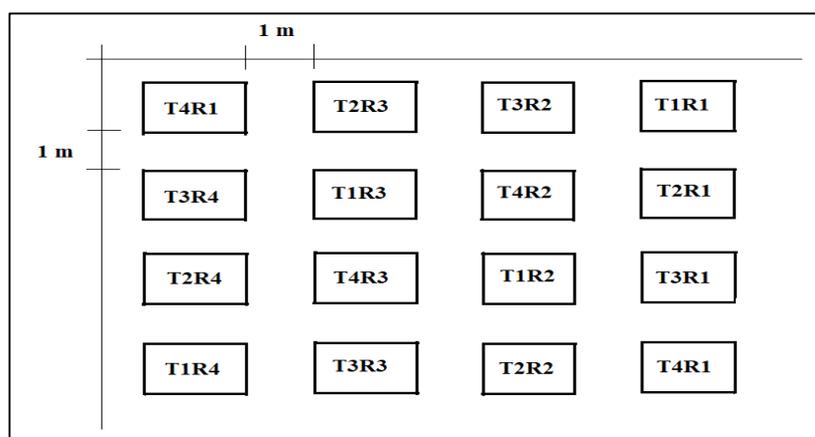


Figura 5 - Esquema do desenho experimental

As biometrias foram realizadas quinzenalmente, onde com auxílio de uma balança eletrônica media-se o peso de cada indivíduo amostrado e através de um paquímetro digital, registrava-se o comprimento do animal (Figura 6). As biometrias foram realizadas a uma amostra de 5 indivíduos em cada unidade experimental. Os animais eram alimentados 2 vezes ao dia, às 9h e 16h, sendo que a ração era fornecida até a saciedade aparente.

As unidades experimentais foram povoadas com 25 juvenis machos de *O. niloticus* revertidos sexualmente, totalizando 400 animais no ensaio. Os animais usados foram adquiridos, adquiridos na farma *Piagropecus*, em Zavala, com um peso médio inicial de 58.12±7.06g, sendo que estes, antes do início do ensaio passaram por um período de aclimação, 3 dias (Okoye e Sule 2001) e posteriormente alimentados por ração comercial durante 2 dias. Para o início do experimento, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas, como mecanismo de aumentar o apetite dos mesmos.

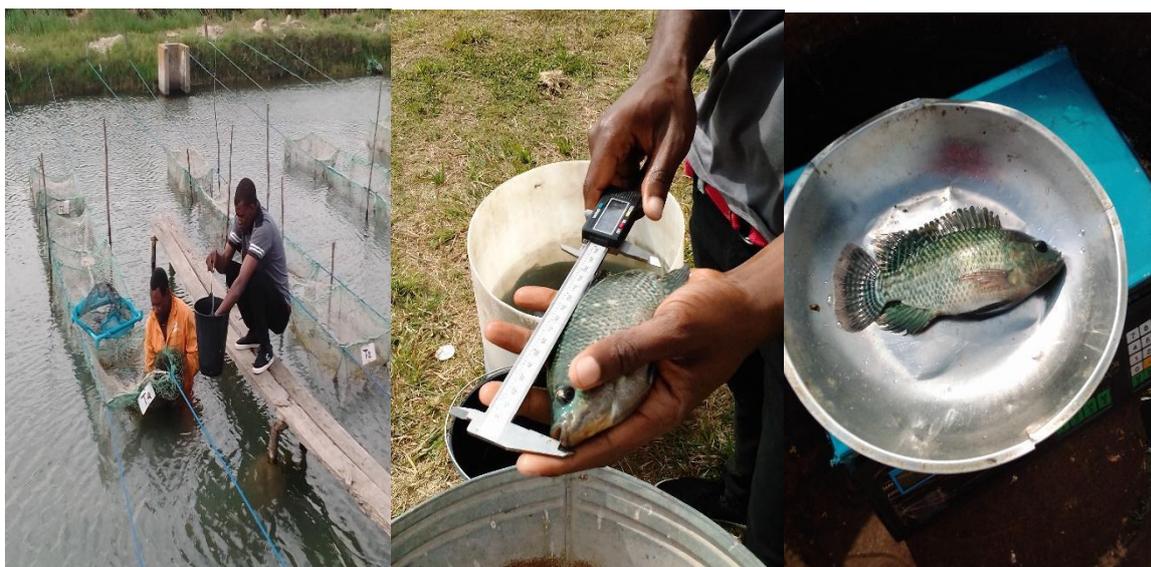


Figura 6 - Realização de biometria (coleta, medição do comprimento e peso)

### 6.6. Determinação de índices de desempenho zootécnicos

Os parâmetros de crescimento/índices de desempenho zootécnicos avaliados no estudo foram: ganho de peso, ganho de comprimento, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e taxa de sobrevivência, calculados de acordo com as equações descritas abaixo.

a) Taxa de Crescimento Específico (TCE)

$$TCE = \frac{100 [\ln \text{ massa final}(g) - \ln \text{ massa inicial}(g)]}{n^{\circ} \text{ de dias de cultivo}}$$

Equação 1

b) Taxa de Sobrevivência (TS)

$$TS = \frac{n^{\circ} \text{ inicial de peixes estocados} - \text{mortalidade}}{n^{\circ} \text{ inicial de peixes}} \times 100$$

Equação 2

c) Taxa de Eficiência Proteica (TEP)

$$TEP = \frac{\text{Ganho de peso úmido}(g)}{\text{Proteína Bruta Fornecida}}$$

Equação 3

d) Ganho de Peso

$$\text{Peso Ganho (PG)} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

Equação 4

e) Ganho de Comprimento

$$\text{Comprimento Ganho (CMG)} = \text{Cumpt. Final} - \text{Cumpt Inicial}$$

Equação 5

f) Peso Diário Ganho

$$PDG = \frac{\text{peso médio final} - \text{Peso médio inicial}}{n^{\circ} \text{ de dias de Cultivo}}$$

Equação 6

g) Comprimento Diário Ganho

$$CDG = \frac{\text{Comprimento Médio Final} - \text{Comprimento Médio inicial}}{n^{\circ} \text{ de dias de Cultivo}}$$

Equação 7

## 6.7. Curvas de Crescimento

A determinação de curvas de crescimento foi baseada na metodologia descrita por Cavallieri (2016), usando-se dados de biometrias realizadas a cada quinze dias. Foram elaboradas curvas de crescimento em comprimento e em peso para cada tratamento. As equações das curvas, polinomiais quadráticas e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), foram igualmente determinadas, recorrendo-se ao software de cálculo Excel v. 2016.

## 6.8. Análise econômica

As análises econômicas foram feitas no final do experimento, analisando-se como parâmetros Índice de Eficiência Econômica (IEE) na fase final, equação 11, determinado a partir do custo médio de kg de peixe produzido, segundo metodologia descrita por Barbosa *et al.* (1992) e o Índice do Custo Médio (IC) segundo Silva *et al.* (2002).

Para a determinação dos custos variáveis inerentes a remuneração do pessoal envolvido na produção da farinha de peixe, da ração até a administração da mesma, usou-se como base o total de horas envolvidas nos processos e o salário mínimo vigente em Abril de 2019 ( $4395.60/160h$  mensais x 8 horas/dias = 27.47 MT a hora).

$$Y_i = \frac{Q_i \times P_i}{G_i} \quad \text{Equação 8}$$

$$IEE = \frac{MC_e}{CT_{ei}} \times 100 \quad \text{Equação 9}$$

$$IC = \frac{CT_{ei}}{MC_e} \times 100 \quad \text{Equação 10}$$

Onde:  $MC_e$  é o custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;  $CT_{ei}$  é o custo médio do tratamento  $i$  considerado. O preço das rações experimentais ( $P_i$ ) foi estimado com base na metodologia descrita por Souza *et al.* (2003), obtido a partir dos custos fixos de produção e da estimativa da mão-de-obra.

Onde,  $Y_i$  é o custo médio de alimentação por kg de corpo de peixe produzido no  $i$ -ésimo tratamento;  $Q_i$  é a quantidade de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento  $G_i$  é o ganho de peso do  $i$ -ésimo tratamento verificado no período e;  $P_i$  é o preço da ração consumida.

### **6.9. Parâmetros físico-químicos de qualidade da água**

Durante o ensaio, procedeu-se com a monitoria dos parâmetros de qualidade de água, os quais incluíram pH, Oxigênio dissolvido, temperatura e transparência. Para os primeiros três parâmetros a medição era feita duas vezes ao dia, 10 min. antes de alimentar os organismos, usando, respectivamente, como instrumento de medição pHmetro de marca HANNA, referencia HI98100 Checker®Plus e Oxímetro de marca EXTECH, referência D0600 ExStikII®. A transparência da água foi o parâmetro mensurado uma vez ao dia, no período da manhã (9hrs), com base num disco de Secchi.

### **6.10. Análise de dados experimentais**

Os dados de biometrias, sobrevivência e das medições dos parâmetros de qualidade de água, foram registados em uma folha de cálculo Excel 2016, sendo que os primeiros, para além de servirem para o cálculo de índices de desempenho zootécnico, foram analisados no pacote estatístico MINITAB v.18, tendo sido feita a Análise de Variância (ANOVA) com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1.1. Parâmetros físico-químicos de Qualidade da água

A tabela 5 apresenta valores médios semanais dos parâmetros físico-químico de qualidade de água, observados em dois períodos (manhã e tarde). Santos *et al.*, (2013) destaca que temperaturas abaixo de 22°C não são recomendadas para o cultivo de Tilápia e Pandit e Nakamura (2010) relatam que a faixa ótima recomendada para produção de Tilápia é de 27-32°C. No presente estudo, da segunda a sexta semana de cultivo, a temperatura esteve abaixo de 22°C no período da manhã e a temperatura durante o estudo apresentou valores médios no intervalo de 18.81±1.37 - 24.10±0.35, mínimo e máximo, respectivamente.

Tabela 5 - valores médios semanais de parâmetros físico-químicos de qualidade da água

Semanas de Cultivo	Período	Parâmetros de Qualidade da Água			
		T (°C)	OD (mg/l)	pH	Transp. (cm)
S2	Manhã	19.83±0.71	0.69±0.52	7.24±0.40	70.00±5.00
	Tarde	23.00±1.56	6.70±0.71	8.00±0.18	
S3	Manhã	19.60±0.80	8.75±0.54	7.34±0.38	62.00±10.37
	Tarde	22.50±1.21	7.86±0.35	7.07±0.71	
S4	Manhã	20.10±0.63	8.38±0.99	7.96±0.45	74.38±10.84
	Tarde	23.01±0.28	7.59±0.31	8.40±0.47	
S5	Manhã	18.81±1.37	7.15±3.99	8.18±0.30	82.86±2.67
	Tarde	20.93±1.28	8.49±0.63	9.05±0.32	
S6	Manhã	20.36±1.01	8.56±0.44	8.33±0.27	81.25±2.50
	Tarde	21.81±1.83	7.77±0.36	8.91±0.47	
S7	Manhã	22.07±0.65	7.96±0.23	7.88±0.40	77.86±12.86
	Tarde	23.97±1.16	7.50±0.35	8.52±0.24	
S8	Manhã	22.00±0.50	8.06±0.15	8.19±0.25	83.00±4.47
	Tarde	24.10±0.35	7.35±0.10	8.85±0.21	

Legenda: S – Semanas; OD – Oxigênio Dissolvido; Transp. – Transparência

O Oxigênio dissolvido esteve dentro da faixa recomendada durante o estudo segundo Boyd e Tucker (1992), que é a partir de 5mg/l, exceptuando na 1ª e 3ª quinzena que se registaram valores baixos na ordem de 0.11 e 0.06 mg/l respectivamente. No entanto, destaca-se que este parâmetro não influenciou nas variáveis de desempenho zootécnico, pois o tempo de exposição á baixas concentrações do mesmo foi reduzido (Boyd e Tucker, 1992).

O pH, esteve dentro da faixa ótima recomendada para o cultivo de juvenis de *Tilápia nilótica* estimada em 5.5-9.0 segundo Rebouças *et al.* (2016). Este parâmetro apresentou um máximo de 9.42 e mínimo de 6.23, na segunda e terceira quinzena, respectivamente. No entanto, a transparência, para o propósito da pesquisa, esteve na faixa recomendada (45–85 cm), pois, ilustra que o ensaio decorreu em águas sob pouca influência de alimento natural, segundo apontado por Ross *et al.* (2011).

### **7.1.2. Variáveis de Desempenho Zootécnico**

Conforme descrito na Tabela 6, o maior valor médio de peso corporal ( $147.67 \pm 8.34$ ) foi observado no tratamento (3), com inclusão de 75% de FRB. A substituição de 50% e 100% da FP por FRB nas dietas, apresentaram peso final reduzido 89.42 g e 126 g, contudo, esses valores não diferiram significativamente ( $P < 0.05$ ) daqueles com inclusão de 75% de FRB e controle ( $136.67 \pm 17.79$ ).

Comparando com o peixe alimentado com a dieta controle, altas taxas de substituição de FP (75 e 100%) nas dietas dos tratamentos 3 e 4 não diferiram significativamente ( $P < 0.05$ ) no peso final de juvenis de *Tilápia nilótica*, indicando a possibilidade de substituição de 75 a 100% a FP sem efeitos adversos no peso final.

O maior comprimento final médio (182.60 mm) foi observado no tratamento com inclusão de 75% de FRB (3), seguido pelo tratamento controle (180.67 mm), T4-FRB100 (171.70 mm) e T2-FRB50 (133.19 mm), no entanto, não foram observadas diferenças significativas ( $P < 0.05$ ) entre os tratamentos.

No final do experimento, valores de fator de condição (k) variaram de 2.80 a 3.07, sendo o tratamento 2 (FRB50) com o maior valor médio (3.07), seguido em ordem decrescente pelo T3-FRB75 (2.96), T4-FRB100 (2.94) e T1-FRB0 (2.80). Comparando com a dieta controle, constata-se que níveis de substituição de FP por FRB não afectou significativamente os valores de K em juvenis de *Tilápia Nilótica*. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Cavalheiro *et al.* (2007), onde reportaram que valores de k não apresentaram diferenças estatísticas a 5% de probabilidade, quando avaliaram efeitos da substituição de FP por resíduos industriais de camarão fermentados em dietas de *Tilápia do nilo*, nas proporções 0, 33.3, 66.6 e 100%. Os valores de k obtidos no presente

estudo 2.80 a 3.07 são superiores aos encontrados por Carvalheiro *et al.* (2007), (1.36 a 1.83), Soltan e Samra (2010), (1.70 a 1.90) e Soltan e El-Bab (2010), (1.02 a 2.08).

Os resultados de peso e comprimento corporal estão de acordo com os reportados por Soltan e El-Bab (2010) e Soltan e Samra (2010), os quais concluíram que substituição de 25 a 50% de FP por silagem fermentada de peixe nas dietas de alevinos de Tilápia nilótica, reduziu o peso final, sem, no entanto, esses valores diferem significativamente com a ração controle. Os mesmos autores reportaram que o maior valor de peso corporal foi observado nos peixes alimentados com a dieta controle, diferindo com o observado no presente estudo, bem como com o reportado por Gumus *et al.* (2010), no seu estudo sobre uso de farinha de fígado de Atum (FFA) na substituição parcial de farinha de peixe em dietas para alevinos de tilápia do Nilo, onde a dieta com inclusão de 30% de FFA apresentaram maior peso corporal final, comparativamente a dieta controle.

Soltan e Tharwat (2006) em seu estudo sobre uso de silagem de peixe para substituição parcial ou total de farinha de peixe em dietas para tilápia do nilo e bagre africano, concluíram que em 90 dias de ensaio, a substituição de 25% de FP por FSP (farinha de silagem de peixe) nas dietas de tilápia do nilo não afecta significativamente o comprimento corporal final, enquanto substituição com níveis elevados (50, 75 ou 100%) significativamente decresce o comprimento final de Tilápia do Nilo.

Tabela 6 - valores médios e desvio padrão do peso corporal (g), comprimento corporal (mm) e fator condição de juvenis de tilápia nilótica alimentados com as dietas experimentais

Dietas	Peso Corporal (g)		Comprimento Corporal (mm)		Factor Condição	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T1-0 (controle)	58.12±7.1	136.67±17.8a	102.05±5.2	180.67±10.7a	5.47±00	2.80±0.3a
T2-50	58.12±7.1	89.42±18.2a	102.05±5.2	133.19±9.7a	5.47±00	3.07±0.1a
T3-75	58.12±7.1	147.67±8.3a	102.05±5.2	182.60±4.2a	5.47±00	2.96±0.1a
T4-100	58.12±7.1	126.00±22.5a	102.05±5.2	171.70±10.3a	5.47±00	2.94±0.2a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Valores de Peso Ganho (PG), Comprimento Ganho (CG) total e diário, bem como de Taxa de Crescimento Específico (TCE), estão representados na Tabela 7. Os resultados

ilustram que o aumento dos níveis de substituição de FP por FRB até 100% não afectou significativamente ( $P < 0.05$ ) o PG e CG de juvenis de Tilápia Nilótica. Valor médio superior de PG observou-se no T2-FRB50 (46.47 g), sendo que, em ordem decrescente seguiu-se o T1-FRB0 (38.70g), T3-FRB75 (31.09g) e T4-FRB100 (29.00g), sendo que na mesma ordem foram observados os valores de TCE (0.97; 0.85; 0.70 e 0.67). Resultados similares foram reportados por *Wassef et al.* (2003), onde destacou que substituição de 25, 50.75 ou 100% de FP por FSP não afectou significativamente PG e TCE de Tilápia nilótica.

Soltane e El-Bab (2010), reportam que níveis de substituição de farinha de peixe por silagem de subprodutos de peixe até 50%, não afecta significativamente o GP e TCE de alevinos de Tilápia nilótica, enquanto que níveis elevados de substituição (75 ou 100%) significativamente decrescem o GP e TCE, corroborando com os resultados do presente estudo, ilustrando desse modo, que FRB processada adequadamente e com um óptimo balanço nutricional para juvenis de tilápia nilótica, pode ser usada para substituição até 50% de FP nas dietas, sem comprometer o desempenho de alevinos de Tilápia nilótica. Abarra *et al.* (2017) obteve um crescimento significativo ( $P < 0.05$ ) no GP e TCE com aumento da taxa de substituição de Farinha de Peixe-faca (*Chitala ornata*) processada por FP até 75% em dietas para juvenis de Tilápia nilótica.

O CG apresentou valor médio superior no Tratamento controle (49.43 mm), seguido em ordem decrescente por T2-FRB50; T3-FRB75 e T4-FRB100, sendo que, entre os tratamentos, não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $P < 0.05$ ). Observou-se um decréscimo no CG em função do aumento dos níveis de substituição de FP por FRB. Resultados similares foram registados por Filho (2008), em seu estudo sobre desempenho produtivo da Tilápia do Nilo (*O. niloticus*) cultivada em tanques rede nos períodos de inverno e verão, o qual referenciou que o desempenho no período de inverno não apresentou diferença ( $p < 0.05$ ) para o peso médio, peso final médio, ganho em peso diário, ganho em peso final. Braga (2005), refere que baixas temperaturas reduzem pressões sobre as taxas de sobrevivência, reduzindo o metabolismo e conseqüentemente patogenicidade dos agressores presentes no ambiente.

Redução no crescimento em Tilápia do Nilo alimentados com dietas onde a FP é totalmente substituída por FSP tem sido explicada pelo balanço sub-óptimo de amino ácidos, níveis inadequados de energia e baixo consumo de alimento causado pela palatabilidade (Soltan e Samra, 2010). Crescimento reduzido em dietas cuja substituição de FP por FRB no presente estudo, podem ter sido causadas por um ou alguns desses factores.

Andrigueto *et al.* (1981) e Buzullo (2011), relatam que dietas extrusadas promovem melhor crescimento e eficiência alimentar comparativamente com as peletizadas. Este aspecto está associado ao facto de dietas extrusadas possuírem menor densidade, proporcionando, desse modo melhor distribuição nas hapas, diminuindo a competição pelo alimento e formação de hierarquia entre os animais. No presente estudo, a dieta controlo era peletizada e as remanescentes extrusadas.

Resultados médios de Taxa de Eficiência Proteica (TEP) de juvenis de tilápia nilótica alimentados com dietas contendo diferentes níveis de FRB como fonte de proteína, estão representados na Tabela 7. Valor de TEP variaram de 2.61 a 0.67, sendo o T2-FRB50 com o maior valor (2.61), seguido em ordem decrescente por T1-FRB0 (2.42), T3-FRB75 (2.29) e T4-FRB100 (0.67) e a diferença entre esses resultados não foi significativa ( $p < 0.05$ ). Os resultados estão de acordo com os reportados por Fagbenro (1994) no seu estudo sobre valor nutricional de dietas contendo silagem de peixe fermentada com ácido láctico (50% de inclusão) para juvenis de *Oreochromis niloticus*, o qual reporta que o peixe alimentado com a silagem de peixe apresentaram significância similar ( $P > 0.05$ ) com os da dieta controle.

Jatomea *et al.* (2002), reportou que níveis elevados (20, 25 ou 30%) de substituição de FP por silagem de cabeça de camarão, tem efeitos significativos adversos na TEP de Tilápias do Nilo. enquanto que, Abarra *et al.* (2017) relata que diferenças significativas ( $P > 0.05$ ) não foram observadas entre os tratamentos, quando estudaram efeitos da substituição de farinha de peixe por farinha processada de peixe-faca (*Chitala ornata*) em dietas de juvenis de Tilápia do Nilo.

Ao final do experimento, o T3-FRB75 apresentou melhor resultado de taxa de sobrevivência (94.67%), seguido em ordem decrescente pelo T4-FRB100 (88.00%), e T1-FRB0; T2-FRB50 com (77.33%). Variações na temperatura podem ser apontadas como um dos principais factores na mortalidade observada durante a realização do experimento, tendo sido registados valores médios entre 19 e 24°C. Tilápia nilótica cultivada em temperaturas abaixo de 20°C, apresentam uma redução no apetite e, em temperaturas abaixo de 18°C o sistema imunológico é suprimido (Kubitza, 2000). Estes aspectos são apontados como tendo influído sobre a sobrevivência dos organismos.

Tabela 7 - variáveis de desempenho zootécnico de juvenis de *O. niloticus* alimentados com as dietas formuladas

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)
	T1(0%)	T2(50%)	T3(75%)	T4(100%)	
PG (g)	38.70±3.5 <sup>a</sup>	46.47±16.1 <sup>a</sup>	31.09±0.2 <sup>a</sup>	29.00±8.2 <sup>a</sup>	25.19
CG (mm)	49.43±3.8 <sup>a</sup>	48.14±7.1 <sup>a</sup>	42.31±7.0 <sup>a</sup>	41.66±9.7 <sup>a</sup>	14.49
PDG (g)	0.64±0.1 <sup>a</sup>	0.77±0.2 <sup>a</sup>	0.52±0.2 <sup>a</sup>	0.48±0.1 <sup>a</sup>	23.48
CDG (mm)	0.82±0.1 <sup>a</sup>	0.80±0.1 <sup>a</sup>	0.71±0.1 <sup>a</sup>	0.69±0.2 <sup>a</sup>	15.12
TCE (%)	0.85±0.1 <sup>a</sup>	0.97±0.3 <sup>a</sup>	0.70±0.2 <sup>a</sup>	0.67±0.1 <sup>a</sup>	20.56
TEP (%)	2.42±0.1 <sup>a</sup>	2.61±0.4 <sup>a</sup>	2.29±0.3 <sup>a</sup>	0.67±0.2 <sup>a</sup>	9.53
TS (%)	77.33±16.5 <sup>a</sup>	73.33±16.7 <sup>a</sup>	94.67±6.1 <sup>a</sup>	88.00±3.3 <sup>a</sup>	

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

**Legenda:** **PI** – Peso Inicial; **CI** – Comprimento Inicial; **CG** - Comprimento Ganho; **CDG** - Comprimento Diário Ganho; **PG** - Peso Ganho; **PDG** - Peso Diário Ganho; **TEP** - Taxa de Eficiência Proteica; **TCE** - Taxa de Crescimento Específico;

### 7.1.3. Curvas de Crescimento

O crescimento dos peixes em relação ao peso e comprimento, estão representados nas figuras 7 e 8, respectivamente. Em relação ao comprimento, torna-se evidente que os quatro tratamentos apresentaram um crescimento linear do 1º ao 16 dia de cultivo e, um decréscimo após este período até ao 31 dia. O T2 foi o único que apresentou uma redução quase linear em relação ao comprimento, tendo tido a tendência de crescimento exponencial mais baixa ( $R^2=0.2066$ ). Melhor tendência ( $R^2=0.6863$ ) observou-se no tratamento controle. Estes resultados diferem com os reportados por Torelli *et al.* (2010), no seu estudo sobre uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo, o qual destacou que a Tilápia nilótica apresentou maior crescimento no início do cultivo até aos 30 dias.

Relativamente ao crescimento em ganho de peso, destaca-se que os tratamentos tiveram uma regressão linear positiva, sendo o tratamento 1 com melhor tendência polinomial ( $R^2=0.6891$ ). Os tratamentos 3 e 4 apresentaram redução no ganho de peso depois dos 30 dias de cultivo, facto este que se relaciona com o aproveitamento da ração face á variação da temperatura, que segundo Cavallieri (2016), valores abaixo de  $22^\circ\text{C}$ , afetam diretamente o ganho de peso e crescimento.

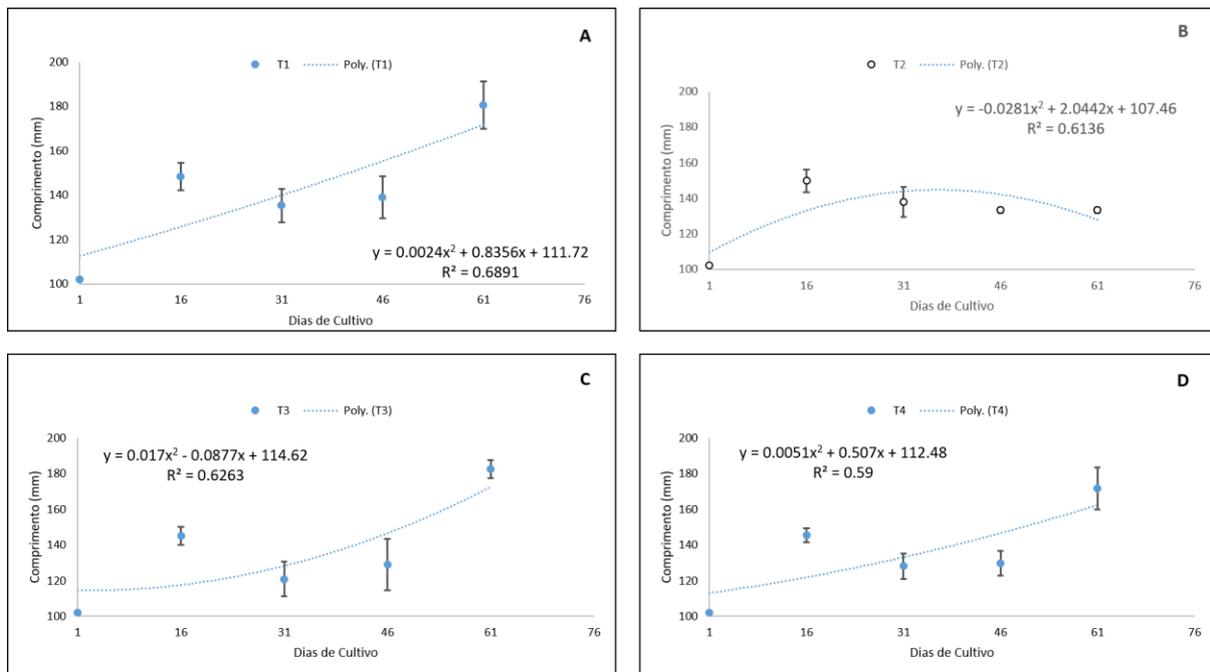


Figura 7 - curvas de crescimento (comprimento) em função dos tratamentos

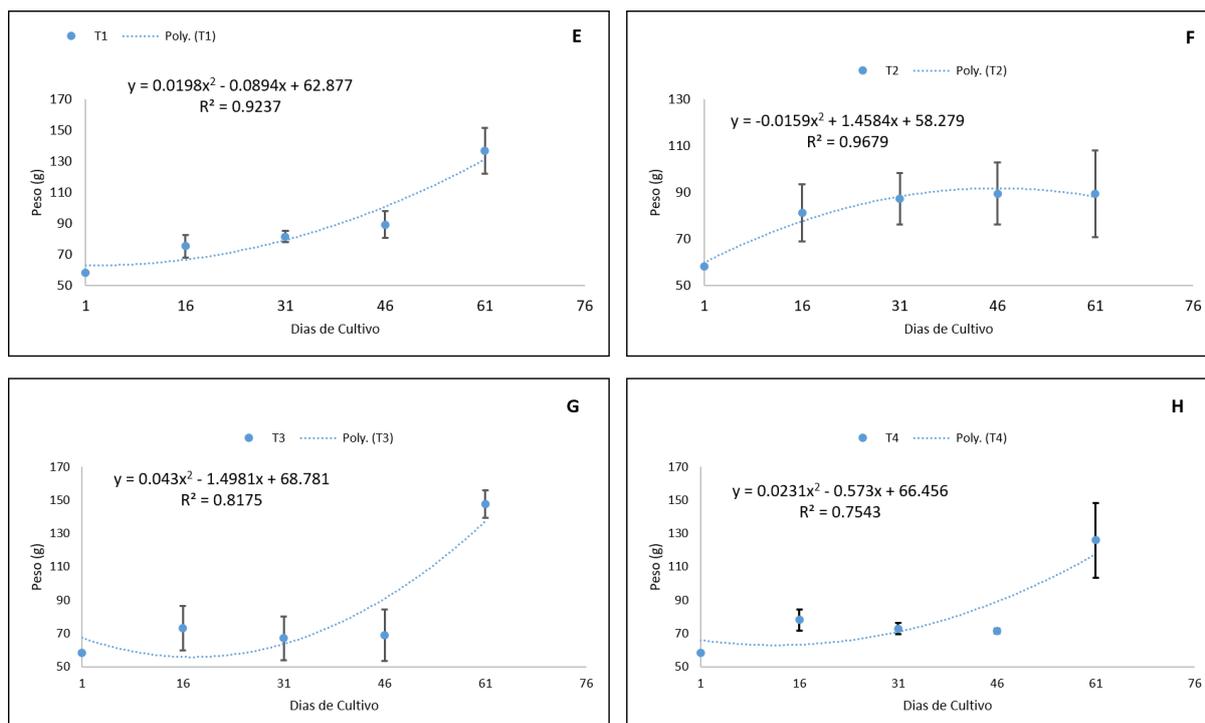


Figura 8 - curvas de crescimento (peso) em função dos tratamentos

#### 7.1.4. Custo-benefício da produção e administração da ração formulada

Resultados do custo de produção das rações alternativas constam na Tabela 8, onde observou-se que a dieta do T2, contendo 50% de farinha de peixe, apresentou maior custo total por quilograma, provavelmente pelo facto de esta integrar os dois principais ingredientes nas proporções de 50% para cada. A dieta do T4, apenas com a inclusão de farinha de resíduos de bagre é que apresentou menor custo por quilograma. Os dados acima levam-nos a inferir que a redução do principal ingrediente proteico amplamente usado, farinha de peixe, reduz igualmente os custos das rações para peixe.

A dieta 1, controle, apresentou maior custo de alimentação por quilograma de peixe no final do experimento, sendo 5482.17 MT, seguido pela dieta com 100% de inclusão de Farinha de Resíduos de Bagre com 1280.81 MT. Valores baixos foram registados na inclusão de 50% de FRB, contudo esta foi dentre as dietas formuladas, que apresentou o maior custo médio de produção da ração por Kg, que foi 32.74 MT/kg. O índice de custo, foi elevado na ração comercial e seguida pela ração com inclusão a 100% de FRB.

Tabela 8 - Custo de produção das rações alternativas

Insumos/ matéria prima	Tratamentos				Custo Total Matérias Primas (MT)
	Custo (MT/kg)	T2 (50%)	T3 (75%)	T4 (100%)	
		Quant (kg)	Quant (kg)	Quant (kg)	
Farinha de Peixe	440.00	0.45	0.23	---	299.20
F. R. de Bagre <sup>1</sup>	220.00	0.45	0.69	1.0	470.80
Farinha de Milho	15.00	0.90	0.90	0.81	39.15
Sêmea de Arroz	4.00	0.06	0.06	0.06	0.72
F. de Mandioca	5.00	0.04	0.04	0.04	0.60
Sal	15.00	0.03	0.03	0.03	1.35
Premix	1750.00	0.01	0.01	0.01	52.5
Óleo de Soja (litros)	100.00	0.02	0.02	0.02	6.0
Total de insumos (kg)	---	1.96	1.98	1.97	---
Total de custos (MT/kg)	---	330.89	286.89	252.54	---

<sup>1</sup> Considerou-se o custo de aquisição da matéria prima (Bagre Africano)

Tabela 9 - indicadores de eficiência econômica

Parâmetros	Níveis de Inclusão de FRB (%)			
	0	50	75	100
Nº animais	58	89	71	58
Peso inicial, kg	58.12	58.12	8.12	58.12
Peso final, kg	96.82	104.59	89.21	85.31
Custo da alimentação p/kg	5482.17	767.68	1132.19	1280.81
Custo da Ração (MT/kg)	146.00	32.74	32.30	32.00
Índice de Custo (IC)	253.14	35.45	52.26	59.14
Índice de Eficiência Econômica (IEE)	39.50	282.11	191.29	169.09

Os índices de custo e de eficiência econômica (Tabela 9) apontaram o tratamento 2 mais viável comparativamente aos demais, justificando-se o uso de resíduos de filetagem do bagre africano. Contudo, destaca-se que as outras rações experimentais apresentaram igualmente ótimos valores de índice de custo e de eficiência econômica, reiterando-se que estes valores melhoraram em função da substituição da farinha de peixe pela farinha de resíduos de bagre. Valores baixos das variáveis índice de custo e eficiência econômica, foram encontrados na ração controle.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mello (2018), quando avaliava o aproveitamento de resíduos de processamento da mandioca na alimentação de Tilápia do nilo por produtores familiares. Estes resultados diferem dos obtidos por Silva *et al.*

(2002), em que a ração controle foi a melhor dieta em termos de índice de eficiência económica e de custo.

Doutro lado, pode-se relacionar os resultados obtidos no tratamento 2 com o número de organismos analisados no final do ensaio, pois foi o tratamento que registou a menor taxa de mortalidade. Outrossim, aponta-se a melhor palatabilidade desta dieta, pois é aquela que apresenta maior inclusão de farinha de peixe, apresentando desta feita o melhor consumo de ração, determinando assim melhor desempenho económico.

Mello *et al.* (2012, *apud* Lindemann *et al.*, 2004), aponta que na avaliação de um ingrediente alternativo na alimentação de animais, a intenção não constitui necessariamente determinar a existência de vantagem nutricional, mas sim, se o ingrediente suporta resultado compatível com a dieta referência. Por essa via, os resultados do presente estudo indicaram que animais alimentados com rações contendo RFB apresentaram desempenho comparável com aqueles alimentados com a dieta controle, contudo, o custo do quilograma da ração aumentou elevando assim o custo médio de produção do quilograma de peixe.

## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **8.1. Conclusões**

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que farinha obtida através de resíduos de processo de filetagem do Bagre Africano podem com sucesso substituir a farinha de peixe a 50 e 75% sem perdas significativas no crescimento e consumo de ração. Substituição total (100%) apresenta desempenho inferior, embora em termos estatísticos, seja semelhante aos remanescentes tratamentos.

Aparentemente, FRB podem ser usados eficientemente como fonte de proteína em dietas para Tilápia do Nilo, reduzindo custos na alimentação da espécie. Sob ponto de vista económico, foi observado que quanto maior for o nível de inclusão da FRB, menores foram os custos de produção/kg das dietas.

Apesar do estudo ter sido feito no período de inverno, resultados satisfatórios de desempenho foram registados, o que de certa forma indica que a espécie em alusão, pode igualmente ser cultivada nesse período, para a região onde o estudo foi realizado.

### **8.2. Recomendações**

- Realização de ensaio semelhante em época diferente (verão), por formas a validar e comparar os resultados;
- Realização de estudos sobre a análise sensorial do filé do bagre africano, como mecanismo de aferição do grau de aceitabilidade do mesmo pela população.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Abd-Elrahman, A.C., Pande-Chettri, M. e Toor, R.G. (2011). Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African Journal of Biotechnology*. vol 11, no. **24**;
- Abd-elrahman, A., Croxton, M., Pande-chettri, R., Toor, G. S., e Smith, S. (2011). In situ estimation of water quality parameters in freshwater aquaculture ponds using hyperspectral imaging system ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 66 (4): 463–472.
- Abarra, S.T., Velasquez, S.F., Guzman, K.D., Felipe, J.L., Tayamen, M.M. & Ragaza, J.A. (2017). Replacement of fishmeal with processed meal from knife fish *Chitala ornata* in diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Elsevier, *Aquaculture Reports* 5 (2017) 76–83
- Anselmo, A. A. d. S. (2008). Resíduo de frutos amazonas como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, *Manaus-Amazonas*: s.n.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis*. Acessado em 20 de Maio de 2019, em <http://webpages.icav.up.pt/PTDC/CVT NUT/4294/2012/AOAC%202000.pdf>;
- Arruda, L. I. (2004). Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos. Dissertação (Mestrado), Piracicaba, São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 78p.
- Azaza, M.S., Legendre M., Kraiem M.M. e Baras, E. (2010). Size-dependent effects of daily thermal fluctuations on the growth and size heterogeneity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of fish Biology*, available online at [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com);
- Barson, M. e Avenant-Oldewage, A. (2006). *Nematode parasites of Clarias gariepinus (Burchell, 1822) from the Rietvlei Dam, South Africa. The Onderstepoort journal of veterinary research*. **73**(2):87-94;
- Barbosa, H.P., Fialho, E.T., Ferreira, A.S., De Lima, G.J. e Gomes, M.F. (1992). Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Volume 21, Nº5.
- Boscolo, W. R., Hayashi, C., Feiden, A., Meurer, F., e Signor, A. (2005). Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápias como Fonte de Proteína e Minerais para

Alevinos de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. **33(1)**. 8–13.

Boscolo, W. R., Hayashi, C., Meurer, F., Feiden, A., e Bombardelli, R. A. (2004). Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. **33(1)**. 8–13.

Boyd, C.E. e Tucker, C.S. (1992). *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. New York: Spring-Verlag, softcover reprint of the original 1<sup>st</sup> ed. (1998).

Boyd, C.E. e Tucker, C.S. (2012). *Pond Aquaculture water quality management*. Alabama: Auburn, 188p;

Borderías A.J., Sánchez-Alonso (2011) First processing steps and the quality of wild and farmed fish. *J Food Sci* 76: R1-5.

Canonico, G. C. e Arthington, A. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **483**: 463–483:

Carvalho, S. L. De, E. P., Heloísa, J., Américo, P., Torres, N. H. e Machado, A. A. (2013). Piscicultura em Tanques rede. Impacto e consequências na qualidade da água. *ANAP Brasil*. V.6.n.7.137–150;

Carvalho, G.G.P., Pires, A.J.V., Veloso C.M., Silva, F.F. e Carvalho, B.M.A. (2006). Silagem de resíduos de peixes em dietas para alevinos de tilápia do nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. V.35. n.1. pp.126-130;

Chirindza, I. A. (2010). A survey of small-scale rural aquaculture in Mozambique. United Nations University, Fisheries Training Programme, Iceland (final project). p.1–41. Available on <http://www.unuftp.is/static/fellows/document/isac09prf.pdf>;

Companhia, J.M.S. (2011). A case study of small-scale rural aquaculture in Nampula province, Mozambique. United Nations University, Fisheries Training Programme, Iceland (Final project). 29pp

Coward, K. e Little, D.C. (2001). Culture of the “Aquatic Chicken: present concerns and future prospects. *Biologist*. 48: 12–16.

Costa, A.C., Reis Neto, R.V., Freitas, R.T.F, Freato, T.A., Lago A.A. e Santos, V.B. (2009) Avaliação do crescimento de tilápias de diferentes linhagens através de modelos não lineares. *Arch. Zootec*. 58 (Supl. 1): 561-564.

Crivelenti, L.C., Borin, S., Pirtouscheg, A. Neves, J.E.G., Abdão, E.M. (2006). Desempenho Económico da criação de Tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistemas de produção intensiva. *Vet. Not. Uberlândia*, v.12, n.2, 117-122p, Agosto

Campos, C.M., Ganeco, L.N.; Castellani, D. & Martins, M.I.E. (2007). Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 33(2): 265 – 271.

Campos, C.M. (2007). Avaliação econômica da criação de tilápias em tanque-rede, município de Zacarias, SP. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 33(2): 265 – 271.

Cavallieri, R.F.D. (2016). Avaliação econômica e de desempenho de duas linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com duas rações comerciais, criadas em gaiolas no rio iguaçu – reservatório de salto caxias. Dissertação (Mestrado). Dois Vizinhos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 85p

Doyle, J.P. (1995). Care and Handling of salmon: The key to quality. *Marine Advisory Bulletin No. 45*, School of Fisheries and Ocean Sciences, University of Alaska Fairbanks.

Dumas, A.; France, J.; Bureau, D. (2010). Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going? *Aquaculture Research*, Oxford, v. 41, p. 161-181.

De Azevedo, R.V., Ramos, A.P.S., Carvalho, J.S.O. e Braga, L.G.T. (2016). Inclusão do farelo de folha de mandioca para juvenis de tilápia do Nilo. *Ver. Bras. Med. Vet.* 38(3):305-310;

Diana, J.S., Szyper J.P., Batterson, T.R., Boyd, C.E. e Piedrahita, R.H. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. International centre for aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn;

Ebrahim, S. (2007). Response of rabbits to dietary gum arabic. Dissertação (Doutoramento). Faculdade de Produção Animal, Universidade de Khartoum, Sudan;

Egna, H.S. e Boyd, C.E. (1997). *Dynamics of Pond Aquaculture*. CRC Press LLC. Florida. 472pp;

El-Sayed, A-F. M. (2008). Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), feeds. *Wiley Online Library*. V.29. issue 4, pp.275-280;

El-Sayed, A. F. M. (1999). Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* *Aquaculture*. **179(1-4)**: 149-168;

FAO (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy. 2014; Available on <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab479e/AB479E01.htm#ch1>;

FAO (1994). Nutrition of fish and crustaceans. A laboratory manual, Mexico City, June;

FAO (2005) Cultured Aquatic Species Information Programme. *Oreochromis niloticus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Rakocy, J. E. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated 18 February 2005. [Cited 30 October 2019].

FAO (2000) A world overview of species of interest to fisheries. *Oreochromis niloticus*. FIGIS Species Fact Sheets. Text by SIDP - Species Identification and Data Programme. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated 2001. [Cited 31 October 2019].

Fisheries, F. A. O., e No, C. (2005). Regional review on aquaculture development 4. Sub-saharan Africa – 2005, (1017).

FAO (2005). National Aquaculture Sector. Overview Mozambique Fisheries and Aquaculture Department;

Fontenele, R.M.M. (2011). Efeitos da suplementação com vitamina C em diferentes níveis de arraaçamento no cultivo da Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) em esgoto domestico. Dissertação (Mestrado). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 154p;

Filho, L.A. (2008). Desempenho produtivo e econômico da tilápia do nilo (*O. niloticus*) cultivada em tanques-rede nos períodos de inverno e verão, no rio do corvo-paraná. Dissertação (Doutoramento). Maringá, Paraná, Universidade Estadual de Maringá. Pp62

Francis, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Elsevier, *Aquaculture* 199 (2001) 197–227

Fountoulakis, M. & Lahm, H-W. (1998). Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins. *Journal of Chromatography A*, 826. 109–134

Gabriel, U.U., Bekibele, D.O., Anyanwu, P.E., Akinrotimi, O. e Onunkwo, D. (2007). Locally produced fish feed: potentials for aquaculture development in sub-Saharan Africa. *African Journal of Agricultural research*. **2(7)**;

Gammanpila, M., Yakupitiyage, A. e Bart, A.N. (2007). Evaluation of the effects of dietary vitamin C, E, and Zinc supplementation on reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Sri Lanka: *Journal of Aquatic Science*. **12**: 39 – 60;

- Godoy, L. C., Franco, M. L. R., Franco, N., Silva, A. F., Souza, N. E. e Visentainer, J. V. (2010). Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 30:86–89;
- Gumus, E., Erdogan, F., Kaya, Y. & Erdogan, M. (2010). Use of Tuna Liver Meal as Partial Replacement of Fishmeal in Diets for Nile Tilapia Fry, *Oreochromis niloticus*. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah, IIC*: 63.2011.576, 6p.
- Haylor, G.S., Beveridge M.C.M. e Jauncey, K. (1988). Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*; p. 341 – 345, in R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds). *The second international symposium on Tilapia in Aquaculture*. ICLARM conference proceedings 15, 623p. Department of fisheries, Bangkok Thailand and International center for living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines;
- Hanley, F. (1987). The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*. V.66. issue 2. pp163-179;
- Hertrampf, J.W., e Piedad-Pascual, F. (2000). *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. Springer Netherlands, 1<sup>st</sup> Edition;
- Higuchi, L.H. (2015). Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo. Dissertação (Doutorado), Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP;
- Hlope SN. (2015). Utilization of Moringa Oleifera (Moringa) and *Pennisetum Clandestinum* (Kikuyu) leaf meals by three commonly cultured fish species in South Africa: Tilapia Rendalli, *Oreochromis mossambicus* and *Clarias gariepinus*. Research thesis, Faculty of Science and Agriculture, School of Agriculture and Environmental Sciences), University of Limpopo, South Africa;
- Hoffman, L.C., Prinsloo, J.F and Rukan, G. (1997). Partial replacement of fish meal with either soybean meal, brewer’s yeast or tomato meal in diets of African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. Aquaculture Research Unit, South Africa, Agricultural University of Norway, As-Norway;
- Hossain, Md. A., Alikhan, M. A., Ishihara, T., Hara, K., Osatomi, K., Osaka, K. & Nazaki, Y. (2004). Effect of proteolytic squid protein hydrolysate on the state of water and denaturation of lizardfish (*Saurida wanieso*) myofibrillar protein during freezing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Elsevier Ltd. 5. 73–79
- INAQUA (2011), Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Comercial, Maputo, Fonte: [www.inaqua.gov.mz](http://www.inaqua.gov.mz);

Jauncey, K. et al (1993). The Quantitative Essential Amino Acid Requirements of *Oreochromis (Sarotherodon) Mossambicus*. In: Fishelson, J. and Yaron, Z., Eds., Proc. 1st Intl. Symp. On Tilapia in Aquaculture, Tel Aviv University, Tel Aviv, 328-337;

Kour, R., Bhatia, S., e Sharma, K. K. (2014). Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a successful biological invader in Jammu (J e K) and its impacts on native ecosystem.1 (10):1-5;

Kubitza, F, (2000). Panorama da Aquicultura. *ACQUA e Imagem Serviços*; Vol. 10, nº 59. Disponível em [www.panorama da aquicultura.com.br](http://www.panorama da aquicultura.com.br);

López-Mosquera, M. E., Fernández-Lema, E., Villares, R., Corral, R., Alonso, B. e Blanco, C. (2011). Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. *Procedia Environmental Sciences*. 9:113-117;

Lucas, J.S., Southgate, P.C. e Tucker C.S. (2019). *Aquaculture. Farming aquatic animals and plants*. John Wiley e Sons Ltd. River Street. Hoboken, NJ 07034, USA;

Liti, D., Cherop, L., Munguti, J., Chhorn, L. (2005). Growth and economic performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed on two formulated diets and two locally available feeds in fertilized ponds. *Aquaculture Research*, Amsterdam, v. 36, p. 746-752.

Lawrence, T. L. J.; Fowler, V. R. (2012). *Growth of farm animals*. 2 nd ed. New York: CAB International, 2002. 384 p

Lovshin, L.L., Phelps, R.P. (1994). Evaluation of a mechanical grader to separate fingerling channel catfish, *Ictalurus punctatus*, into length groups. *Journal of Applied Aquaculture* 3: 285-296.

Martin, I.S.M., Brachero, S. & Vilar, E.G. (2016). Histamine intolerance and dietary management: A complete review. Research Centers of Nutrition and Health (Grupo CINUSA), C/Artistas 39, 2º-5, 28020 Madrid, Spain

Montaner, M.I., Gadaleta L., Parín, M.A. & Zugarramurdi, A. (1995). Estimation of investment costs in fish processing plants. *International Journal of Production Economics*. 40 (1995) 153-161.

Machena, C. e Moehl, J. (2001). Sub-Saharan African aquaculture: regional summary. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery e J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp. 341-355. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

Makkar, H.P.S. (1993). Antinutritional factors in foods for livestock. *Animal Production in Developing Countries*. Occasional Publication No. 16. British Society of Animal Production, pp. 69–85;

Marengoni, N. G. (2006). Produção de tilápia de Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Archivos de Zootecnia*. Córdoba, V. 55, n. 210, p. 127-138.

Mello, R.S.R. (2018). Avaliação do aproveitamento de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápia do nilo por produtores familiares. Dissertação (mestrado). Rio de Janeiro, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. pp68;

Mello, G., Laurentiz, A.C., Filardi, R.S., Bergamaschine, A.F., Okuda, H.T, Lima, M.M. e Junqueira, O.M. (2012). Farelo de algodão em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. *Arch. Zootecnia*. 61(233): 55-62;

Moreira, R. L., Mota, J., Costa, D. A., Moura, P. S. De, Ronald, W., e Farias, L. (2011). Water salinity and food supplementation with marine microalgae on growth and masculinization of *Oreochromis niloticus*, NILE TILAPIA. p116–124.

Moraes, P.M, Loureiro, V.R. e Padilha, P.M. (2009). Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 4, 923-927.

Morkore, T., Vallet, J.L., Cardinal, M., Guillen, M.C.G., Montero. P. (2001). Fat content and fillet shape of Atlantic salmon: relevance for processing yield and quality of raw and smoked products. *Journal of Food Science* 66: 1348-1354

Mo, K., Rosentrater, K., e Brown, M. L. (2010). TILAPIA: Profile and Economic Importance Tilapia: Profile and Economic Importance.

Millamena, O.M. (2002). Replacement of fish meal by animal by-products meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*; Elsevier, volume 204, issues 1-2, January, pp 75-84;

Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. 4<sup>th</sup> Edition, Jhon Wiley e Sons, Inc. Hoboken, New Jersey;

Nuhu, F. (2010). Effect of Moringa leaf meal (MOLM) on nutrient digestibility, growth, carcass, and blood indices of weaner rabbits. Master Thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi;

Okoye, F. C., e Sule, O. D. (2001). Agricultural by-products of arid zones of Nigeria and their utilization in fish feed. Fish Nutrition and fish feed technology in Nigeria. In *Proceedings of the fish National Symposium on Fish Nutrition and Fish Feed Technology NIOMR Lagos*. pp. 8-13.

Occasional, C., e No, P. (2004). Report of the FAO-WorldFish center workshop on small-scale aquaculture in Sub-saharan Africa. CIFA Occasional Paper No.25. (25):23–26;

Oliveira, A.M.S. (2013). curvas de crescimento de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem gift. Dissertação (Mestrado). Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. 64p

Paris, V.M.W. (2012). Piscicultura, alternativa de renda para pequena propriedade. Monografia de Especialização. Curitiba, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 51p.

Pandit, N. P., e Nakamura, M. (2010). Effect of High Temperature on Survival, Growth and Feed Conversion Ratio of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. pp219–224.

Portelinha, M. K. (2011). Substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína animal no cultivo de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*)., Pelotas: s.n.

Kristinsson, H.G. & Rasco, B.A. (2000). Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40:1, 43-81, DOI: 10.1080/10408690091189266

Ranzani-Paiva, M.J.T., Ishikawa, C.M., Eiras, A.C., Silveira, V.R. (2004). Effects of an experimental challenge with *Mycobacterium marinum* on the blood parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). *Tecpar, Brazilian Archives of Biology and Technology*, Volume 47, Edição 6. pp945-953.

Robinson, E.H., LaBomascus, D., Brown, P.B. e Linton, T.L. (1987). Dietary calcium and phosphorus requirement of *Oreochromis aureus* reared in calcium-free water, *Aquaculture*, 64 (1987). pp. 267-276

Rebouças, V. T., Roberto, F., e Cavalcante, D. D. H. (2016). Acta Scientiarum Reassessment of the suitable range of water pH for culture of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in eutrophic water. pp361–368.

Rumsey, G.L., Hughes, S.G., Winfree, R.A. (1993). Chemical and nutritional evaluation of soy protein preparations as primary nitrogen sources of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Anim. Feed Sci. Technol.* 40, 135–151.

Ruttanapornvareesakul, Y., Somjit, K., Otsuka, A., Hara, K., Osatomi, K., OSAKO, K., Kongpun, O. & Nozaki, Y. (2006). Cryoprotective effects of shrimp head protein hydrolysate on gel forming ability and protein denaturation of lizardfish surimi during frozen storage. *FISHERIES SCIENCE* 2006; 72: 421–428.

Ribeiro, P.A.P., Melo, D.C., Costa, L.S. e Texeira, E.A. (2012). Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em <https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/EDITORIA/20131002140549.pdf>

Salinas, I., Myklebust, R., Esteban, M.A., Olsen, R.E., Meseguer, J. & Ringo, E. (2008). Vitro studies of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) foregut: Tissue responses and evidence of protection against *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* epithelial damage. *Veterinary Microbiology* 128 (2008) 167–177. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Santos, B. V., Mareco, E. A., Dal, M., e Silva, P. (2013). Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperatures. pp235–242. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i3.19443> *Acta Scientiarum*

Silva, C.A., Pinheiro, J.W., Fonseca, N.A., Cabrera, L., Novo, V.C.C., Silva, A., Canteri, R.C. e Hoshi, E.H. (2002). Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos a qualidade de carcaça. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.2, p.982-990;

Sousa, M. et al., (2001). Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. *Acta Scientiarum*. Maringá-Paraná. v. 23, n. 4, p. 897-901;

Sousa, M. et al., (1999). Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. Maringá-Paraná, *Acta Scientiarum* 21(3):637-644;

Souza, V.L., Urbinati, E.C., Martins, M.I.E., Silva, P.C. (2003). Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *R.Bras. Zootecnia*, V.32, n.1, p.19-28.

Shiau and Tseng (2007). Dietary calcium requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*, reared in fresh water. *Aquac. Nutr.* 13 (2007), pp. 298-303;

Simbeye, D.S. e Yang, S.F. (2014). Water Quality Monitoring and Control for Aquaculture Based on wireless sensor Networks. *Journal of Networks*. Academy Publisher, Vol. 9, N° 4;

Sipauba-Tavares, L.H. (1994). *Limnologia Aplicada a Aquacultura*. Jaboticabal: FUNEP. 70 p.

Sipauba-Tavares, L.H.; Ligeiro, S.R. e Durigan, J.G. (1995). Variação de alguns parâmetros Limnológicos em um viveiro de piscicultura em função da Luz. *Acta Limnológica Brasileira*, vol VII 138-150p, Laboratório de Limnologia – Centro de Agricultura, UNESP, Jabotical – SP;

Schwertner V., Diemer, O., Higuchi, L.H., Klein, S., Boscolo, W.R., Feiden, A. (2013) substituição da farinha de peixe por farinha de vísceras de aves na alimentação do piavuçu (*Leporinus microcephalus*). *Ciência Animal Brasileira*. Goiânia, v.14, n.3, p. 318-322;

Salia, A. M. J., e Jensson, P. (2008). Economic analysis of small-scale tilapia aquaculture in Mozambique. Final Project, Skulagata 4, Iceland, The United Nations University, Fisheries Training program. p.1–39.

Soltan, M. A., and Tharwat, A. A. (2006). Use of fish silage for partial or complete replacement of fish meal in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Egyptian J. Nutrition and Feeds*. 9 (2):299-314 p

Soltan, N. A. & Samra, I.M. (2010). Partial or complete replacement of fish meal by fermented fish by-products silage in the diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *Abbassa International Journal of Aqua*. Special Issue. 3rd Scientific Conference, Al Azhar University, Cairo.

Soltan, M.A. & Fath El-Bab, A.F. (2010). Replacement of fish meal by fermented fish by products silage in the diets of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*) fry. *Abbassa International Journal of Aqua*. Special Issue. 3rd Scientific Conference, Al Azhar University, Cairo.

Torelli J.E.R., Oliveira, E.G., Hipólito, M.L.F. & Ribeiro, L.L. (2010). Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 5(3): 1-15.

Tacon, A. G. J., e Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *AQC*, 285(1–4), 146–158;

Tibbetts, S. et al..., (2006). Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic Cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). Elsevier, volume 261, Issue 4, pp1314-1327;

Tiamiyu, L.O., Okomoda, V. e Iber, B.T.(2013). Growth response of *Clarias gariepinus* fingerlings fed diet substituted groundnut cake meal and cotton seed meal. *Livestock Research for Rural Development*. 25(5);

Turco, P.H.N., Donadelli, A., Scorvo, C.M.F., Filho, J.D.S & Tarsitano, M.A.A. (2014). análise econômica da produção de tilápia, em tanques-rede de pequeno volume: manejo de ração com diferentes teores de proteína bruta. *Informações Econômicas*, SP, v. 44, n. 1, jan./fev. 2014.

Tejada, M. & Huidobro, A. (2002). Quality of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. *Eur Food Res Technol* (2002) 215:1–7 DOI 10.1007/s00217-002-0494-1.

Wohlfarth, G.W. e Hulata, G.I. (1981). Applied Genetics of Tilapias. International Centre for Living Aquatic Resources Management. *I Clarm Studies and Reviews* 6, Manila, Philippines, ISSN 01154389;