



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Avaliação do Desempenho Zootécnico da Tilápia (*Oreochromis mossambicus*) Alimentada com Ração a Base de Farinha de Mudskipper (*Periophthalmus sobrinus*).

Autora: Neusa Bárbara L. C. M. Zandamela

Dissertação Submetida como Requisito Parcial para Obtenção do Grau de Mestre em Aquacultura Sustentável

Quelimane, Abril de 2020



ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS MARINHAS E COSTEIRAS

Avaliação do Desempenho Zootécnico da Tilápia (*Oreochromis mossambicus*) Alimentada com Ração a Base de Farinha de Mudskipper (*Periophthalmus sobrinus*).

Autora: Neusa Bárbara L. C. M. Zandamela

Supervisora: Professora Doutora Eulália Domingos Mugabe

Dissertação Submetida como Requisito Parcial para Obtenção do Grau de Mestre em Aquacultura Sustentável

Quelimane, Abril de 2020

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Neusa Bárbara Levocale Cardoso Malema Zandamela**, declaro que a presente dissertação nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta dissertação é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Aquacultura Sustentável da Universidade Eduardo Mondlane.

(Neusa B. L. C. M. Zandamela)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu esposo Sérgio Pascoal José Zandamela e aos meus filhos Tsakany de Jesus Zandamela e Khensille de Pentecostes Zandamela, por tudo que abdicaram para que eu, sua esposa e mãe fizesse este curso com êxito. Vos amo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus todo poderoso pelo dom da vida e que tem guiado os meus passos nesta minha caminhada.

Agradecimento muito especial a minha supervisora Doutora Eulália Mugabe, por todos os seus incentivos, ensinamentos e paciência durante todo o curso. Agradeço a Universidade Pedagógica, Delegação de Quelimane pelo apoio financeiro e moral para realização do curso de Mestrado.

Ao Fundo Nacional de Investigação pelo financiamento disponibilizado para efeitos de trabalho de conclusão do curso.

A Direção da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras pelo apoio técnico e institucional.

Aos docentes de Mestrado que tudo fizeram para que terminasse com êxito.

Aos meus amigos Esperante Dualia, Celso Bobone, Helton da Conceição, Isabel Matavele pelo apoio e paciência.

Ao Doutor Vicente Ernesto pelo apoio incondicional.

Aos meus colegas de turma de 2016 pela colaboração durante todo o curso, a Mestre Rosa Simbini pela ajuda e colaboração na preparação da ração, ao senhor José Amisse pela ajuda durante todo ensaio, Muito obrigada.

RESUMO

O estudo foi desenvolvido nos tanques da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras da Universidade Eduardo Mondlane (ESCMC), de Julho de 2017 a Fevereiro de 2018. Em Moçambique ainda não existe produção de rações comerciais típicas para peixes, foi neste contexto que se produziu uma ração experimental a base de farinha de Mudskipper e avaliou-se o desempenho zootécnico de Tilápias *Oreochromis mossambicus* alimentadas por esta ração. Contribuindo com uma fórmula prática e com baixos custos de aquisição dos componentes. O trabalho consistiu em duas fases, nomeadamente: (i) produção de rações e (ii) cultivo da Tilápia. Foi estabelecido um modelo de delineamento, com três tratamentos, TI-19%, TII-20%, e TIII-24%, com duas repetições para cada tratamento, foram povoados 90 alevinos da Tilápia *O. mossambicus* sexualmente revertidos com cerca de 15 alevinos por tanque rede, provenientes dos reprodutores da empresa Aquapesca, com um peso e comprimento médio inicial de 6.2g no TI, 6.6g no TII e 6.2g para TIII. Durante o cultivo os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (6h, 10h, 14h e 18h). Foram realizadas biometrias semanais cobrindo 10% da população, foram controlados os parâmetros indicadores de qualidade de água tais como: oxigénio, temperatura e pH (duas vezes ao dia, 6:30h e 16:30h) e salinidade (uma vez ao dia). Foram determinados os seguintes parâmetros zootécnicos: taxa de crescimento (TCS), percentagem de crescimento semanal (PCS), taxa específica de crescimento (TEC), e biomassa total produzida (BTP), os resultados obtidos mostraram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os três tratamentos. Os três tratamentos mostram resultados com tendência positiva e crescente de incremento para o crescimento em peso e em comprimento, porém os experimentos de tanques rede de TI-19%, TII-20% obtiveram os valores altos ao final do experimento (18.8 g e 10.8 cm) e (21.5 g e 12.08 cm), comparando com outro experimento que registou menor crescimento TIII-24% (14.6g e 9.6cm). Os resultados obtidos no estudo mostram que a ração a base de farinha de Mudskipper (*Periophthalmus sobrinus*) pode substituir a farinha de peixe feita de anchovetas e sardinhas sem comprometer o resultado do desempenho zootécnico da Tilápia.

Palavras-chave: Mudskipper, Cultivo de Tilápia, Crescimento.

Summary

The study was developed at Eduardo Mondlane University, the high school of sea and coast sciences at July 2017 for February 2018. In Mozambique, doesn't exist yet the production of fish food (commercial ration) typical for fish, was in this context in which one experimental ration was produced based on the (Mudskipper) flower and its Tilapias (*Oreochromis mossambicus*) Zoo technique application was evaluated fed by this ration, contributing with a practical formula and with low costs of its components acquisition. The work consisted of two phases, as shown: (i) production of rations and (ii) Tilapias cultivation and data analyzes. A delaine model for three treatments was established, TI-19%, TII-20% and TIII-24% respectively, repeated twice for each treatment. Therefore, 90 fish species (*alevinos*) from Tilapia *O. mossambicus*, sexually reversed in about 15 species in a net tank all from *Aquapesca* company with the medium initial weight and size of 6.2g in the TI-19%, in the TII-20% , 6.8 g and TIII-24%, 6.2g. During the cultivating period, the fish was fed for times a day (6hr, 10hr 14hr and 18hr). A weekly Biometric were also realized covering 10 % of the fish population, the parameters indicating the quality of water were also controlled such as: oxygen, temperature and pH (twice a day; 6:30hr AM and 4: 30 PM) and salinity (once a day). The following zoo techniques parameters were determined: the growing rate (TCS), weekly growing percentage (PCS), specific growing rate (TEC) and Total biomass produced (BTP), the obtained result show the differences statistical significant ($p < 0,05$) between the treatments. The three treatments show the results with positive tendency and increasing weight and size grows, nevertheless, the experiments of the net tank TI 19% and TII 20% got high values at the end with (18.8g and 10.8cm) and (21.5g and 12.8cm) compared by the other experiment in which the low growing was registered in the TIII 24% (14.6g and 9.6 cm). The obtained results from the study, show clearly that a ration based on Mudskipper flower (*Periophthalmus sobrinus*), can substitute the fish flower made of anchovies without compromising the zoo technique work of Tilapia.

Key words: Mudskipper, Tilapia culture, growth rate.

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Tilápias de Moçambique (<i>Oreochromis mossambicus</i>)..... | 8 |
| Figura 2 Mudskipper (<i>Periophthalmus sobrinus</i>)..... | 9 |
| Figura 3. Mistura de ingredientes e secagem da ração. | 17 |
| Figura 4. Disposição dos tratamentos no sistema | 18 |
| Figura 5. Instrumento usado no monitoramento de pH no sistema de cultivo. | 19 |
| Figura 6. Variação do peso e comprimento..... | 23 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela1 Níveis de Proteína em diferentes fases do crescimento de Tilápias..... | 12 |
| Tabela 2 Quantidade de ingredientes usados na formulação da ração experimental..... | 17 |
| Tabela 3 Resultados da análise laboratorial da ração no IIAM. | 19 |
| Tabela 4 Valores médios (\pm SD) dos parâmetros de qualidade de água..... | 23 |
| Tabela 5 Desempenho de <i>O. mossambicus</i> | 24 |

Lista de abreviaturas

| Sigla | Designação |
|-----------------------|---|
| <i>BTP</i> | <i>Biomassa Total Produzida</i> |
| <i>CPD</i> | <i>Crescimento em Peso Diário</i> |
| <i>G</i> | <i>Gramas</i> |
| <i>INE</i> | <i>Instituto Nacional de Estatística</i> |
| <i>m²</i> | <i>Metro quadrado</i> |
| <i>m³</i> | <i>Metro cúbico</i> |
| <i>O. mossambicus</i> | <i>Oreochromis mossambicus</i> |
| <i>PB</i> | <i>Proteína Bruta</i> |
| <i>PCS</i> | <i>Percentagem de crescimento semanal</i> |
| <i>TEC</i> | <i>Taxa de crescimento específico</i> |
| <i>TSF</i> | <i>Taxa de sobrevivência final</i> |
| <i>TI</i> | <i>Tratamento 1 com ração a 19%</i> |
| <i>TII</i> | <i>Tratamento 2 com ração a 20%</i> |
| <i>TIII</i> | <i>Tratamento 3 com ração a 24%</i> |
| <i>°C</i> | <i>Graus Celsius</i> |
| <i>‰</i> | <i>Partes por milhão</i> |
| <i>%</i> | <i>Percentagem</i> |
| <i>SD</i> | <i>Desvio padrão.</i> |

Índice

| | |
|--|-----|
| DECLARAÇÃO DE HONRA | I |
| DEDICATÓRIA..... | II |
| AGRADECIMENTOS..... | III |
| RESUMO | IV |
| Lista de Figuras | VI |
| Lista de Tabelas..... | VI |
| Lista de abreviaturas..... | VII |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objectivos..... | 2 |
| 1.1.1. Geral..... | 2 |
| 1.2. Problematização | 2 |
| 1.3. Justificativa..... | 3 |
| 1.4 Hipóteses | 4 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 5 |
| 2.1. Progresso da aquacultura..... | 5 |
| 2.2. Origem e características de <i>Oreochromis mossambicus</i> | 6 |
| 2.3. Classificação sistemática de <i>O. mossambicus</i> | 8 |
| 2.4. Mudskipper - <i>Periophthalmus sobrinus</i> | 8 |
| 2.5. Produção de farinha de peixe | 9 |
| 2.6. <i>Oreochromis mossambicus</i> hábitos alimentares e exigências nutricionais de | 10 |
| 2.7. Digestibilidade | 12 |
| 2.8. Efeito da proteína bruta no crescimento das Tilápias | 12 |
| 2.9. Qualidade da água | 13 |
| 3. METODOLOGIA | 15 |
| 3.1. Procedimento para produção da ração | 16 |
| 3.2. Montagem da Experiência..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos | 18 |
| 3.4. Análise laboratorial | 19 |
| 3.5. Desempenho zootécnico..... | 19 |
| 3.5.1 Análises de estabilidade superficial da ração na água..... | 20 |
| 3.6. Avaliação de parâmetros de desempenho zootécnico | 20 |
| 3.7. Tratamento de dados | 21 |
| 4. RESULTADOS | 22 |
| 4.2. Variação de parâmetros físicos, químicos e biológicos | 22 |
| 4.2.1 Parâmetros zootécnicos | 23 |
| 4.2.2. Crescimento em peso e comprimento | 23 |
| 4. DISCUSSÃO..... | 25 |
| 4.1. Parâmetro de qualidade de água..... | 25 |
| 4.2. Desempenho zootécnico das Tilápias | 26 |
| 5. Conclusão | 30 |
| 6. Bibliografia..... | 31 |
| Apêndices | 1 |

1. INTRODUÇÃO

A aquacultura representa uma forma alternativa de exploração de ambientes aquáticos, marinhos e continentais e das espécies que neles habitam. Através dela, manipulam-se deliberadamente as relações tróficas controladas pela natureza com o objectivo de aumentar a oferta de recursos biológicos com valor para o mercado (Infonsa, 2009).

A aquacultura é responsável por aproximadamente 50% da produção mundial de pescado (António & Walter, 1998). Sendo o cultivo de peixes, a que mais contribui e é vista como tendo grande potencial para suprir a crescente demanda por alimento de origem aquática (António & Walter, 1998).

A piscicultura é uma actividade em desenvolvimento nas zonas costeiras e interiores de Moçambique. Esta actividade tem como objectivos principais o aumento do rendimento familiar, fornecimento de proteína animal de baixo custo para a população (Boane, 2008). A piscicultura em Moçambique como forma de suplemento da proteína animal, tem recebido grandes atenções, embora esta enfrente constrangimentos em obtenção de matérias-primas como a ração adequada as espécies cultivadas e alevinos de qualidade. Consequentemente os piscicultores têm recorrido á rações alternativas com uma qualidade nutricional baixa, culminando com uma baixa produção, o que leva o piscicultor a estender o tempo de cultivo.

A farinha de peixe é a fonte proteica de origem animal mais usada para a produção de ração para animais domésticos. Oitenta e seis por cento da produção mundial, em 1990, destinaram-se à produção de rações para aves, suínos e ruminantes, o restante para suplementação de rações para animais aquáticos (Nogueira *et al*, 1997).

O cultivo das espécies marinhas em cativeiro demanda o uso de rações nutricionalmente balanceadas em termos de combinação de nutrientes essenciais tais como carboidratos, proteínas, vitaminas, gorduras essenciais e minerais. É devido a esta combinação que as rações balanceadas são caras e consequentemente representam entre 50 a 75% de custo totais de produção (Al Hafedh, 1999; Beveridge, 2000). Em comparação com animais terrestres, os peixes são eficientes na utilização de proteína, pelo que níveis de proteína bruta das rações variam de 28 a 55%. Esta variação corresponde às exigências nutricionais das várias fases do desenvolvimento do peixe durante o ciclo de produção.

Em geral, dietas com menores níveis de proteína bruta são mais baratas, o que reduz os custos da alimentação, porém dependendo do tipo de espécie podem não trazer um desempenho zootécnico satisfatório (Shiau & Lan, 1996; Furuya *et al*, 1996). Pelo que é necessário investir na combinação

de ingredientes existentes localmente para formular rações locais a custos comparativamente baixos em relação as rações comerciais.

Em Moçambique ainda não se produz rações comerciais típicas para peixes para sustentar a prática desta atividade. É neste contexto que o presente trabalho visa produzir uma ração experimental à base de farinha de Mudskipper e avaliar o desempenho zootécnico da Tilápia *O. mossambicus* alimentada por esta ração, contribuindo com uma fórmula prática e com baixos custos de aquisição dos componentes.

1.1. Objectivos

1.1.1. Geral

- O objectivo deste trabalho foi de avaliar o desempenho zootécnico da Tilápia *Oreochromis mossambicus* alimentada com ração a base de farinha de *Mudskipper*.

1.1.2. Objectivos específicos:

- Formular e produzir rações com níveis de proteína crua de 19%, 20% e 24% a base de farinha de *Mudskipper*;
- Analisar o desempenho zootécnico de *O. mossambicus*.

1.2. Problematização

Com o crescimento da aquacultura, a demanda por rações, para peixes e por seu principal ingrediente proteico, a farinha de peixe, está em fraca expansão. A limitação do suprimento da farinha de peixe, decorrente da crescente demanda, gera a necessidade de se pesquisar fontes de proteína alternativas de boa qualidade nutricional (El-Sayed, 1999). O estudo de alimentos alternativos visa dar subsídios para a produção de rações, que, além de mais baratas e de mesma qualidade nutricional, proporcionem desempenho produtivo semelhante ao daquelas formuladas com alimentos convencionais (Boscolo *et al*, 2002; Meurer *et al*, 2003).

Um dos entraves ao desenvolvimento da aquacultura em Moçambique resume-se no custo de aquisição da ração comercial, falta de alevinos em quantidade e qualidade para satisfazer a demanda de cultivo de Tilápia e falta de técnicos qualificados para fazer o acompanhamento aos piscicultores.

Para resolver a limitação na aquisição da ração comercial, tem-se desenvolvido várias rações a base de alimentos alternativos a farinha de peixe, cujos resultados não são animadores (Mauluquela, 2016), pois o crescimento do peixe a produção total estimada em 55.5% o equivalente a 1835 toneladas (INE, 2017) em Moçambique continua ser baixa comparada com a produção registada em alguns

países africanos tais como, Egipto 1371 mil toneladas estimada a 1.7%, Nigeria 307 mil toneladas estimada a 0.4% anuais segundo (FAO, 2018). Contudo pretende-se com o presente estudo formular uma ração produzida através de pequenos peixes, uma fonte de proteína animal que não compete com a alimentação humana como é o caso de *Mudskipper* (*Periophthalmus sobrinus*). Deste modo, este trabalho visa responder a seguinte pergunta:

Qual é a influência do uso de ração a base de farinha de Mudskipper no desempenho zootécnico da Tilápia O. mossambicus cultivada em água salgada?

1.3. Justificativa

A farinha de peixe constitui uma das matérias-primas mais adequadas do ponto de vista nutricional para elaboração de rações destinadas a alimentação de organismos aquáticos. Os hábitos alimentares conferem aos peixes composições proteicas diferentes normalmente de 70% de proteína, 9% de lipídios e 8% de humidade, tornando-se uma excelente fonte de proteína, lípidos e energia. A farinha de peixe possui componentes químicos solúveis em água, tornando-a um forte atractivo e palatável em dietas para carnívoros (Blanco *et al*, 2007).

As concentrações de aminoácidos essenciais e ácidos gordos da cadeia ômega-3, ácidos eicosapentaenoicos (EPA) e docosahexaenoicos (DHA), sendo uma boa fonte de vitaminas como riboflavina, niacina, vitamina A e D; fonte de minerais, tais como, cálcio, fósforo, ferro, zinco, selénio e iodo (Olsen & Hasan, 2012), podendo apresentar alta digestibilidade.

A produção da farinha de *Mudskipper* como fonte de proteína para ração de *O. mossambicus* pode ser feita mediante uma tecnologia simples, o capital necessário é baixo, mesmo para produção em larga escala pois há disponibilidade da matéria-prima, tendo em conta que a espécie é de fácil cultivo, com a possibilidade de utilizar o peixe inteiro, uma vez que o mesmo é utilizado esporadicamente para a alimentação humana, sendo que a sua adição como suplemento para rações de peixes é justificada devido ao alto nível de proteínas totais de 55.2%, gordura total de 4.9% e fibra bruta de 1.1% (Andem, 2014).

É no contexto da necessidade de redução dos custos de produção de peixe, que se pretende desenvolver formulações de rações que apresentam altos teores de proteínas *O. mossambicus*, mas antes, o presente estudo pretende avaliar o desempenho zootécnico desta espécie. Espera-se que no final do trabalho os resultados sejam um contributo nos esforços já existentes bem como para impulsionar desenvolvimento da aquacultura em Moçambique.

1.4 Hipóteses

A hipótese a ser testada é de que o uso da farinha de peixe *Mudskipper* como fonte de proteína pode dar um incremento a produção aquícola sem comprometer a produtividade.

- H0: Não há diferenças no crescimento dos peixes alimentados com ração com a proteína bruta de 19%, 20% e 24% contendo farinha de Mudskipper.
- H1: Há diferenças no crescimento dos peixes alimentados com ração com a proteína bruta de 19%, 20% e 24% contendo farinha de Mudskipper.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Progresso da aquacultura

O progresso actual da ciência da nutrição de peixes permite que seja possível elaborar fórmulas balanceadas e nutricionalmente completas para a maioria das principais espécies de peixes criadas em piscicultura. As necessidades nutricionais dos peixes para o crescimento, reprodução e outras funções fisiológicas normais nos peixes são similares aos dos animais terrestres (Kubitza, 2003). Tal como animais terrestres, os organismos aquáticos necessitam de proteínas, aminoácidos, ácidos gordos essenciais, minerais, vitaminas e fontes energéticas. Esses nutrientes podem vir de organismos aquáticos naturais ou de rações preparadas. A maior parte dos estudos realizados sobre crescimento e engorda de peixes, foram feitos sob condições de laboratório, onde os limites de factores que influenciam o crescimento se encontravam sob controlo ou fixos (Kubitza, 2003).

A formulação de dieta é um processo no qual é elaborada uma combinação de ingredientes, normalmente subprodutos e farináceos das indústrias de processamento, e várias vitaminas e minerais como suplementos para se produzir uma ração com todas as quantidades necessárias dos nutrientes essenciais (Roubach *et al*, 2002) devido ao facto de que todos os peixes possuem necessidades definidas, tanto quantitativas como qualitativas, de vários nutrientes, sendo algumas altamente inter-relacionadas. Essas necessidades só podem ser supridas pela ingestão e absorção de inúmeros ingredientes. É importante salientar que não existe um único ingrediente alimentar que possa conter todos os nutrientes necessários e que já esteja na proporção adequada (Roubach *et al*, 2002).

Através da selecção de vários ingredientes de origem animal e vegetal, em quantidades apropriadas, pode-se elaborar uma ração correctamente balanceada para determinada espécie de peixe. Apesar de ser complexa a formulação de dieta (ou ração) na qual se consiga atender a todas as necessidades exactas e para todas as espécies (De Sousa, 2010).

Tilapia (Oreochromis mossambicus)

A Tilápia é um peixe de água doce originária da África e do Médio Oriente. Permaneceu restrita a estas regiões até os anos 50, quando passou a ser disseminada pelo mundo. A Tilápia é a designação genérica de um grupo que abrange cerca de 70 espécies, pertencentes a quatro gêneros: *Oreochromis* (Gunther), *Sarotherodon* (Rupell), Tilápia (Smith) e *Danakillia* (Thys).

I. Principais gêneros

A divisão das Tilápias de importância comercial entre os três grupos taxonômicos, baseia-se principalmente no seu comportamento reprodutivo: O gênero *Tilapia* incuba seus ovos em substratos através da construção de ninhos; *Oreochromis* faz incubação oral dos ovos na boca da fêmea (incubadores maternos); O gênero *Sarotherodon* realiza a incubação oral dos ovos tanto na boca do macho como da fêmea (incubadores paternos e biparentais) (Kubitza, 2010).

A *Tilapia Rendalli* e a *Tilapia Zilli* são as únicas espécies de Tilápias de interesse econômico que constroem ninhos para postura e incubação de seus ovos. Possuem desova parcelada e se reproduzem com 5 ou 6 meses de idade, são considerados peixes ovulíparos, com ovos do tipo adesivo, normalmente encontrados presos em pedras e em madeiras, dependendo das condições que lhes são oferecidas (Leite, 1981).

II. Características do gênero *Oreochromis*

- 1) Facilidade de reprodução e obtenção de alevinos;
- 2) Possibilidade de manipulação hormonal do sexo para obtenção de populações masculinas;
- 3) Boa aceitação de consumo de diversos tipos de alimentos existentes dentro dos tanques e alimentos fornecidos pelo piscicultor;
- 4) Possui grande capacidade de aproveitar alimentos naturais em viveiros;
- 5) Conversão alimentar entre 1 a 1,8;
- 6) Bom crescimento em cultivo intensivo (5 a 500g em 4 a 5 meses);
- 7) Grande rusticidade, suportando bem o manuseio intenso e os baixos níveis de oxigênio dissolvido na produção e, sobretudo, sua grande resistência às doenças
- 8) A carne é branca, de textura firme, de sabor pouco acentuado e de boa aceitação.

2.2. Origem e características de *Oreochromis mossambicus*

A *O. mossambicus* é oriunda do leste da África, nas águas interiores da zona costeira do Oceano Índico: Tanzânia, Moçambique, África do sul e Zimbábue (Meer, 1998).

A *O. mossambicus* é uma espécie de cultivo de grande importância nas regiões tropicais pela rusticidade, rápido crescimento, fácil adaptabilidade ao meio ambiente, possuem alta promiscuidade, aceitam uma grande variedade de alimentos, tem uma boa conversão alimentar, são resistentes à muitas doenças e desovam durante todo o ano, além de possuírem excelente sabor e textura, sendo que sua importância como fonte de proteína animal nos países subdesenvolvidos é reconhecida (Martínez, 2006).

2.2.1. Crescimento

Segundo Kubitza *et al* (1998), a *O. mossambicus* exibe rápido crescimento; quanto menor for o tempo para que a espécie atinja o tamanho de comercialização, menores serão as despesas correspondentes à operação e, portanto, maior a receita. A Tilápia pode atingir pesos de 1 a 1,5 quilogramas (Kg) em um período de 6 a 9 meses, dependendo do sistema de cultivo usado.

2.2.2. Reprodução

Possui alta taxa de desova, fertilização e alta viabilidade porém precoce, por isso o cuidado deve ser tomado para separar os sexos, no momento certo, no entanto o mais recomendado é que apenas os machos sejam engordados.

2.2.3. Manejo

É uma espécie de fácil manejo; resistente a doenças e a mudanças de factores físicos e químicos, é de fácil gestão do sistema de produção desde a calagem, controlo de número de fecundações, amostragem, dados biométricos e os parâmetros de qualidade de água (pH, temperatura, oxigénio dissolvido, visibilidade e amoníaco).

2.2.4. Aceita alimento equilibrado

Isto é necessário devido a proporção e densidade de animais por metro quadrado ou a comida administrada (alternativa) e natural não será suficiente.

2.2.5. Resistentes as doenças

A *O. mossambicus* resiste a doenças. Esta capacidade permite que se mostre maior sobrevivência e, portanto, maior lucratividade ao não investir em drogas ou medicamentos.

2.2.6. Alta densidade de cultivo

Para (Kubitza, 2000), pode ser submetido a cultivo intensivo ou superintensivo (a maior densidade de animais por metro quadrado ou metro cúbico). Desta forma, o volume de produção é aumentado e os custos operacionais são reduzidos, tornando o projeto mais rentável.

A *O. mossambicus* é uma espécie de fácil cultivo por ser resistente as baixas condições de qualidade de água e resistente a doenças, é um omnívoro e filtrador natural de plâncton, detritívoro, a sua dieta varia de lugar para lugar e aceita ração balanceada (Meer, 1998).

2.3. Classificação sistemática de *O. mossambicus*.

A Tilápias de Moçambique, a espécie *O. mossambicus*, ocupa a seguinte classificação sistemática.

Reino: Animália

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Perciformes

Família: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Espécie: *Oreochromis mossambicus* (Peter, 1852).



Fonte: [https://www.google.com/search?q=Tilápias+de+Moçambique+\(Oreochromis+mossambicus\)](https://www.google.com/search?q=Tilápias+de+Moçambique+(Oreochromis+mossambicus)).

Figura 1 Tilápias de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*).

A Tilápias de Moçambique apresenta um corpo lateralmente comprimido e com uma barbatana dorsal longa, a parte frontal é provida de raios duros transformados de espinhos que também são encontrados nas barbatanas pélvicas e anal (Masser, 1999).

Pode ainda ser identificada pela coloração verde amarelada que o seu corpo apresenta, esta espécie chega a atingir 35cm de comprimento e um peso de cerca de 1.1kg, e pode viver até aos 11 anos (Mook, 1983).

2.4. Mudskipper - *Periophthalmus sobrinus*.

Encontrado em águas tropicais, possui a capacidade de andar sobre a lama utilizando suas nadadeiras peitorais. Estes animais são capazes de nadar, bem como de se alimentar e de se defender de inimigos naturais no território em terra. Seu nome popular é em alusão a capacidade de “pular” ou “saltar” quando está no lodo, possuindo uma mobilidade notória.

São respiradores cutâneos, absorvendo oxigénio através de sua pele e mucosa. Desde que a sua capacidade de absorver o oxigénio é facilitada através da humidade, eles são muitas vezes obrigados a permanecer dentro dos limites de terrenos húmidos ou molhados. Possui a seguinte classificação sistemática:

Reino: Animália

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Perciformes

Família: Gobiidae

Subfamília: Oxudercinae

Género: *Periophthalmus*

Espécie: *Periophthalmus sobrinus*



Fonte: [https://www.google.com/search?q=Mudskipper+\(Periophthalmus+sobrinus\).](https://www.google.com/search?q=Mudskipper+(Periophthalmus+sobrinus).)

Figura 2 Mudskipper (*Periophthalmus sobrinus*).

2.5. Produção de farinha de peixe

A demanda por farinha e óleo de peixe tem um histórico de crescimento de aproximadamente 10% em 1988 para 33% em 1997, e 65 a 68% em 2002 (Primavera, 2006). Na última década passou de 68% para 88%. Isso reflecte o crescimento na produção aquícola e aumento do uso de farinha de peixe no sector da pecuária (Taylor *et al*, 2009).

A produção de farinha de peixe atingiu um ápice de 30,2 milhões de toneladas em 1994. A partir de 2010, apresentou oscilações, havendo redução para 14,8 milhões toneladas, devido a redução das

capturas de anchovetas, fonte primária para produção da farinha, e posteriormente teve um aumento em 2011 (19,4 milhões de toneladas) e em 2012, diminuiu para 16,3 milhões toneladas (FAO, 2014).

Actualmente, a farinha de peixe é produzida a partir de resíduos do processamento de peixes, que anteriormente eram descartados, o que implicava em sérios danos ambientais, comprometendo a qualidade da farinha.

Devido a estes resíduos de processamento apresentarem grandes proporções de ossos, escamas e nadadeiras, a qualidade da farinha pode oscilar, uma vez que a qualidade da farinha de peixe varia em função da matéria-prima utilizada. Em geral apresentam mais minerais, elevado teor de glicina e prolina, e ainda baixos teores de proteína (Higuch, 2015).

De acordo com Olsen & Hasan (2012) a farinha de peixe foi utilizada em meados de 1988 como um importante ingrediente em rações para suínos e aves, devido a sua alta qualidade nutricional, representando cerca de 80% dos componentes que compõe a ração. A partir de 2010, a quantidade de farinha de peixe utilizada na alimentação de organismos aquáticos aumentou para 56% e na de suínos e aves diminuiu para 32% (Higuch, 2015).

2.6. *Oreochromis mossambicus* hábitos alimentares e exigências nutricionais de

Com relação ao manejo alimentar em aquicultura, deve-se considerar que a ração fornecida aos peixes deve atender as exigências nutricionais do mesmo quanto à proteína, energia, lípidos, vitaminas e minerais, para promover o bom desempenho zootécnico dos animais (Silva & Siqueira, 1997).

Segundo Ono & Kubitzka (2003), a ração utilizada na criação em tanques-rede deve ser nutricionalmente balanceada, suprimindo as exigências em nutrientes dos peixes, considerando que os animais confinados apresentam acesso restrito ao alimento natural disponível no ambiente.

A proteína nas dietas dos peixes tem sido um dos campos mais pesquisados na nutrição, sobretudo em um sistema intensivo.

O nível da proteína nas dietas, que resulta no crescimento óptimo, é influenciado por uma série de factores, entre os quais podem citar-se: o índice de energia na dieta, o estado ontogénico e fisiológico do animal (idade, peso e maturidade), variáveis ambientais (temperatura de água, salinidade, oxigénio dissolvido), e quantidade de alimento (Jauncey, 2000), além da qualidade da proteína na dieta quanto aos níveis e equilíbrio de aminoácidos essenciais (Kubitzka *et al*, 1998).

Na piscicultura, para se obter melhor eficiência alimentar, é necessária a integração de factores como exigência nutricional da espécie em cultivo, além da composição química e da disponibilidade de nutrientes dos ingredientes selecionados para a produção da ração completa.

As características físico-químicas e seu papel devem ser considerados na formulação da ração. Seu teor dependerá da viabilidade de processamento e das limitações metabólicas e fisiológicas das espécies. Fibra refere-se aos componentes vegetais indigeríveis incluídos na ração de peixes como parte inerte e de valor nutritivo insignificante (Hilton, 1983 *et al*, 1988).

Segundo Anderson *et al* (1984), a fibra bruta é usada para ajustar os níveis de nutrientes das rações experimentais e engloba as fracções de celulose, hemicelulose, lignina e pectina.

A fibra altera a taxa de utilização dos nutrientes por modificar o tempo de esvaziamento gástrico, agir na motilidade e trânsito intestinal, actuar na actividade de enzimas digestivas, pela captação de micelas de lípidos, e graças a interacção com a superfície da parede intestinal, interferir na absorção de nutrientes (Madar & Thorne, 1987). Estes autores (Madar & Thorne, 1987) afirmam que a fibra pode interferir na digestibilidade dos nutrientes, destacando a proteína, os carboidratos e os lípidos. Segundo Pezzato *et al* (2004), a dieta fornecida aos peixes deve atender as exigências nutricionais dos animais, directamente relacionadas aos seguintes factores: espécie, fase de desenvolvimento, sexo e estágio de maturação das gónadas, sistema de produção, temperatura da água, frequência de arrazoamento e qualidade da dieta.

Pezzato *et al* (2004), relatam que, as Tilápias, por apresentarem estômago funcional com reduzida capacidade de armazenamento de alimento, respondem melhor a três ou mais refeições diárias e que as larvas e alevinos respondem a um maior número de alimentações diárias comparativamente aos juvenis e adultos, devido à sua maior taxa de crescimento específico. Afirmam que os estudos nutricionais têm demonstrado que a dieta pode influenciar positivamente ou negativamente o comportamento, integridade estrutural, saúde, reprodução e o crescimento dos peixes. Quanto melhor for a qualidade de dieta, melhor serão os resultados, caso contrário os piscultores terão perdas monetárias devido ao longo periodo de produção.

Portanto, a determinação das necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes essenciais à dieta é de fundamental importância para a adequada formulação de rações para peixes.

A Tilápias de Moçambique, assim como a Tilápias do Nilo e a truta, é omnívora oportunista e alimentam-se de algas, matéria vegetal, partículas orgânicas, pequenos invertebrados e outros peixes. Os padrões de alimentação variam dependendo da fonte de alimento que é a mais abundante e a mais acessível na época e quando a superlotação acontece e os recursos escasseiam, os adultos às vezes canibalizam os jovens para obter mais nutrientes (Cambray & Swartz, 2007).

2.7. Digestibilidade

Tal como foi referenciado anteriormente, as rações utilizadas no cultivo de organismos aquáticos são compostas por uma mistura de vários ingredientes de origem animal e vegetal em proporções balanceadas que atendam às necessidades nutricionais diárias dos animais (Logato, 2000), consequentemente, os animais aproveitam de forma diferente os alimentos existentes, sendo esta variação quantificada através da determinação da digestibilidade aparente, podendo ser definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia dos alimentos (Andrigueto *et al*, 1982).

A digestibilidade é um dos métodos mais utilizados em estudos com animais para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e estimar a eficiência das dietas, através da quantificação dos nutrientes absorvidos do alimento que não são excretados nas fezes (NRC, 2011) e permite a formulação de rações com custo mínimo que atendam às exigências nutricionais dos animais. A digestibilidade da farinha de peixe deve ser superior a 80%, ressaltando que a mesma está relacionada com a secagem do produto.

A secagem da farinha em elevadas temperaturas, acarreta em diminuição da digestibilidade da proteína, ocorrendo redução da disponibilidade de alguns aminoácidos, tais como lisina, cistina, triptofano e histidina (Nunes, 2011).

2.8. Efeito da proteína bruta no crescimento das Tilápias

Tabela1 Níveis de Proteína em diferentes fases do crescimento de Tilápias

| Fase de Crescimento | % Proteína |
|---------------------|------------|
| Alevinos | Máximo 36% |
| Jovenis | Máximo 35 |
| Engorda | 30 |

Fonte: Poli *et al*, 2004; p 129.

Existe uma correlação positiva entre o crescimento do peixe e o teor da proteína bruta nas rações administradas às Tilápias em cativeiro, pelo que quanto maior for o teor da proteína bruta maior será o ganho de peso das espécies cultivadas. Segundo estudos realizados por Chamo (2013) e Muhala (2014), constata-se que quanto mais adequada para o crescimento for a ração, menor será a

quantidade de ração necessária para produzir uma unidade de ganho em peso, isto é, menor será o factor de conversão alimentar.

Uma melhoria na qualidade da ração invariavelmente se traduz no melhoramento do factor de conversão alimentar, produtividade e produção assim como no rendimento económico, se considerar que o custo da alimentação do peixe durante o ciclo de produção varia de 50 a 70% dos custos totais de produção (Al Hafedh, 1999; Beveridge, 2000). No entanto, para melhorar os índices de conversão alimentar deve se administrar uma ração nutricionalmente mais próxima das exigências nutricionais dos peixes (Al Hafedh, 1999).

A forma e o tipo de apresentação da ração, seja peletizada ‘*pellet*’ ou extrusada, seja a granulometria, palatabilidade, estabilidade, valor biológico, espécie de peixe, idade, tamanho, sexo e reprodução, disponibilidade e capacidade de aproveitamento do alimento natural, qualidade da água, densidade de estocagem, temperatura da água, taxa de alimentação e manejo alimentar são factores que contribuem para uma melhoria dos índices de conversão alimentar (Kubitza, 1999).

2.9. Qualidade da água

A qualidade da água nos sistemas de criação está em constante modificação devido às práticas de manejo, influenciando directamente o bem-estar dos organismos aquáticos desde o hábito alimentar até a sobrevivência dos animais cultivados, pelo que parâmetros tais como a temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido e pH precisam ser monitorados diariamente possibilitando aos produtores um controle mais preciso do que está acontecendo ou do que pode vir acontecer durante a criação, evitando factores determinantes como o *stress* do animal (Pinheiro *et al*, 2007).

A salinidade e a temperatura são apontadas como os principais factores abióticos que influenciam a vida dos organismos aquáticos, com as respostas variando em função do estágio do ciclo de vida e da espécie utilizada (Ye *et al*, 2009).

A temperatura da água é um dos factores mais importantes nos fenómenos biológicos exigentes em um viveiro. Todas as actividades fisiológicas dos peixes (respiração, digestão, excreção, alimentação, movimentos) estão intimamente ligadas à temperatura da água.

Tilápias são peixes tropicais que apresentam conforto térmico entre 27 a 32°C. Temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27°C reduzem o apetite e o crescimento, abaixo de 20°C o apetite fica extremamente reduzido e aumenta os riscos de doenças, temperaturas abaixo de 14°C geralmente são letais as Tilápias (Kubitza, 2000).

Quanto a salinidade, tem-se a dizer que a *O. mossambicus* apresenta grande tolerância à alta salinidade, crescendo e se reproduzindo de forma mais eficiente em águas salobras do que em água doce e tem a possibilidade de se reproduzir à salinidade acima de 32ppt (Kubitza, 2000).

O pH da água é também um importante factor para assegurar a boa produção na criação dos animais aquáticos influenciando na disponibilidade de nutrientes (fósforo) e na interdependência entre as comunidades vegetais, animais e o meio aquático (Alves *et al*, 2007).

A faixa de pH usualmente sugerida para criação da espécie *O. mossambicus* varia de 6,5 a 9,0, baixos níveis podem reduzir o crescimento e a reprodução afectando directamente a sobrevivência e resistência dos organismos as doenças, oscilando directamente em função da actividade fotossintética que é a maior fonte de oxigénio e da vegetação bentônica. Sua deficiência acarreta no comprometimento das funções vitais dos organismos cultivados, aumenta a susceptibilidade a patógenos e afecta a ciclagem dos nutrientes, propiciando o aumento de compostos tóxicos, sendo recomendado concentrações acima de 5mg/l para melhores resultados de crescimento e sobrevivência nos animais (Boyd, 2008).

A amónia, proveniente da própria excreção nitrogenada dos peixes e da decomposição do material orgânico na água, a amónia está presente na água sob duas formas: o ião amónio NH_4^+ (forma pouco tóxica) e a amónia NH_3 (forma tóxica) (Kubitza, 2000).

As análises de água mensuram a amónia total na água, ou seja, NH_4^+ e NH_3 juntos. Para saber quanto da amónia total está na forma tóxica, é preciso medir o pH da água.

Quanto maior for o pH, maior será a percentagem de amónia tóxica na amónia total. Assim, uma água com 2 mg de amónia total pode conter apenas 0,0014mg de NH_3 /litro a pH 7 (0,7%) ou níveis tóxicos maiores que 1mg em água com pH acima de 9,3 (Kubitza, 2000).

3. METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

Foi montado um experimento com o objectivo de avaliar o desempenho zootécnico de *O. Mossambicus* nos tanques do campus da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras da Universidade Eduardo Mondlane/Quelimane, província da Zambézia. Localizado no prolongamento da Avenida 1 de Junho, Bairro Chuabo Dembe. O período foi de Julho de 2017 a fevereiro de 2018 e consistio de duas fases nomeadamente: a fase de produção de ração e o teste da ração no crescimento dos alevinos de *O. mossambicus* nos tanques rede.

3.2 Formulação da ração artesanal

A formulação da ração (artesanal), foi feita á base da seleção de ingredientes de origem animal e vegetal de modo a cumprir as exigências nutricionais do peixe, nomeadamente: farelo de peixe Mudskipper, farelo de soja, farelo de arroz, farinha de milho e melação de cana-de-açúcar calculado com base no quadrado de Pearson.

3.3. Quadrado de Person

O quadrado de Pearson é o método manual amplamente utilizado e consiste na determinação das quantidades necessárias para formulação da ração. Determina uma relação entre dois ingredientes ou mais para que forneça uma quantidade percentual de um determinado nutriente (Oelke & Ries, 2013).

O Quadrado de Pearson é a técnica mais comumente usada para o cálculo de uma ração devido a sua simplicidade. Calcula a ração levando em consideração o valor relativo (percentual) de um determinado nutriente, que geralmente tem sido a proteína (Nunes, 1998). Estabelece as proporções entre dois alimentos, ou duas misturas de alimentos, de forma a obter um valor para proteína intermediário ao teor de proteína dos dois alimentos misturados. A condição essencial do método de Pearson é que um dos ingredientes possua teor de proteína acima e o outro teor abaixo daquela desejada para a mistura (Nunes, 1998). Destaca a necessidade de trabalhar com valores em razão de percentagem, tanto na necessidade estipulada quanto na quantidade de cada ingrediente na formulação final (Oelke & Ries, 2013).

No presente estudo foram usados os seguintes materiais: peneira, bacia, colher de pau, balança de precisão 0.1g, balança numérica de 100kg, agulha, carvão, fogão, triturador manual, panela, ceifa,

balde, maquina de fazer peletes, bloco de notas, esferograficas, régua, avental, fios de nylon, estacas de mangal, rede mosquiteira, refratometro, termometro e pH metro.

3.1. Procedimento para produção da ração

A produção ocorreu em fases, tendo se produzido 10.5kg da ração na fase inicial para se testar a eficiência e o nível de proteína das rações. Para a obtenção de 10.5kg de ração com nível de proteína a 24% usou-se 5.143kg de peixe *Mudskipper* fresco adquirido através de vendedores informais como o principal ingrediente e como sendo a principal fonte de proteína de origem animal.

Em seguida usou-se 2kg de farelo de soja no qual grãos de soja levados a moagem foram separados os farelos e a farinha, o farelo foi triturado com o apoio de um triturador manual que tornaram o farelo em partículas mais finas e em seguida foram ceifados com uma ceifa manual, 2.057kg de farelo de arroz, 0.8kg de farinha de milho, todos os ingredientes foram previamente selecionados e pesados com a ajuda de uma balança e colocados numa bacia de 20 litros, misturou-se todos ingredientes para haver uma distribuição equitativa dos ingredientes na mistura (Figura 3).

De seguida juntou-se 0.5 litros de melão de cana-de-açúcar e 1,5 litros de água. Para medição exacta das quantidades de farelo e farinha usou-se uma balança de 100kg de capacidade. Uma vez obtida a mistura foi submetida ao cozimento pôr fogo por um período de 20 minutos e posteriormente submetida numa maquina eléctrica marca Jotelar para posterior trituração até a obtenção de uma pasta sólida e formação de péletes que foram postos a secar ao sol até reduzir o teor de humidade, posteriormente foram conservadas num ambiente fresco e com boa aeração.

Para a obtenção de 7.427kg de ração com nível de proteína a 20% usou-se 2.57kg de farinha de *Mudskipper* como o ingrediente principal mantendo todos os outros elementos constantes e para a obtenção de 7.08kg de ração com nível de proteína a 19% usou-se 1.71kg de farinha de *Mudskipper* mantendo todos os outros igualmente constante.

As quantidades aqui estabelecidas obedeceram ás regras do método de quadrado de Pearson, cujo as quantidades usadas são encontradas na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 Quantidade de ingredientes usados na formulação da ração experimental.

| Ingrediente | % de Proteína de farinha de peixe | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------|
| | TI (19%) | TII (20%) | TIII (24%) |
| Melaço | 0.5L | 0.5L | 0.5L |
| Água | 1.5L | 1.5L | 1.5L |
| Farinha de <i>Mudskipper</i> | 1.71kg | 2.57kg | 5.143kg |
| Farelo de soja | 2kg | 2kg | 2kg |
| Farelo de arroz | 2.057kg | 2.057kg | 2.057kg |
| Farinha de milho | 0.8kg | 0.8kg | 0.8kg |
| Quantidade de ração produzida | 7.08kg | 7.427kg | 10.513kg |



Figura 3. Mistura de ingredientes e secagem da ração.

3.2. Montagem da Experiência

O delineamento experimental, foi efectivado num tanque de terra com uma área de 162 m², consistiu em três tratamentos ração a 19% (T1), a 20% (TII) e 24% (TIII) de nível proteico. Cada tratamento tinha uma repetição o que deu um total de 6 tanque-rede. O comprimento de cada tanque-rede era de 2m, a largura era de 1m e a profundidade era de 1.1m. Os tanque-rede foram feitos de forma manual usando redes fina com cerca de 2mm também conhecidas de rede de janela, agulhas e fio de nylon.

Os tanque-rede foram fixados ao solo com estacas de mangal e fios de nylon, separadas uma da outra por uma distância de 1m e 0.5m de distância em relação a rampa de passagem (Figura 4). Esta separação foi criada para permitir um melhor fluxo de água dentro do tanque assim como o fluxo de oxigénio.

Uns totais de 90 alevinos *O. mossambicus* sexualmente revertidos foram usados no presente estudo em tanques-rede. Cada tanque-rede foi povoado com 15 alevinos provenientes de reprodutores da empresa Aquapesca Lda. Chegados no local estudo, os peixes foram medidos o comprimento e peso de forma individual antes de serem colocados nos tanque-rede. Para o tratamento TI-19%, o peso e comprimento médio inicial foram de 6.2g e 10.8cm, respectivamente, o peso e comprimento médio inicial de 6.6g e 12.1cm foram obtidos no tratamento TII-20%. Os alevinos submetidos no tratamento TIII-24% tiveram 6.2g com 9.6cm, respectivamente.

Os peixes eram alimentados até a saciedade aparente, durante toda fase experimental com frequência de 4 vezes ao dia e taxa de alimentação de 5% em relação ao peso vivo segundo Kubitza (2000) em horários pré-determinados (6h, 10h, 14h e 18h).

As biometrias foram feitas semanalmente na hora mais fresca do dia, portanto as 6h. Foram medidos 10 peixes em cada tanque-rede que totaliza 60 alevinos. Os peixes eram retirados do tanque com o auxílio de uma rede de mão em forma de copo colocados em um balde plástico com água do tanque, eram pesados com uma balança eletrônica de 1000g, numa precisão de 0.1g da marca Electronic Compact Scale e o comprimento era medido com uma régua graduada de 30cm. Após a amostragem eram imediatamente devolvidos aos tanques-rede e 30 minutos depois eram alimentados.



Figura 4. Disposição dos tratamentos (tanques-rede, TI, TII e TIII) no sistema de cultivo na ECSMC.

3.3. Monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos

Para avaliar a qualidade da água dos viveiros experimentais, foi feito um monitoramento dos parâmetros químicos, físicos e biológicos da água nomeadamente a temperatura, o pH, a salinidade e o oxigénio dissolvido.

A temperatura e o oxigénio dissolvido foram medidos duas vezes ao dia (6:30 e 16:30h) através de sonda de temperatura acoplada no termómetro oxímetro YSI 550A, a salinidade foi medida uma vez por dia as 6:30 h com o refratómetro Vitalsine SR6, o pH foi monitorado duas vezes ao dia (6:30 e 16:30h) com auxílio de um pHmetro Hannah durante toda experiência.



Figura 5. Instrumento usado no monitoramento de pH no sistema de cultivo.

3.4. Análise laboratorial

A análise laboratorial da ração artesanal foi feita no laboratório de solos, plantas e águas do Instituto de Investigação Agronómica de Moçambique (IIAM) em Maputo. A tabela abaixo (Tabela 3) apresenta os resultados.

Tabela 3 Resultados da análise laboratorial da ração artesanal no IIAM.

| Tratamento | % de proteína bruta | % de nitrogénio total | % de cinzas | % de fibra bruta |
|-------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|
| TI | 19 | 3.04 | 15.21 | 8.57 |
| TII | 20 | 3.25 | 15.46 | 9.05 |
| TIII | 24 | 3.84 | 16.07 | 8.91 |

3.5. Desempenho zootécnico

Foram feitas biometrias semanais (a cada 7 dias) de modo a se ter maior precisão no acompanhamento do desempenho zootécnico que provavelmente estivesse a ocorrer no ambiente do cultivo assim como o ajuste na administração da alimentação.

Os peixes eram tirados das hapas com ajuda de rede de mão e transportados em baldes de 10L para as caixas plásticas rectangulares contendo água do próprio viveiro de cultivo, onde era retirado o peso individual de 10 peixes. Para a pesagem foi usada uma balança eletrônica (eletronic compact scale) com uma precisão de 0.1g. O comprimento do peixe foi medido com o auxílio de uma régua de 30cm e posterior devolvidos a água.

3.5.1 Análises de estabilidade superficial da ração na água

Para determinação do tempo máximo médio de flutuação ou capacidade de flutuação na água, dez grânulos de ração dos diferentes tratamentos foram introduzidos cuidadosamente em um recipiente de plástico de 2000 ml contendo água destilada e estagnada (24°C, pH 6,7). Registou-se o tempo de queda de cada grânulo submergir, conforme adaptação do método descrito por Pizzato *te al*, (1998). Este procedimento foi repetido três vezes para cada tratamento, obtendo-se um valor médio por repetição. Para a ração em pó, foi lançada 5g no recipiente e ligou-se o cronómetro, após 10 minutos foi observado a quantidade da ração que sobrou na superfície, para se estimar o tempo mínimo que levará na superfície. Viu-se que a ração em pó levou mais tempo na superfície que a ração granulada. Esta actividade foi feita depois de 15 dias de secagem, este período foi longo porque coincidio com as chuvas locais.

3.6. Avaliação de parâmetros de desempenho zootécnico

Para determinar as variáveis de desempenho zootécnico dos peixes cultivados, foram usadas as relações matemáticas estabelecidas por Proença & Bettencourt (1994) abaixo descritas.

Taxa de Crescimento Semanal (TCS):

$$TCS(g) = \frac{(Peso\ final\ (g) - Peso\ inicial\ (g))}{\frac{Dias\ de\ cultivo}{7}}$$

Porcentagem de Crescimento Semanal (PCS):

$$PCS\left(\frac{\%}{semana}\right) = 100x\frac{Biometria\ final - Biometria\ inicial}{intervalo\ de\ tempo\ entre\ duas\ biometrias\ (dias)}$$

Taxa de Sobrevivência Final (TSF):

$$TSF(\%) = \frac{n^{\circ}\ de\ peixes\ existentes}{n^{\circ}\ de\ peixes\ povoados} x 100\%$$

Biomassa Total Produzida (BTP):

$$BTP(kg) = \frac{[(\textit{peso final} - \textit{peso inicial}) \times n^{\circ} \textit{ de peixes existentes}]}{1000}$$

3.7. Tratamento de dados

As análises estatísticas dos parâmetros de qualidade de água e do desempenho zootécnico foram efectuadas por meio de análise de variância unifatorial (*one-way*, ANOVA) e posteriormente os dados zootécnicos submetidos a análise de agrupamento de médias, o teste de Tukey com nível de significância de 0.05 para se avaliar as diferenças do desempenho zootécnico dos peixes alimentados com as três rações formuladas. Gráficos e tabelas foram obtidos usando o micro soft EXCEL.

4. RESULTADOS

4.1. Estabilidade da ração na coluna de água

No primeiro instante de exposição da ração na água, cerca de 80% dos péletes flutuaram e cinco minutos depois apenas 65% dos péletes continuaram na coluna de água a flutuar, a quantidade de péletes na coluna de água passados treze minutos era apenas de 20%, a estabilidade depende do tempo de permanência na água, quanto mais tempo a ração permanecia na água a quantidade era menor, isto mostrou uma boa instabilidade tomando em consideração o período em os peixe precisam para se alimentarem.

4.2. Variação de parâmetros físicos, químicos e biológicos

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos tais como temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade estão apresentados na tabela 4 a baixo.

As análises mostraram que a temperatura, o pH, e a salinidade não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para o ($p>0,05$). O oxigênio dissolvido apresentou diferenças significativas ($p<0,05$) (Tabela 4).

Os valores médios mínimos e máximos monitorados durante o período experimental, foram de 25.3 ± 1.7 °C no período da manhã no TI e 30.1 ± 2.3 °C no período da tarde no TII para temperatura da água. O valor de pH registado foi de 7.8 ± 0.5 mg/l no período da manhã no TI- e 8.9 ± 0.2 mg/l para TII no período da tarde.

A oscilação mínima registada de oxigênio foi de 3.6 ± 1.2 mg/l no período da manhã no tratamento TI, e 8.8 ± 0.6 mg/l de máximo registado no tratamento TII no período da tarde, mostrada pela diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos (Tabela 4).

Os tratamentos com médias de pH de cerca de 7.8 ± 0.5 mg/l de mínimo e 8.9 ± 0.2 mg/l de máximo registado nos tratamentos TI e TII para período da manhã e da tarde respectivamente, mostraram não haver diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$) (Tabela 4).

Os valores médios de salinidade encontrados durante o cultivo foram de 30.9 ± 2.4 ppt para TI; 30.6 ± 1.9 ppt para TII e 30.5 ± 1.6 ppt para TIII, os tratamentos, mostraram não haver diferenças significativas entre eles ($p>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios (\pm SD) dos parâmetros de qualidade de água registados durante a experiência nos três tratamentos.

| Parâmetros | TI-19% | TII-20% | TIII-24% |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Temperatura manhã (°C) | 25,3 \pm 1,7 ^a | 26,1 \pm 1,7 ^a | 25,5 \pm 1,7 ^a |
| Temperatura tarde (°C) | 29,6 \pm 2,2 ^a | 30,1 \pm 2,3 ^a | 29,0 \pm 2,2 ^a |
| Oxigénio manhã (mg/l) | 3,6 \pm 1,2 ^a | 4,2 \pm 0,9 ^b | 4,0 \pm 1,0 ^b |
| Oxigénio tarde (mg/l) | 7,8 \pm 1,0 ^a | 8,8 \pm 0,6 ^b | 7,4 \pm 1,1 ^b |
| pH manhã (mg/l) | 7,8 \pm 0,5 ^a | 7,9 \pm 0,5 ^a | 7,9 \pm 0,3 ^a |
| pH Tarde (mg/l) | 7,9 \pm 0,4 ^a | 8,9 \pm 0,2 ^a | 8,1 \pm 0,4 ^a |
| Salinidade (ppt) | 30,9 \pm 2,4 ^a | 30,6 \pm 1,9 ^a | 30,5 \pm 1,6 ^a |

4.2.1 Parâmetros zootécnicos

4.2.2. Crescimento em peso e comprimento

Os três tratamentos mostraram um incremento em peso e comprimento de *O. mossambicus* (Figura 6). Os tratamentos TI e TII registaram no final do experimento (18.8 g e 10.8 cm) e (21.5 g e 12.08 cm), respectivamente, enquanto o tratamento TIII registou (14.6g e 9.6cm).

A análise estatística mostrou que existem diferenças estatisticamente significativas das média entre as amostras ($p < 0,05$), para o crescimento em peso e em comprimento entre os tratamentos.

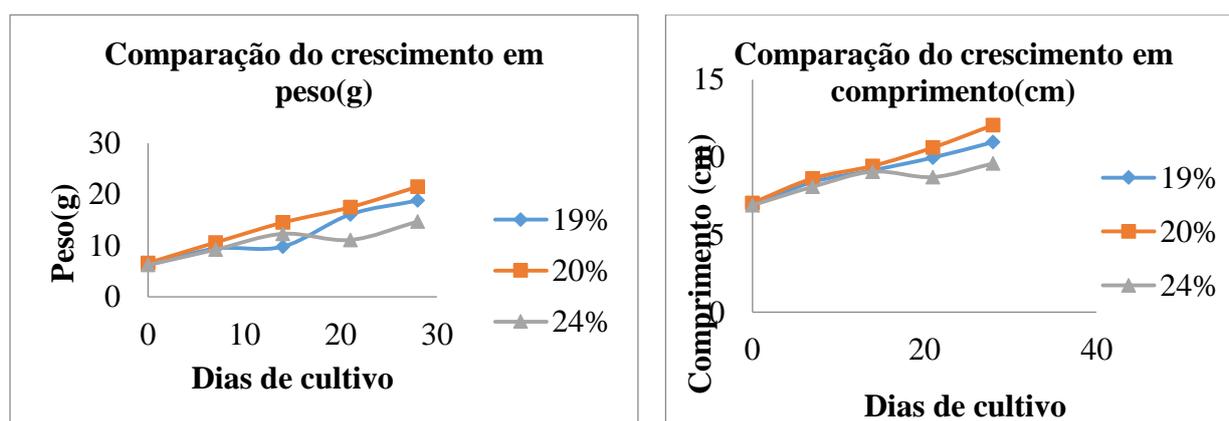


Figura 6. Variação de peso e comprimento dos peixes alimentados com a ração artesanal a 19%, 20% e 24% de proteína.

O peso médio final dos três tratamentos variou de 18.8g para TI, 21.5g para TII e 14.6g para TIII. O grupo de peixes submetido a ração artesanal TII apresentou o maior peso e comprimento médio final,

diferindo estatisticamente dos demais tratamentos de TI e TIII ($p < 0,05$). Os tratamentos TI e TIII não tiveram diferenças significativas ($p > 0,05$).

O menor crescimento de 14.4g e 9.6 cm de peso e comprimento foram registados no tratamento TIII. As médias observadas quanto ao incremento em peso, incremento em biomassa e taxa específica de crescimento, apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si para ($p < 0,05$), sendo registadas valores semelhantes para a taxa de crescimento específico 0.4%/dia.

A taxa de sobrevivência final deferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo maior nos tanques alimentados com a ração artesanal a 20% que obteve uma taxa de sobrevivência de 97,3% contra os 92,3% no TI e 96,2% no TIII.

Tabela 5 Desempenho do cultivo de Tilápias (*O. mossambicus*) alimentados com dietas em diferentes % durante os 30 dias de cultivo em tanques rede.

| Parâmetro | Tratamento | | |
|--|-------------|-------------|------------|
| | TI (19%) | TII (20%) | TIII (24%) |
| Peso médio inicial (g) | 6.2± 0,5 | 6.6 ± 3,6 | 6.2± 0.6 |
| Peso médio final (g) | 18,8± 1.02 | 21,5± 1.05 | 14.6±1.01 |
| Crescimento em comprimento | 10,8 ± 1,08 | 12,1 ± 1,05 | 9.6± 1 |
| Taxa de sobrevivência final (%) | 92,3 | 97,3 | 96,2 |
| Crescimento semanal (g/s) | 0.5 | 0,3 | 0,3 |
| Taxa de crescimento específico (%/dia) | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Biomassa (kg) | 0.35 | 0.41 | 0.24 |

4. DISCUSSÃO

4.1. Parâmetro de qualidade de água

Considerado que os tanques-rede, foram colocados no mesmo tanque de cultivo, os parâmetros de qualidade da água observados durante o período em que decorreu a experiência, não deveriam influenciar o desempenho zootécnico dos peixes nos três tratamentos.

As Tilápias têm seu desenvolvimento normal nas temperaturas entre 27 e 32°C (Kubitza, 2000), porém o aumento no consumo de ração é linear, conforme o aumento da temperatura. No presente estudo o valor médio de temperatura foi de 25.3 ± 1.7 no período da manhã e 30.1 ± 2.3 °C para o período da tarde. De acordo com (Moura *et al*, 2007) o melhor desempenho ocorre entre 24 e 28°C.

Entretanto, houve momentos em que as temperaturas foram inferiores a 19°C, nessas ocasiões a primeira alimentação (as 6h) foi suspensa, porque a essas temperaturas normalmente afetam o metabolismo dos peixes tropicais, acarretando diminuição de apetite e das taxas de crescimento, daí a necessidade de suspensão da alimentação de modo a evitar desperdício com a alimentação.

Os valores médios de temperatura da água para todos os tratamentos não mostraram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$), apresentando-se dentro da faixa de conforto térmico (27 a 32°C) de acordo com Kubitza (2000), o que mostra que a sua variação não influenciou negativamente o desenvolvimento zootécnico do peixe. Isto é, sabe-se que os peixes são pecilotérmicos e ajustam sua temperatura corporal de acordo com a temperatura da água.

Temperaturas acima ou abaixo do ótimo influenciam de forma que o consumo de alimento torna-se reduzido, por conseguinte reduz o seu crescimento e em caso de temperaturas extremas, podem acontecer mortalidades.

O oxigênio é considerado o parâmetro mais importante na vida dos peixes e merece maior atenção por parte do piscicultor porque afecta directamente o metabolismo dos peixes. A concentração do oxigênio dissolvido (3.6 ± 1.2 e 8.8 ± 0.6 mg/l) esteve acima dos mínimos níveis aceitáveis de 3.0 mg/l (Ross, 2000), para o funcionamento adequado de sistemas de cultivo e dentro da faixa recomendada para a espécie utilizada no experimento. A diferença dos níveis de oxigênio no período da manhã e da tarde encontradas no ensaio esteve relacionada aos eventos reprodutivos que aconteceram durante a experiência. Portanto, pode se afirmar que os níveis de oxigênio dissolvido observados favoreceram o desempenho zootécnico satisfatório dos peixes em cultivo independentemente das diferenças significativas ($p < 0.05$) observadas entre os tratamentos I e II (Tabela 4).

Os valores obtidos para o pH 7.8 ± 0.5 e 8.9 ± 0.2 , para períodos da manhã e da tarde respetivamente estiveram dentro dos limites aceitáveis para a criação da espécie. (Lopes *et al.*, 2001) afirmam que o pH entre 6,5 a 9,0mg/l é usualmente sugerido para a criação de peixes, podendo ter variações interespecíficas. Este resultado difere dos obtidos por Chamo (2013) no estudo de viabilidade de cultivo de Tilápias de Moçambique usando três diferentes tipos de rações e que obteve valores baixos de até 6.4mg/l de pH entretanto com desempenho zootécnico esperado. Mauluquela (2016), registou uma flutuação similar de pH entre o período da manhã e da tarde, mas com tendências a um equilíbrio sempre com valores próximos da neutralidade. Suspeita-se que a flutuação do pH seja uma variação normal nos tanques que responde a dinâmica causada pela interação dos parâmetros de qualidade de água, também causados pela respiração, processo que consome o oxigénio dissolvido e pela fotossíntese.

A ligeira oscilação de salinidade deve-se, provavelmente, ao efeito da evaporação, uma vez que não havia renovação da água no sistema de cultivo, à medida que havia perdas de água, a tendência era de oscilar a salinidade com a reposição da água. Em cultivos de tanques de terra, é comum a aumento de salinidade quando não há troca ou renovação de água, como verificado em cultivo de *O. mossambicus* em Malawi, Tanzânia e Moçambique e *O. niloticus* no Egipto e Congo (Pasco, 2015). Dado que as Tilápias são tolerantes a altas variações de salinidade e de acordo com Kubitzka (2000) o valor de salinidade é de 32ppt. O estudo esteve dentro da faixa recomendada para a sua sobrevivência.

4.2. Desempenho zootécnico das Tilápias

Na presente pesquisa, a crescente incorporação da farinha de Mudskipper nas dietas alimentares a substituição de diferentes proporções de proteína de peixe nos tratamentos TI, TII e TIII no crescimento de *O. mossambicus* mostrou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre o tratamentos TIII, TI e TII, contudo não houve diferenças entre os tratamentos TI e TII ($p < 0,05$).

Deve-se ter em conta que as condições de cultivo foram adequadas para o cultivo de espécies aquáticas, assim como o facto de a produção da ração ir de acordo com as exigências nutricionais da Tilápia, e a qualidade dos alevinos produzidos localmente favoreceram o desempenho zootécnico. Na pesquisa não foram medidos os níveis de clorofila *a* que indicam a biomassa do fitoplâncton nos tanques, pelo que é possível que os níveis de proteína bruta de 20% (TII) tenham resultados em melhor crescimento em relação aos tratamentos TI e TIII devido a fertilização da água.

Este resultado está próximo dos obtidos por Meyer & Fracalossi (2004) que observaram diferenças

estatísticas no ganho de peso com o aumento da proteína de peixe na dieta, avaliando níveis farinha de peixe entre 26% e 41% para *Rhamdia quelen*.

Em seu estudo Meyer & Fracalossi (2004) que observaram máximo ganho de peso para os peixes alimentados com 33% e 37% de farinha de peixe na dieta, respectivamente.

Os resultados demonstraram que a substituição da farinha de peixe pela farinha de Mudskipper ao nível de 20% de proteína (TII) proporcionou o peso médio mais elevado.

O peso médio atingido pelos animais no nível de substituição de 20% de proteína (TII) influência nos resultados obtidos e indica que a farinha de Mudskipper pode ser usada como substituto da farinha de peixe sem prejuízo para o desenvolvimento dos peixes. As quantidades 19% e 24% de proteína têm uma pequena influência no crescimento dos peixes.

Contrariamente ao estudo de Stafford & Tacon (1984) que obtiveram resultados diferentes em um experimento realizado com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), no qual os peixes que foram alimentados com ração com nível de substituição de 10% da farinha de peixe pela farinha de minhoca apresentaram pesos mais elevados, quando comparados aos alimentados com rações com níveis de substituição de 0%, 50% e 100%, esta diferença deve-se provavelmente a exigência proteica da espécie em cultivo ser menor quando comparada com as Tilápias.

Estes resultados reforçam a recomendação de Jauncey (1982), para substituição de 50% de proteína de peixe para pós larvas, 40% para peso inicial de 0.1 a 0.5 e 30% a 35% de proteína de peixe para peixes com 6 a 30g para um crescimento adequado de Tilápias de Moçambique, comprovando que a necessidade proteica diminui de acordo com a fase de desenvolvimento dos peixes cultivados.

Siddiqui *et al* (1988) observaram correlações positivas entre peso final e diferentes níveis de proteína para juvenis de Tilápias do Nilo, cujas dietas com 30% de proteína de peixe apresentaram os melhores resultados. De acordo com Righetti *et al* (2011), é possível reduzir de 26% para 24% de proteína digestível em dietas para Tilápias do Nilo de 100 a 500g sem afectar o desempenho.

Entretanto, El-Saidy & Gaber (2005) avaliaram dois níveis de proteína bruta (25% e 30%) com um nível de energia bruta (4.060 Kcal/ kg-1) e não observaram diferenças no peso final de *O. niloticus*. Porém, Otubusin (1987) observou que a Tilapia do Nilo, consumindo rações com 10% de farinha de sangue, apresenta maior ganho de peso que o obtido com níveis de 25% e 50%. Portanto, Cullison (1979) afirma que o excesso de proteína na dieta é prejudicial e não contribui para o crescimento do animal.

Para Furuya *et al* (2000), os melhores valores médios de peso final e ganho de peso foram observados para os peixes alimentados com rações contendo 34 e 38% de proteína bruta, diferindo dos peixes alimentados com 22, 26 e 30% de proteína bruta. Estes resultados demonstram que os níveis inferiores não atendem a exigência dos animais. Portanto, a exigência de nutrientes para o seu máximo crescimento é atingida com o mínimo de 34% de proteína bruta nas rações.

Os resultados da presente pesquisa são diferentes dos observados por Eldahhar & Lovell (1995) para a *O. mossambicus*, em que o aumento do teor protéico na dieta proporcionou melhores resultados de conversão alimentar aparente. Por outro lado, há casos em que o nível de proteína bruta na dieta não influenciou os resultados de conversão alimentar aparente, conforme verificado por Vidal Jr (1998) para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), Furuya *et al* (1996) para alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) e Signor *et al* (2004) para alevinos de jundiá (*Ramdia. quelen*).

No entanto, Assano *et al* (2011) utilizaram silagem de resíduo de peixe e soja integral como fontes alternativas de proteína à farinha de peixe, em dietas com diferentes níveis proteicos (20, 24 e 28% PB) para tilápia do Nilo. Concluíram que as melhores taxas de eficiência proteica foram obtidas para as dietas com 20 e 24% de PB e que a silagem de peixe e a soja integral apresentaram bons resultados, no entanto, a farinha de peixe proporcionou melhor desempenho zootécnico, estes resultados corroboram com os obtidos no presente estudo cujos níveis de proteína bruta foram de 19, 20 e 24%.

Com relação a taxa de crescimento específico, verificou-se menor incremento específico 0.4, este valor encontra-se abaixo dos 1.28 registados por Muhala (2014), contudo a redução da taxa de crescimento específico pode dever-se a maior variação de parâmetros ambientais que actua directamente no processo metabólico da espécie em cultivo, bem como a qualidade do alevino.

Resultados similares aos do presente estudo foram relatados por Simbine (2016) quando acompanhava o desempenho de *O. mossambicus* submetida a dieta experimental. As diferenças nas taxas de crescimento podem ser devidas as variações nos conteúdos proteicos da ração, o que corrobora com Jauncey & Ross (1982) que constataram que dietas com 24% de proteína produziram um óptimo crescimento para alevinos de *O. mossambicus*, em sistemas intensivos. A redução do ganho de peso verificada com o aumento do nível proteico da dieta pode estar relacionada à baixa quantidade de energia não proteica ou então à redução de energia disponível para o crescimento, devido ao maior requerimento energético para crescimento e excreção do excesso de aminoácidos presentes nas dietas com altos níveis proteicos Jauncey & Ross (1982).

Para a taxa de sobrevivência houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, com taxa de sobrevivência a se situar em ordem de 92 a 97% nos tratamentos TI-19% e TII-20%, estes valores estão próximos aos registados por Chamo (2013), que obteve sobrevivência em torno dos 98%, e Muhala (2014), que obteve valores de 83 e 97% no cultivo da *O. mossambicus*. Neste estudo foram observadas todas as regras para cultivo de Tilápias desde, limpeza do tanque, fertilização, densidade e controle de parâmetros de qualidade água, tudo isto contribui para o índice de sobrevivência da espécie.

A espécie *O. mossambicus* tem se revelado espécie bem adaptável ao sistema de criação em altas densidades, apresentando altas taxas de sobrevivência. Silva *et al* (2002) encontraram valores de sobrevivência entre 88.33 e 98.75%, Santos (2008) obteve resultados variando de 95.83 a 100%, ambos os trabalhos no sistema com recirculação de água. Embora haja esta diferença entre os tratamentos todos eles se encontram dentro das faixas normais para Tilápias neste tipo de cultivo Carneiro *et al* (1999).

Utilizando outros substitutos da farinha de peixe, vários autores não encontraram diferenças significativas na sobrevivência, que na maioria das vezes alcançaram uma sobrevivência de aproximadamente 100%. Assim, a composição proteica não parece ser importante para a sobrevivência de Tilápia.

Considerando que em Moçambique um dos grandes constrangimentos para o cultivo de peixes é a carência de rações balanceadas, os resultados deste estudo indicam as vantagens que o uso da ração a base de farinha de Mudskipper, sobretudo considerando não existirem grandes diferenças no ganho em peso, comparativamente as Tilápias alimentadas com ração comercial.

5. Conclusão

Os resultados obtidos nesse estudo demonstram que a ração a base de farinha de Mudskipper (*Periophthalmus sobrinus*), pode substituir a farinha de peixe feita de anchovetas e sardinelas sem comprometer o resultado do desempenho zootécnico da Tilápia.

A taxa de sobrevivência final, foi de 92%, para TI-19% de proteína 97% para TII-20% de proteína e 96% para TIII-24% de proteína, respectivamente e a biomassa total produzida foi de 0.35kg, 0.41kg, 0.24kg para tratamento TI-19%, TII-20% e TIII-24% respectivamente.

Os peixes alimentados com dieta a 20% de proteína de peixe obteve o melhor desempenho zootécnico quando comparado com as restantes dietas de 19% e 24% de proteína de peixe, demonstrando alto potencial de utilização da proteína na formulação de rações para a espécie.

6. Recomendações

- O uso da proteína de 20% de ração para garantir o melhor desempenho zootécnico de Tilápias.
- O uso da proteína de 20% de ração por ser mais acessível e oferece a possibilidade de poupar recurso uma vez que a proteína de peixe é cara.
- Novas pesquisas devem ser realizadas no sentido de melhor conhecer essa fonte alternativa de proteína para os peixes.
- Que se faça um estudo similar para a fase de engorda visto que os peixes utilizados neste estudo estiveram na fase de pré-engorda.

6. Bibliografia

Assano, M.; Ramirez, A. P. M.; Stech, M. R.; Honorato, C. A.; Malheiros, E. B.; Carneiro, D. J. (2011). *Desempenho de tilápia do Nilo cultivadas em viveiros alimentadas com diferentes fontes e níveis proteicos*. Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, Valinhos, v. 15, n. 5, p. 83-92.

Al Hafedh, Y. (1999). Effects of dietary protein on growth and body composition on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L, *Aquaculture Reserch*. v. 30, p. 385-393.

Antônio, O., & Walter, B. (1998). *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba-rs-Brasil: Livraria e editora agropecuária.

Beveridge, M.C.M. and Mc Andrew, B.J. 2000 Diet, feeding and digestive physiology. In:

Beveridge, M. C. M.; Mc Andrew, B. J. *Tilapias Biology and Exploitation*. Stirling: University of Stirling, p.59-81.

Boyd, C. E. (2008). *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn: Auburn University, 482p.

Boscolo, W.R. *et al.* (2002). *Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus, L.)*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.13, n.2, p.539-545.

Cambray, J. & Swartz, E. (2007). *Oreochromis mossambicus*. Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas 2007: e.T63338A12659743. Transferido em 23 de Março de 2017.

Carneiro, P.R.F. (1999). *A cobrança pelo uso das águas e a aquacultura*. *Panorama da Aquacultura*, 9 (56): p19-22.

Chamo, S.J. (2013). *Estudo da viabilidade de cultivo de peixe Tilápia (Oreochromis mossambicus, Peter, 1852), com diferentes rações em tanques – rede na lagoa de Nhambavale Chidenguele – Gaza*, 10p.

Cullison, A.E. (1979). *Feeds and Feeding*. 2° ed., Reston, VA: Reston Publishing Co. 595p.

De Sousa, 2010 *Feed management in small-scale aquaculture in the Asia-Pacific*. A review prepared for FAO. 23 pp. (unpublished).

Disen e Hasan, 2012 *Economics of aquaculture feeding practices in selected Asian countries*. FAO Fisheries Technical Paper No. 505. Rome, FAO. 205 pp.

- EL-Sayed, A.-F. M. (1996). *Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, Oreochromis niloticus (L.)*, Feeds. Aquaculture Research, v.29, p.275-280.
- EL-Saidy, D. M. S. D.; Gaber, M. M. A. (2005). Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus (L.)* cultured in concrete tanks. Aquaculture Research, v. 36, n. 2, p. 163–171.
- El-Dahhar, A. A. (1999b). Protein and energy requirements of fry Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) for maintenance and maximum growth. Egypt. J. Nutr. And Feeds, 2 (Special issue):807
- EL-Dahhar, A.A.(1995). Protein requirements of fry and fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at varying protein level in Egypt. Journal of Agriculture Science, Mansoura University. 17 (1) : 117 – 128
- FAO, (2014). Fishery and aquaculture statistics 2012. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018-Meting the sustainable development goals. Rome, tabela 10 página 27.
- Furuya, W.M. Hayashi, C. Furuya, V.R.B. (1996). *Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus L.), na fase juvenil*. Revista Unimar, v.18, n.2, p.307-319.
- Furuya, W.M.; Hayashi, C.; Furuya. V.R.B. (2000). Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.29, n.6, p.1912-1917.
- Hilton,J,W. Atkison, J.L. Slinger, S.J effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdinerri*) Can.J.fish. aquat.Sci, v,.40, p.81-85,1983.
- Instituto Nacional de Estatística – Anuário Estatístico 2017 - Moçambique/*Statistical Yearbook 2017 – Mozambique*. p.69
- Jauncey, K.; Ross, B. (1982). *A guide to tilapia feeds and feeding*. Stirling, Scotland: Institute of Aquaculture, University of Stirling.
- Jauncey, K. (2000). *Tilapia feeds and feeding*. Stirling: Pisces Press. 241p.
- Infonsa. (2009). *Plano De Desenvolvimento Da Aquacultura De Pequena Escala Para Moçambique*. Maputo.
- Kubitza, F. (1998). *Qualidade da água na produção de peixes-Parte III (final)*. Panorama Aquicultura, v. 8, p. 35-43.

Kubitza, F. (1999). *Alimentação e Nutrição parte I. Southern Ocean Education and Development Project*, CIDA/Univ. of Victoria, Canada, IX, 12-21.

Kubitza, F. (2000). *Maneio Nutricional e Alimentar*. parte II. X, pp. 35-41.

Leite, M. N. A. V. (1981). *Aspectos comparativos entre a fecundidade da Tilápia do Nilo, Tilápia (Sarotherodon) nilotica (Linnaeus) e Tilápia do Congo, Tilápia (tilapia) Rendalli*,

Lopes, J. M.; Silva, L. V. F.; Baldisserotto, B. (2011). *Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH*. *Aquaculture International*, v. 9, n. 1, p. 73–80.

Logato, P. (2000). *Alimentação de peixes de água doce*. Editora Aprenda Fácil. Viçosa – MG.

Madar, z. Thornne, R. Dietary fiber. *Progr. Food nutr.Sci*,v.11p.153-174.1987

Masser, M.; Popma, T., (1999). *Tilapia: Life History and Biology*. Southern Regional Aquaculture Center – Publication No. 283.

Mauluquela, Celso. (2016). *Efeito da suplementação da dieta com microalga marinha no crescimento de Tilápia (Oreochromis mossambicus)*. Quelimane: Universidade Eduardo Mondlane.

Meer, M. D. (1989). *Manual de Piscicultura Moçambicana*.

Mook, D. G. (1983). In defense of external invalidity. *American Psychologist*, 38(4), 379–387.

Muhala, V. (2014). *Avaliação do crescimento da tilapia Oreochromis mossambicus (Peters, 1852) alimentado com diferentes rações*. Dissertação de Mestrado, Universidade Eduardo Mondlane, 39.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, DC: National Academy Press, 376 p.

Oelke, C. A; Ries, E.F. (2013), *Tecnologia de Rações, 84p*. Presidência da República Federativa do Brasil Ministério da Educação Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica.

Otubusin, S.O. (1987). *Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on tilapia, Oreochromis niloticus, production in floating bamboo net-cages*. *Aquaculture*, v.65, p.263-266, 1987.

Pezzato, L.E. Barros, M.M. Fracalossi, D.M. Cyrino, J.E.P.(2004). *Nutrição de Peixes*. In: Cyrino, J.E.P. Urbinati, E.C. Fracalossi, D.M. (Eds) *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: Aquabil, TecArt, p.75-170.

- Pinheiro, L. M. S.; Martins, M. R.; Pinheiro, L. A. S.; Pinheiro, L. E. L. (2007). *Rendimento industrial de filetagem de tilápia tailandesa (Oreochromis spp.)*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 58, n. 2, p. 257-262.
- Poli, C. R.; Poli, A. T. B.; Andreatta, E.; Beltrame, E.(2004). *Experiências Brasileiras*, Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.
- Righetti, J. S.; Furuya, W. M.; Conejero, C. I.; et al. (2011). *Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nylo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 469–476.
- Ross LG (2000) *Environmental physiology and energetics*. In: *Beveridge MCM, McAndrew BJ (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation, Fish and Fisheries Series 25, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands*. pp. 89-128.
- Roubach, R.; Gomes, L.C.; Storti-Filho, A.; Val, A.(2001). *Safest level of tricaine methanesulfonate (MS 222) to induce anesthesia in juveniles of matrinxã Brycon cephalus*. Acta Amazonica, 31(1): 159-163.
- Santos, V.G. (2008). *Valor nutritivo, pela tilápia do Nilo, do farelo de nabo forrageiro*. 49p. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu).
- Shiau, S.Y. e Lan, C.W. (1996) *Optimal dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (Epinephelus malabaricus)*. Aquaculture, Amsterdam, 154(1-4): 259-266.
- Siddiqui, A. Q.; Howlader, M. S.; Adam, A. A. (1988) *Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia, Oreochromis niloticus*. Aquaculture, Amsterdam, v.70, p.63-73.
- Signor, A.; Feiden, A.; Boscolo, W.R. et al. *Farinha de resíduo da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus*. In: Reunião Anual da Reunião Anual da Sociedade brasileira de Zootécnia, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Unipress, [2004].
- Simbine, Rosa. (2016) *Estudo do Desempenho Zootécnico do peixe Tilapia Oreochromis mocambicus submetida a dieta experimental contendo concentrado de folhas de mandioca como suplemento adicional de proteína*. Dissertação de Mestrado em Aquicultura Sustentável, Universidade Eduardo Mondlane, Quelimane-Mocambique.

Taylor, W.D., Bentzen, E.; MILLARD, E.S. (1992) *The importance of dissolved organic phosphorus to phosphorus uptake by limnetic plankton. Limnology and Oceanography, Illinois, 37(2):217-23.*

Apêndices

Imagens de biometria feito numa balança eletrônica em um dos tanques de cultivo



Imagem do hnsaio feito em hapas.



Moagem dos alimentos avaliados.



Amostra de farinha dos alimentos testados



Teste-t: duas amostras em par para médias

| | <i>Variável 1</i> | <i>Variável 2</i> |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Média | 12.058 | 14.14 |
| Variância | 27.04782 | 33.743 |
| Observações | 5 | 5 |
| Correlação de Pearson | 0.959388145 | |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| Gl | 4 | |
| | - | |
| Stat t | 2.770528376 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 0.025151887 | |
| t crítico uni-caudal | 2.131846786 | |
| P(T<=t) bi-caudal | 0.050303774 | |
| t crítico bi-caudal | 2.776445105 | |