



Faculdade de Veterinária

Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos

Licenciatura em Ciência e Tecnologia Animal

Trabalho de culminação de estudos

Tema: Relatório de estágio efectuado no Centro de pesquisa em Aquacultura-CEPAQ

Caso de estudo: Acompanhamento do ciclo de produção de alevinos da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no Centro de Pesquisa em Aquacultura - CEPAQ

Discente:

Uamusse, Jéssica Helena Margarida

Supervisor:

Prof. Doutor. Manecas Francisco Baloi

Co-supervisora:

MSc Carla da Graça

Maputo, Agosto de 2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus por me dar força, saúde e sabedoria durante toda esta caminhada.

Um agradecimento especial e de coração para a minha mãe Albertina Uamusse, pelo amor, apoio e por nunca deixar de acreditar em mim.

Aos meus tios Celestino Uamusse, Raúl Uamusse e Rogério Uamusse, por estarem sempre presentes nos momentos em que mais precisei.

Ao meu supervisor Prof. Doutor Manecas Baloi, pelo acompanhamento, oportunidade e directrizes para a realização desse trabalho.

As colegas e amigas da faculdade: Mellany Mavulule, por estarmos juntas durante essa caminhada e a Sheila Monjane por ser minha companheira de carteira e por me incentivar.

As amigas Nicole Elwert e Paula José, por sempre torcerem por mim e acreditarem que seria capaz.

A mestre Carla da Graça, pela co-supervisão e pela ajuda na compreensão durante o estágio.

Um agradecimento ao CEPAQ, ao departamento de Alevinação pela atenção, ajuda e compreensão em todas etapas, para a realização do trabalho e do estágio.

E a todos que de uma forma directa ou indirecta, foram cruciais para o meu desenvolvimento académico, o meu muito obrigado.

Abreviaturas

°C - Graus Celsius;

% - Percentagem;

CEPAQ - Centro de Pesquisa em Aquacultura;

cm - Centímetros;

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura;

g - Grama;

h - Hora;

kg - Kilograma;

kg/m² - Kilograma por metro quadrado;

kg/ano – kilograma por ano;

ml - Mililitro

m² - Metros quadrados;

mm - Milímetros;

mgL-1 - Miligramas por litro;

MIMAP - Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas;

NPK - Fertilizante Nitrogênio, Fósforo e Potássio;

OD - Oxigênio dissolvido;

pH - Potencial de Hidrogênio;

PIB – Produto interno bruto;

ppm - partes por milhão;

T°C – temperatura;

TCE - Taxa de crescimento específico

Lista de Figuras

Figura I: CEPAQ

Figura II: Departamento de Alevinagem

Figura III: Calagem do tanque

Figura IV: Abastecimento de água

Figura V: Fertilizantes

Figura VI: Medição dos parâmetros de qualidade de água

Figura VII: Reprodutor

Figura VIII: Colecta de ovos

Figura IX: Incubadora

Lista de Tabelas

Tabela I: Designação dos ovos

Tabela II: Parâmetros da qualidade da água

Tabela III: Valores médios mensais dos parâmetros de qualidade de água

Tabela IV: Resultados dos parâmetros reprodutivos

Tabela V: Resultados do parâmetros zootécnicos

Índice

Resumo	vii
Abstract	viii
1.Introdução.....	1
2.Objectivos	3
2.1.Objectivo geral.....	3
2.2.Objectivo específicos	3
3.Relatório de estágio	4
3.1. Local e duração da realização do estágio	4
3.2. Actividades	5
3.3. Preparação do tanque	5
3.3.1.Limpeza e vazio sanitário.....	5
3.3.2.Calagem	5
3.3.3.Abastecimento de água	6
3.3.4.Fertilização	6
3.4. Qualidade de água	7
3.5. Selecção das matrizes.....	8
3.5.1. Acasalamento	8
3.6. Colecta dos ovos	8
3.7. Incubação dos ovos.....	9
3.8. Reversão sexual.....	10
3.8.1.Preparação da ração para a reversão sexual.....	10
3.9. Despesca e classificação dos alevinos	11
3.10. Comercialização dos alevinos	11
4.Caso de estudo: Acompanhamento do ciclo de produção de alevinos da Tilápia do Nilo-CEPAQ	12
4.1. Revisão bibliográfica.....	12
4.1.1.Aquacultura Mundial	12

4.1.2.Aquacultura em Moçambique.....	12
4.2. Biologia e reprodução da Tilápia do Nilo.....	14
4.2.1.Etapas do ciclo produtivo	14
4.2.1.1.Selecção dos reprodutores	14
4.2.2.2.Reprodução	14
4.2.2.2.1.Reprodução em hapas	14
4.2.2.2.2.Reprodução em tanques escavados	15
4.3. Colecta e incubação dos ovos	15
4.4. Larvicultrura e reversão sexual	15
4.5. Sistema de cultivo da Tilápia do Nilo	16
4.6. Maneio alimentar	16
4.7. Qualidade de água	17
4.7.1. Temperatura	18
4.7.2.Oxigénio dissolvido (OD)	18
4.7.3.pH.....	19
4.7.4.Transparência da água	19
5.Materiais e métodos.....	20
5.1. Material biológico.....	20
5.2. Colecta, desinfectação e incubação dos ovos	20
5.2.1Colecta e contagem dos ovos	20
5.2.2.Desinfectação dos ovos	20
5.2.3.Incubação dos ovos	20
5.3. Transfêrencia das larvas para reversão sexual.....	21
5.4. Maneio alimentar	21
5.5. Monitora da qualidade de água.....	21
5.6. Índices zootécnicos	22
5.6.1. Parâmetros reprodutivos:	22
5.6.2.Parâmetros zootécnicos:.....	22

6.Resultados.....	23
6.1. Parâmetros da qualidade de água	23
6.2. Desempenho zootécnico	23
7.Discussão	25
7.1. Parâmetros da qualidade de água.....	25
7.2. Índices reprodutivos e zootécnicos	26
8.Conclusão.....	28
9.Referências bibliográficas	29

Resumo

A tilápia do Nilo é uma espécie muito cultivada em Moçambique e em diversos países, devido ao seu crescimento rápido e rusticidade. Este trabalho teve como objectivo acompanhar todo o processo de produção de alevinos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em um sistema semi-intensivo, desde a reprodução (colecta de ovos) até à transferência de alevinos para a engorda ou para a venda. Durante o estudo, foram observadas práticas directas relacionadas com o manejo na selecção de reprodutores, colecta de ovos, incubação do ovos, alimentação, reversão sexual e controle da qualidade de água. Os dados foram recolhidos na forma quantitativa, considerando os parâmetros observados em campo e os resultados obtidos em cada fase de produção. Ao longo do estudo foi possível perceber que um bom manejo e um acompanhamento diário dos alevinos fazem toda a diferença na qualidade e sobrevivência dos alevinos. Este trabalho contribui para o aprimoramento prático da piscicultura da água doce, e promove um desenvolvimento sustentável da piscicultura.

Palavras chaves: tilápia do Nilo, alevinos, piscicultura, reversão sexual, manejo.

Abstract

Nile tilapia is a widely farmed species in Mozambique and in many other countries due to its fast growth and hardiness. This study aimed to follow the entire fry production process of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a semi-intensive system, from reproduction (egg collection) to the transfer of fry for grow-out or sale. During the study, direct practices related to broodstock selection, egg collection, egg incubation, feeding, sex reversal, and water quality control were observed. Data were collected in a quantitative manner, considering the parameters observed in the field and the results obtained at each stage of production. Throughout the study, it was evident that good management and daily monitoring of the fry make a significant difference in their quality and survival. This work contributes to the practical improvement of freshwater fish farming and promotes the sustainable development of aquaculture.

Keywords: Nile tilapia, fingerlings, fish farming, sex reversal, management.

1. Introdução

A produção pesqueira global encontra-se estagnada, com grande parte das pescarias sobre exploradas, não havendo espaço para grandes aumentos na produção pesqueira, por via de exploração à recursos naturais. A produção global combinada entre a pesca e a aquacultura atingiu em 2022 (223,2 milhões de toneladas), sendo que 94,4 milhões de toneladas foram produzidas na aquacultura. Esse avanço demonstra o papel crescente da aquacultura em garantir a segurança alimentar global, gerar emprego rural e suprir a crescente demanda por proteína de alto valor biológico, contribuindo com cerca de 89% da produção destinada para o consumo humano, (FAO, 2024). Apesar de registar avanços, a aquacultura ainda enfrenta desafios significativos como a sustentabilidade nos *stocks*, o uso de farinha de peixe no fabrico de rações, a degradação ambiental e as limitações estruturais nos países em via de desenvolvimento, (FAO, 2024).

Com o crescimento populacional actual, o abastecimento de pescado para a população mundial vai aumentando a demanda e assim, a aquacultura surge como alternativa para suprir o abastecimento de pescado no mundo. A aquacultura é um dos sistemas de produção de alimentos que vem crescendo no mundo, sendo a piscicultura de água doce a actividade que vem se mostrando mais promissora, principalmente o cultivo da tilápia, como a terceira espécie mais cultivada do mundo em 2022, depois das carpas e bagres (FAO, 2024).

O cultivo da tilápia nos últimos anos foi influenciado pela rápida expansão da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pela facilidade de produção, alta prolificidade, hábito alimentar da espécie (fitoplanctófago), resistência a doenças e sabor da carne (Baloi, 2022). Embora a tilápia do Nilo seja de fácil adaptação, a busca por técnicas para otimizar o desempenho zootécnico dessa espécie é contínua, visando aumentar a produtividade e a sustentabilidade da aquacultura (Nutri-Time, 2022). El-Sayed (2020) destaca que a fase de alevinagem é determinante para o sucesso da piscicultura, pois influencia directamente o desempenho produtivo dos peixes na fase de engorda.

O crescente aumento da produção de tilápia a nível mundial, tem sido atribuído a várias técnicas e métodos que foram desenvolvidos ao longo dos anos, técnicas essas que aumentam a produção efectiva do cultivo da tilápia. Dentre as técnicas adoptadas, a que possivelmente tenha mais importância para o aumento da produção em escala comercial, foi a utilização exclusivamente de machos no cultivo, isto porque os machos chegam a crescer três vezes mais em relação as fêmeas, que reduzem seu crescimento ao atingirem a maturidade sexual em virtude de desovarem de 10 a 14 vezes ao ano (De Abreu, 2006). Para além disso, devido à alta capacidade de reprodução da espécie, a manutenção de machos e fêmeas no mesmo ambiente, poderia gerar um descontrolo total da produção, gerando

problemas como lotes não uniformes, superpopulação e comprometimento da qualidade da água, que se reverteriam em prejuízos para a produção (De Abreu,2006).

A produção de alevinos é uma etapa crucial dentro do ciclo produtivo da tilápia, pois é nela onde se determina o sucesso da fase de engorda e a comercialização. O acompanhamento cuidadoso do ciclo de produção de alevinos se torna relevante, devido ao seu potencial zootécnico e económico (Lima *et al.* 2017).

2. Objectivos

2.1. Objectivo geral

- Acompanhar e avaliar o ciclo de produção de alevinos da tilápia do Nilo na eficiência reprodutiva e no desempenho zootécnico durante a reversão sexual.

2.2. Objectivo específicos

- Avaliar os parâmetros de qualidade de água;
- Monitorar os parâmetros reprodutivos (taxa de fecundidade das fêmeas e taxa de eclosão dos ovos);
- Avaliar o crescimento e a sobrevivência no período de reversão sexual.

3. Relatório de estágio

3.1. LOCAL E DURAÇÃO DA REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no Centro de Pesquisa em Aquacultura-CEPAQ (24°42'21"S 33°06'27"E), entre os meses de Outubro de 2024 à Janeiro de 2025. O CEPAQ está localizado na Província de Gaza, Distrito de Chókwè, Posto Administrativo de Lionde, Bairro Mapapa, Cruzamento de Chilembene, e ocupa uma área de 14 hectares de terras, subdividido em sector de administração, armazém e em 3 departamentos técnicos (alevinagem, engorda e melhoramento genético). O CEPAQ dedica-se à pesquisa e produção de matrizes melhoradas de tilápia, para fomentar a criação de laboratórios satélites ao longo do país, produção de alevinos bem como treinar piscicultores nacionais e elaborar protocolos de produção deste produto.



Fonte: Norgesvel.com

Figura I: CEPAQ

O Departamento de Alevinagem, onde foi realizado o estágio possui 11 tanques escavados (figura 3) com uma área que varia de 815 à 1615 m² e uma profundidade média de 1.3m, sendo dois para acasalamento e reprodução, um para reversão sexual, seis para manutenção de reprodutores ou crescimento de novas linhagens e dois que servem de *backup* para reprodutores, uma incubadora e uma purga com 8 tanques de betão com uma área de 4m², utilizados para classificação dos alevinos. Todos os tanques têm uma estrutura de abastecimento e drenagem de água. O abastecimento de água é feito pelo canal comum a todos os tanques e a drenagem pelo sistema de monge individual para cada tanque. Os tanques da purga são abastecidos pela água salobra do furo.



Fonte: Norgesvel.com

Figura II: Departamento de Alevinagem

3.2. ACTIVIDADES

Durante o período de estágio no departamento de alevinagem, foram realizadas diversas actividades relacionadas com a reprodução até ao manejo inicial dos alevinos. Dentre essas actividades incluem: selecção de reprodutores, colecta, desinfecção, contagem e incubação dos ovos, manejo alimentar, reversão sexual, controle dos parâmetros da qualidade de água e manejo dos alevinos para a comercialização.

3.3. PREPARAÇÃO DO TANQUE

3.3.1. Limpeza e vazio sanitário

A preparação adequada de um tanque para aquacultura é essencial para proporcionar condições ideais para o crescimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos. Antes de iniciar a limpeza, os tanques foram drenados e secos. Em seguida, a limpeza consistiu na preparação do local onde os animais foram alocados, que foi realizada com apoio de ancinhos, segadeira manual, bacias, carrinhos de mão e baldes, tudo de modo a facilitar o processo de corte e transporte de capim do tanque para o local de incineração. A limpeza foi feita desde os taludes até a parte funda do tanque. Após a drenagem dos tanques manteve-se um vazio sanitário de 2 dias.

3.3.2. Calagem

Para este processo, foi usado hidróxido de cálcio, em proporções de $0,75\text{kg/m}^2$, com a finalidade de corrigir o pH do solo e desinfectar o tanque contra os micro-organismos patogénicos que de certa forma

poderiam contribuir negativamente na saúde dos peixes (figura 3). Os tanques depois foram deixados em repouso por um intervalo de 72 horas-(3dias), de forma a permitir a acção completa do cal.



Figura III: Calagem do tanque

3.3.3. Abastecimento de água

Após a calagem, passado os 3 dias fez-se o abastecimento da água até 75%, por meio de gravidade (figura 4), sendo que os tanques (1, 2 e 3) tem uma área maior de 1400m² e um volume de 2100m³, sendo esta área e volume maior que a capacidade do sistema de abastecimento instalado, os tanques foram abastecidos durante à noite por forma a permitir o seu enchimento a tempo antes de se proceder o uso.



Figura IV: Abastecimento de água no tanque

3.3.4. Fertilização

Após abastecimento dos tanques fez-se a fertilização dos mesmos com fertilizantes inorgânicos (NPK e Ureia) (figura 5), devidamente pesados e em proporções recomendadas, de 500g por m² de ureia e 3-5g

por m² de NPK. Para fertilizar o tanque foi necessário misturar e dissolver a Ureia e o NPK. A fertilização foi feita com a finalidade de estimular a produção de fitoplâncton e melhorar a qualidade da água, deixando 2 dias de repouso (período mínimo necessário para o desenvolvimento de fitoplâncton), e em seguida encher o tanque na totalidade. Após estes procedimentos o povoamento foi efectuado.



Figura V: Fertilizantes

3.4. QUALIDADE DE ÁGUA

Os parâmetros de qualidade de água foram medidos diariamente, excepto a transparência que não foi medida em dias nublados. A transparência e o pH foram medidos uma vez ao dia às 14h, com um disco de Secchi e um pHmetro respectivamente, enquanto que o oxigénio e a temperatura foram medidos duas vezes ao dia às 08h e às 14h, com um oxímetro e um termómetro, respectivamente (figura 6).



Figura VI: Medição dos parâmetros da qualidade de água

3.5. SELECÇÃO DAS MATRIZES

Para garantir uma boa produtividade foi necessário iniciar pela selecção dos reprodutores, tendo em conta os seguintes aspectos: reprodutores saudáveis, sem deformidades físicas, que não estavam acima de 800g. Os machos com barbatana e cauda rosada, e as fêmeas deviam apresentar um peso corporal entre 150 a 400g, boa conformação corporal. Para a formação do plantel foi usada a proporção 1 macho:2 fêmeas.



Figura VII: Reprodutor

3.5.1. Acasalamento

O acasalamento dos reprodutores foi feito em 8 hapas de 20m² de área com 15 machos e 30 fêmeas em cada hapa, ocupando desta forma uma densidade de 2 indivíduos por m², obedecendo as proporções 1 macho:2 fêmeas, para garantir a maior fecundidade dos reprodutores usando geração F2A machos e F2B fêmeas, com pesos médios de 400g para Fêmeas e 500g para os machos.

3.6. COLECTA DE OVOS

Para a colecta dos ovos as fêmeas foram capturadas a cada 7 dias durante o ciclo de produção de 6 meses. Para a captura das fêmeas foi necessário fazer o confinamento das mesmas na hapa, onde as fêmeas que não tinham ovos eram separadas no lado oposto da hapa. As fêmeas com ovos, foram manipuladas com cuidado para minimizar o stress que pudesse ser gerado, seguradas com cuidado e a

cabeça era levemente inclinada para baixo, com uma mão na região do opérculo (parte inferior da cabeça), para a retirada dos ovos para um recipiente limpo com água (figura 8B). Após a colecta as fêmeas foram devolvidas na hapa de reprodução. Depois da colecta dos ovos fez-se a desinfecção dos ovos com permanganato de potássio, para evitar que os ovos pudessem transportar patógenos do ambiente do cultivo para incubadora, condicionando a taxa de eclosão.

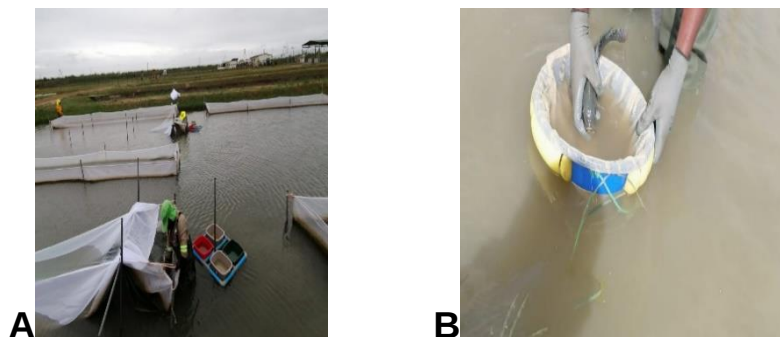


Figura VIII: (A) Preparação da colecta de ovos; (B) Colecta de ovos

3.7. INCUBAÇÃO

Após a desinfecção dos ovos, estes foram levados para a incubadora e separados de acordo com o seu estágio de desenvolvimento, segundo a tabela 1.

Tabela I: Estágios de desenvolvimento dos ovos

Estágios de desenvolvimento dos ovos	Características
1°	Ovos sem olhos recém fecundados, normalmente de cor branca
2°	Ovos com olhos apenas que são de cor amarela mais escura
3°	Ovos de 2 dias de idade que são mais escuros com olhos grandes e cauda visíveis, que estão começando a eclodir
4°	Larvas com saco vitelino

Após a separação de acordo com seus estágios, os ovos foram colocados nos cones de fibras e incubados (figura 9B). A incubação durava cerca de 5 dias à uma temperatura de 26-29°C. Após a eclosão dos ovos, as larvas foram mantidas nas incubadoras, nas bacias colectoras (figura 9C) até que ocorresse a absorção do saco vitelino que durava em média 4 dias. Antes do transporte para o tanque de reversão sexual foi feita uma biometria para determinar a quantidade de ração que seria administrada.

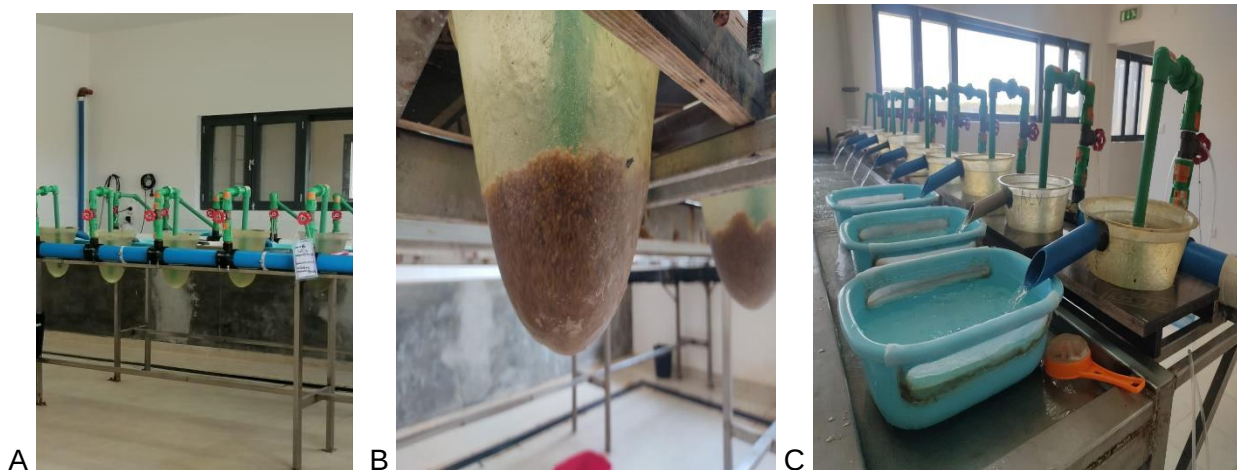


Figura IX: A- Incubadora; B- Cones de fibra; C- Bacias colectoras

3.8. REVERSÃO SEXUAL

Os alevinos com o saco vitelino absorvido e a biometria inicial realizada iam para a reversão sexual. A reversão sexual era feita usando ração com a hormona 17-alfa-metil-testosterona. A densidade de povoamento na reversão sexual foi de 10.000 larvas por hapa (2×2) m² e o processo durava 28 dias, sendo as larvas alimentadas com uma frequência de 6 vezes por dia. A quantidade da alimentação ia alternando semanalmente, seguindo as tabelas de alimentação, descritas na (colecção do SENAR número 263 página 32).

3.8.1. Preparação da ração para a reversão sexual

A ração utilizada para a reversão sexual foi preparada a partir de uma ração balanceada, adequada para a fase larval, enriquecida com a hormona 17-alfa-metiltestosterona (MT), que é a mais empregada devido à sua eficácia e estabilidade. Primeiramente fez-se a preparação da solução veículo onde inicialmente, a hormona em pó foi pesada com precisão utilizando uma balança analítica, (60 a 100 mg de MT por kg de ração). Em seguida, o pó foi dissolvido em etanol a 95%, que facilitam a dispersão homogênea da hormona na ração e foi guardada na geleira. Posteriormente, essa solução foi então incorporada à ração

seca, que foi cuidadosamente misturada para assegurar a uniformidade da concentração hormonal em todo o lote. Após a mistura, a ração foi submetida a um processo de secagem controlada para evaporar o solvente, evitando a degradação da hormona e mantendo a integridade nutricional da ração. Em seguida, a ração foi armazenada em condições de temperatura ambiente e humidade para preservar sua estabilidade até o momento da alimentação.

3.9. DESPESCA E CLASSIFICAÇÃO DOS ALEVINOS

A despesca de alevinos foi feita logo depois ao término da reversão sexual. Para tal foram capturados na hapa de reversão, usando uma *scoopnet* (é uma rede de mão composta de aro metálico ou plástico com uma malha fina, usada para capturar os alevinos, colecta de larvas, ovos), colocados numa bacia e transportados para os tanques de depuração. Os tanques de depuração foram abastecidos com água do furo contendo uma salinidade em torno de 3 a 5 ppm. A classificação dos alevinos foi realizada devido a desigualdade de tamanho durante a reversão sexual e tinha como objectivo a padronização dos alevinos vendidos. Para fazer a classificação utilizava-se caixas com estruturas plásticas com malhas de diferentes tamanhos denominadas classificadores. Colocava-se um classificador de tamanho de malha de acordo com o lote que se desejava obter dentro do tanque e os alevinos menores passavam para o exterior e os maiores ficavam retidos.

Os alevinos ficavam nos tanques de depuração com uma renovação constante durante um período de 24 horas em jejum para que ocorresse o esvaziamento do trato digestivo garantido assim, uma melhor qualidade da água, resistência no processo de classificação e transporte.

3.10. COMERCIALIZAÇÃO DOS ALEVINOS

Para a comercialização, os alevinos foram contados e colocados em sacos plásticos contendo água salobra e oxigénio. O número de alevinos por litro, foi determinado de acordo com o peso médio do mesmo e tempo de viagem seguindo o protocolo de Depuração e Transporte do CEPAQ. A comercialização de alevinos foi realizada directamente no CEPAQ e o preço por unidade variava de acordo com o peso dos alevinos, variando de 5 a 10 meticais.

4. Caso de estudo: Acompanhamento do ciclo de produção de alevinos da Tilápia do Nilo-CEPAQ

4.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1.1. Aquacultura Mundial

A aquacultura é o cultivo de organismos aquáticos, como peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, em ambientes controlados, com o objectivo de produção comercial, conservação e pesquisa, FAO (2020), sendo que a piscicultura é o ramo da aquacultura que se dedica exclusivamente ao cultivo de peixes, podendo ser marinha ou continental (água doce).

A aquacultura tem se consolidado como um sector essencial para a segurança alimentar global, registando um crescimento contínuo nas últimas décadas. De acordo com as estatísticas mais recentes da aquacultura mundial, compiladas pela FAO (2024), a produção aquícola global atingiu um novo recorde histórico de 130,9 milhões de toneladas em peso vivo no ano de 2018, com um valor total de venda de 312,8 mil milhões de dólares norte-americanos. Entre 2020 e 2022, a produção mundial de animais aquáticos em aquacultura cresceu, em média, 5,2% ao ano. Os principais factores que têm impulsionado este rápido crescimento incluem o aumento da população mundial (e, conseqüentemente, o crescimento do consumo per capita de pescado), o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo e a exploração comercial de novas espécies. Actualmente, são cultivadas 731 espécies (incluindo peixes, crustáceos, moluscos, algas, répteis, invertebrados aquáticos, rãs, entre outros), em diversos sistemas e ambientes de produção, (FAO, 2024).

No grupo de peixes de água doce, as tilápias ocupam uma posição de relevância dentre as espécies cultivadas, perdendo apenas para as carpas e bagres, em termos de produtividade mundial, FAO (2024), com uma produção global de 6.5 milhões de toneladas (10.6% da produção total de peixes).

4.1.2. Aquacultura em Moçambique

No país, o sector das pescas contribui actualmente com aproximadamente 2% do PIB, sendo que a pesca de pequena escala representa, em termos de número e volume de produção, a maior componente produtiva do Sector. A produção de pescado oriunda das águas marítimas, das águas interiores e da aquacultura em 2022 foi de 455.544 toneladas, sendo 5.520 toneladas correspondente a produção aquícola o que representa 1.12% da produção pesqueira nacional. Actualmente, o subsector da aquacultura em Moçambique está representado por uma indústria de produção de camarão marinho e

peixe de água doce em sistema semi-intensivo e extensivo. Em termos de rendimento, a produção aquícola em 2020 gerou 442.5 milhões de meticais (MIMAIP, 2023).

A aquacultura desempenha um papel crucial no panorama económico e alimentar de Moçambique, contribuindo para o crescimento sustentável, o combate à pobreza, a segurança alimentar, a geração de renda e a criação de empregos. A expansão da aquacultura cria oportunidades de emprego em diversas áreas, desde a produção nas farmas de aquacultura até a comercialização e distribuição. Isso não apenas reduz a taxa de desemprego, mas também promove o empoderamento económico nas comunidades costeiras e rurais. A aposta na aquacultura em Moçambique é de enorme importância uma vez que cerca de 31.2% da população é subnutrida. O consumo médio anual de peixe per capita em Moçambique é de 16.2 kg/ano abaixo do consumo mundial que é de 20.2 kg/ano (MIMAIP, 2022; FAO, 2024).

A Estratégia para o Desenvolvimento da Aquacultura 2020-2030 (MIMAIP, 2022), sublinha que a aquacultura em Moçambique é, maioritariamente, artesanal com fins de subsistência. O desenvolvimento desta actividade tem sido afectado de entre vários factores, por insuficiência e fraca qualidade de insumos aquícolas (principalmente ração e alevinos), limitados investimentos para pesquisa, investigação e serviços de extensão, reduzido número de técnicos e extensionistas e limitado acesso ao crédito, apesar de existir um elevado potencial, estimado em 4 milhões de toneladas, nas águas marítimas e interiores.

As espécies cultivadas em Moçambique incluem peixes, crustáceos, macroalgas e moluscos bivalves. As espécies marinhas incluem o camarão tigre gigante (*Penaeus monodon*), macroalgas (*Eucheuma spinosum* e *Kappaphycus alvarezii*) e mexilhão (*Perna perna*). As espécies de água doce incluem peixes da família Cichlidae (Tilápia de Moçambique - *Oreochromis mossambicus* e Tilápia do Nilo - *O. niloticus*), (Banze, 2005; Companhia, 2012; World Bank, 2024). De entre todas estas espécies, a exótica Tilápia do Nilo tem sido a principal espécie cultivada pelos produtores comerciais e de pequena escala e tornou-se o maior contribuinte para a produção total da aquacultura no país (FAO, 2024).

A área total de produção é estimada em 378 000 hectares, dos quais cerca de 258 000 hectares para aquacultura nas águas interiores e 120 000 hectares para aquacultura marinha, sendo que o potencial produtivo total é estimado em 4 000 000 Tons/ano, dos quais 2 000 000 Tons/ano para a produção de peixes em águas interiores e outros 2 000 000 Tons/ano são para a produção de espécies marinhas (MIMAIP, 2019).

A Aquacultura é uma actividade ainda incipiente em Moçambique. Em 2019 a produção aquícola foi de 3 771 toneladas, sendo que 1% corresponde a captura nacional. A aquacultura de pequena escala tem maior contribuição da produção do pescado com 65% (MIMAIP, 2019).

4.2. BIOLOGIA E REPRODUÇÃO DA TILÁPIA DO NILO

A tilápia do Nilo é uma espécie de origem africana, pertencente à família Cichilidae. Sua reprodução é caracterizada pelo cuidado parental, sendo a fêmea responsável pela incubação oral dos ovos e a protecção dos alevinos nos primeiros dias de vida (El-Sayed, 2020).

As tilápias se reproduzem naturalmente durante o ano todo, desde que existam condições adequadas. As fêmeas atingem a maturidade sexual com 3 a 4 meses de vida, pesando no mínimo 100 g e podem chegar a desovar a cada 30 dias. Para desovar, necessitam de uma temperatura da água acima de 21°C, sendo que a temperatura ideal se encontra na faixa de 27 a 29°C, e produzem de 500 à 2.000 ovos por desova, (SENAR, 2017).

4.2.1. Etapas do ciclo produtivo

4.2.1.1. Seleccção dos reprodutores

A selecção dos reprodutores deve ser baseada no desempenho genético e na uniformidade de tamanho. Para a reprodução, geralmente usa-se a proporção de 1 macho: 3 fêmeas para garantir uma alta fertilização (Da Silva *et al.* 2015). Outros parâmetros relevantes à selecção dos reprodutores são: alta capacidade de reprodução, maturidade sexual precoce, frequência de desova, números de ovos por desova, boa maturação dos ovos, tamanho de ovos adequados, boa taxa de fecundação dos ovos, boa taxa de eclosão dos ovos e boa viabilidade das larvas produzidas, (Machado, 2010).

El-Sayed (2006), afirma que os reprodutores de tilápia do Nilo devem ser seleccionados com base nas características genéticas e fenotípicas, como a taxa de crescimento, eficiência alimentar e resistência a doenças, para garantir um desempenho reprodutivo e produtivo na faixa recomendada.

Os machos devem apresentar corpo bem formado, com coloração intensa e homogênea, escamas bem aderidas, sem lesões, com peso acima de 100-150g, e as fêmeas devem apresentar peso acima de 80-100g, (Machado, 2010).

4.2.2. Reprodução

4.2.2.1. Reprodução em hapas

Os peixes devem ser povoados na proporção de 1 macho:3 fêmeas com tamanhos semelhantes. Em cada hapa coloca-se 45 fêmeas e 15 machos (em hapas com 1m de largura e 1m de profundidade). As hapas ficam fixadas em tanques escavados durante 15 dias. Ao final desse período as fêmeas são

capturadas, e a boca é inspecionada para avaliar a presença de ovos. Caso estejam presentes, estes são retirados e incubados, (Embrapa, 2013).

4.2.2.2. Reprodução em tanques escavados

Em tanques escavados utiliza-se a mesma proporção da reprodução em hapas (1:3). No entanto a quantidade de animais povoados varia conforme o tamanho dos tanques. Os peixes devem permanecer no tanque num período de 10-15 dias, onde os ovos são retirados da boca da fêmea e incubados (Embrapa, 2013).

4.3. COLECTA E INCUBAÇÃO DOS OVOS

Após realizado o acasalamento faz-se a colecta dos ovos e em seguida a incubação. A colecta e incubação dos ovos de tilápia constituem etapas fundamentais para garantir o sucesso na reprodução e produção de alevinos com boa viabilidade e qualidade genética. A colecta dos ovos é realizada após a desova natural em tanques. Os ovos são retirados da boca da fêmea cuidadosamente transportados para o ambiente de incubação, onde devem ser mantidos em condições ideais de temperatura, oxigenação e higiene para assegurar a máxima taxa de eclosão. A temperatura recomendada para incubação varia geralmente entre 26°C e 30°C, permitindo o desenvolvimento embrionário adequado sem comprometer a viabilidade dos ovos (El-Sayed, 2020).

4.4. LARVICULTURA E REVERSÃO SEXUAL

A tilápia do Nilo possui características indesejáveis sob o ponto de vista zootécnico em relação a engorda como: a maturação precoce, alta capacidade reprodutiva e baixa competição intra-específica, que levam e formam um quadro de superpopulação e redução do potencial crescimento da espécie o que prejudica os sistemas de produção, (Dias *et al.* 2008).

Diante destas características, desenvolveu-se a técnica para a obtenção dos indivíduos monossexos masculinos, usando a hormona 17-alfa-metiltestosterona uma vez que os machos crescem mais rápido que as fêmeas, (Cyrino e Conte, 2006).

A reversão sexual é um método que tem se destacado na piscicultura, principalmente na piscicultura moderna, com objectivo de produzir uma população monossexual masculina, através de tratamento hormonal. Isso ocorre devido ao facto de que os machos apresentam um crescimento mais rápido em comparação com as fêmeas, mesmo estando em mesmas condições de criação, (Romazini e Costa, 2023).

Após a eclosão dos ovos, as larvas são mantidas nas incubadoras até a absorção do saco vitelino, em seguida são alocados em tanques de reversão sexual onde recebem ração em pó e são submetidos ao processo de reversão sexual com a hormona 17-alfa-metiltestosterona, aumentando a proporção de machos que apresentam maior taxa de crescimento (Phelps e Popma, 2000).

Quando bem conduzido, considerando os factores de tempo de exposição, dose hormonal, qualidade da ração e condições ambientais, o processo de reversão sexual pode alcançar de 97% a 100% de eficiência (Popma e Lovshin, 1995).

Bunthawin *et al.* (2024), afirma que a reversão sexual permite a produção de lotes monossexuais de machos, o que promove a uniformidade no crescimento e maior produtividade nos sistemas de criação. Esse processo geralmente é realizado nos primeiros 30 dias pós-eclosão, período em que os alevinos são mais sensíveis a acção hormonal.

4.5. SISTEMA DE CULTIVO DA TILÁPIA DO NILO

O cultivo da tilápia pode ser realizado em diferentes sistemas, e estruturas de cultivo como: tanques-terra, tanques-rede, recirculação da água e sistema de bioflocos. Os tanques-terra são os mais comuns devido ao seu baixo custo de implementação, embora demandem maior espaço e gestão de qualidade de água (Kubitza, 2011).

Os tanques-rede são amplamente utilizados em grandes reservatórios e permitem maior densidade de povoamento, facilitando o manejo e a colheita. Os sistemas de recirculação são mais intensivos, com alta produtividade, porém este sistema exige maior investimento e um controle técnico mais rigoroso (Azevêdo, 2021).

4.6. MANEIO ALIMENTAR

O manejo alimentar é um dos pilares fundamentais da aquacultura, influenciando directamente o crescimento, a saúde e a eficiência produtiva dos peixes. Uma alimentação adequada deve considerar a espécie cultivada, o seu estágio de desenvolvimento, a qualidade nutricional da ração e a frequência de fornecimento. O fornecimento excessivo ou insuficiente de alimento pode levar, respectivamente, ao aumento da matéria orgânica no sistema e ao subdesenvolvimento dos peixes, comprometendo o desempenho zootécnico e a sustentabilidade da produção (Lupatsch e Kissil, 2005).

Além disso, práticas de manejo alimentar eficientes contribuem para a optimização do custo de produção, dado que a alimentação representa, em média, 70% dos custos operacionais na piscicultura. Por isso, é essencial adoptar estratégias que promovam a conversão alimentar eficiente, como o uso de rações de

qualidade, o ajuste da quantidade de alimento em função da biomassa e das condições ambientais, e a monitoria regular do comportamento alimentar dos peixes (Portz *et al.* 2000). Estes cuidados não só aumentam a produtividade, como também reduzem o impacto ambiental da actividade aquícola. Além disso, é importante o uso de rações comerciais formuladas com base nas exigências nutricionais específicas para cada fase de desenvolvimento (Jauncey, 2000).

Os parâmetros de qualidade de água (oxigénio e temperatura) influenciam no apetite dos peixes, a ração deverá ser fornecida se a concentração de oxigénio dissolvido estiver acima de 3 mgL⁻¹, pois abaixo de 3 o apetite será menor e o aproveitamento da ração será prejudicado. Os animais não têm a capacidade de regular a temperatura corporal, por isso quando a temperatura da água esfria o metabolismo dos mesmos é reduzido, e quando temperatura da água está alta os animais entram em estresse, levando à redução de apetite (Baloi, 2022).

A tilápia do Nilo, é uma espécie que se adapta a vários tipos de alimentos, incluindo alimento natural (fitoplâncton, algas, detritos) e alimentos formulados. As fases iniciais exigem mais níveis de proteína na alimentação, para o seu crescimento e maturação, (Baloi,2022). As tilápias aproveitam muito bem os carboidratos e as gorduras como fonte de energia, isto permite poupar proteínas das rações para o uso predominante na fase de crescimento (Kubitza,2011).

A alimentação da tilápia do Nilo deve ser baseada em rações extrusadas de alta digestibilidade, fornecidas de forma fraccionada ao longo do dia, para a maximização do aproveitamento e para a minimização do desperdício, (El-Sayed,2006). As rações extrusadas são aquelas que passam por um processo de cozimento em altas temperaturas, apresentam maior fluviabilidade, estabilidade na água e durabilidade, características desejáveis em aquacultura, (Rodrigues *et al.* 2013). Além de possuir maior digestibilidade e aproveitamento pelos peixes, permite minimizar as perdas de rações e ajuste na taxa de alimentação (Nutri-Time,2015; Baloi,2022).

As rações peletizadas passam por um processo de moagem, mistura e em seguida compactação dos ingredientes sob pressão, (Rodrigues *et al.* 2013). São pouco utilizadas devido a sua capacidade de não flutuação e aumento do desperdício da ração, sendo que também apresentam baixa digestibilidade, baixa estabilidade, baixa eficiência e baixo retorno económico, (Nutri-time,2015).

4.7. QUALIDADE DE ÁGUA

A qualidade da água na aquacultura é de extrema importância, sendo o principal factor determinante para o sucesso da produção. As características da água podem afectar de alguma forma a sobrevivência, reprodução, crescimento, produção ou mesmo o manejo dos peixes, (Boyd,2017; Baloi,2022). A qualidade

de água influencia directamente a sobrevivência e o crescimento dos alevinos. A monitoria da qualidade da água no cultivo é relevante, pois a água possui todas as características químicas, físicas e biológicas que interagem individualmente ou colectivamente, influenciando o desempenho da produção, (Baloi,2022).

Os parâmetros aferidos para o controlo da qualidade de água e, sua frequência de medição no CEPAQ, são apresentados na tabela 2.

Tabela II: Parâmetros da qualidade da água

Parâmetro	Aparelho	Frequência de medição
Temperatura (°C)	Termómetro	2x ao dia (de manhã e à tarde)
Oxigénio (mgL ⁻¹)	Oxímetro	2x ao dia (de manhã e à tarde)
pH	pHmetro	1x ao dia (à tarde)
Transparência (cm)	Disco de Secchi	1x ao dia (à tarde)

Fonte: Baloi,2022

4.7.1. Temperatura

A temperatura da água é um dos parâmetros físico-químicos mais importante na aquacultura, pois influencia directamente o metabolismo, crescimento, reprodução, imunidade e sobrevivência dos organismos aquáticos. A temperatura ideal da água para grande parte de espécies tropicais, varia de 25°C a 30°C. As temperaturas acima ou abaixo do óptimo influenciam de forma a reduzir seu crescimento, (Baloi, 2022). A temperatura afecta a solubilidade do oxigénio na água, o que por sua vez interfere na respiração dos peixes (Boyd, 1990).

De acordo com (Boyd, 1990; El-Sayed, 2006), afirmam que temperaturas ideais para a maioria dos peixes tropicais situam-se entre 26°C a 30°C, temperaturas abaixo que 20°C e acima que 32°C, podem afectar negativamente o apetite, crescimento e eficiência alimentar dos peixes. Kubitz (2011), destaca que mudanças bruscas nas oscilações da temperatura afectam o sistema imunológico dos peixes.

4.7.2. Oxigénio dissolvido (OD)

O OD é um dos factores ambientais limitantes que afectam alimentação, crescimento e metabolismo dos organismos aquáticos, (Baloi, 2022). O valor ideal de oxigénio dissolvido para a maioria das espécies em

sistemas aquícolas tropicais deve ser superior a $[5\text{mgL}^{-1}]$, valores abaixo de $[3\text{mgL}^{-1}]$ representam risco para a maioria dos peixes cultivados, (Boyd, 1990).

4.7.3. pH

O pH é um parâmetro da qualidade da água, que ajuda a medir a acidez da água. Valores de pH próximos da neutralidade numa faixa (6,5 e 9,0) são considerados mais adequados para a maioria dos organismos cultivados (Baloi, 2022). Os valores referentes ao pH, sofrem variações ao longo do dia devido a factores como fotossíntese e respiração. Com o aumento da respiração o pH é reduzido e com o aumento da fotossíntese o pH é elevado. Existem factores que influenciam a mudança de pH que são: respiração, fotossíntese, fertilização, que tornam a água ácida, neutra ou alcalina (Baloi, 2022).

4.7.4. Transparência da água

A transparência da água pode ser medida por um disco Secchi. O disco é submerso a água até que não seja mais visível ao olho do observador, a profundidade é lida na escala marcada. A transparência do disco de Secchi não pode ser superior à 35 cm, pois valores acima geram subsaturação de oxigénio e nem inferior à 25 cm pois podem gerar supersaturação, (Baloi, 2022). A transparência da água faz o controle de fitoplâncton. Transparência baixa indica crescimento excessivo de algas, o que vai gerar uma variação do oxigénio e pH, e também da penetração da luz solar, onde a luz é essencial para a fotossíntese de plantas aquáticas que produzem oxigénio, (Boyd, 2017).

5. Materiais e métodos

5.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Os reprodutores que fizeram parte do plantel foram despescados dos tanques de descanso, onde permaneceram durante 7 meses. Após o tanque do descanso, foram alocados para as hapas de reprodução. Onde reprodutores estavam alojados em 5 hapas/lotos de reprodução que tem uma área 20m², a uma proporção de 120 fêmeas para 60 machos. A colecta nos lotes foi realizada semanalmente. A disposição das hapas é observada na figura 8A.

5.2. COLECTA, DESINFECÇÃO E INCUBAÇÃO DOS OVOS

5.2.1 Colecta e contagem dos ovos

Após o acasalamento fez-se a colecta dos ovos a cada 7 dias, a produção média a cada colecta foi de 200-250ml. Para a colecta foi necessário o uso um separador que permitiu dividir a hapa em duas partes, onde na primeira parte ficaram todas as fêmeas e a segunda parte que ficavam as fêmeas cujas já tinham sido colectadas os ovos. Com ajuda de bacias com água corrente, pegou-se na fêmea e posicionava-se de cabeça para baixo, abriu-se a boca levemente e os ovos caíam para a bacia. A quantificação dos ovos foi realizada com a ajuda de um contador. Após a colecta dos ovos, os mesmos foram transferidos para bandejas contendo água com temperatura ambiente controlada. A disposição dos ovos foi feita em uma única camada, de modo a garantir a visibilidade e evitar sobreposição dos ovos. Utilizou-se o pincel para separar aglomerados e distribuir de forma uniforme os ovos, separando uma amostra de 10 ml para a contagem, com a ajuda do contador.

5.2.2. Desinfecção dos ovos

A desinfecção dos ovos foi realizada após a colecta dos ovos, com sal (30 a 50 g/L) ou com permanganato de potássio (2 a 10 mgL⁻¹) em média por 10 minutos. A desinfecção foi realizada com o objectivo de eliminar bactérias, fungos ou vírus que podem influenciar directamente na taxa de eclosão. Para a desinfecção os ovos foram submersos na solução de cloreto de sódio, eliminando os microorganismos patogénicos e em seguida levados a incubadora.

5.2.3. Incubação dos ovos

A incubação foi realizada mediante a separação dos estágios larvais dos ovos. Essa separação foi necessária, pois assim permitiu que houvesse maior taxa de eclosão. A incubação durava em média cerca de 5 dias e a absorção do saco vitelino durou 4 dias, após essa absorção foram transferidos para a

reversão sexual. Os ovos foram colocados em incubadoras do tipo funil de incubação, com fluxo contínuo de água.

5.3. TRANSFERÊNCIA DAS LARVAS PARA REVERSÃO SEXUAL

Após a eclosão dos ovos, as larvas foram mantidas na incubadora nas bacias colectoras, com o intuito de ocorrer a absorção do saco vitelino. Após a absorção do saco vitelino, eram pesados para determinar o peso inicial e calcular a ração inicial para administrar aos alevinos, em seguida eram transferidos para as hapas de reversão sexual, com um peso médio de 0,014 à 0,016g. A lotação máxima nas hapas de reversão foi de 10 000 alevinos.

Para a transferência das larvas para as hapas de reversão sexual, foi necessário o auxílio de recipientes como baldes, bacias e scoopnet, que ajudavam no transporte das larvas sem criar ferimentos ou stress aos animais.

A indução da reversão sexual, foi feita na base da ração em pó com a hormona 17 alfa-metiltestosterona fornecida 6 vezes ao dia, mediante ao peso dos alevinos após a biometria e durava 21 a 28 dias, e também suplementados com vitamina C.

5.4. MANEIO ALIMENTAR

Os alevinos foram alimentados com uma ração em pó, usando as tabelas de alimentação do CEPAQ, descritas na (colecção do SENAR número 263 página 32). A alimentação era administrada 6 vezes ao dia, com ração em pó que possui 42% de proteína bruta. A ração administrada foi calculada de acordo com o peso vivo dos alevinos. Com base na alimentação foi feito o processo de reversão sexual, com a hormona 17-alfa-metiltestosterona.

Foram realizadas biometrias para avaliar o peso vivo dos alevinos, e fazer o reajuste da alimentação de acordo com a biomassa final aferida nas hapas. A alimentação foi fornecida através de medidores e foram fornecidos espalhando pela hapa, tendo uma distribuição uniforme e abrangia todos os alevinos.

5.5. MONITORIA DA QUALIDADE DE ÁGUA

O controlo da qualidade de água foi realizado diariamente e foram aferidos os seguintes parâmetros: oxigénio dissolvido e temperatura da água usando o oxímetro (2 vezes ao dia), transparência da água usando o disco de Secchi (1 vez ao dia) e pH usando pHmetro (1 vez ao dia). Os parâmetros foram aferidos no período da manhã pelas 08h e no período da tarde às 14h.

5.6. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Para a avaliação do desempenho zootécnico foram avaliados os seguintes índices reprodutivos e zootécnicos.

5.6.1. Parâmetros reprodutivos:

- Taxa de fecundidade das fêmeas (%) = $\frac{\text{número de ovos produzidos}}{\text{número de ovos incubados}} \times 100$
- Taxa de eclosão dos ovos (%) = $\frac{\text{número de ovos eclodidos}}{\text{número total de ovos incubados}} \times 100$

5.6.2. Parâmetros zootécnicos:

- Taxa de crescimento específico (TCE) = $\frac{(\text{Inpeso final} - \text{Inpeso inicial})}{\text{duração do período de crescimento}} \times 100$
- Taxa Sobrevivência no período de reversão sexual (%) = $\frac{\text{número de indivíduos sobreviventes}}{\text{número de indivíduo inicial}} \times 100$
- Taxa de reversão sexual (%) = $\frac{\text{número de indivíduo revertido}}{\text{número total de indivíduos induzidos a reversão}} \times 100$

6. Resultados

6.1. PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA

A média dos parâmetros de qualidade de água durante o período de estágio, nos tanques de produção de alevinos estão ilustrados na tabela III.

Durante o acompanhamento da produção de alevinos, a temperatura variou entre $23,4 \pm 0,25$ a $34,9 \pm 2,23$, mantendo-se dentro da faixa. O oxigênio dissolvido oscilou entre os valores $5,12 \pm 1,54$ a $9,86 \pm 0,79$, garantindo boas condições metabólicas. O pH variou entre $8,3 \pm 0,10$ a $8,4 \pm 0,26$, permanecendo em um ambiente favorável para os alevinos. A transparência da água esteve entre os valores $34 \pm 0,30$ a $45 \pm 9,19$, indicando uma boa produtividade de fitoplâncton.

Tabela III: Valores médios mensais dos parâmetros de qualidade de água

Meses	T(°C) manhã	T(°C) tarde	OD(mgL ⁻¹) manhã	OD(mgL ⁻¹) tarde	pH	Transparência(cm)
Mês 1	$23,4 \pm 0,25$	$26,5 \pm 0,71$	$7,01 \pm 1,54$	$9,86 \pm 0,79$	$8,4 \pm 0,26$	$34 \pm 0,30$
Mês 2	$26,8 \pm 0,16$	$30,5 \pm 0,79$	$5,30 \pm 0,89$	$7,48 \pm 0,46$	$8,3 \pm 0,10$	$37 \pm 4,6$
Mês 3	$29,2 \pm 0,46$	$34,9 \pm 2,23$	$5,12 \pm 1,54$	$8,17 \pm 0,79$	$8,4 \pm 0,26$	$45 \pm 9,19$

6.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Os resultados da taxa de fecundidade das fêmeas, a taxa de eclosão dos ovos, a taxa de crescimento específico, a sobrevivência durante o período de reversão sexual e a taxa de reversão sexual estão apresentados na Tabela IV e V. Houve uma tendência de aumento da taxa de fecundidade de 19,65% à 99,92%, taxa de reversão sexual e sobrevivência do lote 1 ao 5 de 74% no lote 1 à 98% no lote 5, observando-se variação muito grande entre os lotes. A taxa de crescimento específico apresentou uma tendência quase constante entre os lotes.

Tabela IV: Resultados dos parâmetros reprodutivos

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
Taxa de fecundidade (%)	31,97±3,60	19,65±18,7	99,92±12,9	38,64±4,02	58,97±4,60
Taxa de eclosão dos ovos (%)	98,34±0,02	66,88±0,018	45,95±0,015	89,70±0,15	74,11±0,014

Tabela V: Resultados dos parâmetros zootécnicos

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
Taxa de reversão sexual (%)	74,49±12,9	78,12±3,3	90,91±4,1	87,91±8,2	98,02±4,5
Taxa de sobrevivência da reversão sexual (%)	74±11,6	78±3,5	91±5,2	88±7,6	98±5,1
Taxa de crescimento específico (%)	13,49±1,24	11,73±1,24	13,49±1,24	11,73±1,24	11,49±1,58

7. Discussão

7.1. PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA

A qualidade da água é um factor determinante para o sucesso na piscicultura, especialmente durante as fases iniciais de desenvolvimento dos peixes. Os parâmetros físicos e químicos observados ao longo do experimento se mantiveram, em sua maioria, dentro das faixas recomendadas para a criação da tilápia-do-Nilo, conforme reportado na literatura.

A temperatura da água manteve-se, em média, dentro dos valores compatíveis com o intervalo fisiológico óptimo para a espécie. De acordo com El-Sayed (2006), a faixa ideal de temperatura para o crescimento e o metabolismo da tilápia situa-se entre 26°C e 30°C, sendo que valores fora deste intervalo podem reduzir a taxa de alimentação, comprometer o sistema imunitário e afectar negativamente o crescimento. No presente estudo, a manutenção da temperatura dentro dos níveis adequados terá contribuído positivamente tanto para a taxa de eclosão como para o desenvolvimento dos alevinos.

Os níveis de oxigénio dissolvido variaram entre [5,12 a 9,86 mgL⁻¹], permanecendo sempre acima do limite mínimo recomendado para tilápia, o que garantiu a manutenção das condições aeróbias essenciais para o metabolismo dos peixes. Os níveis de oxigénio dissolvido diminuem ao longo dos meses, no período da manhã. Esse declínio é compatível com o aumento da temperatura, pois a solubilidade do oxigénio da água diminui à medida em que a temperatura da água aumenta, sendo directamente proporcionais, (Emam *et al.* 2025), o oxigénio pela manhã tende a ser menor, em relação ao período da tarde que tende a ser maior devido a fotossíntese.

O pH da água apresentou valores médios de [8,37], indicando um ambiente neutro a levemente alcalino, favorável à sobrevivência e ao desenvolvimento dos alevinos, sem apresentar flutuações bruscas que pudessem comprometer a saúde dos animais. As tilápias toleram uma ampla faixa de valores de pH de 6,5 a 9, (Popma e Masser, 1999). Portanto os valores obtidos encontraram-se dentro da faixa recomendada, não apresentando risco para a produção. No entanto é necessário manter esses valores estáveis pois pequenas flutuações podem alterar a toxicidade, tornando-se prejudicial aos alevinos principalmente em condições de baixos níveis de oxigénio dissolvido.

Em relação à transparência da água, medida por meio do disco de Secchi, os valores estiveram dentro dos padrões esperados 30 a 40 cm para sistemas de cultivo semi-intensivo. A transparência é influenciada pela concentração de fitoplâncton e matéria orgânica em suspensão, e está directamente ligada à

penetração da luz e ao equilíbrio da fotossíntese. Segundo Silva *et al.* (2016), níveis de transparência entre 30 e 40 cm são considerados ideais em tanques-terra de tilápia, promovendo boa produtividade primária sem comprometer a qualidade da água.

7.2. ÍNDICES REPRODUTIVOS E ZOOTÉCNICOS

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram dados relevantes sobre a reprodução e desempenho dos alevinos de tilápia durante o processo de reversão sexual. A análise dos parâmetros avaliados permitiu uma compreensão detalhada dos índices de fecundidade, desenvolvimento embrionário, crescimento e eficiência da reversão sexual.

A taxa de fecundidade é fundamental para garantir a produção de um número adequado alevinos. A taxa de fecundidade variou entre 19,65% (lote 2) à 99,92% (lote 3). Essa diferença entre os valores dos lotes sugere uma alteração no manejo alimentar e na condição corporal das matrizes. Essa variação indica uma capacidade reprodutiva satisfatória para a espécie no sistema de cultivo adotado. Segundo El-Sayed (2006), a temperatura da água e o nível de oxigénio dissolvido têm papel determinante no sucesso da eclosão em espécies tropicais, como a tilápia, sendo necessário um equilíbrio entre os parâmetros físico-químicos da água e o manejo sanitário dos ovos. El-Sayed (2006), afirma que dietas insuficientes afectam negativamente a produção das matrizes.

Quanto à taxa de eclosão dos ovos, observou-se uma média de [74,99%], reflectindo a eficiência do manejo e das condições ambientais durante a incubação. Esse parâmetro indica a proporção de ovos fertilizados que desenvolveram embriões viáveis até o momento da eclosão, sendo um indicador directo da qualidade do ambiente e dos cuidados aplicados. As altas taxas de eclosão observadas demonstram que os protocolos de incubação foram eficientes, com a manutenção adequada da temperatura, oxigénio e higiene dos incubadores, factores críticos que condicionam o desenvolvimento embrionário, Siddique *et al.* (2023). O lote 3, apresentou a menor taxa de eclosão de ovos (45,95%), mesmo tendo registrando a maior taxa de fecundidade (99,92%). No entanto, variações entre lotes podem ser atribuídas a factores como temperatura, oxigenação e possíveis diferenças individuais entre reprodutores, Popma e Masser (1999).

A média da taxa de reversão sexual foi de [85,89%], confirmando a eficácia do protocolo hormonal aplicado para a masculinização dos alevinos. Esse resultado indica a proporção de indivíduos que apresentaram características sexuais masculinas após o tratamento, reflectindo directamente na qualidade da produção de tilápia revertidas. El-Sayed (2006), afirma que taxas de reversão superiores a 90% são consideradas indicativas de um protocolo eficiente, desde que associadas a uma boa taxa de sobrevivência e crescimento. Essa eficiência está relacionada com a dose correcta da hormona

administrada e com o tempo de administração, Sarker *et al.* (2012). Para que o processo da reversão seja bem sucedido é necessário que haja um controlo rigoroso sob o mesmo, sendo que a diferenciação sexual ocorre entre os dias 10 e 30 pós eclosão, Phelps e Popma (2000).

A manutenção de uma elevada taxa de sobrevivência é essencial para o sucesso da técnica, pois minimiza perdas e otimiza o aproveitamento do lote. A taxa de sobrevivência dos alevinos foi heterogênea, indo de 74% no lote 1 à 98% no lote 5. As taxas de sobrevivência obtidas mostram que o protocolo de reversão foi bem tolerado pelos alevinos, com perdas dentro dos limites aceitáveis para esta etapa crítica. Estratégias de manejo adequadas, como densidade de povoamento nas hapas, qualidade da ração e controle de parâmetros da água, provavelmente contribuíram para esse desempenho. De acordo com Mair *et al.* (1997), a mortalidade nessa fase pode estar relacionada tanto ao stress provocado pela manipulação quanto à toxicidade da hormona, sendo necessário equilíbrio entre dose, duração do tratamento e densidade de povoamento.

O desempenho zootécnico dos alevinos na fase inicial também foi avaliado por meio da taxa de crescimento específico (TCE), a qual reflectiu a eficiência da alimentação e as condições ambientais oferecidas. Segundo Bwanika *et al.* (2007), a TCE está directamente associada à qualidade nutricional da dieta e ao bem-estar dos peixes, sendo um dos principais indicadores de desempenho zootécnico na fase larval e juvenil. A TCE variou de 11,49% (lote 5) à 13,49% (lotes 1 e 3), com uma média de 12,39%, indicando um bom desempenho zootécnico nos lotes analisados. Nouman *et al.* (2021), afirma que o crescimento dos alevinos é determinado por variáveis como a densidade de povoamento, qualidade da dieta e estabilidade dos parâmetros da qualidade de água. O desempenho que os lotes 1 e 3 corroboram para uma hipótese menor de competição por alimento, entretanto o resultado do lote 5 que é inferior, embora apresente uma alta sobrevivência sugere-se um manejo alimentar insuficiente.

8. Conclusão

O estudo demonstrou que o sucesso na produção de alevinos da tilápia do Nilo em sistema semi-intensivo, depende de um manejo adequado em todas etapas do ciclo produtivo. A qualidade da água, a nutrição dos reprodutores, o controle na incubação dos ovos, a correcta aplicação da hormona na reversão sexual e a dosagem da ração, foram factores determinantes para os resultados obtidos. As variações nos índices zootécnicos entre os lotes mostraram que falhas pontuais no manejo influenciaram directamente nos índices reprodutivos e produtivos avaliados dos alevinos.

9. Referências bibliográficas

1. Azevêdo, P. C. Da S. (2021). Caracterização da piscicultura em tanques-rede, um estudo de caso na barragem Saulo Maia, AREIA.
2. Baloi, M.F. (2022). Manual de aquacultura. Faculdade de Veterinária. Maputo. pp.70.
3. Banze, I.S. (2005). Planing of Sustainable small scale aquaculture in Mozambique united nation University. Disponível em:
<https://www.grocentre.is/static/gro/publication/97/document/ilidio05prf.pdf>
4. Boyd, C.E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. Agriculture experiment station, Auburn University Alabama. Scientific research. pp. 482. Disponível em: <https://www.scrip.org>
5. Boyd, C.E. (2017). General relationship between Water quality and aquaculture performance in ponds. Scientific research. Disponível em: <https://www.scrip.org>.
6. Bunthawin, S., Jaruwongrungrsee, K., Dumme, V., Ritchie, R. J. (2024). Induction of transient square pulse electric field for monosex-male sex reversal of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquicultura. Disponível em: <https://doi.org?10.1016?j.aquaculture.2024.741135>.
7. Bwanika, G.N., Murie, D.J., Chapman, L. J. (2007). Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. Hydrobiologia, 589, 287–301.
8. Companhia, J. M. S. (2012). A case study of small –scale rural aquaculture in Nampula province Mozambique. Disponível em:
<https://www.unuftp.is/static/fellows/document/jose11prf.pdf>
9. Cyrino, J. E. B.; Conte, L. (2006). Tilapicultura em gaiolas: produção e economia
10. Da Silva, G. F., Maciel, L. M., Dalmas, M. V., Gonçalves, M. T.(2015). Tilápia do Nilo: criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná.
11. De Abreu, A. W. M. (2006). Acompanhamento da produção de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), revertidos sexualmente, no centro de pesquisas em aquicultura Rodolpho Von Ihering. Ceará.
12. Dias-Koberstein, T. C. B., Zanard, M. F., Nakaghi, L.S. O., Valentin, F. N.(2008). Temperatura, desenvolvimento e razão sexual de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).
13. EL-Sayed, A. F. M. (2006). Tilapia Culture. Disponível em: <https://www.researchgate.net>
14. El- Sayed, A.F.M. (2020). Tilapia culture: tilapia distribution, transfers and introductions. 2 edição. pp 33-45. Disponível em: <https://doi:10.1016/B978-0-12-816509-6.00003-3>
15. Emam, W., Lambert, H., Brown, C. (2025). The welfare of farmed Nile tilapia: a review. Frontiers in Veterinary science, 12. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1567984>

16. Embrapa.(2005). Manual de qualidade da água em aquicultura. Disponível: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/174336/Manual%2BQualidade%2B%C3%81gua%2BAquicultura.pdf>
17. Embrapa.(2013). Piscicultura da água doce. Brasília.
18. FAO. (2024). Mozambique. Text by Omar, I. In: Fisheries and Aquaculture. Disponível em: https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/naso_mozambique.
19. Filho, J. C. (1999). Nutrição e alimentação de tilápias. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/nutricao-e-alimentacao-de-tilapias-parte-ii-final>
20. Jauncy, K. (2000). Tilapie: biology and exploitation. Disponível em: [DOI: 10.1007/978-94-001-4008-9_9](https://doi.org/10.1007/978-94-001-4008-9_9)
21. Kubitz, F. (2011). Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 2 edição.
22. Kubitz, F. (2024). As fontes de água para aquicultura e os principais parâmetros de qualidade da água que devem ser monitorados. Revista panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/as-fontes-de-agua-para-aquicultura-e-os-principais-parametros-de-qualidade-da-agua-que-devem-ser-monitorados/>.
23. Lima, A. F., Moro, G. V., Kirschnik, L. N. G., Barroso, R. M. (2017). Piscicultura de água doce: Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes.
24. Lupatsch, I., Kissil, G. W. (2005). Feed management of seabream (*Sparus aurata*) and seabass (*Dicentrarchus labrax*). In M. Tacon & M. Metian (Eds.), Feeding and feed management in aquaculture (pp. 59–74).
25. Loures, B. T. R. R., Ribeiro, R. P., Vargas, L., Moreira, H. L. M., Sussel, F. R., Povh, J. A., Caviocchiolo, F. (2008). Manejo alimentar de alevinos da tilápia do Nilo, *(Oreochromis niloticus)*, associado as variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 23,877-883. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2640>
26. Machado, N. P.(2010). Panorama da Aquicultura. Curitiba-PR.
27. Mair, G.C., Abucay, J.S., Skibinski, D.O.F., Abella, T.A., Beardmore, J.A. (1997). Genetic manipulation of sex ratio for the large-scale production of all-male tilapia (*Oreochromis niloticus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54(2), 396–404.
28. MIMAIP. (2022). Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2010-2022. Maputo.
29. MIMAIP. (2022). Estratégia para o Desenvolvimento da Aquicultura. Maputo, Moçambique.
30. Moro; G. V. Torati, L. S., Luiz, D. B., Tavares, F. A. (2013). Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas.
31. Moura, P. S. De., Moreira, R. L., Texeira, E. G., Moreira, A. G. L., Lima, F. R. dos S., Farias, W. R. L. (2022). Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do

- Nilo. Revista Brasileira De Ciências Agrárias, 6(3). Pp 531-537. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i3a1396>.
32. Nouman, B., Egbal, O., Sana, Y., Anwar, M., Eman, A., Yosif, F. (2021). Determine the optimal density of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings cultured in floating cages. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/NR.2021.121001>
 33. Nutri-Time.(2015).Nutrição e alimentação de tilápias do Nilo. Vol 12. Disponível em: www.nutritime.com.br
 34. Phelps, R.P., Popma, T. (2000). Sex reversal of tilapia. In: tilapia aquaculture in the Americas. World aquaculture society. Vol. 2.
 35. Popma, T., Lovshin, L. L. (1995). Worldwide prospects for commercial production.
 36. Popma, T., Masser, M. (1999). Tilapia: life history and biology
 37. Portz, L., Cyrino, J. E. P., Martino, R. C. (2000). Manejo alimentar na piscicultura de peixes redondos. AquaNet, 3(3), 32–36.
 38. Rodrigues, A. P. O., Bergamim, G. T., Dos Santos, V. R. V. (2013). Piscicultura de água doce: Nutrição e alimentação de peixes.
 39. Romanzini, G. B., Da Costa, C. P. (2023). Cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede: uma revisão de literatura. Revista JRG de Estudos Acadêmicos. Disponível: <https://revistajrg.com/index.php/jrg>.
 40. Saker, B., Das, B., Chakraborty, S., Hossain, M., Alam, M., Mian, S., Iqbal, M. (2022). Optimization of 17 α -methyltestosterone dose to produce quality mono-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Heliyon, 8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e.12252>
 41. SENAR. (2017). Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de tilápias. Coleção 197. Brasília.
 42. SENAR. (2018). Piscicultura: criação de tilápias em viveiros escavados. Coleção 210. Brasília.
 43. Siddique, M., Mahalder, B., Haque, M., Bashar, A., Hasan, M., Shohan, M., Talukdar, M., Biswas, J., Ahammad, A. (2023). Assessment of embryonic and larval development of Nile tilapia under the traditional and re-circulatory thermostatic system in relation to climatic and water quality variations. Aquaculture Journal. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/aquacj3020008>
 44. Silva, T. S. C., Borghesi, R. Guimarães, M. (2016). Aquicultura familiar: qualidade de água. Cartilha. Embrapa.
 45. World Bank. (2024). Aquaculture Dynamics Constraints and Opportunities for Aquaculture Development in Southern Mozambique. Washington, D.C. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/curated/en/099720006032429531/IDU11647a3781a9f814c1e1a55b143e0966005cc>