



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

ARTUR RODRIGUES BATISTA GRANJA

**QUALIDADE DA ÁGUA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE RECRIA EM
TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADAS EM SISTEMINHA EMBRAPA-
UFU-FAPEMIG, COM RENOVAÇÃO PARCIAL DA ÁGUA DO TANQUE DE
CULTIVO, NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO PIAUIENSE.**

PAULISTANA-PI

2025

ARTUR RODRIGUES BATISTA GRANJA

**QUALIDADE DA ÁGUA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE RECRIA EM
TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADAS EM SISTEMINHA EMBRAPA-
UFU-FAPEMIG, COM RENOVAÇÃO PARCIAL DA ÁGUA DO TANQUE DE
CULTIVO, NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO PIAUIENSE.**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em Zootecnia
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana.

Orientador: Prof.Dr José Maurício Maciel
Cavalcante

PAULISTANA-PI

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

G748q Granja, Artur Rodrigues Batista
Qualidade da água e desenvolvimento inicial de recria em tilápias
(Oreochromis niloticus) cultivadas em sisteminha EMBRAPA-UFU-Fapemig, com
renovação parcial da água do tanque de cultivo, nas condições climáticas do
Semiárido piauiense / Artur Rodrigues Batista Granja. - 2025.
29 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana,
2025.

Orientador : Prof Dr. José Maurício Maciel Cavalcante .

1. Biofiltro. 2. Irrigação agrícola . 3. Piscicultura intensiva. I.Título.

CDD - 636.08

Elaborado por Edna Ferreira de Oliveira CRB 3/1621

ARTUR RODRIGUES BATISTA GRANJA

**QUALIDADE DE ÁGUA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE RECRIA EM
TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) CULTIVADAS EM SISTEMINHA EMBRAPA-
UFU-FAPEMIG, COM RENOVAÇÃO PARCIAL DA ÁGUA DO TANQUE DE
CULTIVO, NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE SEMIÁRIDO PIAUIENSE.**

.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado Zootecnia do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Paulistana

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Maurício Maciel Cavalcante
(Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Gutenberg Lira Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Zootecnista Me. Carlos Geovani Teles Pinheiro Junior
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho ao meu avô Sebastião Batista Lima “Seu Bião” (*in memorian*) que foi um homem íntegro, exemplo de caráter e honestidade.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, que me conduziu durante o curso, me dando forças para superar cada obstáculo e ânimo para não desistir. Pois tudo o que é bom advém dele!

Aos meus pais Ana Patrícia e Marcos Rodrigues, que não medem esforços e fazem de tudo pelo meu futuro! Meus irmãos Davi Rodrigues e Mateus Granja e família, que nunca desistiram de acreditar nos meus objetivos e acreditam no meu potencial me incentivando durante essa longa caminhada. Agradeço também, em especial, ao meu orientador José Maurício Maciel Cavalcante e aos colegas que trabalharam junto para que eu pudesse obter bons resultados e de todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos colegas de turma que tornaram a jornada mais leve, seja por uma palavra de conforto, ou só pela simples presença.

Aos meus amigos de Araripina que torcem pelo meu sucesso.

Agradecer a minha namorada Jamile Cordeiro e a minha amiga Ana Lara Rodrigues que me dão todo o apoio motivacional e incentivador para que o meu esforço seja recompensado no futuro.

Por fim, agradecer a cada professor, que com maestria nos ofertaram conhecimento, sendo fundamentais nesse processo.

RESUMO

O Sisteminha Embrapa - UFU – FAPEMIG é um modelo de criação de peixes que faz uso da piscicultura intensiva em pequenos tanques construídos em alvenaria ou com materiais alternativos, com objetivo de segurança alimentar de famílias a partir do uso de recursos existentes em seu entorno e com baixo investimento. É apropriada para pequenos espaços (a partir de 100 m²), em áreas periurbanas e/ou rurais, constituindo-se numa solução dimensionada. O presente experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Instituto Federal do Piauí (CEUA/IFPI), com número de protocolo no. 01/2024, Sendo realizado no setor agropecuária do ifpi Campus Paulistana, utilizando o modelo Sisteminha Embrapa-UFU-FAPEMIG. O tanque de cultivo, com 11 m³ de água, foi povoado com 70 alevinos de tilápia, seguindo protocolos de aclimação. A 1^o alimentação foi ajustada semanalmente conforme o estágio de crescimento dos peixes, utilizando diferentes tipos de ração. O sistema de recirculação da água incluiu sedimentador, biofiltro e aeração para controle da qualidade da água. A renovação parcial da água foi usada para irrigação de culturas agrícolas. Foram monitorados parâmetros de qualidade da água e realizados biometria e análise estatística dos peixes para avaliar desempenho e condições do cultivo no semiárido. Os parâmetros de qualidade da água, como oxigênio dissolvido, pH e condutividade, mantiveram-se dentro dos limites adequados para o cultivo de tilápia, exceto a temperatura, que apresentou uma leve queda devido ao início do período chuvoso. A transparência da água foi satisfatória, apesar da proliferação de microalgas nas últimas semanas. Os níveis de amônia total e tóxica foram controlados pelo biofiltro, e não houve detecção de nitrito. A dureza total e a alcalinidade reduziram-se com as chuvas. Os parâmetros biométricos indicaram crescimento adequado dos peixes, com peso médio final de 55,3g e conversão alimentar eficiente (0,98). A criação de tilápias no modelo Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig mostrou-se eficiente, garantindo boa qualidade da água e desenvolvimento adequado dos peixes até a fase inicial de recria.

Palavras-chave: Biofiltro; Irrigação agrícola; Piscicultura intensiva

ABSTRACT

The Embrapa - UFU - FAPEMIG System is a model for fish farming that uses intensive aquaculture in small tanks constructed with masonry or alternative materials, aimed at ensuring food security for families through the use of resources available in their surroundings with low investment. It is suitable for small spaces (from 100 m²), in peri-urban and/or rural areas, constituting a scaled solution. The project was submitted to and approved by the Animal Ethics Committee of the Federal Institute of Piauí (CEUA/IFPI), with a protocol number adjusted weekly according to the growth stage of the fish, using different types of feed. The water recirculation system included a sedimentation tank, biofilter, and aeration to control water quality. Partial water renewal was used for agricultural crop management. Water quality parameters were monitored, and biometric analysis and statistical analysis of the fish were carried out to assess performance and cultivation conditions in the semi-arid region. Water quality parameters, such as dissolved oxygen, pH, and conductivity, remained within the suitable limits for tilapia farming, except for temperature, which showed a decrease due to the onset of the rainy season. Water transparency was maintained, despite the presence of microalgae in the final weeks. Total and toxic ammonia levels were controlled by the biofilter, and no nitrite was detected. Total hardness and alkalinity decreased with rainfall. Biometric data indicated proper growth of the fish, with an average final weight of 55.3g and efficient feed conversion (0.98). The tilapia farming in the Embrapa-UFU-FAPEMIG System proved to be efficient, ensuring good water quality and proper fish development up to the initial rearing phase.

Keywords: Biofilter; Agricultural irrigation; Intensive fish farming

Lista de Figuras

Figura 1-Tanque utilizado no experimento	18
Figura 2 - Procedimento de aclimação de alevinos.....	19
Figura 3 - Renovação parcial da água do tanque destinando para sistema de irrigação por gotejamento	20
Figura 4 - Medição dos parâmetros da qualidade de água	21
Figura 5 - Biometria dos peixes no início (a) e ao final (b) do experimento	22
Figura 6 - Valores médios semanais para oxigênio dissolvido (a), temperatura (b), pH (c) e condutividade na água (d) de cultivo de tilápia em Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig ao longo do período experimental.	23
Figura 7 - Valores médios semanais para amônia total (a), amônia tóxica (b), dureza total (c) e alcalinidade (d) de cultivo de tilápia em Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig ao longo do período experimental.	25

Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	12
2.OBJETIVO.....	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Aquicultura no Semiárido Brasileiro.....	12
3.2 Realidade local da Região do Vale do Itaim.....	13
3.3 Biologia e Desenvolvimento da Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	13
3.4 Qualidade da Água em Sistemas de Cultivo.....	14
3.5 Sisteminha Embrapa-UFU-FAPEMIG.....	15
3.6 Renovação e Reutilização de Água no Semiárido	15
3.7 Fatores Climáticos e Suas Influências no Cultivo de Tilápias no Semiárido.....	15
4. METODOLOGIA.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O sisteminha embrapa - ufu – fapemig é um modelo de criação de peixes que faz uso da piscicultura intensiva em pequenos tanques construídos em alvenaria ou com materiais alternativos, com objetivo de segurança alimentar de famílias a partir do uso de recursos existentes em seu entorno com um baixo investimento . Desse modo, essa tecnologia é apropriada para pequenos espaços (a partir de 100 m²), em áreas periurbanas e/ou rurais, constituindo-se numa solução dimensionada para atender as necessidades nutricionais de uma família, entre quatro e seis pessoas (silva junior et al., 2019).

Esta criação de peixes pode ser realizada em tanques retangulares ou circulares, com sistema de recirculação e depuração de água, realizadas com uso de um sistema de sedimentador e biofiltro construído com materiais de baixo custo como baldes plásticos e cordas de nylon desfiadas, que fazem uso de bomba de circulação de água para aquários (fluxo de 2000 l/h, 30W) além de um sistema de aeração, também de baixo custo, com uso de uma segunda bomba de circulação de água associada de sistema Venturi de aeração também de baixo custo. Assim, o Sisteminha faz uso da recirculação de água, permitindo grande economia da mesma, havendo apenas a necessidade de reposição da água perdida por evapotranspiração.

De forma alternativa, é possível associar a este sistema de recirculação, uma renovação de água de até 10% do volume do tanque de cultivo, dessa forma que este volume de água que será retirado do sistema, rico em nutrientes oriundas das fezes dos peixes e de restos de ração não consumida, pode ser utilizada em sistema de irrigação (Guilherme; Sobreira; Oliveira, 2019), de modo que, não há desperdício de água pelo sistema, já que esta é destinada a cultivo vegetal em canteiros para produção de hortaliças, gerando mais alimentos à família como milho e feijão.

Deste modo, o Sisteminha Embrapa - UFU – FAPEMIG visa ser um modelo de produção de alimentos que pode estar agregado a outras pequenas unidades de produção, como de hortaliças, milho, feijão, dentre outras, irrigados com a água do tanque dos peixes que é rica em nutrientes oriundos dos restos de ração e excretas dos peixes, em seguida, ocorre a reposição dessa água no tanque, de modo a promover a segurança alimentar das famílias. de água rica em nutrientes oriundos dos restos de ração e excretas dos peixes, de modo a promover a segurança alimentar das famílias.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliação do desenvolvimento ponderal e da qualidade da água de cultivo dos primeiros 60 dias da fase de recria em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivados em tanque modelo Sisteminha, com renovação de água, nas condições climáticas do semiárido piauiense (Região do Vale do Rio Itaim/PI)

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os valores dos parâmetros de transparência, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade da água de cultivo;
- Realizar acompanhamento dos níveis de amônia, nitrito, alcalinidade e dureza total comparando-os aos valores recomendados para criação de peixes, com uso de kits comerciais;
- Avaliar o desenvolvimento ponderal e biométrico inicial (alevino) e após 60 dias de cultivo;
- Estimar a taxa de conversão alimentar durante o período de cultivo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aquicultura no Semiárido Brasileiro

A região semiárida do Brasil possui 1.128.697 km², o que corresponde a cerca

de 13% do território nacional, além de abrigar 12,25% da população brasileira, em que 27,4% vivem abaixo da linha da pobreza (IBGE, 2024). Quanto aos indicadores econômicos e sociais, o Território da Chapada do Itaim apresenta índices que estão entre os piores do estado. Porém, apresenta um potencial importante para um processo de desenvolvimento sustentável (BRASIL-CODEVASF, 2006). Mais de 28% da população encontra-se em situação de extrema pobreza, com acima de 75% das famílias dependentes de programas governamentais de auxílio. A taxa de analfabetismo é de aproximadamente 45%. Também é escasso o acesso à energia elétrica (aproximadamente 37%), água encanada (somente 14%) e esgotamento sanitário (33%). Dos 16 municípios que compõem o território, metade apresenta alto índice de vulnerabilidade social geral e a outra metade com índice muito alto de vulnerabilidade (CEPRO, 2018). Estes dados reforçam a precariedade do Território quanto aos indicadores socioeconômicos, bem como a necessidade de políticas públicas específicas para a região.

3.2 Realidade local da Região do Vale do Itaim

O Território da Chapada do Vale do Itaim, criado no ano 2015, é composto por 16 municípios: Acauã, Belém do Piauí, Betânia do Piauí, Caldeirão Grande do Piauí, Caridade do Piauí, Curral Novo, Francisco Macedo, Jacobina do Piauí, Jaicós, Marcolândia, Massapê do Piauí, Padre Marcos, Patos do Piauí, Paulistana, Queimada Nova e Simões. A cidade de Paulistana está localizada estrategicamente no centro de uma ampla região, destacou-se na produção de pequenos ruminantes, apicultura, piscicultura sendo bem conhecida por ser a sede de uma importante feira de compra e venda de caprinos e ovinos do Sertão do Piauí (Sidersky, 2017). Este território possui uma forte presença rural de sua população, na medida em que somente 38% da população vivem nas áreas urbanas e em quatro municípios, mais de 80% da população mora na área rural. A atividade econômica de maior relevância do Território é a agropecuária, com mais de 20.200 unidades produtivas agropecuárias, sendo que 94% destas caracterizadas como estabelecimentos da agricultura familiar. Existe uma agricultura de sequeiro (de milho, feijão, mandioca), mas a criação animal é a atividade agropecuária mais importante.

3.3 Biologia e Desenvolvimento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inclusive é uma espécie de peixe amplamente utilizada na piscicultura devido à sua versatilidade, amplamente distribuída pelo Brasil, pela excelente combinação quanto aos aspectos fisiológicos, biologia reprodutiva, rusticidade, plasticidade genética, além do desenvolvimento de linhagens domesticadas, podendo ser criada tanto em sistemas extensivos, sem uso de tecnologia, quanto em sistemas intensivos, como tanques-rede, utilizando rações completas e tecnologias avançadas de produção. Além disso, essa espécie é muito valorizada em “pesque-pague” e na indústria de filetagem, principalmente pelas suas características organolépticas e pela ausência de espinhos em “Y” no filé. A gordura é o principal reservatório de energia no organismo da tilápia, devido à sua hidrofobicidade, à facilidade de armazenamento de triacilgliceróis nos adipócitos e à alta quantidade de energia que fornece, em comparação aos carboidratos e proteínas. No entanto, a gordura desempenha outras funções fundamentais no organismo, como a formação da membrana celular, a síntese de hormônios esteroides e a produção de mensageiros intra e extracelulares, como os eicosanoides

3.4 Qualidade da Água em Sistemas de Cultivo

A qualidade de água inclui todas as características físicas, químicas e biológicas que interagem individualmente ou coletivamente, influenciando o desempenho da produção. A perda do equilíbrio do ecossistema aquático acarreta diretamente a perda do equilíbrio econômico da atividade, trazendo como consequência a diminuição da produtividade e decorrente prejuízo. O tanque pode ser construído de forma artesanal, com materiais disponíveis na localidade (madeira, adobe, papelão, palha, pedra, pneu), de alvenaria, placas pré-moldadas ou outros materiais e a água dele retirada é usada para irrigar as plantas (Silva Júnior et al., 2019). A criação de peixes é, portanto, o núcleo do Sisteminha e integra a produção de peixes às outras criações de animais como aves e suínos. Os módulos de produção são agregados de acordo com a vontade dos membros da família, que decidem o que produzir, tendo total liberdade de fazer novas escolhas (Guilherme; Sobreira; Oliveira, 2019).

O uso da recirculação permite grande economia de água, uma vez que, o seu uso passa a ser de múltipla utilidade e as perdas apenas aquelas provocadas pela evapotranspiração. Dessa forma a eficiência do sistema é aumentada e com melhor

racionalização do uso da pouca água disponível, resulta em maior produtividade e disponibilidade de alimentos de alta qualidade.

3.5 Sisteminha Embrapa – UFU-FAPEMIG

O Sistema Embrapa - UFU - FAPEMIG, também conhecido como Sisteminha, é um modelo de produção integrado desenvolvido pela Embrapa, em parceria com a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Esse sistema tem como objetivo principal promover a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável de famílias de baixa renda, especialmente em áreas periurbanas e rurais. Constitui-se num modelo integrado para produção de alimentos,

O modelo faz uso da piscicultura intensiva praticada em pequenos tanques construídos com materiais diversos como papelão, plástico ou alvenaria, que agem como motor de um sistema integrado para a produção de alimentos, com baixo consumo de energia elétrica e água, reduzindo os custos da implantação. A partir da recirculação dos nutrientes provenientes do tanque de peixes, é possível obter um sistema de produção integrado e escalonado incluindo frutas, hortaliças, aves e pequenos animais, proporcionando segurança alimentar e proteção contra a fome.

3.6 Renovação e Reutilização de Água no Semiárido

O Semiárido Brasileiro se estende pelos nove estados da região Nordeste e também pelo norte de Minas Gerais. No total, ocupa 12% do território nacional e abriga cerca de 28 milhões de habitantes divididos entre zonas urbanas (62%) e rurais (38%), sendo portanto um dos semiáridos mais povoados do mundo. Trata-se de uma região rica sob vários aspectos: social, cultural, ambiental e econômico, e é nela que o INSA atua. Para obter o resultado esperado, é necessário seguir os parâmetros para a construção do filtro biológico e do sedimentador. Esses mecanismos processam grandes quantidades de resíduos metabólicos dos peixes em um substrato rico em nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Dessa forma, a água enriquecida pode ser utilizada reduzindo o uso de outros adubos para as hortaliças. (Guilherme; Sobreira; Oliveira, 2019).

3.7 Fatores Climáticos e Suas Influências no Cultivo de Tilápias no Semiárido

Além da ovinocaprinocultura, outra atividade econômica que vem sendo explorada na região é a piscicultura, criada nos açudes e barragens, tanto em sistema extensivo como em sistemas intensivos (tanque-rede), a exemplo da Barragem Joaquim Mendes de Oliveira (Barragem de Pedra Redonda, Jacobina-PI). Por estar situado na região semiárida, a pluviometria é elemento chave e determinante na expressão do potencial da região para a produção agropecuária (Sidersky, 2017).

O Território está inserido na região semiárida piauiense com chuvas escassas e irregulares, sendo bastante comum a ocorrência de secas, com a estação chuvosa durante aproximadamente cinco meses, com médias pluviométricas anuais variando de 450 a 662 mm (Sidersky, 2017).

4 METODOLOGIA

O presente experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Instituto Federal do Piauí (CEUA/IFPI), com número de protocolo no. 01/2024. Foi utilizado o modelo Sisteminha Embrapa - UFU – FAPEMIG instalado no Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Paulistana, localizado na cidade de Paulistana-PI (latitude 8° 8' 38" S, longitude 41° 9' 0" O, 354 m), com clima classificado como semiárido do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen (Sidersky, 2017). Este Sisteminha consiste em tanque de alvenaria de 11 m³ de volume de água com as seguintes dimensões: 4,45 m de diâmetro e 0,7 m de coluna d'água, apresentado na (Figura 1), além de um sistema de sedimentador, biofiltro e de aeração.

Figura 1-Tanque utilizado no experimento



Fonte: Arquivo pessoal

Este tanque foi povoado com 70 alevinos comerciais de tilápia, visando obtenção de população mínima de 60 peixes após eventuais mortalidades ao longo do cultivo, conforme recomendação de Silva et al. (2024). Para este povoamento foi seguido procedimentos de aclimação, conforme Silva et al. (2015) e Borges e Berthier (2019). O saco de transporte com alevinos recém adquiridos em Picos no piauí ficou flutuando no tanque por um período de 10-20 minutos até equilíbrio térmico, seguida da adição de pequenas quantidades da água do tanque de cultivo dentro do saco de transporte por 5 minutos (Figura 2), para obter equilíbrio de temperatura, pH e oxigênio, logo o saco de transporte com alevinos foi virado lentamente no tanque de cultivo, permitindo a saída voluntária dos alevinos aclimatados.

Figura 2 - Procedimento de aclimação de alevinos



Fonte: Arquivo pessoal

Para a ração dos peixes dos peixes, foi utilizada conforme tabela de Guilherme Sobreira Oliveira (2019) que relaciona a semana de cultivo, média esperada de peso dos peixes e a quantidade de ração a ser oferecida no período, fazendo uso de três classes de ração, conforme estágio de desenvolvimento dos peixes: ração extrusada inicial para alevinos (40% de PB, pellet de até 1mm), ração de crescimento I (35% de PB, pellet de 2-3 mm) e ração de crescimento II (30-32% de PB, pellet de 3-4 mm).

Logo após o povoamento com alevinos, a água do tanque de cultivo foi submetido ao procedimento de recirculação, com a água do fundo do tanque sendo captada por sifonamento em mangueira sanfonada de 40 mm que levou a água até o sedimentador, para a sedimentação de matéria orgânica oriunda de fezes dos peixes e restos de ração não consumida. Uma bomba submersa (vazão de 2000l/h) instalada no interior do sedimentador bombeou esta água para o biofiltro localizado na superfície do tanque de cultivo com auxílio de flutuadores, onde sofreu processos de nitrificação, com redução dos níveis de amônia e nitrito, por ação de bactérias presentes no biofiltro, e com a água retornou por gravidade ao tanque seguindo recomendações de Guilherme, Sobreira e Oliveira (2019 (Guilherme, Sobreira e Oliveira, 2019). Foi adicionada 25g de mistura de cal e gesso (1:1) na água do sedimentador, conforme a necessidade, visando manter o pH da água de cultivo e semanalmente foi realizada limpeza do mesmo para retirada do excesso de sedimentos

Diariamente foi realizada a renovação parcial da água do tanque, destinando diariamente 10% do volume de água do tanque de cultivo para o sistema de irrigação por gotejamento (Figura 3) modelo de irrigação por gotejamento Xique-xique (Silva et al., 2024) de plantio de feijão consorciado com milho, numa área total de 100m².

Figura 3 - Renovação parcial da água do tanque destinando para sistema de irrigação por gotejamento



Fonte: Arquivo pessoal

O arroçamento foi realizado diariamente, duas vezes ao dia, com ração extrusada de 2-3 mm com 40% de proteína bruta, adquirida no comércio local. A quantidade de ração fornecida e os ajustes semanais foi conforme recomendado por

Guilherme, Sobreira e Oliveira (2019), adaptado para o quantitativo de peixes no tanque e conforme semana de cultivo.

Os parâmetros de qualidade de água que avaliados foram oxigênio dissolvido (com uso de medidor digital de oxigênio dissolvido KR90, AKROM Produtos Eletrônicos®), pH (com uso de pHmetro digital portátil modelo K39, marca Kasvi), temperatura (obtido pelo pHmetro digital), transparência (com uso de disco de Secchi) e amônia, nitrito, dureza total e alcalinidade com uso de kits comerciais (Labcon Test, Alcon Ltda). Os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, temperatura e transparência foram determinados três vezes por semana pela manhã, conforme recomendação de Carvalho et al., (2020), enquanto o de amônia nitrito, dureza total e alcalinidade foram determinados uma vez por semana, conforme recomendação do fabricante (Maeda et al., 2010; Carvalho et al., 2020). Também foram acompanhados os parâmetros de pH, temperatura e condutividade da água de abastecimento do tanque de cultivo (Figura 4).

Figura 4 - Medição dos parâmetros da qualidade de água



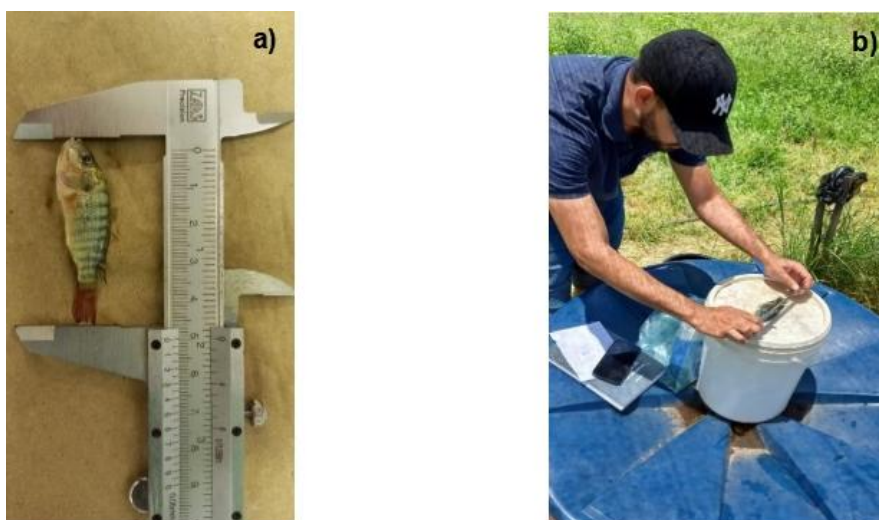
Fonte: Arquivo pessoal

Foram realizadas biometrias dos peixes no início e no final do experimento (Figura 5), sendo as medidas iniciais e finais tomadas a partir de uma amostra de exemplares obtidos aleatoriamente seja do lote de alevinos destinado ao povoamento (n=40) ou dos peixes presentes no tanque de cultivo após período experimental

(n=10). Para as medidas morfométricas foram utilizadas o comprimento total (medida da extremidade de cabeça à extremidade da cauda), comprimento padrão (medida da extremidade da cabeça ao ponto de inserção da cauda) e altura (maior distância do ventre ao dorso do peixe) com uso de paquímetro (Kubitza et al., 2013). O peso tanto inicial como final foi determinado pela média do peso total da pesagem da amostra dos peixes conforme recomendado Lima et al. (2013) em balança eletrônica. Os parâmetros biométricos foram tomados de forma mais breve possível para minimizar o stress dos peixes.

Para determinação dos parâmetro de peso como as medidas corporais, foram utilizados para obtenção dos índices: peso médio (média dos peixes amostrados na biometria, em g); comprimento total, padrão, altura e largura média (média dos respectivos parâmetros dos peixes amostrados na biometria, em g); Ganho de peso diário (razão entre diferença do peso médio final e inicial pelo tempo de cultivo, em g/dia); biomassa líquida (diferença de peso médio final e inicial total x total de peixes no tanque de cultivo, em g) e conversão alimentar (quantidade de ração fornecida no período/biomassa líquida), conforme Oliveira et al (2007).

Figura 5 - Biometria dos peixes no início (a) e ao final (b) do experimento



Fonte: Arquivo pessoal

Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva simples permitindo a interpretação da média dos resultados (média $\pm$ desvio padrão) além de construção

de gráficos para avaliação da dinâmica dos parâmetros de água e de biometria obtidos ao longo do período experimental com uso de planilha eletrônica Microsoft Excel®, sendo os parâmetros de qualidade de água do tanque de cultivo comparados com os parâmetros de qualidade desejáveis fornecidas pela literatura, a saber: oxigênio dissolvido: $>5,0$ mg/L; pH 6,5 à 8,5; temperatura: 26 à 30°C; transparência: 30 cm a 90cm; amônia tóxica: $<0,2$ mg/L; nitrito: $<1,0$ mg/L; alcalinidade: >30 g/L; dureza total: >30 g/L (Kubitza, 2011, Rodrigues et al., 2013), permitindo avaliar se os elementos constitutivos do Sisteminha garantem a manutenção da qualidade de água do tanque de cultivo, bem como a da produção de peixes, nas condições do semiárido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para os parâmetros de qualidade da água para oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade encontram-se na Gráfico 1. Os valores médios para oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade foram, respectivamente, $7,4 \pm 0,6$ mg/l; $26,9 \pm 1,2$ °C; $7,4 \pm 0,8$ e $0,66 \pm 0,07$ mS/cm. Todos os parâmetros estavam dentro dos limites satisfatórios para o cultivo de tilápias, exceto temperatura, em que uma das médias semanais ficou abaixo do mínimo desejável de 26°C. Os parâmetros temperatura e condutividade apresentaram ligeira queda ao longo do período avaliado em virtude da transição do período seco e o início das chuvas na região, levando a uma redução da temperatura média, como também um maior aporte de água da chuva, que elevou resultando na queda da condutividade.

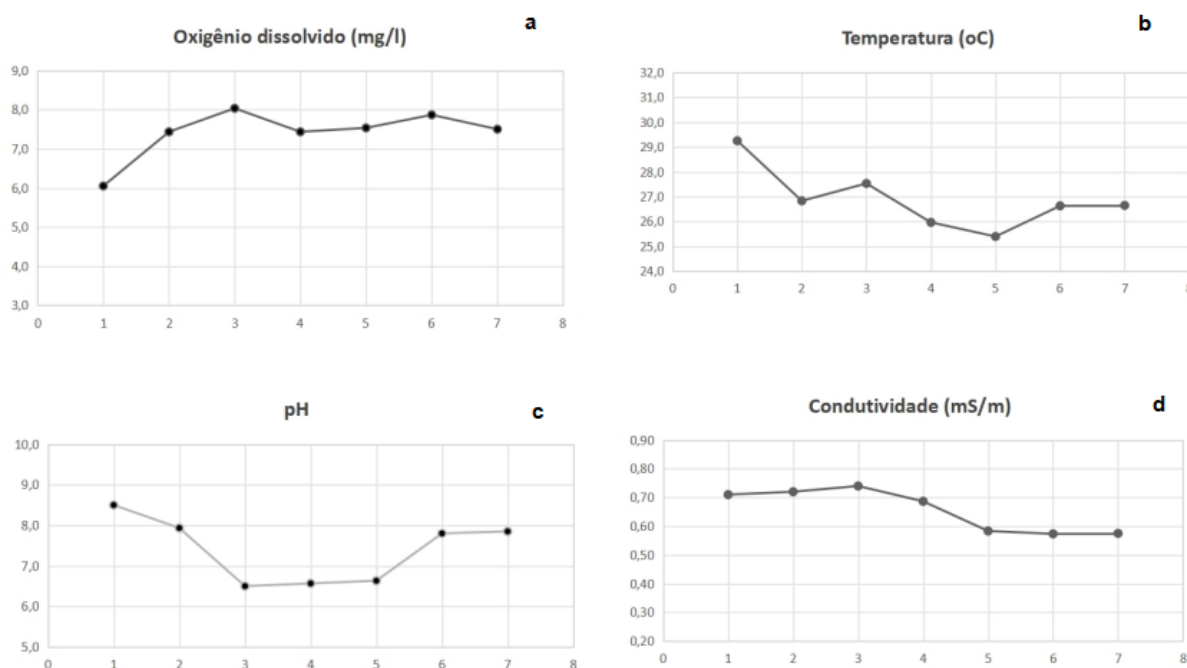


Gráfico 6 - Valores médios semanais para oxigênio dissolvido (a), temperatura (b), pH (c) e condutividade na água (d) de cultivo de tilápia em Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig ao longo do período experimental.

Baseada na condutividade elétrica, a água do tanque de cultivo (que também é utilizada em parte para irrigação), apresenta salinidade média. Em piscicultura, aumentos na condutividade elétrica estão associados ao aumento da matéria orgânica no sistema de cultivo (Marengoni et al., 2013). Entretanto, no presente trabalho, a água de abastecimento do tanque de cultivo apresentou condutividade elétrica de 0,73 mS/cm, indicando esta como principal causa dos níveis de condutividade da água de cultivo.

A transparência manteve-se acima de 30 cm durante todo o período de avaliação, com transparência acima de 70 cm em praticamente durante todo o período, excetuando as duas últimas semanas (semanas 6 e 7), quando esta foi reduzida para 45 cm. Esta redução ocorreu devido à proliferação de microalgas no tanque de cultivo, aumentando sua turbidez, provavelmente relacionado ao aumento do fornecimento de ração e de fezes e excretas pelo aumento da biomassa dos peixes, proporcionando maiores nutrientes para o desenvolvimento do fitoplâncton (Moro et al., 2013). Entretanto, mesmo com a redução da transparência, esta permaneceu dentro dos parâmetros desejáveis para o cultivo e em conformidade com o observado

por Silva et al. (2024) que manteve a transparência em 40 cm com uso de modelo Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig com dimensões de tanque e sistema de irrigação similares aos utilizados neste trabalho, considerado adequado para evitar entupimentos no sistema de irrigação.

Os parâmetros amônia total, amônia tóxica, dureza total e alcalinidade estão apresentados na Gráfico 2. De forma semelhante, todos estes parâmetros ficaram dentro de valores satisfatórios para o cultivo de tilápia. Os maiores teores de amônia total e tóxica observados na primeira e última semana podem ser atribuídos ao processo ainda em maturação do biofiltro com bactérias nitrificantes, responsáveis por promover a conversão de amônia em nitrito e posteriormente a nitrato (semana 1) de acordo com resultados (Lima et al., 2008) e ao maior aporte de ração conforme o crescimento dos peixes no tanque (semana 2), o que resultou em maiores quantidades de nitrogênio disponíveis na forma de amônia por ração não consumida, fezes e excretas dos peixes. Além disso, o aumento do pH observado nas duas últimas semanas também contribuiu para a maior quantidade de amônia tóxica, já que o aumento do pH favorece a conversão da amônia ionizada (NH_4^+) para não ionizada (NH_3), mais absorvida pelos peixes e, portanto, com maior potencial tóxico (de Queiroz e Boeira, 2008; Moro et al., 2013).

A redução da dureza total e alcalinidade, observadas particularmente nas três últimas semanas, também pode ser atribuída ao início do período chuvoso, com maior aporte de água no tanque, o que resultou numa maior dissolução de sais presentes, semelhante ao observado para a condutividade. Quanto aos níveis de nitrito, resultados não foram detectados pelos kits comerciais de análise de água utilizados, mantendo-se em zero durante todo o período experimental, possivelmente em virtude dos baixos teores de amônia registrados e pela eficiência de conversão destes compostos tóxicos por bactérias nitrificantes presentes no sistema, particularmente no biofiltro (Guilherme, Sobreira e Oliveira, 2019).

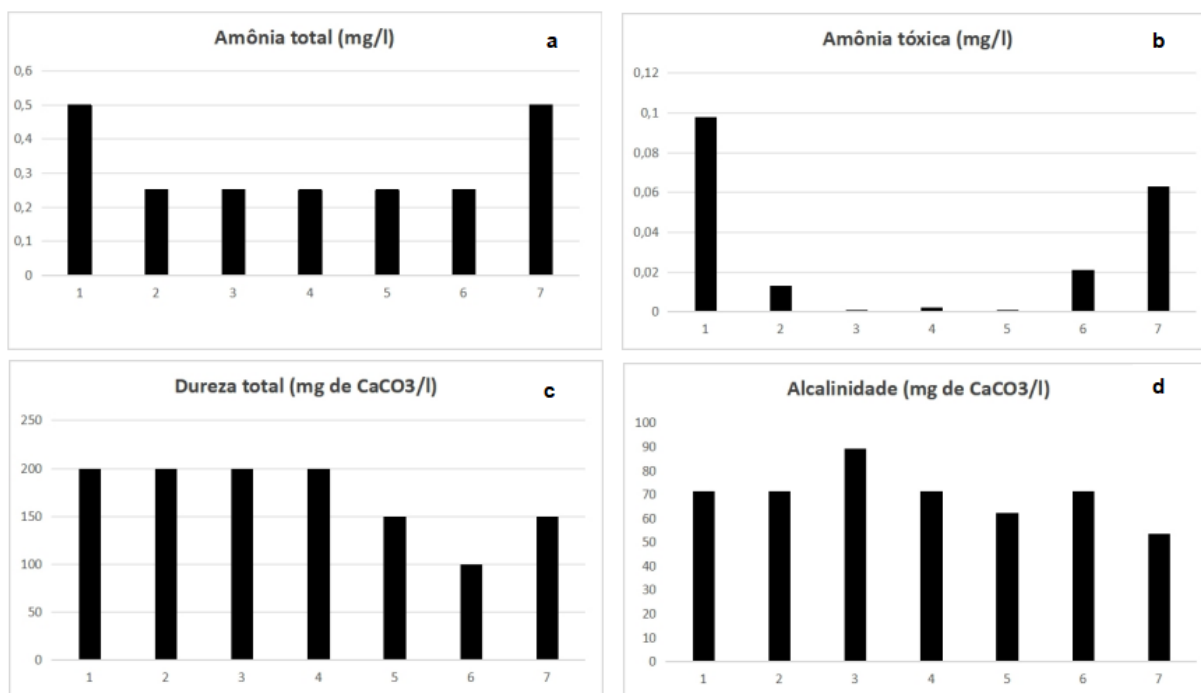


Gráfico 7-Valores médios semanais para amônia total (a), amônia tóxica (b), dureza total (c) e alcalinidade (d) de cultivo de tilápia em Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig ao longo do período experimental.

Resultados obtidos para os parâmetros biométricos e de peso encontram-se sumarizados na Tabela 01. O peso médio dos juvenis de tilápia está em conformidade com o esperado para o mesmo período de criação segundo Guilherme, Sobreira e Oliveira (2019). A conversão alimentar obtida foi ligeiramente inferior a 1,0. Baixas taxas de conversão alimentar têm sido encontradas para tilápia, principalmente nas fases de alevino e juvenil (Wagner et al., 2004; Takishita et al., 2009; Souza et al., 2013) e tem sido atribuído ao fato de que a tilápia faz uso da biomassa planctônica como alimentação natural, dando preferência a alimentação natural e consumindo menos a ração artificial (Wagner et al., 2004; Kubitza, 2011). Os resultados obtidos tanto para crescimento corporal como ganho de peso indicam que o presente modelo de criação possibilita um adequado desenvolvimento em tilápias na fase inicial de recría.

Tabela 01. Valores médios dos parâmetros biométricos de juvenis de tilápia criados em Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig com renovação parcial de água destinado à irrigação ao longo do período experimental

Parâmetro	Inicial	Final
Comprimento total (cm)	5,0±0,3	14,3±0,4
Comprimento padrão (cm)	3,8±0,2	11,6±0,4
Largura (cm)	1,4±0,1	5,0±0,2
Peso médio (g)	1,6	55,3
Ganho de peso diário (g/dia)		1,01
Biomassa líquida (g)		3759,0
Consumo de alimento (g)		3691,3
Conversão alimentar		0,98

O uso de parte da água do tanque de cultivo, rica em nutrientes, na irrigação de culturas é uma solução que permite auxiliar no controle da qualidade de água do ambiente de cultivo de peixes, bem como no atendimento aos requerimentos nutricionais das culturas irrigadas de forma sustentável. Visando a melhoria na qualidade de água no tanque de cultivo, foi utilizado uma quantidade de alevinos inferior ao recomendado por Guilherme, Sobreira e Oliveira (2019) que é de 150 alevinos. Para estes autores, a capacidade de suporte do Sisteminha é de 30 kg, com peixes atingindo peso de 200 g após 90 dias de cultivo. Entretanto, Campeche e Guilherme (2019) recomendam redução da biomassa do tanque a partir de 70 dias de criação, com o consumo de peixes com peso acima de 100 g para permitir a continuidade do crescimento dos mesmos. Neste sentido foi feita a opção no presente trabalho pela redução da população inicial de peixes no povoamento do tanque para verificar o crescimento dos mesmos, manutenção da qualidade da água além do uso de parte desta água para irrigação de culturas tradicionais, como feijão e o milho, como fonte complementar de alimento ou mesmo de renda para as famílias.

6 CONCLUSÃO

O modelo Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig, com redução da quantidade de peixes cultivados e com renovação parcial de água destinado à irrigação proporcionou qualidade satisfatória da água de cultivo, resultando num adequado desenvolvimento de tilápias até início da recria. Mais estudos de acompanhamento do desenvolvimento de peixes e de qualidade de água se faz necessário para atestar a eficácia e eficiência das adaptações ao Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig adotadas, visando servir de recomendação como alternativa de produção de alimentos para a agricultura familiar do semiárido piauiense.

REFERÊNCIA

BORGES, A. M.; BERTHIER, F. M. **Criação de tilápias**. Emater-DF, 2019.

BRASIL-CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**. Atlas da Bacia do Parnaíba. Brasília, DF: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, 126 p., 2006.

BRAGA, M . B .; LIMA , C . E . P . **Reuso de água na agricultura**. Embrapa, Brasília, DF, 2014.

CAMPECHE, D.F.B.; GUILHERME, L.C. Piscicultura na agricultura familiar. In: MELO, R.F.; VOLTOLINI, T.V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

CARVALHO, M.A.M.; COSTA, R.B.; SILVA, L.A.; OLIVEIRA, C.G.; MIRANDA, L.A.M.; MARTINS, L.P.; SALES, R.O.; FARIAS, J.O.; Crescimento do curimatã comum, *Prochilodus cearaensis* (Steindachner, 1911) em sistema de recirculação de água (SRA) em três densidades de estocagem diferentes, **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.14, p. 1–18, 2020.

CEPRO. **O Índice de Vulnerabilidade Social no Piauí por Territórios de Desenvolvimento**. Teresina, Fundação CEPRO, 51p. (Série Inclusão Social; n. 2), 2018.

CORDEIRO, G. G. **Qualidade de água para fins de irrigação: conceitos básicos e práticos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. (Documentos, 167). 34p. 2001.

DE QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. Determinação do percentual de troca de água em função do acúmulo de amônia (NH₃) nos viveiros de piscicultura. **Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico**, v. 47, 2008.

GUILHERME, L. C.; SOBREIRA, R. S.; OLIVEIRA, V. Q. **Sisteminha Embrapa - UFU – FAPEMIG: Sistema Integrado de Produção de Alimentos - Módulo1: tanque de peixes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019.

IBGE. **Demographic Census of Brazil**. Brasília: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/42043-em-2023-pobreza-no-pais-cai-ao-menor-nivel-desde-2012/>>

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Aqua Supre Com. Suprim. Aquicultura, 2011.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica. Savier: São Paulo, 1995.

LIMA, L. C. et al. Doença do sangue marrom em Tilápias *Oreochromis* produzidas em recirculação. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA**, v. 2, n. 1, p. 35-42, 20013.

MAEDA, H., DE CASTRO OLIVEIRA, R. P., DA SILVA AGUIAR, M., PÁDUA, D. M. C., MACHADO, N. P., RODRIGUES, V.; DA SILVA, R. H. Densidade de estocagem na alevinagem de tilápia-do-nilo em tanque-rede. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, p. 471-476, 2010.

MARENGONI, Nilton Garcia et al. Qualidade física e química da água em sistema fechado de recirculação durante o cultivo de juvenis de tilápia-do-Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 927-934, 2013.

MORO, G.V. et al. Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In **Piscicultura de Água Doce: Multiplicando Conhecimentos**, 1a ed.; Embrapa Pesca e Aquicultura: Palmas, Brazil; pp. 141–169. 2013.

OLIVEIRA, E.G.; SANTOS, F.J.S.; PEREIRA, A.M.L.; LIMA, C.B. **Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria**. Circular Técnica, v. 45, n. 12, p. 1-12. 2007

RODRIGUES, A. P. O., LIMA, A., ALVES, A., ROSA, D., TORATI, L., & SANTOS, V. (Org.) **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. EMBRAPA, Brasília, DF, 2013

ROSSATO, S. *et al.* Eficiência produtiva dos sistemas de cultivo de peixes com foco na produção de tilápias em tanques-rede. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 8, n. 5, p. 34851-34868, 2022.

SIDERSKY, P. **Sobre a cadeia produtiva da caprinovinocultura no Sertão do Piauí: um estudo centrado no Território da Chapada do Vale do Itaim (região de Paulistana)**. Brasília : FIDA – Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola e IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura, 2017.

SILVA, G. F.; MARCONDES MACIEL, L; DALMASS, M.V.; TIEPO, M.G. **Tilápia-do-Nilo: Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**. Curitiba, PR: GIA; 290 p., 2015.

SILVA JUNIOR, R. G. C. et al. **Pobreza e (in) segurança alimentar: uma experiência exitosa da Embrapa Meio Norte e da Univasf no combate á fome**”,

REVASF Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco, vol. 9, nº 20, p. 4–23. 2019.

SILVA, V. et al. Uso de efluentes de piscicultura na fertirrigação de vegetais produzidos com base em práticas agroecológicas. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 7, p. e5901-e5901, 2024.

SOUZA, R. C. et al. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 217-225, 2013.

TAKISHITA, S. S. et al. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2099-2105, 2009.

WAGNER, P. M. et al. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.