



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

MARCOS VINÍCIUS DE CASTRO FREIRE

**AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DO CULTIVO DE TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*) SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO
ALIMENTAR**

MOSSORÓ

2021

MARCOS VINÍCIUS DE CASTRO FREIRE

**AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DO CULTIVO DE TILÁPIA DO
NILO (*Oreochromis niloticus*) SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO
ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Ciência Animal do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva

Co-orientador (a): Dra. Cyntia Rafaela Ferreira de Moraes

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F866a FREIRE, MARCOS VINÍCIUS DE CASTRO.
AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DO CULTIVO DE
TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO ALIMENTAR /
MARCOS VINÍCIUS DE CASTRO FREIRE. - 2021.
32 f. : il.

Orientador: GUSTAVO HENRIQUE GONZAGA SILVA.
Coorientadora: CYNTIA RAFAELA FERREIRA MORAES.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2021.

1. Desempenho produtivo. 2. Piscicultura. 3.
Rendimento econômico. I. SILVA, GUSTAVO HENRIQUE
GONZAGA , orient. II. MORAES, CYNTIA RAFAELA
FERREIRA , co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARCOS VINÍCIUS DE CASTRO FREIRE

**AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DO CULTIVO DE TILÁPIA DO
NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE
MANEJO ALIMENTAR**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Ciência Animal do Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal da Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Mestre em Ciência
Animal.

Defendida em: 04 / 03 / 2021.

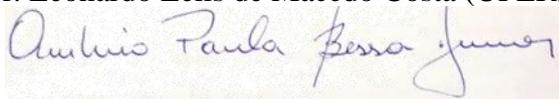
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva (UFERSA)



Prof. Dr. Leonardo Lelis de Macedo Costa (UFERSA)



Prof. Dr. Ambrósio Paula Bessa Júnior (UFERSA)

Aos meus avós (*In Memoriam*):
Severino Domingos de Lucena
Terezinha Freire da Costa
Cícera de Castro Jucá

*Dedico este trabalho a meus avós,
Terezinha, Severino e Cícera, a meus pais,
José Elton e Auzenita Lima e meus irmãos,
Marcelo Ricarte e Ana Carla por todo apoio
e amor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, essa força motriz que move minha vida, me fortalece e me leva nos braços nos momentos em que mais preciso realizando prodígios em minha vida desde sempre.

À minha família, por todo o apoio, dedicação, entendimento, amor e carinho incondicional, em especial meus pais José Elton e Auzenita Lima, meus irmãos Ana Carla e Marcelo Ricarte, meus sobrinhos Lourenzo Gabriel e Anna Tereza.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Henrique Gonzaga da Silva pela oportunidade, acolhimento, pelas colaborações para melhoria como pesquisador e da dissertação, pelo apoio e paciência nos momentos difíceis durante todo o mestrado.

À minha co-orientadora Dra. Cyntia Rafaela Ferreira de Moraes, pela atenção especial, ajuda e suporte acadêmico e emocional durante cada etapa dessa jornada, dividindo conhecimentos, experiências e sugestões construtivas.

Agradeço a Banca Examinadora formada pelos docentes, Prof. Dr. Leonardo Lelis de Macedo Costa (UFERSA) e Prof. Dr. Ambrósio Paula Bessa Júnior (UFERSA) e pelos demais componentes suplentes, Prof. Dr. Antônio Fernando Monteiro Camargo (UNESP) e Profa. Dra. Karina Ribeiro (UFRN) pela disponibilidade e pela valiosa contribuição acadêmica e profissional proporcionada.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela estrutura disponibilizada.

Ao Setor de Aquicultura da Ufersa campus Mossoró e toda equipe pelo suporte da pesquisa e insumos para tal.

Ao químico Luis Carlos, pelo apoio nas análises laboratoriais, que mesmo em pandemia se prestou a ajudar no que fosse preciso.

A Natália Celedonio, bióloga no Setor de Aquicultura, pela atenção e grande apoio para realização da parte experimental e ao professor Júnior Bessa responsáveis pelo Setor de Aquicultura sempre dispostos a contribuir com partilha de ideias, sugestões, conhecimentos e suporte acadêmico e experimental.

À Samuel, Marcinho, Pedro e todos os alunos do curso de engenharia de Pesca da Ufersa campus Mossoró pelo grande apoio braçal durante a execução do experimento em destaque Fernando Neves e Paulo Matheus por dividir comigo todo o trabalho da parte experimental.

Aos moradores da casa 06 da vila masculina da Ufersa por todo apoio ao longo desses mais de 5 anos em especial a Arthur, Lucas, Hiago, Weverton, Everson.

À Aquanorte Aquicultura – CE pela doação dos peixes para realização do experimento.

Ao Laboratório de Limnologia e Qualidade de Água da Ufersa Campus Mossoró – RN e todos os integrantes e ex-integrantes por toda partilha de conhecimentos e experiências adquiridas em especial aos discentes e ex-discentes: Joseanna, Renata, Fernando, Camila, Cyntia e Danyela.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa.

À todos os citados e não citados mas que contribuíram de alguma forma e torceram por mim para a concretização desse sonho, a minha especial gratidão!

Presentemente eu posso me considerar um sujeito de sorte,
porque apesar de muito moço me sinto são e salvo e forte.
E tenho comigo pensado Deus é brasileiro e anda do meu lado,
e assim já não posso sofrer no ano passado.
Tenho sangrado demais, tenho chorado pra cachorro
Ano passado eu morri mas esse ano eu não morro!

(Sujeito de sorte – Belchior)

Eu sou apenas um rapaz latino-americano
Sem dinheiro no banco sem parentes importantes
E vindo do interior
Mas trago de cabeça uma canção do rádio
Em que um antigo compositor baiano me dizia
Tudo é divino tudo é maravilhoso!

(Rapaz latino americano – Belchior)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Valores médios e desvios-padrão da evolução do peso médio das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos durante todo o experimento. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)..... 22
- Figura 2 – Figura 2: Valores médios e desvios-padrão do peso médio individual inicial, peso médio individual final, biomassa inicial, biomassa final e do ganho de biomassa – GBIOM das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)..... 24
- Figura 3 – Valores médios e desvios-padrão da sobrevivência média, da mortalidade, do Fator de conversão alimentar aparente – FCAA e do ganho de peso diário – GPD das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)..... 25
- Figura 4 – Principais custos de produção das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos..... 26
- Figura 5 – Valores médios e desvios-padrão do custo total operacional Total - Ctop, receita bruta e lucro operacional do cultivo de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)..... 27
- Figura 6 – Valores médios e desvios-padrão do Índice de Rentabilidade e do Índice de Lucratividade do cultivo de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)..... 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Descrição dos tratamentos utilizados no experimento realizado no setor de aquicultura em tanques de alvenaria.....	18
Tabela 2	– Valores médios e desvios-padrão das variáveis limnológicas da água de cultivo de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticos</i>) com diferentes tratamentos.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Ceará
RN	Rio Grande do Norte
CEUA	Comissão de ética no uso de animais
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
P	Fósforo
CaSO ₄	Sulfato de cálcio
k	Potássio
TDS	Sólidos totais dissolvidos
FCCA	Fator de conversão alimentar
GPD	Ganho em peso médio diário
RB	Receita bruta
LO	Lucro operacional
C _{top}	Custos operacionais totais
IR	Índice de rentabilidade
IL	Índice de lucratividade
Dra.	Doutora
Dr.	Doutor

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	12
	REFERÊNCIAS	13
AVALIAÇÃO ZOOTÉCNICA E ECONÔMICA DO CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO ALIMENTAR		
	RESUMO	14
	ABSTRACT	15
1	INTRODUÇÃO	16
2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1	Área de experimentação e amostragem.....	17
2.2	Monitoramento limnológico e caracterização do ambiente de cultivo....	18
2.3	Desempenho Zootécnico.....	18
2.4	Análise econômica.....	19
2.5	Análise estatística.....	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1	Caracterização física e química da água dos sistemas de cultivo.....	21
3.2	Desempenho Zootécnico.....	22
3.3	Principais custos.....	25
3.4	Receita.....	27
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	AGRADECIMENTOS.....	29
	REFERÊNCIAS	29

INTRODUÇÃO GERAL

A fim de atender a alta demanda por pescado, a produção de peixes no Brasil provenientes da aquicultura tem avançado nas últimas décadas, em função das características climáticas do país favoráveis a produção, dos avanços nas pesquisas e no melhoramento genético. Isso faz com que a aquicultura ganhe destaque nas atividades do agronegócio, servindo como fonte de alimento com potencial proteico. A cada novo ciclo de produção, busca-se a eficiência no manejo e da qualidade da atividade, porém os custos produtivos ainda são altos se comparados a outras atividades do agronegócio.

Uma das principais dificuldades do cultivo de peixes é conciliar a oferta de alimento que supra as necessidades nutricionais dos organismos, e a obtenção de melhores índices econômicos. Vários esforços tem sido realizados na busca de encontrar alternativas que reduzam os custos com a alimentação. O custo de produção de peixes, é impactado principalmente pela alimentação, pode representar percentuais de 40 a 80% de todo o custo produtivo, e variar em função da tecnologia empregada. É um valor alto comparado aos custos dos outros itens do cultivo, que requer atenção especial.

Nas últimas décadas várias indústrias de rações vem formulando dietas artificiais balanceadas, que melhoram o desenvolvimento zootécnico dos peixes, em contrapartida liberam altas cargas de nutrientes na água que podem promover o desequilíbrio no sistema de cultivo. A maioria dos cultivos utiliza como fonte alimentar a ração e possui manejos que permitem a segurança do cultivo. Destacam-se como insumos produtivos e giram em função dos itens em sua composição. As dietas precisam ser balanceadas e atender as necessidades requeridas por cada espécie (RODNICK & PLANAS, 2016).

Porém a utilização de dietas alternativas é uma opção dentre as perspectivas de avanço, que pode beneficiar à produção de tilápias, pois supre as exigências do animal e é produzida nos próprios tanques, essencial principalmente para os peixes filtradores, como no caso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). No âmbito nutricional, o alimento natural é rico nos principais elementos requeridos pelos peixes, como proteínas, carboidratos e gorduras, na qual dispõe o valor energético, que o indivíduo necessita para o desenvolvimento de suas funções vitais como locomoção, crescimento e reprodução. Portanto a suplementação dietética alternativa, pode ser uma solução para mitigar a sustentabilidade do empreendimento inerente ao sistema de produção (FUJIMOTO et al., 2019)

A preocupação com o equilíbrio econômico muitas vezes é mínima ou inexistente entre os produtores. Porém são fatores primordiais para o estabelecimento de estratégias de gestão produtiva, controle e tomada de decisões uso racional da água e conservação do meio ambiente, uma vez que desempenham funções relevantes quanto às questões gerenciais. Define parâmetros técnicos, custo de produção, a rentabilidade, auxilia o produtor na comparação do desempenho, promove o conhecimento detalhado operacional detalhado, otimiza e fomenta a produção.

Diante destes fatores e com intuito de atender a demanda dos produtores, que procuram alternativas para diminuir os custos de produção, estudos de avaliação dos manejos alimentares visando obter índices econômicos e zootécnicos com dietas alternativas, são essenciais para tornar a criação de peixes cada vez mais economicamente viável.

REFERÊNCIAS

FUJIMOTO, R. Y., SANTOS, R. F. B., PALA, G., GALLANI, S. U., VALLADÃO, G. M. R., MORAIS, G. C., LEE, J. T., SOUSA, N. C., CUNHA, F. S., MARIA, A. N., CARNEIRO, P. C. F., PILARSKI, F. Supplementation with arginine in the diet of Nile tilapia reared in net cages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.54, e01099, 2019.

RODNICK, K.J.; PLANAS, J.V. The stress and stress mitigation effects of exercise: cardiovascular, metabolic, and skeletal muscle adjustments. In: SCHRECK, C.B.; TORT, L.; FARRELL, A.P.; BRAUNER, C.J. (Ed.). *Biology of Stress in fish*. Amsterdam: Elsevier, 2016. p.251-294. (**Fish physiology**, 35). DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802728-8.00007-2>.

Avaliação zootécnica e econômica do cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes estratégias de manejo alimentar

RESUMO: Neste trabalho foram avaliados o desempenho zootécnico e a viabilidade econômica da produção de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), cultivada sob diferentes estratégias de manejo. O delineamento experimental foi constituído por três tratamentos: sistema de cultivo sem oferta de ração e com fertilização (M1); sistema de cultivo com oferta de ração e com fertilização (M2); Sistema de cultivo com oferta de ração e aplicação de Sulfato de Cálcio (CaSO_4) (M3). Avaliou-se desempenho zootécnico dos peixes cultivados, em função do peso médio, da taxa de sobrevivência, fator de conversão alimentar aparente, ganho de peso e biomassa. Para análise econômica utilizou-se a estrutura de custo operacional e indicadores de viabilidade econômica para avaliar a produção. O cultivo sem oferta de ração (M1), gerou prejuízos econômicos em razão dos baixos índices zootécnicos, dos altos custos de produção e lucro negativo, comprovando a importância da ração para o desenvolvimento adequado de *O. niloticus*. A oferta de ração atrelada a fertilização (M2), foi mais viável economicamente, pois seus índices de Rentabilidade e Lucratividade foram significativamente superiores aos demais tratamentos. Investir em manejos que possam reduzir a oferta do alimento natural (M3) pode influenciar negativamente na sobrevivência dos peixes, influenciando negativamente no lucro operacional e nos índices de rentabilidade e lucratividade durante o ciclo de produção. Concluímos que cultivos semi-intensivos de *O. niloticus* que utilizam ração em conjunto com o incremento do alimento natural na coluna d'água dos tanques, por meio da fertilização dos sistemas de cultivo, pode trazer benefícios econômicos ao produtor e minimizar os custos com a alimentação artificial.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho produtivo. Piscicultura. Rendimento econômico.

Zootechnical and economic evaluation of the cultivation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under different feeding management strategies

ABSTRACT: In this work, the zootechnical performance and economic viability of the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), cultivated under different management strategies, were evaluated. The experimental design consisted of three treatments: cultivation system without feed and with fertilization (M1); cultivation system with feed supply and fertilization (M2); Cultivation system with feed offer and application of Calcium Sulfate (CaSO₄) (M3). The zootechnical performance of the cultivated fish was evaluated, according to the average weight, the survival rate, apparent feed conversion factor, weight gain and biomass. For economic analysis, the operational cost structure and economic viability indicators were used to evaluate production. The cultivation without feed offer (M1), generated economic losses due to the low zootechnical indexes, the high production costs and negative profit, proving the importance of the feed for the adequate development of *O. niloticus*. The supply of feed linked to fertilization (M2), was more economically viable, since its Profitability and Profitability indices were significantly higher than the other treatments. Investing in managements that can reduce the supply of natural food (M3) can negatively influence fish survival, negatively influencing operating profit and profitability and profitability indexes during the production cycle. We conclude that semi-intensive crops of *O. niloticus* that use feed together with the increase of natural food in the water column of the tanks, through the fertilization of the cultivation systems, can bring economic benefits to the producer and minimize the costs with the artificial feeding.

KEY WORDS: Productive performance. Pisciculture. Economic yield.

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade econômica de extrema relevância, sendo fonte de proteína e renda para milhões de pessoas, além de ser um setor produtivo capaz de sustentar a atual demanda por pescado (KIM; ZHANG, 2018; COBO et al., 2019). Estima-se que a produção de pescado mundial em 2018, atingiu 179 milhões de toneladas, com a aquicultura sendo responsável por cerca de 46% dessa produção (FAO, 2020). Atualmente, a busca pela diversificação nas práticas aquícolas e a adaptação de tecnologias existentes faz parte do processo de aprimoramento da atividade, visando reduzir os custos de produção e os impactos ambientais, para que o setor se desenvolva de forma mais sustentável (KIM; ZHANG, 2018; LEITE et al., 2019; DANTAS et al., 2020).

As atividades aquícolas, para serem viáveis em termos econômicos e ambientais, precisam investir numa nutrição adequada dos organismos cultivados, visando reduzir os custos de produção e os impactos ambientais, como, por exemplo, minimizando o aporte de matéria orgânica e de nutrientes nos próprios sistemas de cultivo e nos ecossistemas aquáticos que recebem seus efluentes com altas concentrações de carbono, nitrogênio e fósforo (HENRY-SILVA e CAMARGO, 2008; DAVID; PROENÇA; VALENTI, 2017; SCHULTE; VIEIRA FILHO, 2018; BESSA et al., 2021). Os efluentes do cultivo, com fezes e resíduos urinários dos organismos cultivados e com restos não consumidos de ração, podem acelerar o processo de eutrofização dos ambientes aquáticos (BACCARIN e CAMARGO, 2005; MOURA et al., 2016; HENRY-SILVA et al., 2019; CACHO et al., 2020). Desta forma, compreender a relação entre o manejo alimentar e a nutrição adequada da espécie de peixe cultivada é fundamental para o desenvolvimento sustentável das atividades de piscicultura.

Outro aspecto a ser destacado para tornar os sistemas produtivos mais sustentáveis é a possibilidade de aproveitamento do alimento natural (OGELLO et al., 2014; DANTAS et al., 2020; THEISEN et al., 2019). Em sistemas semi-intensivos e intensivos a produção aquícola pode ser incrementada por meio da fertilização dos tanques e o consequente aumento do alimento natural para algumas espécies de peixes, enquanto que em sistemas de cultivo em tanques rede o alimento natural disponível na coluna d'água pode ser aproveitado pelos organismos cultivados, reduzindo os custos com ração e minimizando os aportes de matéria orgânica e nutrientes para a água e para o sedimento de lagos e reservatórios (DAVID et al., 2018; MORAES et al., 2020).

Dentre as atividades aquícolas, merece destaque a piscicultura com tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), que ocorre atualmente em cerca de 140 países, sendo o segundo grupo

de peixes mais cultivado e comercializado no mundo (WANG; LU, 2016; VIEIRA et al., 2018; DA SILVA et al, 2020; DUARTE et al., 2020). *O. niloticus* é atualmente a principal espécie utilizada na piscicultura brasileira, sendo que em 2019 sua produção foi estimada em 432.000 toneladas (57% da produção nacional). O Brasil está entre os quatro maiores produtores desta espécie, atrás apenas da China, Indonésia e Egito (PEIXE BR, 2020). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar como diferentes estratégias de manejo influenciam no desempenho zootécnico e na viabilidade econômica do cultivo da tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de experimentação e amostragem

O trabalho foi desenvolvido em tanques de cultivo com água de poço, localizados no semiárido do Rio Grande do Norte, no setor de Aquicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Central, Mossoró-RN, (5°12' 23.14" S, 37°19' 9.83" W), com duração de 159 dias. No período de 08 de novembro de 2019 à 14 de abril de 2020, seguindo as especificações aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFERSA, pelo parecer 31/2019 e protocolo de número: 23091.012485/2019-76.

Foram utilizados juvenis de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), com peso médio inicial de 21,78 g \pm 1,53, provenientes da Aquanorte Aquicultura – CE. As unidades experimentais foram constituídas de tanques de alvenaria de formato retangular de 15 m² com volume de 15m³, com densidade de estocagem de dois animais por m², totalizando trinta animais por unidade experimental. Os resultados zootécnicos e econômicos foram estimados para um hectare de área cultivada por ano. O experimento foi constituído de três tratamentos e três réplicas, num delineamento inteiramente casualizado (Tabela 1):

Manejo 1 (M1): Sistema de cultivo SEM oferta de ração e com fertilização: água rica em alimento natural, com uso de fertilizante agrícola (bioestimulador químico inorgânico, com fósforo e potássio - P e K) para promover o desenvolvimento do fitoplâncton e com reposição de água uma vez por semana. O fertilizante diluído em água foi aplicado nas unidades experimentais cinco dias antes do povoamento, na dosagem de 0,004 kg m⁻³, com reaplicação de metade da dosagem após 48h e com inoculação de água fertilizada. As aplicações foram repetidas a cada 15 dias. O controle para ajuste das doses de fertilizante e a frequência foram feitos medindo a transparência da água dos sistemas de cultivo, com o auxílio da medição do disco de Secchi.

Manejo 2 (M2): Sistema de cultivo COM oferta de ração e com fertilização: fertilização e renovação de água das unidades experimentais idem as utilizadas em M1. A ração extrusada, a base de farinha de peixe e com 36% de proteína bruta, foi ofertada do dia 1 até o dia 53. A partir do dia 54 até o dia 158 foi ofertada ração extrusada a base de farinha de peixe, mas com 32% de proteína bruta. A taxa diária de arraçoamento foi calculada com base no valor de 5% do peso vivo e a ração foi ofertada de 2 a 4 tratos diários, pelo método de voleio.

Manejo 3 (M3): Sistema de cultivo COM oferta de ração e aplicação de Sulfato de Cálcio (CaSO₄): O Sulfato de Cálcio (gesso agrícola) foi aplicado na proporção de 0,02 kg por m², visando reduzir as concentrações de nutrientes solúveis na água das unidades experimentais, principalmente P-ortofosfatos, e, conseqüentemente, a oferta de alimento natural (seston) aos peixes cultivados. Após a decantação foram realizadas sifonagem, drenagem de fundo e trocas parciais de água de duas a três vezes por semana. As características da ração e do arraçoamento foram as mesmas descritas para M2.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento realizado no setor de aquicultura em tanques de alvenaria.

Tratamentos ¹	(M1) ²	(M2) ³	(M3) ⁴
Densidade de estocagem (animais/m ³)	2	2	2
Aplicação de gesso	Não	Não	Sim
Oferta de Alimento artificial	Não	Sim	Sim

Fonte: Arquivo do autor, (2021). Legenda: ¹Monocultivo de tilápia com 2 tilápias/m³; ²M1-Manejo 1; ³M2: Manejo 2. ⁴M3: Manejo 3.

2.2 Monitoramento limnológico e caracterização do ambiente de cultivo

Duas vezes ao dia (08:00min e 16:30min) foram obtidos os valores das variáveis temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), turbidez (NTU), condutividade, saturação de oxigênio (%) e sólidos totais dissolvidos (TDS), com o auxílio da sonda multiparamétrica (HORIBA U-50). A transparência da água foi medida com o auxílio do disco de Secchi ao meio dia e a salinidade foi aferida com auxílio de um refratômetro portátil. Quinzenalmente foram realizadas análises de ortofosfato e fósforo total (Golterman et al., 1978) e clorofila (Arar, 1997).

2.3 Desempenho Zootécnico

Os peixes foram capturados quinzenalmente (50% dos animais de cada tanque) com redes com malhas de 8 a 10 mm, com o intuito de realizar biometrias e quantificar os parâmetros zootécnicos. Para avaliação do desempenho dos peixes cultivados, foram determinados o peso médio, taxa de sobrevivência, fator de conversão alimentar, ganho de peso médio diário e biomassa (SENAR, 2018; Leite et al., 2019):

- Peso médio:

$$P_m (g) = \frac{\sum p (g)}{N_a} \quad (1)$$

- Taxa de sobrevivência:

$$TS (\%) = \frac{N_{af}}{N_{ai}} \times 100 \quad (2)$$

- Fator de conversão alimentar aparente

$$FCAA = \frac{CR (Kg)}{GBiom (Kg)} \quad (3)$$

- Ganho em peso médio diário:

$$GPD (g) = \frac{P_f - P_i}{ND} \quad (4)$$

- Biomassa:

$$B (Kg) = N_a * P_m \quad (5)$$

sendo:

N_{af} = número de animais final

N_{ai} = número de animais inicial

P = Peso (g)

N_a = número de animais

P_f = peso médio final (g)

P_i = peso médio inicial (g)

ND = número de dias

CR = consumo de ração

$GBiom$ = ganho em biomassa (Biomassa final – Biomassa inicial)

A produção foi obtida através da média de biomassa de cada tratamento, em quilos, de todos os animais despescados e extrapolada para a área de um hectare.

2.4 Análise econômica

Inicialmente foram calculados os custos dos principais itens utilizados nos sistemas de cultivo e determinada a taxa percentual dos mesmos, visando identificar quais mais oneravam

a produção, sendo que as análises de custo do tipo *ex-post* foram realizadas ao fim do ciclo produtivo. O levantamento dos valores dos insumos foi realizado junto às instituições privadas específicas de cada produto. Os preços de *O. niloticus* foram calculados tendo por base a média dos valores do quilo desta espécie comercializada nos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, considerando o tipo e a gramatura dos organismos. Para a análise de custo, levou-se em consideração os gastos totais (custo total) por hectare de área cultivado, com custos fixos e variáveis. No item receitas, considerou-se o valor de um hectare produtivo, e o preço pago ao produtor na região no início do ano de 2020.

As variáveis econômicas analisadas foram: Receita Bruta (RB), o Lucro Operacional (LO), os Custos Totais Operacionais (CTop), o Índice de rentabilidade (IR) e o Índice de Lucratividade (IL), como medidas dos resultados econômicos (Baccarin et al., 2009; Bessa Junior et al., 2012; Bessa Junior et al., 2018; Leonardo et al., 2018).

- Receita bruta; (6)

$$RB = BT \times PP$$

Sendo,

BT = biomassa total média produzida/tratamento;

PP = preço de venda do kg de peixe;

E Bessa Junior *et al.* (2012) e (2018):

- Lucro operacional (7)

$$LO = RB - C_{top}$$

Sendo,

CTop = Custo Totais operacionais

- Índice de rentabilidade (8)

$$IR = \frac{RB}{C_{top}}$$

- Índice de Lucratividade (9)

$$IL = \frac{LO}{RB}$$

No trabalho foram considerados os itens:

- Tempo de produção (ano); (2 ciclos por ano para M2 e M3 e 4 ciclos por ano para M1);
- Produção final (kg de peixes produzidos);
- Quantidade de ração utilizada na produção de peixes (kg);
- Preço da ração (R\$2,60/kg da ração 4 - 5mm com 36% de proteína bruta, R\$2,20/kg da ração 6 - 7mm com 32% de proteína bruta);
- Preço médio de venda em real (R\$) do quilo de peixe comercializado – R\$8,00;

- Preço médio de venda em real (R\$) do milheiro de peixes com gramatura média de 40 g comercializados – R\$650,00, a unidade sai a R\$ 0,65. (Como os peixes não possuem tamanho comercial para abate, a finalidade da venda com essa gramatura é recria com peixes maiores para diminuir o tempo de engorda).

2.5 Análise estatística

Foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA-one way) para verificar as diferenças de ganho de biomassa entre os tratamentos e no tempo, em função da biomassa inicial, biomassa final, sobrevivência, fator de conversão alimentar aparente e para as análises econômicas. Os valores médios \pm desvio padrão foram determinados para as três repetições comparando seus valores médios pelo teste de Tukey quando a diferença entre eles eram significativos a um nível de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização física e química da água dos sistemas de cultivo

A temperatura da água esteve dentro da faixa ótima considerada para crescimento de *O. niloticus* (26 a 32°C) (SENAR, 2018), com valores médios variando entre 30,5 e 30,6 °C nos três diferentes sistemas de cultivo. O intervalo dos valores de pH considerado ideal para ao cultivo de tilápias varia de 6,5 a 8,5, sendo satisfatório na faixa de 6,5 a 9,5 (NEW, 1990, SIPAÚBA-TAVARES, 1994). No presente estudo, os valores médios de pH variaram de 7,9 a 8,7, estando dentro da faixa recomendada para o cultivo desta espécie. Os valores médios de Oxigênio dissolvido da água variaram de: 9,4 a 9,8, estando acima do limite mínimo de 4 mg/l estabelecido para o cultivo de tilápia-do-Nilo (KUBITZA, 2013), enquanto que os valores médios de salinidade variaram de 3,62 a 4,35 (águas mesoalinas), estando dentro da faixa considerada adequada para o crescimento da espécie cultivada (BOYD, 1989., KUBITZA, 2013). Já os valores médios de transparência da água estiveram dentro da faixa desejável (30 e 50 cm) (KUBITZA, 2013), variando entre 38,5 67,9 cm (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios e desvios-padrão das variáveis limnológicas da água de cultivo de tilápia-do-Nilo (*O. niloticos*) com diferentes tratamentos.

Variáveis limnológicas	(M1)	(M2)	(M3)
Temperatura (°C)	30,52 \pm 0,16	30,63 \pm 0,15	30,54 \pm 0,14

pH	8,73 ± 0,22	7,92 ± 0,30	8,05 ± 0,07
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	9,39 ± 0,63	9,85 ± 0,84	9,47 ± 1,37
Saturação do oxigênio (%)	130,85 ± 8,58	121,03 ± 5,10	128,82 ± 13,55
Sólidos Totais Dissolvidos	3,20 ± 0,08	3,54 ± 0,32	3,25 ± 0,23
Condutividade	4,95 ± 0,18	5,46 ± 0,59	4,81 ± 0,37
Salinidade (g.L)	3,62 ± 0,26	4,35 ± 0,43	3,84 ± 0,44
Turbidez (NTU)	57,08 ± 5,70	93,16 ± 16,02	62,85 ± 4,90
Transparência (cm)	43,14 ± 0,71	38,52 ± 2,60	67,96 ± 0,94
Clorofila a (µg/L)	19,81 ± 5,60	201,13 ± 21,61	160,78 ± 43,38
Fósforo Total (µg/L)	25,18 ± 0,66	292,48 ± 76,57	227,48 ± 72,33
Ortofosfato (µg/L)	1,60 ± 0,23	8,48 ± 0,85	3,80 ± 1,03

3.2 Desempenho Zootécnico

A partir do dia 15º dia até o 60º dia os valores de biomassa individual de *O. niloticus* em M1 foram significativamente inferiores aos demais tratamentos, enquanto que em M2 os valores de biomassa foram significativamente superiores. A partir do dia 75º até o dia 159º, não foram observadas diferenças significativas entre M2 e M3, sendo que em ambos os tratamentos a biomassa de *O. niloticus* foi significativamente superior a observada em M1. Em M1 não houve o fornecimento de ração, estando disponível para os peixes apenas o alimento natural (seston), o que permitiu atender as necessidades nutricionais para manutenção das funções vitais dos organismos, mas com uma limitação do seu crescimento durante o período de estudo (Figura 1).

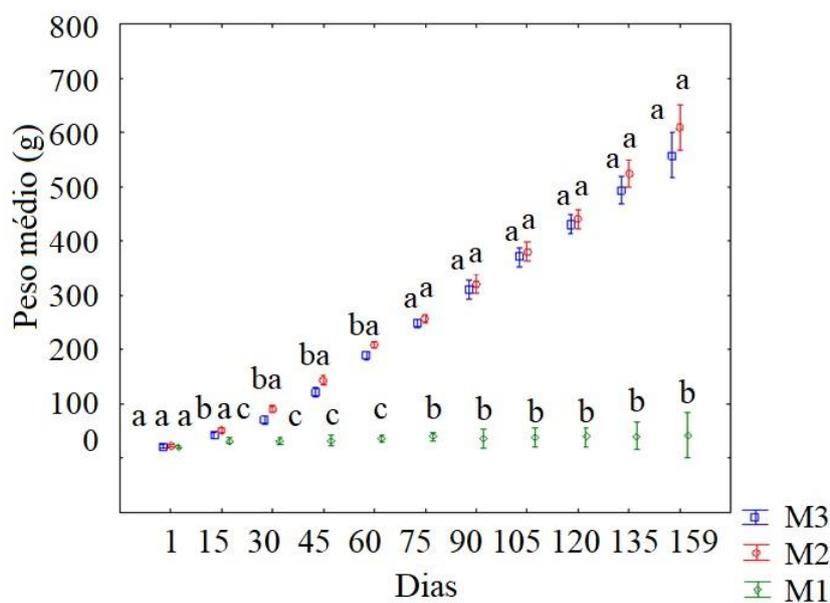


Figura 1: Valores médios e desvios-padrão da evolução do peso médio individual das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos durante todo o experimento. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Os valores médios de ganho de biomassa foram de 1.734,40, 19.831,03 e 16.841,52 kg para M1, M2 e M3 respectivamente. M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. Já os valores médios do peso individual inicial foram de 21,7, 21,9 e 20,3 g para M1, M2 e M3 respectivamente, sem diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores médios do peso individual final foram de 43,3, 609,2 e 557,6 g para M1, M2 e M3 respectivamente. M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. A biomassa inicial foi de 1.732,8, 1.751,5 e 812,8 kg para M1, M2 e M3 respectivamente. M3 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. Ao final do experimento, os valores médios de biomassa final foram de 3.467, 21.582 e 17.654 kg, para os tratamentos M1, M2 e M3, respectivamente. Já em M1, onde não havia o fornecimento da ração, os valores foram significativamente inferiores. Estes resultados revelam que o desenvolvimento dos peixes em M2 foi superior aos demais tratamentos, devido a oferta de ração e ao estímulo à produção do alimento natural (seston), por meio da fertilização, reforçando que a biomassa de um sistema de produção, pode ser relacionada aos insumos utilizados (Baccarin et al. 2009) (Figura 2).

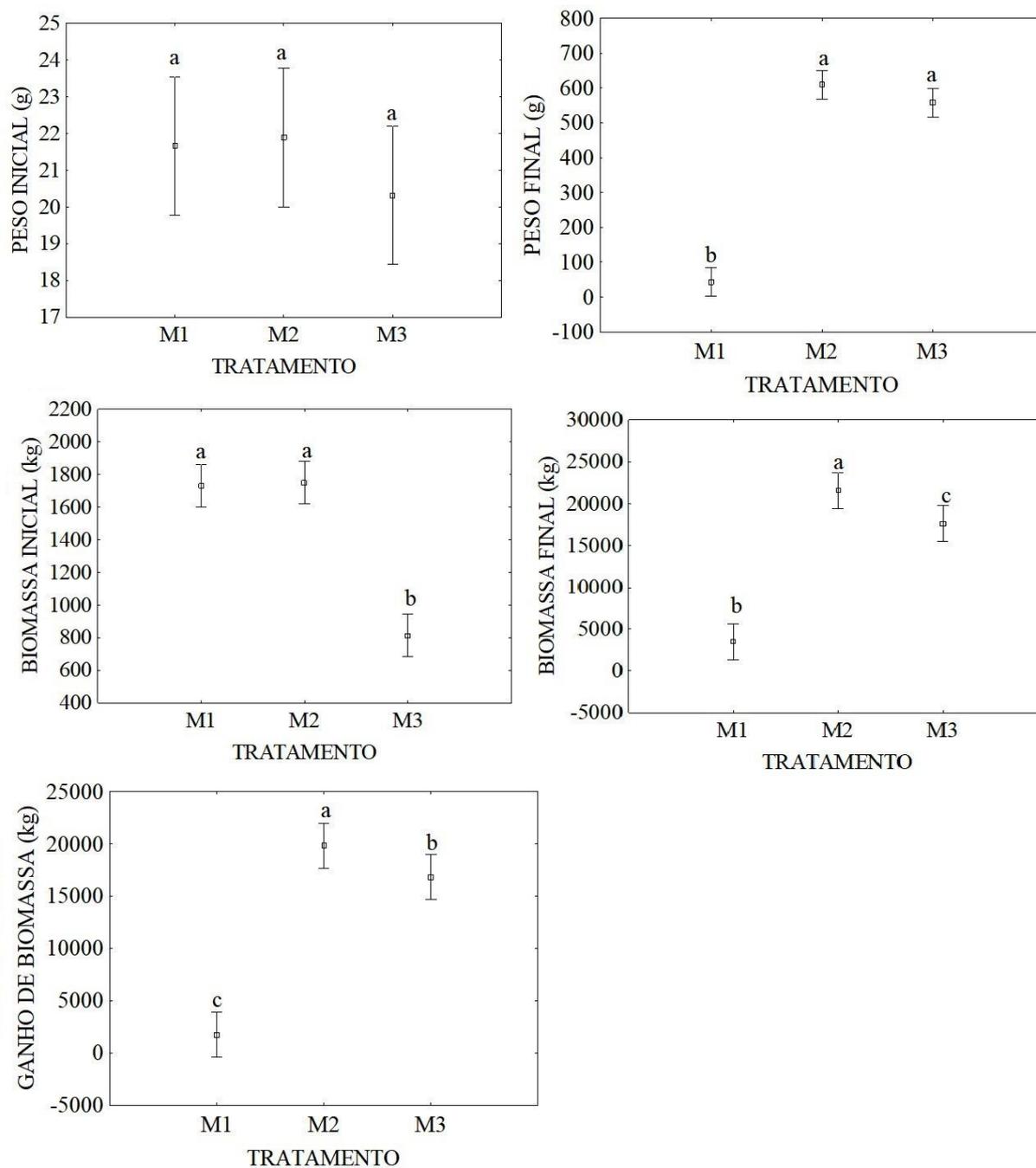


Figura 2: Valores médios e desvios-padrão do peso médio individual inicial, peso médio individual final, biomassa inicial, biomassa final e do ganho de biomassa – GBIOM das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Os valores médios da taxa de sobrevivência para M1, M2 e M3 foram de 100,00, 88,9 e 78,9%, respectivamente. M1 foi significativamente superior aos demais tratamentos. M3 obteve menor sobrevivência provavelmente em função dos manejos de troca de água e aplicação de gesso. A taxa de mortalidade de M1, M2 e M3 foi de 0,00, 11,1 e 21,1% respectivamente. M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. Os valores do fator de conversão alimentar aparente - FCAA para M1, M2 e M3 foram de 0,00, 1,9 e 2,2 kg, respectivamente.

M1 foi inferior significativamente em função do tratamento não ter oferta de ração comercial. Os valores de ganho de peso médio por dia - GPD dos tratamentos M1, M2 e M3 foram de 0,14, 3,69 e 3,38g, respectivamente. M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos (Figura 3).

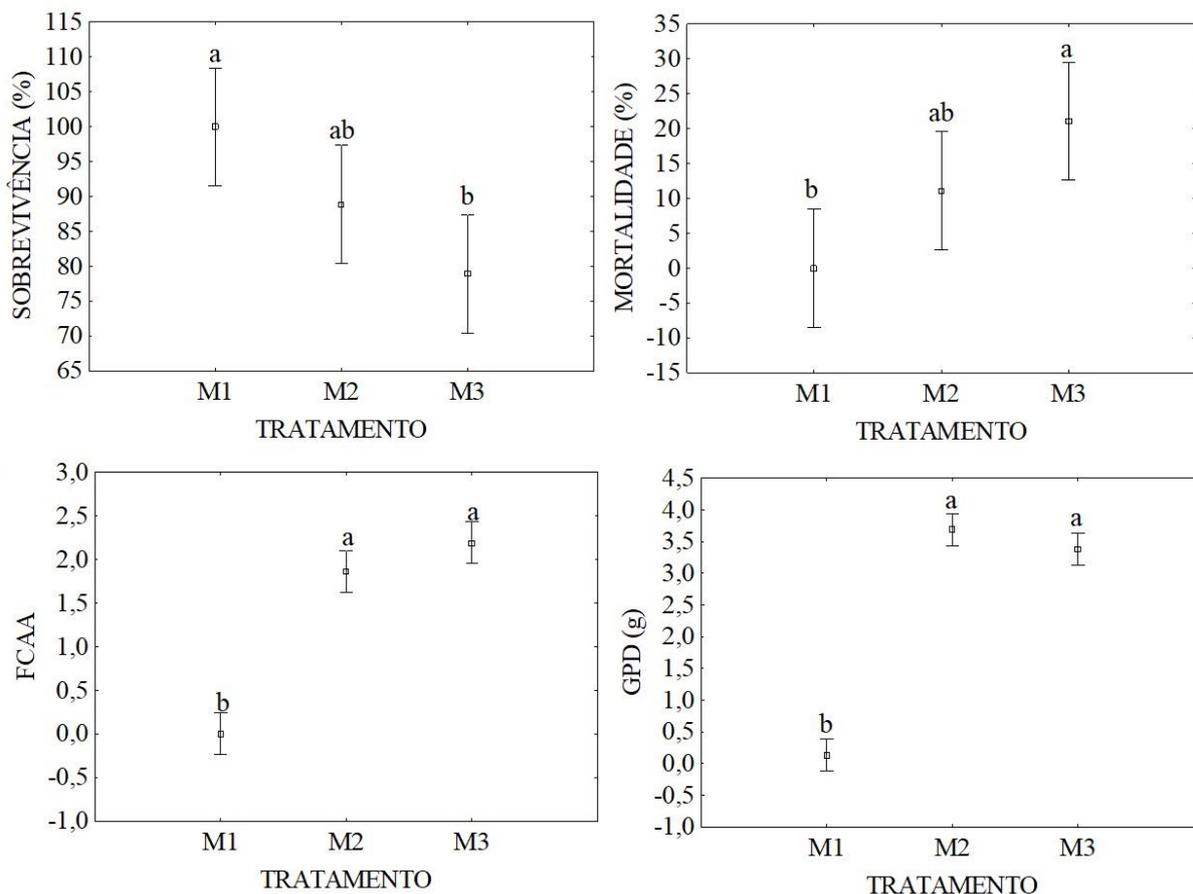


Figura 3: Valores médios e desvios-padrão da sobrevivência média, da mortalidade, do Fator de conversão alimentar aparente – FCAA e do ganho de peso diário – GPD das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

3.3 Principais custos

O principal custo do cultivo está centrado na alimentação artificial com valores de M2 e M3 de 88,94 e 74,90% respectivamente. No estudo de Brabo et al. (2017), os valores referentes a gastos provenientes com a alimentação artificial das tilápias chegaram a 58,7%. Leonardo et al. (2018), em criação de tilápias tiveram 78,77% dos custos totais da produção provenientes da ração. Trombeta; Bueno; Mattos (2017), em seu estudo sobre a análise econômica da produção de tilápias, reforçam em seus resultados que a ração é o principal insumo, sendo o mais custoso para a produção de peixes (Figura 4).

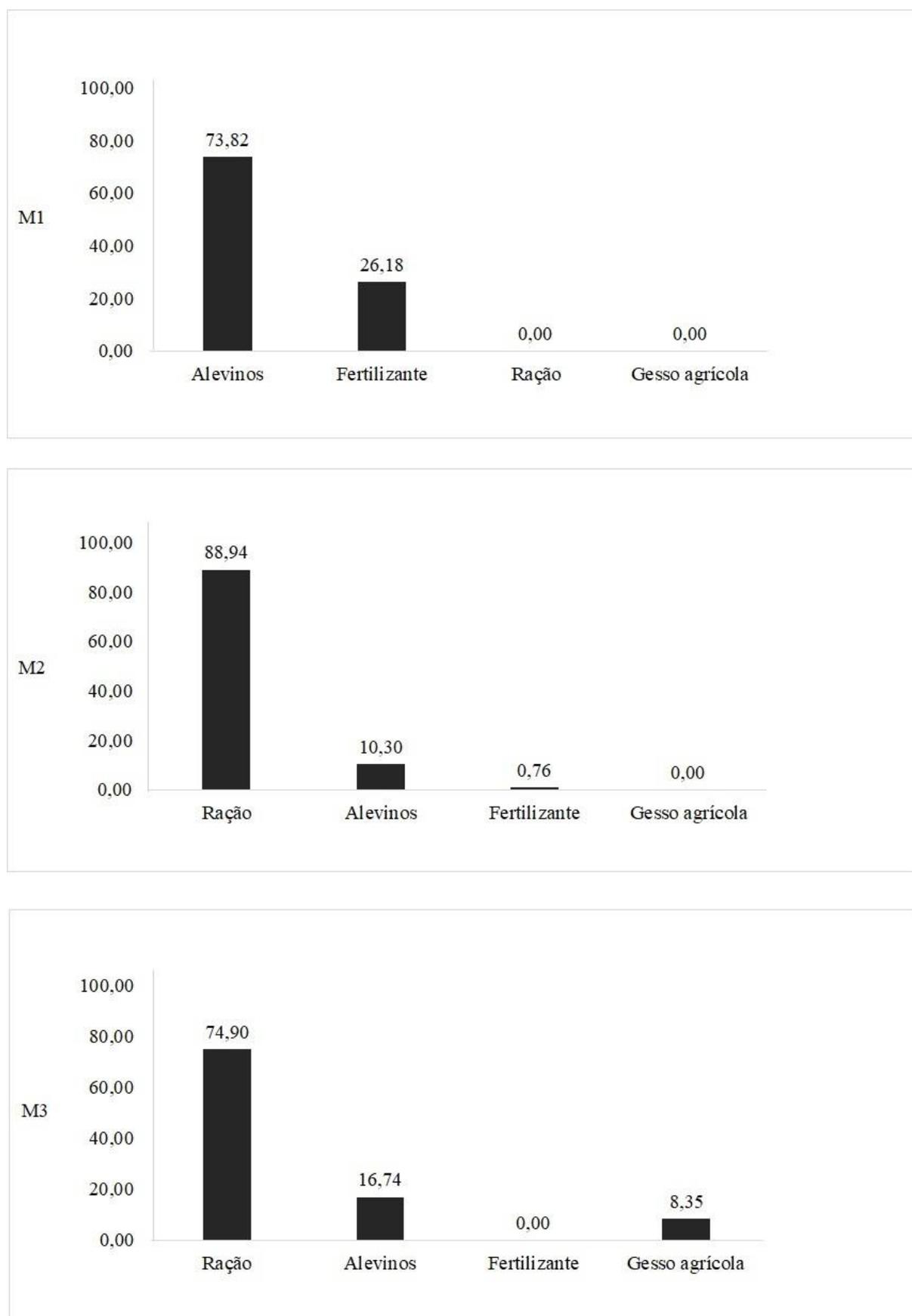


Figura 4 – Principais custos de produção das tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos.

3.4 Receita

Os Custos Operacionais Totais - Ctop de M1, M2 e M3 foram R\$ 70.424, R\$ 108.782 e R\$ 114.911 respectivamente. Os valores de Ctop em M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. O Preço de venda dos peixes com 40 g de M1 foi de R\$650,00 o milheiro, com unidade a R\$ 0,65. O kg do produto, foi de R\$ 8,00 para M2 e M3. A Receita Bruta – RB registrada em M1, M2 e M3 foi de R\$ 67.600, R\$ 172.658 e R\$ 141.227 respectivamente. Os valores da receita bruta em M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. O lucro operacional de M1, M2 e M3 foi R\$ -2.827, R\$ 63.876 e R\$ 26.316 para M1, M2 e M3 respectivamente. Houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o valor em M1 foi inferior a M2 e M3 (Figura 5).

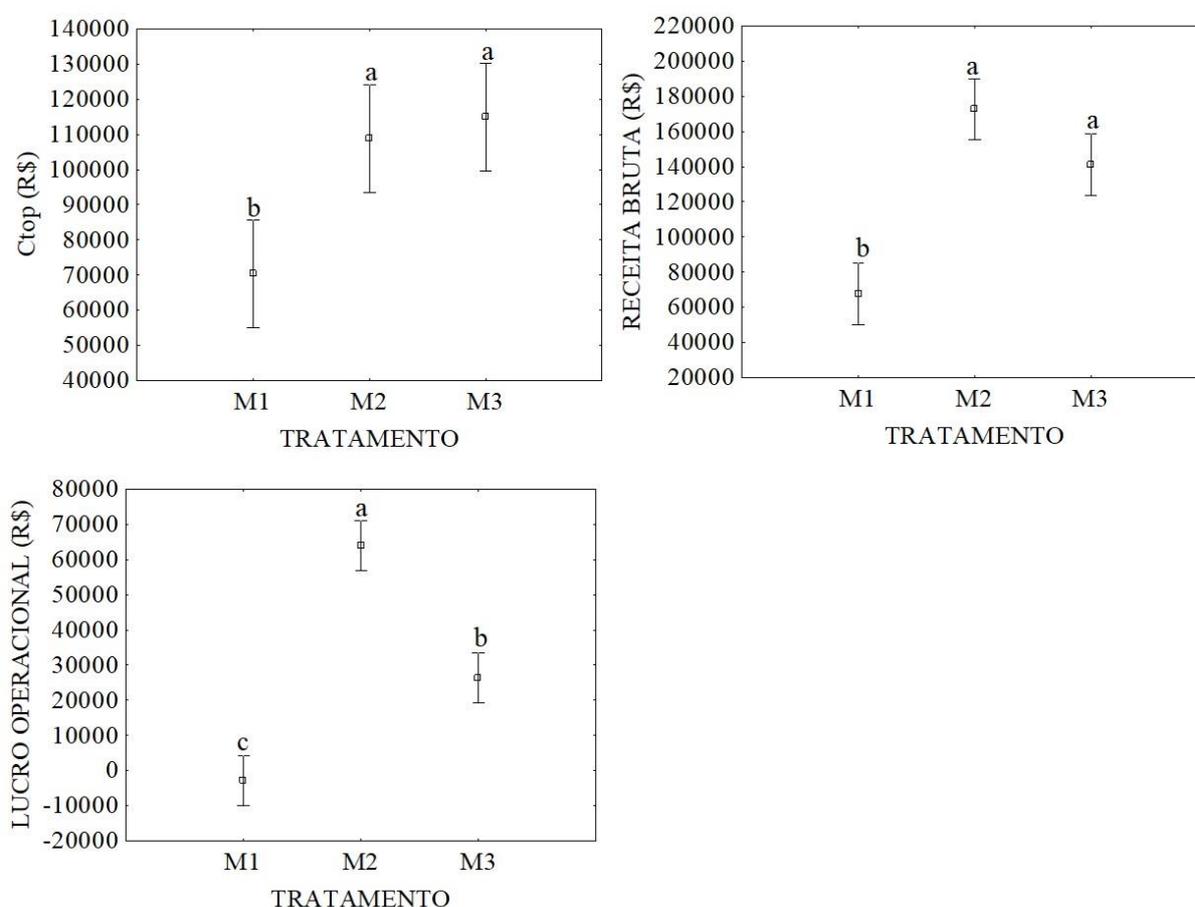


Figura 5: Valores médios e desvios-padrão do custo total operacional Total - Ctop, receita bruta e lucro operacional do cultivo de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Os índices de rentabilidade (IR) de M1, M2 e M3 foram 0,96, 1,59 e 1,23 respectivamente. M1 foi significativamente inferior aos demais tratamentos. M2 foi significativamente superior aos demais tratamentos. Os índices de lucratividade (IL) de M1, M2 e M3 foram, respectivamente, de

-0,04, 0,37 e 0,19. Houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que IL em M2 foi significativamente superior aos demais tratamentos. O valor médio de IL foi negativo em M1 devido o lucro operacional ter sido negativo (Figura 6).

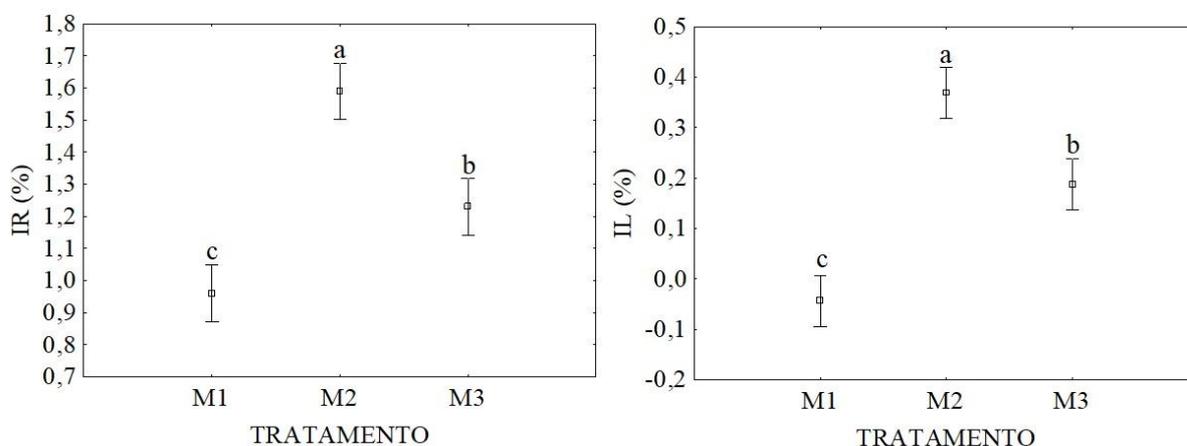


Figura 6 - Valores médios e desvios-padrão do Índice de Rentabilidade e do Índice de Lucratividade do cultivo de tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) em diferentes tratamentos. Letras distintas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

4 CONCLUSÕES

A expansão da criação de tilápias ocorre progressivamente devido à necessidade de inclusão de fonte de proteína de qualidade na dieta humana, porém os custos ainda são relativamente elevados devido ao manejo de cultivo empregado com o uso de ração. No contexto de explorar diferentes estratégias de manejos para melhorar a produtividade da monocultura tradicional, se faz necessário verificar os índices zootécnicos e econômicos, visando minimizar gastos e maximizar lucros. Neste contexto, constatou-se no presente trabalho que:

I - O sistema de cultivo sem oferta de ração e com fertilização (M1), gerou prejuízos zootécnicos e econômicos em razão do baixo ganho de biomassa das tilápias-do-Nilo durante todo o período de cultivo, da baixa biomassa individual e total produzida e da receita bruta e do lucro negativos. Por haver disponível apenas alimento para suprir as necessidades vitais o crescimento foi limitado, comprovando a importância da ração para o bom desempenho dos animais.

II - Investir em manejos que possam reduzir a oferta do alimento natural (M3) pode influenciar negativamente na sobrevivência dos peixes, influenciando negativamente no lucro operacional e nos índices de rentabilidade e lucratividade durante o ciclo de produção.

III - A oferta de ração integrada a fertilização foi a estratégia de manejo mais viável nos aspectos zootécnico e econômicos, pois sua receita bruta, lucro operacional e seus índices de

Rentabilidade e de Lucratividade foram superiores aos do sistema de cultivo sem a oferta de ração e ao cultivo com oferta de e controle da do alimento natural (seston).

Concluimos que investir em cultivos que utilizem oferta de ração em conjunto com o estímulo ao alimento natural, por meio da fertilização dos sistemas de cultivo, pode trazer benefícios econômicos ao produtor e minimizar os custos com a alimentação artificial.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa, ao Setor de Aquicultura da Ufersa campus Mossoró e toda equipe pelo suporte da pesquisa, a AQUANORTE AQUICULTURA – Russas – CE pela doação dos peixes e ao Laboratório de Limnologia e Qualidade de Água da Ufersa Campus Mossoró – RN.

REFERÊNCIAS

- ARAR, E.J.; **Determination of Chlorophyll a, b, c1 and c2, and Pheophytin a in marine and freshwater phytoplankton by spectrophotometry**. EPA Methods, 1997 446p.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. Characterization and evaluation of the impact of feed management on the effluents of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, PR, v. 48, n. 1, p. 81-90, 2005.
- BACCARIN, A. E.; LEONARDO, A. F. G.; TACHIBANA, L.; CORREIA, C. F. Piscicultura em comunidade remanescente de quilombo: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, v.39, n.11, p.42-47, 2009.
- BESSA JUNIOR, A.; FLICKINGER, D.; HENRY-SILVA, G. G. Sedimentation rates of nutrients and particulate material in pond mariculture of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) carried out with different management strategies. **AQUACULTURE**, v. 3, p. 736307, 2021.
- BESSA JÚNIOR, A. P.; AZEVEDO, C. M. S. B.; THÉ PONTES, F. S.; HENRY-SILVA, G.G. Polyculture of *Nile tilapia* and shrimp at different stocking densities. **Revista Brasileira de Zootecnia (Online)**, v. 41, p. 1561-1569, 2012.
- BESSA JÚNIOR, A.P.; HENRY-SILVA, G.G. Avaliação zootécnica e econômica da criação de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em diferentes estratégias de manejo e densidades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70 n.6, p. 1887-1898, 2018.
- BOYD, C. E. Water quality management and aeration in shrimp farming. **Fisheries and Allied Aquacultures Departmental Series No. 2**, 70p. 1989.

- BRABO, M. F., PAIXÃO, D. J. M. R., MESQUITA, R. L., COSTA, M. W. M., CAMPELO, D. A. V., VERAS, G. C. Viabilidade econômica da criação de tilápia em tanques-rede no Nordeste paraense, Amazonia, Brasil. V.13, edição especial. P. 284-298. 2017.
- CACHO, J. C. S.; MOURA, R. S. T.; HENRY-SILVA, G. G. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish farming in net cages on the nutrient and particulate matter sedimentation rates in Umari reservoir, Brazilian semi-arid. **AQUACULTURE REPORTS**, v. 17, p. 100358, 2020.
- COBO, A.; LLORENTE, L.; LUNA, L.; LUNA, M. A decision support system for fish farming using particle swarm optimization. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.161, p.121-130, 2019.
- DANTAS, D. P.; FLICKINGER, D. L.; COSTA, G. A., BATLOUNI, S. R.; MORAES-VALENTI, P.; VALENTI, W. C. Technical feasibility of integrating Amazon river prawn culture during the first phase of tambaqui grow-out in stagnant ponds, using nutrient-rich water. **Aquaculture**, v.516, 734611, 2020.
- DA SILVA, F.; DA SILVA, J.; DA SILVA, T.; TENORIO, B.; TENORIO, F.; SANTOS, E.; MACHADO, S.; SOARES, E. Evaluation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings exposed to the pesticide pyriproxyfen. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v.48 n.5, p.826-835, 2020.
- DAVID, F. S.; PROENÇA, D. C.; VALENTI, W. C. Phosphorus Budget in Integrated Multitrophic Aquaculture Systems with Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, and Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. **Journal World Aquaculture Society**. v.48, n.3, p.402-414. 2017.
- DAVID, L.H.C.; PINHO, S.M.; GARCIA, F. Improving the sustainability of tilapia cage farming in Brazil: an emergy approach. **Journal of Cleaner Production**, v.201, p.1012e1018. 2018.
- DUARTE, F.O.S.; DE PAULA F.G.; PRADO, C.S.; SANTOS, R. R.; MINAFRA-REZENDE, C. S.; GEBARA, C.; LAGE, M. E. Better fatty acids profile in fillets of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) supplemented with fish oil, **Aquaculture** (2020), v.534, 2020.
- FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. Rome. 2020.
- GOLTERMAN, H.L.; CLIMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters**, 2 ed. Oxford: IBP, p. 213. 1978.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Treatment of shrimp effluents by free-floating aquatic macrophytes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 181-188, 2008.

- HENRY-SILVA, G.G.; ATTAYDE, J.L.; MELO-JUNIOR, H.N. Extreme drought events and the sustainability of fish farming in net cages in reservoirs of the semi-arid northeastern region in Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 31, p. e112, 2019.
- KIM, Y.; ZHANG, Q. Economic and environmental life cycle assessments of solar water heaters applied to aquaculture in the US, **Aquaculture**, v.495, p.44-54, 2018.
- KUBITZA, F. Qualidade da Água no Cultivo de Peixes e Camarões. JUNDIAÍ, SP: **EDITORA KUBITZA**, 2013.
- LEITE, L. A.; QUARESMA, F. S.; RIBEIRO, P. F.; FARIAS, W. R. L. The use of *Arthrospira platensis* in rearing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in salt water. **Revista Ciências Agrônômicas**, v.594 50, n.4, p.593-599, 2019.
- LEONARDO, A. F.; BACCARIN, A. E.; SCORVO FILHO, J. D.; FRASCÁ SCORVO, C. M. D. Custo de produção da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) no Vale do Ribeira, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.48, n1, p.21-33, 2018.
- MORAES, C. R. F.; ATTAYDE, J. L.; HENRY-SILVA, G. G. Stable isotopes of C and N as dietary indicators of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in net cages in a tropical reservoir. **Aquaculture Reports**, v.18, p.100458, 2020.
- MOURA, R. S. T.; VALENTI, W. C.; HENRY-SILVA, G. G. Sustainability of Nile tilapia net-cage culture in a reservoir in a semi-arid region. *Ecological Indicators*, v. 66, p. 574–582, 2016.
- NEW, M. B. Freshwater prawn culture: a review. **Aquaculture**, v.88, p99-143, 1990.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Piscicultura: criação de tilápias em viveiros escavados**. SENAR. 120 p.; il. – (Coleção SENAR), 2018.
- OCELLO, E. O.; MUNGUTI, J. MBONGE.; SAKAKURA, Y.; HAGIWARA, A. Complete Replacement of Fish Meal in the Diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Grow-out with Alternative Protein Sources. A review. **International Journal of Advanced Research**, v.2 n.8, p.962-978, 2014.
- PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura. 2020. Disponível em: < <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em: 10 dezembro de 2020.
- RIBEIRO, L. F.; EÇA, G. F.; BARROS, F.; HATJE, V. Impacts of shrimp farming cultivation cycles on microbenthic assemblages and chemistry of sediments. **Environmental Pollution**. v. 211, p. 307 - 315, 2016.

SCHULTE, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da Piscicultura no Brasil: Diagnóstico e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Tilápia. Texto para discussão / **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2018.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H., BACHION, M.A., ROCHA, O. Estudo do crescimento populacional de três espécies zooplanctônicas em laboratório e o uso de plâncton na alimentação de alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia) e *Astyanax scabripinis paranae* (lambari). **Revista UNIMAR**, 16(3): 189-201. 1994.

THEISEN, M. T.; BOMBARDELLI, R. A. Q.; MEURER, F.; FERREIRA, R. L.; SILVA, L. C. R. Crude glycerol inclusion in diets for post-larvae *Rhamdia voulezi* and *Rhamdia branneri*. **Aquaculture Research (Online)**, v.52, ed.3, p.1313-1316, 2019.

TROMBETA, T. D.; BUENO, G. W.; MATTOS, B. O.; Análise econômica da produção de tilápia em viveiros escavados no Distrito Federal, 2016. **Informações Econômicas**, v.47, n.2, p 42-49, 2017.

VIEIRA, C.A.S.C.; VIEIRA, J.S.; BASTOS, M.S.; ZANCANELA, V.; BARBOSA, L.T.; GASPARINO, E.; DEL VESCO, A.P. Expression of genes related to antioxidant activity in Nile tilapia kept under salinity stress and fed diets containing different levels of vitamin C. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 81, n.1-3, p.20-30, 2018.

WANG, M.; LU, M. Tilapia polyculture: a global review. **Aquaculture Research**, v.47, n.8, p.2363-2374, 2016.