



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

JOSÉ PEDRO BARROSO XAVIER

**SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA ARTIFICIAL DE JUVENIS DE *Oreochromis niloticus*,
COM FARELO FERMENTADO DE FOLHA DE AGUAPÉ, *Eichornia crassipes***

**FORTALEZA
2022**

JOSÉ PEDRO BARROSO XAVIER

SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA ARTIFICIAL DE JUVENIS DE *Oreochromis niloticus*,
COM FARELO FERMENTADO DE FOLHA DE AGUAPÉ, *Eichornia crassipes*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Vinicius Carmo e Sá

FORTALEZA
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

X19s Xavier, José Pedro Barroso.
Suplementação da dieta artificial de juvenis de *Oreochromis niloticus*, com farelo fermentado de folha de aguapé, *Eichornia crassipes* / José Pedro Barroso Xavier. – 2022.
40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo Vinicius Carmo e Sá.

1. Aquicultura. 2. Tilápia do Nilo. 3. Alimento. 4. Fermentação. I. Título.

CDD 639.2

JOSÉ PEDRO BARROSO XAVIER

**SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA ARTIFICIAL DE JUVENIS DE *Oreochromis niloticus*,
COM FARELO FERMENTADO DE FOLHA DE AGUAPÉ, *Eichornia crassipes***

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em: 02/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Vinicius Carmo e Sá (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.a Dr. a Elenise Gonçalves de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir atravessar o momento difícil que o mundo vem atravessando.

Ao professor Marcelo Vinicius Carmo e Sá, pela oportunidade e pela excelente orientação.

Aos meus pais, pela educação, apoio incondicional e lições durante a vida.

Aos meus demais familiares pelo apoio, durante a caminhada.

A Hortência Soares e aos demais bolsistas do LCTA pela grande ajuda durante a realização do trabalho.

A Karen dos Santos e a todos os meus amigos e colegas de curso, que me apoiaram e incentivaram durante todo o meu período de graduação.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Pesca, pelo conhecimento transferido durante a graduação.

A Capes, pela bolsa fornecida.

Ao querido Leão, meu cãozinho, pelas alegrias durante sua companhia.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo determinar os efeitos da suplementação da dieta artificial de juvenis de *Oreochromis niloticus*, com farelo fermentado de folha de aguapé fermentado sobre a qualidade da água, o desempenho zootécnico e a eficiência econômica. O sistema experimental possuía 20 caixas circulares de 100 litros, supridas por aeração mecânica. Foram constituídos cinco tratamentos, sendo 3 grupos-controle e 2 grupos experimentais, cada um com 4 repetições: CP - os peixes receberam apenas ração comercial como alimento, na taxa de 5% do peso vivo/dia; CN1 - os peixes receberam apenas ração comercial como alimento, na taxa de 4% do peso vivo/dia; CN2 - os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 4%, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1%; WH1 - os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 4%, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1%; WH2 - os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 5%, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1%. Ao longo do experimento, foram monitoradas, de modo sistemático, variáveis de qualidade de água, desempenho zootécnico e econômicas. As determinações de qualidade de água foram realizadas com periodicidade diária, semanal e quinzenal, a depender da variável. Não foram observados efeitos significativos da suplementação com farelo de aguapé sobre os indicadores de qualidade de água. Em cada tempo de observação, as diferenças existentes entre os tratamentos para peso corporal do peixe não foram significativas. O manejo alimentar de menor custo incidente foi o CN2, sugerindo que o farelo de aguapé teve influência positiva na redução nos custos de produção, uma vez que houve uma redução de 20% na taxa de arraçamento. Concluiu-se que a suplementação parcial da ração comercial com farelo de aguapé pode impactar positivamente o cultivo de tilápias. Contudo, ainda se faz necessário aprimorar processo fermentativo do farelo de aguapé para obtenção de melhores resultados.

Palavras-chave: Aquicultura; Tilápia do Nilo; Alimento; Fermentação.

ABSTRACT

This study aimed to determine the effects of artificial diet supplementation of *Oreochromis niloticus* juveniles with fermented water hyacinth leaf meal on water quality, zootechnical performance and economic efficiency. The experimental system had 20 circular boxes of 100 liters, supplied by mechanical aeration. Five treatments were constituted, being 3 control groups and 2 experimental groups, each with 4 repetitions: CP - fish received only commercial feed as food, at the rate of 5% of live weight/day; CN1 - fish received only commercial feed as food, at the rate of 4% of live weight/day; CN2 - fish received commercial feed, at a daily rate of 4%, and unfermented water hyacinth meal, at a daily rate of 1%; WH1 - fish received commercial feed, at a daily rate of 4%, and fermented water hyacinth meal, at a daily rate of 1%; WH2 - fish received commercial feed, at a daily rate of 5%, and fermented water hyacinth meal, at a daily rate of 1%. Throughout the experiment, water quality, zootechnical performance and economic variables were systematically monitored. Water quality determinations were carried out on a daily, weekly and fortnightly basis, depending on the variable. There were no significant effects of water hyacinth meal supplementation on water quality indicators. At each observation time, differences between treatments for fish body weight were not significant. The food management with the lowest incident cost was CN2, suggesting that water hyacinth meal had a positive influence on the reduction in production costs, since there was a 20% reduction in the feeding rate. It was concluded that partial supplementation of commercial feed with water hyacinth meal can positively impact tilapia cultivation. However, it is still necessary to improve the fermentation process of water hyacinth bran to obtain better results.

Keywords: aquaculture; Nile tilapia; food; fermentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Folhas de aguapé cortadas e secas para confecção do farelo não-fermentado	13
Figura 2 - Melaço de cana utilizado para fermentação das folhas de aguapé.	14
Figura 3 - Folhas de aguapé cortadas, fermentadas e secas para confecção do farelo fermentado.	14
Figura 4 - Farelos de aguapé fermentado (A) e não-fermentado (B)	15
Figura 5 - Soluções-padrão utilizadas para determinação da concentração de nitrito na água.	16
Figura 6 - Temperatura da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4)	18
Figura 7 - pH da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	19
Figura 8 - Concentração de O ₂ dissolvido na água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	21
Figura 9 - Condutividade elétrica da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	22
Figura 10 - Alcalinidade total da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	24
Figura 11 - Dureza total da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	25
Figura 12 - Concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	27
Figura 13 - Concentração de nitrito (N-NO ₂ ⁻) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> (n = 4).	28
Figura 14 - Sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).	29
Figura 15 - Peso corporal final de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).	31
Figura 16 - Comprimento corporal final de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).	322
Figura 17 - Fator de conversão alimentar (FCA) de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).	333
Figura 18 - Custo incidente com ração comercial para produzir um milheiro de juvenis de tilápia de 40 g (média ± d.p.; n = 4).	355
Figura 19 - Índice de lucratividade na produção de juvenis de tilápia de 40 g (média ± d.p.; n = 4).	366

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Delineamento experimental	12
Tabela 2 - Temperatura e pH da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , após 39 dias (média ± d.p.; n = 4)	17
Tabela 3 - O ₂ dissolvido e condutância específica (CE) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , após 39 dias (média ± d.p.; n = 4)	20
Tabela 4 - Alcalinidade total (AT) e dureza total (DT) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , após 37 dias (média ± d.p.; n = 4)	23
Tabela 5 - Concentrações de nitrogênio amoniacal total (NAT) e nitrito (N-NO ₂ ⁻) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , após 37 dias (média ± d.p.; n = 4).	266
Tabela 6 - Composição centesimal dos farelos de folha de aguapé, não-fermentado e fermentado (base matéria seca).....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Peixes e Sistema Experimental	11
2.2 Delineamento Experimental	11
2.3 Manejo Alimentar	11
2.4 Coleta e Processamento dos Agupés	12
2.5 Variáveis Experimentais	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1 Qualidade de Água	17
3.2 Desempenho Zootécnico	28
4 CONCLUSÃO	388
REFERÊNCIAS	399

1 INTRODUÇÃO

O Brasil produziu 841.005 toneladas de peixes de cultivo em 2021, com destaque para tilápia e peixes nativos. Esse resultado representa um crescimento de 4,7% em relação à produção de 2020, que foi de 802.930 toneladas (MEDEIROS, 2022). Dentro desse cenário, a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, consolida-se como a espécie de peixe mais cultivada no Brasil, uma vez que foram produzidas 534.005 toneladas no país em 2021, resultado 9,8% maior que o ano anterior. Com isso, a produção de tilápia respondeu por 63,5% do total produzido pela piscicultura nacional, comprovando sua viabilidade para as condições brasileiras. No Brasil, a piscicultura é realizada por mais de 1 milhão de produtores e gera cerca de 1 milhão de empregos diretos e outros 2 milhões indiretos. Em 2021, a piscicultura brasileira movimentou cerca de R\$ 8 bilhões. Atualmente, entretanto, a aquicultura vem sendo impactada pela elevação nos preços dos insumos e das matérias-primas utilizadas na fabricação de rações balanceadas para a alimentação animal (OLIVEIRA, 2021).

As rações comerciais para a piscicultura possuem alto teor proteico, que é necessário para atender às exigências nutricionais desses animais. Muitos ingredientes utilizados na fabricação das rações para peixes, como o farelo de milho apresentam custo elevado, o que encarece o preço delas. As despesas das fazendas com a aquisição de rações podem representar até 70% dos custos operacionais de piscicultura (GUIMARÃES, 2008). Portanto, a busca por ingredientes alternativos que possam substituir, parcial ou totalmente, os insumos alimentares mais caros, é de suma importância para dar maior sustentabilidade econômica à piscicultura nacional.

O aguapé, *Eichornia crassipes*, é uma espécie de macrófita aquática flutuante, pertencente à Família Pontederidaceae, originária da Bacia Amazônica, América do Sul. O aguapé se reproduz muito rapidamente, podendo aumentar sua biomassa em até 15% por dia. Por conta desse crescimento acelerado, os aguapés formam densos e numerosos bancos na superfície dos corpos d'água, que impedem a passagem da luz solar e a aeração natural da água. Com isso, pode haver déficit nas concentrações de O₂ dissolvido na coluna d'água. Os aguapés também competem com as microalgas por nutrientes e com os animais aquáticos por O₂, principalmente durante a noite. As colônias de aguapé podem ainda afetar diversas atividades humanas, uma vez que bloqueiam a navegação, interferem na pesca, recreação e geração de energia elétrica. Devido a isso, o aguapé é considerado uma praga ambiental por diversos autores (HOLM *et al.*, 1977; ALVES, 2003). Por outro lado, o aguapé pode ser útil na remoção

de nutrientes da água, em locais onde não há grande fluxo de água, sendo a planta indicada para o tratamento de efluentes com baixo fluxo de água (SILVA, 2014).

Do ponto de vista nutricional, o aguapé possui razoável nível proteico, em torno de 18% na matéria seca, e moderado perfil de aminoácidos essenciais, podendo ser utilizado em rações para bovinos por ser uma opção barata e acessível (GARCIA; MARCUSO, 2000).

Na piscicultura, não há recomendação para uso do aguapé como alimento porque esse vegetal possui uma parede celular rígida, a qual os peixes não conseguem digerir por falta da enzima celulase. Adicionalmente, o aguapé apresenta uma série de fatores antinutricionais que dificultam a digestão das proteínas e a assimilação dos aminoácidos pelos. A adição de níveis reduzidos de aguapé em rações para peixes poderá ser viável se for feita a fermentação prévia desse vegetal. A fermentação é capaz de reduzir o conteúdo fibroso da planta e, dessa forma, aumentar o valor nutritivo do aguapé para a tilápia. Essa alternativa, se for comprovada, permitiria a redução na oferta de rações comerciais para tilápia do Nilo, com suplementação alimentar com farelo fermentado de aguapé, sem prejuízo zootécnico peixes (EL-SAYED, 2003).

El-Sayed (2003) utilizou em seu trabalho, além das folhas, os caules dos aguapés como matéria-prima para obtenção do fermentado. Como a concentração de fatores antinutricionais no caule é maior do que nas folhas, a oferta de farelo integral de aguapé reduziu a digestibilidade proteica do aguapé pela tilápia. Assim, seria possível a obtenção de um fermentado de aguapé ainda mais digestível pela tilápia se a elaboração do farelo utilizasse apenas as folhas do vegetal. Essa hipótese, entretanto, ainda não havia sido avaliada pela ciência até o presente momento.

O presente trabalho teve por objetivo determinar os efeitos da suplementação da dieta artificial de juvenis de *Oreochromis niloticus* com farelo fermentado de folha de aguapé fermentado sobre a qualidade da água, o desempenho zootécnico e a eficiência econômica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Peixes e Sistema Experimental

O trabalho foi realizado na sala *indoor* do Laboratório de Ciência e Tecnologia Aquícola – LCTA, unidade de pesquisa pertencente ao Departamento de Engenharia de Pesca, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizadas 20 caixas circulares de 100 litros, supridas por aeração mecânica. No início do trabalho, foram estocados 6 (seis) juvenis de tilápia do Nilo em cada caixa, com peso corporal inicial entre 1,5 e 2,0 g. Os animais foram adquiridos na Fazenda Piamarta Pesque-Pague, localizada no município de Itaitinga, Estado do Ceará. Os animais foram mantidos no sistema experimental por 6 semanas.

2.2 Delineamento Experimental

Foram constituídos cinco tratamentos, sendo 3 grupos-controle e 2 grupos experimentais, cada um com 4 repetições (Tabela 1). A ração comercial dos juvenis de tilápia foi suplementada ou não com farelo de aguapé, *Eichornia crassipes*, que passou ou não pelo processo de compostagem (fermentação), a depender do tratamento. Os farelos de aguapé foram ofertados diariamente aos peixes na taxa de 1% do peso vivo, sempre 30 minutos antes dos horários de oferta da ração balanceada.

2.3 Manejo Alimentar

Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia, às 10, 12, 14 e 16 h, com ração comercial para peixes tropicais onívoros Aquamix, da fabricante Nutrimix, com 40% de proteína. A taxa de arraçoamento empregada foi de 5% ou 4% do peso vivo, a depender do tratamento (Tabela 1). As biometrias dos animais foram realizadas, a cada duas semanas, para ajuste das quantidades ofertadas de ração e de farelo de aguapé, em cada tanque.

Tabela 1 -. Delineamento experimental

Tratamento	Ração comercial	Farelo de aguapé	Fermentação aguapé	Taxa de arraçoamento (% peso vivo ao dia)
CP ¹	+	-	-	5%
CN1 ²	+	-	-	4%
CN2 ³	+	+	-	4% (ração) + 1% (farelo de aguapé não-fermentado)
WH1 ⁴	+	+	+	4% (ração) + 1% (farelo de aguapé fermentado)
WH2 ⁵	+	+	+	5% (ração) + 1% (farelo de aguapé fermentado)

¹ Controle positivo: os peixes receberam apenas ração comercial como alimento, na taxa de 5% do peso vivo/dia; ² Controle negativo 1: os peixes receberam apenas ração comercial como alimento, na taxa de 4% do peso vivo/dia; ³ Controle negativo 2: os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 4%, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1%; ⁴ *Water hyacinth* 1: os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 4%, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1%; ⁵ *Water hyacinth*: os peixes receberam ração comercial, na taxa diária de 5%, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1%.

2.4 Coleta e Processamento dos Aguapés

Os aguapés foram coletados no Açude Santo Anastácio, que fica localizado no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. Apenas as folhas dos aguapés foram utilizadas na elaboração do farelo, sendo excluídos os talos e as raízes da planta. As folhas frescas dos aguapés foram, inicialmente, cortadas em pequenos pedaços, com comprimento entre 1 e 2 cm.

Para obtenção do farelo de aguapé não-fermentado, os pedaços de folhas de aguapé foram inicialmente colocados para secar em estufa a 60 °C, por 48 horas (Figura 1). Em seguida, o material foi moído manualmente, sendo remoído em liquidificador. O farelo não-fermentado foi acondicionado em saco plástico, devidamente identificado, sendo mantido sob refrigeração.

Figura 1 - Folhas de aguapé cortadas e secas para confecção do farelo não-fermentado



Fonte: o Autor.

Para obtenção do farelo de aguapé fermentado, os pedaços de folhas de aguapé foram inicialmente colocados ao sol para secar, até que a umidade inicial fosse reduzida pela metade. Em seguida, os pedaços de aguapé semidesidratados foram triturados para, em seguida, serem misturados com 5% de melaço-de-cana (Figura 2) e 2 mL de ácido ortofosfórico/kg, de acordo com a metodologia apresentada por El-Sayed (2003). Assim, cem gramas de folhas de aguapé, parcialmente secas e trituradas, foram misturadas com 5 g de melaço e 0,2 mL de ácido fosfórico. Após a mistura completa dos ingredientes, o conteúdo foi transferido para um recipiente plástico que foi mantido fechado, com tampa, em temperatura ambiente por 50 dias. Periodicamente, o recipiente era aberto para que fosse realizada uma rápida mistura do conteúdo. Logo após o recipiente era fechado para prevenir maior entrada de O₂.

Figura 2 - Melaço de cana utilizado para fermentação das folhas de aguapé.



Fonte: o Autor.

Ao final dos 50 dias, o conteúdo do recipiente foi colocado para secar em estufa a 60 °C, por 48 horas (Figuras 3 e 4). Em seguida, o material foi moído manualmente, sendo remoído em liquidificador para obtenção do farelo fermentado. O farelo fermentado de aguapé foi então acondicionado em saco plástico devidamente identificado, sendo mantido sob refrigeração.

Amostras dos farelos não-fermentado e fermentado foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC para determinação dos teores de proteínas, lipídios e fibras (Tabela 2).

Figura 3 - Folhas de aguapé cortadas, fermentadas e secas para confecção do farelo fermentado.



Fonte: o Autor.

Figura 4 - Farelos de aguapé fermentado (A) e não-fermentado (B)



Fonte: o Autor.

2.5 Variáveis Experimentais

Ao longo do experimento, foram monitoradas, de modo sistemático, variáveis de qualidade de água, desempenho zootécnico e econômicas. As determinações de qualidade de água foram realizadas com periodicidade diária, semanal e quinzenal, a depender da variável. Temperatura, concentração de O_2 dissolvido, pH e condutância específica (CE) foram monitorados diariamente já a salinidade foi obtida usando a seguinte fórmula: $\text{salinidade (g/l)} = (\text{CE, } \mu\text{S/cm} * 34,5) / 50000$. A temperatura e o O_2 foram mensurados com o auxílio de um oxímetro YSI; o pH da água foi obtido como medidor mPA210 (MS Tecnopon); a CE da água foi lida em condutivímetro CD-850 (Instrutherm).

As determinações de alcalinidade e dureza total da água foram realizadas semanalmente. A alcalinidade total da água foi obtida pelo método de titulação com solução-padrão de H_2SO_4 ; a dureza total da água foi determinada pelo método de titulação com EDTA. As determinações de nitrogênio amoniacal total (NAT) e nitrito ($N-NO_2^-$) foram realizadas quinzenalmente (Figura 5). O NAT foi obtido pela aplicação do método do indofenol; o nitrito foi mensurado com a utilização do método da sulfanilamida (SÁ, 2015).

Figura 5 - Soluções-padrão utilizadas para determinação da concentração de nitrito na água.



Fonte: o Autor.

O desempenho zootécnico dos peixes foi monitorado pela observação da sobrevivência, peso corporal final, comprimento corporal final e fator de conversão alimentar (FCA). Ao final, foi realizada análise de custo: benefício, por meio do cálculo dos seguintes índices: 1 - custo incidente, que é a despesa com ração comercial para se produzir um milheiro de tilápia do Nilo de 40 g; 2 - índice de lucratividade, que é a quantidade de reais ganhos para cada real gasto com ração comercial, na produção de um milheiro de tilápia do Nilo de 40 g.

2.6 Análise Estatística

As variáveis de qualidade de água, desempenho zootécnico e eficiência econômica foram analisadas pela ANOVA unifatorial para experimentos inteiramente casualizado, com o objetivo de detectar possíveis diferenças significativas entre as médias. Quando houve diferenças significativas, as médias foram comparadas, duas a duas, por um dos seguintes testes: Tukey, Holm-Sidak, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SigmaPlot 12.0. O nível de significância de 5% foi adotado em todas as análises.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade de Água

Os valores iniciais e finais da temperatura da água não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3; $p > 0,05$). Contudo, ao observar as leituras iniciais e finais de temperatura da água, em cada tratamento, pode-se constatar que houve redução na temperatura em todos as caixas. O pH inicial da água não diferiu entre os tratamentos (Tabela 3; $p > 0,05$). Houve leve aumento no pH da água em todas as caixas. As elevações no pH da água foram significativas em CP, CN1 e CN2 ($p \leq 0,05$).

A redução na temperatura da água pode ter afetado o crescimento das tilápias, uma vez que a temperatura se manteve abaixo da ideal, que vai de 28 – 32°C (Kubitza, 1999). Mesmo com a queda no pH da água, nos tratamentos CP, CN1 e CN2, ao longo do experimento, o pH se manteve dentro do intervalo da faixa ideal de 6,5 – 9,0 (Boyd, Tucker e Somridhivej, 2016). Os menores valores de pH da água, observados nos tratamentos WH1 e WH2, podem ter sido devidos à presença do ácido fosfórico usado para fermentação das folhas de aguapé (Torrezan, 1999).

Tabela 2 - Temperatura e pH da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, após 39 dias (média \pm d.p.; n = 4)

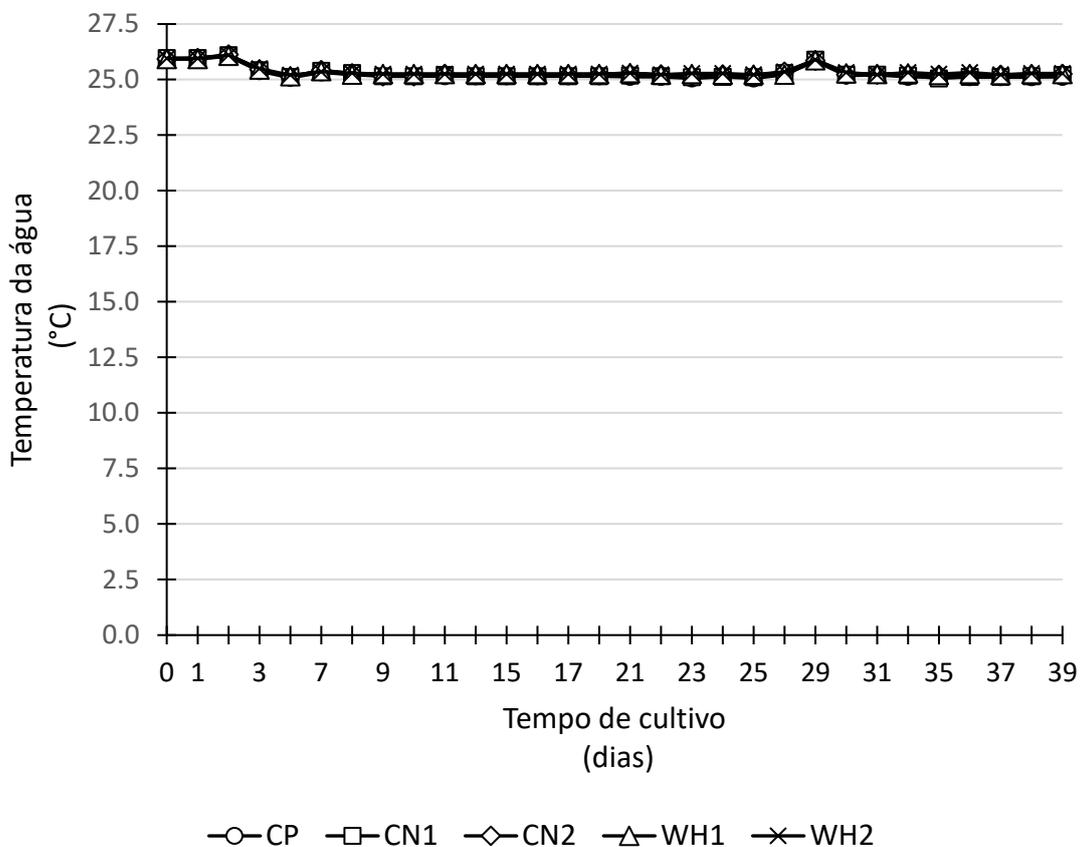
Trat ¹	Temperatura (°C)		P-valor ²	pH		P-valor ²
	Inicial	Final		Inicial	Final ⁵	
CP	25,9 \pm 0,0	25,1 \pm 0,1	<0,001	7,6 \pm 0	8,0 \pm 0,01 a	0,029
CN1	26,0 \pm 0,1	25,2 \pm 0,1	<0,001	7,6 \pm 0	8,0 \pm 0,00 a	0,029
CN2	25,9 \pm 0,0	25,3 \pm 0,1	<0,001	7,6 \pm 0	7,8 \pm 0,01 ab	0,029
WH1	25,9 \pm 0,0	25,3 \pm 0,1	<0,001	7,6 \pm 0	7,7 \pm 0,04 b	ns
WH2	26,0 \pm 0,1	25,3 \pm 0,1	<0,001	7,6 \pm 0	7,7 \pm 0,02 b	ns
P-valor ³	ns ⁴	ns	-	ns	0,002	-

¹CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. ²Teste de Mann-Whitney. ³Teste de Kruskal-Wallis. ⁴Não-significativo (P-valor>0,05). ⁵Médias, na mesma coluna, com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey.

Ao longo dos 39 dias do projeto, a temperatura da água das caixas experimentais se manteve relativamente constante, variando entre 25 e 26 °C, ao longo do tempo de observação. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos experimentais para temperatura da água (Figura 6; $p>0,05$).

Segundo Kubitzka (1999), a temperatura ideal para o cultivo de peixes tropicais varia de 28 a 32 °C. Entretanto, a temperatura da água das caixas experimentais se manteve abaixo do recomendado, variando entre 25 e 26°C, ao longo do tempo de observação.

Figura 6 - Temperatura da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4)

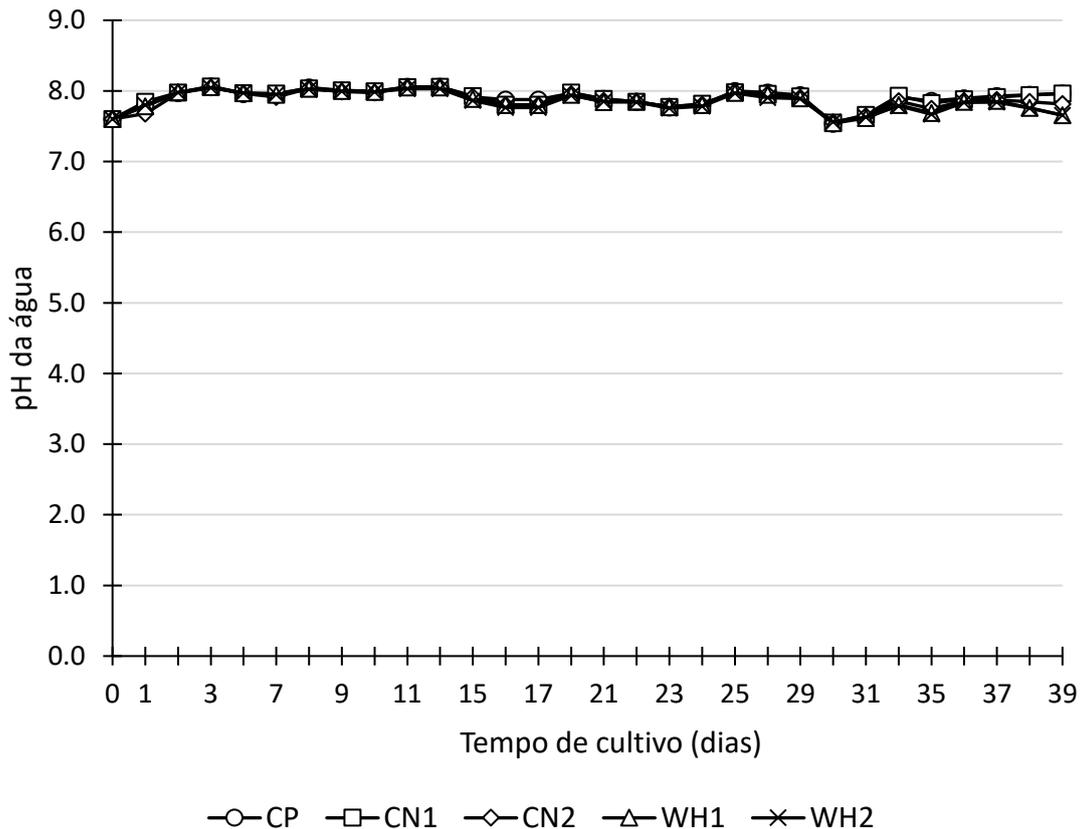


CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

O pH inicial da água foi 7,6, elevando-se para 8 no terceiro dia de cultivo. No geral, o pH da água apresentou pequenas variações ao longo do trabalho, não havendo diferenças

significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). Contudo, no dia último dia de monitoramento, o pH da água em CP e CN1 foi significativamente maior que em WH1 e WH2 (Figura 7; $P<0,05$). Em geral, a faixa adequada de pH da água para aquicultura é 6,5 – 9,0 (BOYD; TUCKER, SOMRIDHIVEJ, 2016). Assim, o pH das caixas do experimento, durante todo o tempo de observação, manteve-se dentro do intervalo ideal.

Figura 7 - pH da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Exceto pelo último dia, as diferenças observadas entre as médias não foram significativas, em cada tempo de observação (ANOVA $p>0,05$). No dia 39, o pH da água em CP e CN1 foi significativamente maior que em WH1 e WH2 pelo teste de Tukey.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para O_2 dissolvido na água (Tabela 4; $p>0,05$). Observou-se aumento na concentração de oxigênio dissolvido na água, ao longo do tempo, em todas as caixas ($P<0,05$). Constatou-se elevação na condutância específica da água (CE), em todas as caixas, em decorrência da aplicação de sal comum. A CE final em CP foi significativamente maior que em WH1 e WH2 ($P<0,05$).

Tabela 3 - O₂ dissolvido e condutância específica (CE) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, após 39 dias (média ± d.p.; n = 4)

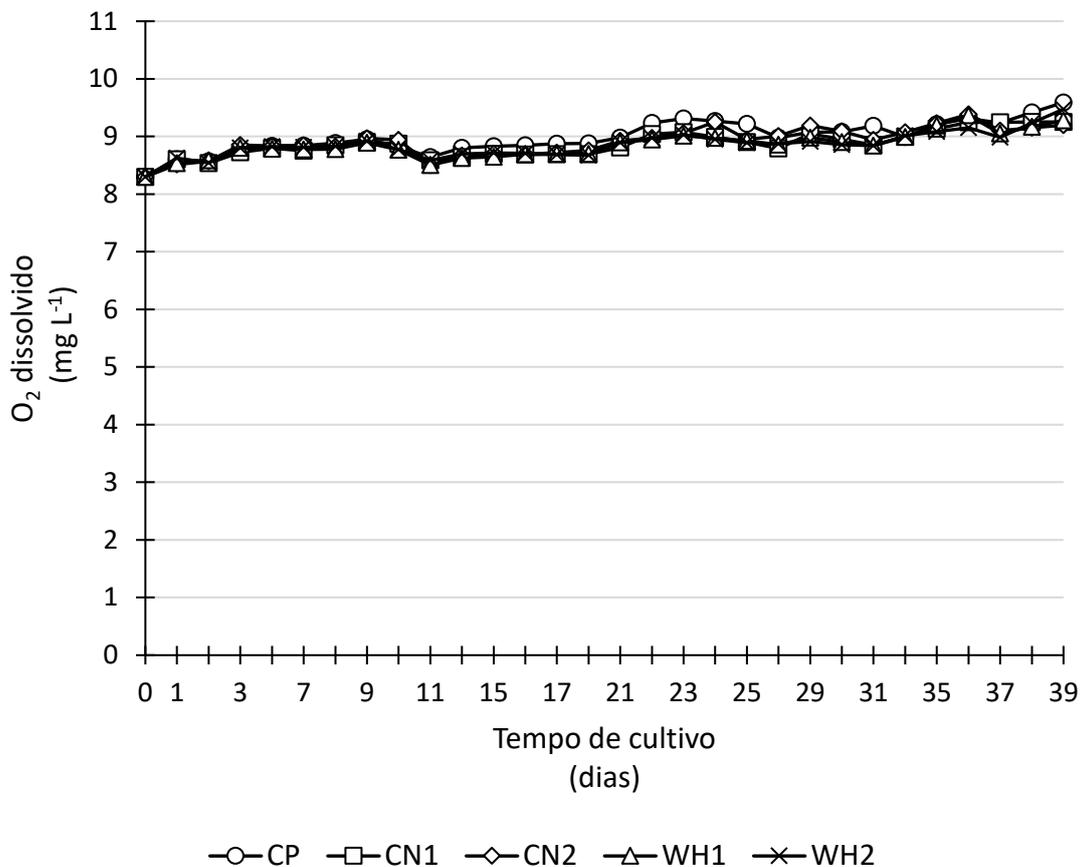
Trat ¹	O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)		P-valor ²	CE (mS cm ⁻¹)		P-valor ²
	Inicial	Final		Inicial	Final ⁵	
CP	8,3 ± 0	9,6 ± 0,3	0,029	0,38 ± 0	1,38 ± 0,04 a	0,029
CN1	8,3 ± 0	9,3 ± 0,2	0,029	0,38 ± 0	1,24 ± 0,04 ab	0,029
CN2	8,3 ± 0	9,2 ± 0,3	0,029	0,38 ± 0	1,14 ± 0,08 ab	0,029
WH1	8,3 ± 0	9,3 ± 0,3	0,029	0,38 ± 0	1,09 ± 0,06 b	0,029
WH2	8,3 ± 0	9,5 ± 0,3	0,029	0,38 ± 0	1,09 ± 0,07 b	0,029
P-valor ³	ns ⁴	ns	-	ns	0,01	-

¹CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. ²Teste de Mann-Whitney. ³Teste de Kruskal-Wallis. ⁴Não-significativo (P-valor > 0,05). ⁵Médias, na mesma coluna, com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Dunn.

No início do trabalho, a concentração de oxigênio dissolvido na água foi de 8,2 mg L⁻¹. Observou-se aumento no O₂ dissolvido ao longo dos 39 dias de observação. Ao final, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, em cada tempo de observação (Figura 8; $p > 0,05$).

O O₂ é essencial à vida dos organismos aquáticos (KUBITZA, 2003; ROCHA *et al.*, 2004). Quando em baixa concentração na água, a insuficiência de O₂ pode atrasar o crescimento, reduzir a eficiência alimentar e aumentar a incidência de doenças e levar à morte. Segundo Boyd (1990), concentrações de O₂ acima de 4 mg/L são adequadas para o cultivo de peixes. As concentrações de O₂ no experimento se mantiveram acima do mínimo necessário para o cultivo de peixes.

Figura 8 - Concentração de O₂ dissolvido na água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).

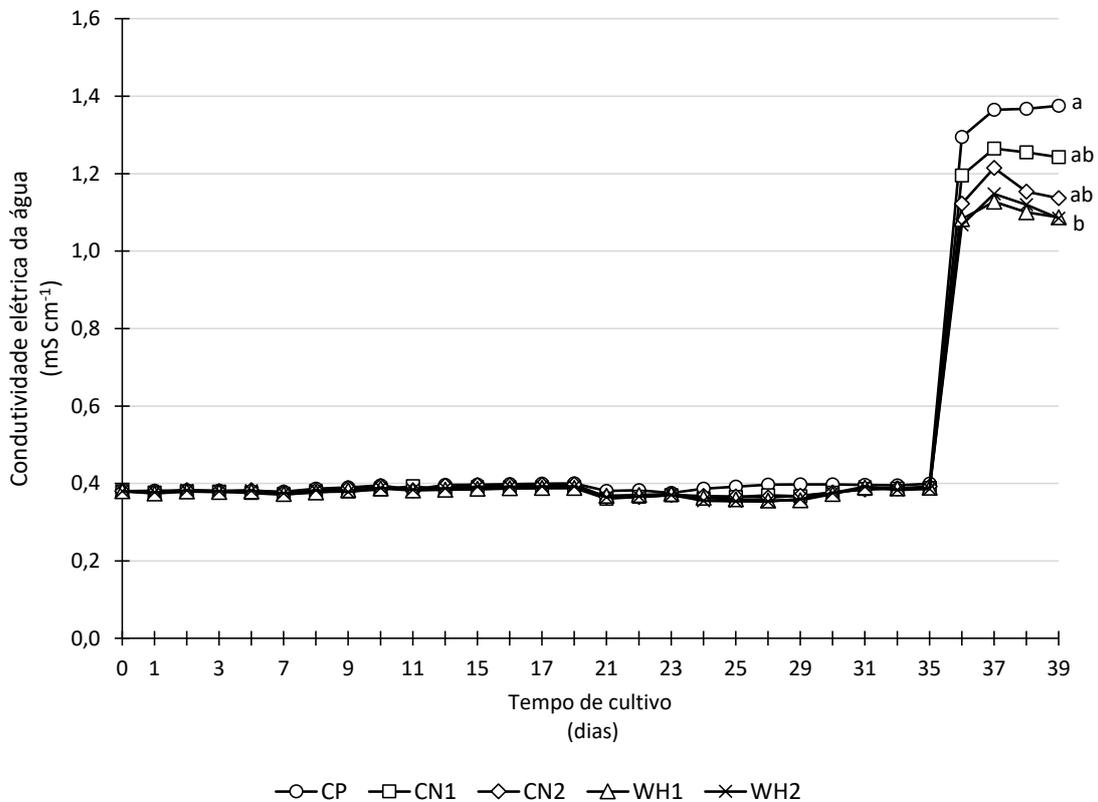


CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

A condutância específica (CE) inicial da água foi igual a $0,4 \text{ mS cm}^{-1}$, mantendo-se em torno desse valor durante a maior parte do tempo (Figura 9). Contudo, no 35º dia de cultivo, foi necessária a aplicação de sal comum nas caixas, em virtude da observação de elevadas concentrações de nitrito na água. Por isso, a CE da água sofreu brusco aumento, ultrapassando 1 mS cm^{-1} . Como consequência, a CE da água diferiu de modo significativo entre os tratamentos nos últimos dias, sendo que a CE em CP foi maior que em WH1 e WH2 ($p > 0,05$).

A salinidade inicial da água foi igual a $0,28 \text{ g/L}$ e uma salinidade final média de $0,91 \text{ g/L}$, tendo a salinidade variado dentro desse intervalo durante todo o experimento. Salinidade da água de 11 g/L é isosmótica para a tilápia (SÁ, 2012).

Figura 9 - Condutividade elétrica da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Exceto pelos três últimos dias, as diferenças observadas entre as médias não foram significativas, em cada tempo de observação (ANOVA $P > 0,05$). Nos dias 37, 38 e 39, médias com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para alcalinidade total da água (AT), tanto no início como no final do trabalho (Tabela 5; $p > 0,05$). Percebeu-se uma redução na AT da água em todas as caixas, tendo CN2 apresentado a maior AT ao final. Não foi constatada diferenças significativas entre os tratamentos para dureza total (DT) das águas ($p > 0,05$). Foi observado que a DT em CP foi significativamente maior que nos demais tratamentos. Notou-se aumento significativo na DT da água em todas as caixas, ao longo do tempo ($p > 0,05$).

A pequena reposição e renovação da água contribuíram para a queda da alcalinidade nos tanques (KUBITZA, 2017). Nos tanques WH1 e WH2, em virtude do fornecimento do farelo de folha de aguapé fermentado, é possível que traços de ácido fosfórico tenham contribuído para a redução da alcalinidade. A entrada de cálcio na água, oriundo da ração

ofertada aos peixes, pode ter elevado a dureza da água. Logo, a maior quantidade de ração fornecida às caixas CP explica os maiores valores de dureza, nesse tratamento.

Tabela 4 - Alcalinidade total (AT) e dureza total (DT) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, após 37 dias (média \pm d.p.; n = 4)

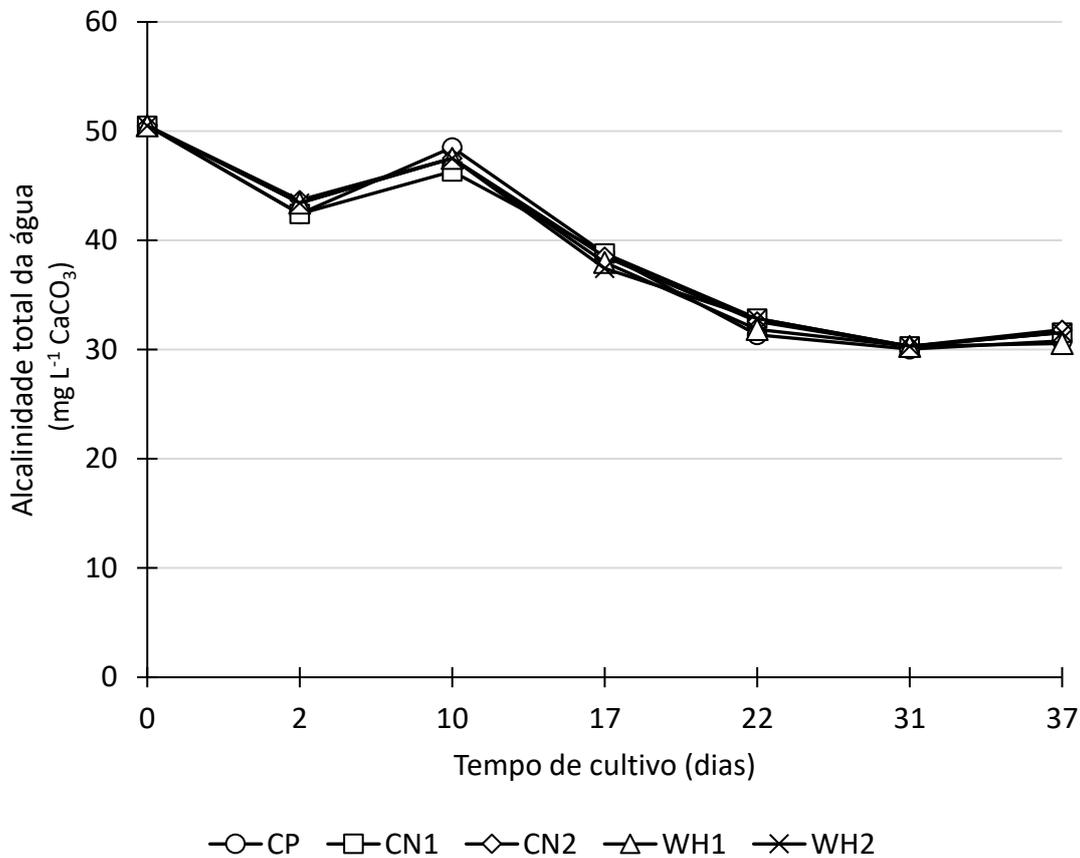
Trat ¹	AT (mg L ⁻¹ CaCO ₃)		P-valor ²	DT (mg L ⁻¹ CaCO ₃)		P-valor ²
	Inicial	Final		Inicial	Final ⁵	
CP	50,5 \pm 0	30,8 \pm 1,3	0,029	85,7 \pm 0	100,3 \pm 2,8 a	0,029
CN1	50,5 \pm 0	31,6 \pm 1,9	0,029	85,7 \pm 0	91,2 \pm 3,5 b	0,029
CN2	50,5 \pm 0	31,8 \pm 1,8	0,029	85,7 \pm 0	92,5 \pm 2,8 b	0,029
WH1	50,5 \pm 0	30,6 \pm 0,4	0,029	85,7 \pm 0	89,5 \pm 0,7 b	0,029
WH2	50,5 \pm 0	31,6 \pm 1,4	0,029	85,7 \pm 0	88,5 \pm 0,9 b	0,029
P-valor ³	ns ⁴	ns	-	ns	0,024	-

¹CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. ²Teste de Mann-Whitney. ³Teste de Kruskal-Wallis. ⁴Não-significativo (P-valor > 0,05). ⁵Médias, na mesma coluna, com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey.

A alcalinidade total (AT) inicial da água foi igual a 50 mg L⁻¹ CaCO₃. A AT apresentou uma variação para baixo no segundo dia e para cima no dia 10. A partir daí, a AT caiu em todas as caixas, não tendo havido diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 10; $p > 0,05$). A AT final da água ficou próxima de 30 mg L⁻¹ CaCO₃.

Segundo Sá (2012), os três principais benefícios da alcalinidade elevada para o ecossistema aquático são o tamponamento do pH da água, o aumento na produtividade primária e a diminuição dos riscos de toxicidade por metais. Ainda segundo o autor, a recomendação de alcalinidade total para a aquicultura em águas doces é de 20 – 150 mg L⁻¹ CaCO₃. Dessa forma, a AT das caixas se manteve dentro do intervalo ideal, durante todo tempo de observação. A queda na alcalinidade da água se deveu, provavelmente, ao consumo de bicarbonatos e carbonatos ocorrido durante o processo de neutralização de íons H⁺ liberados na água. Sabe-se que a respiração e a decomposição de matéria orgânica na água liberam CO₂ que, dissolvido na água, produz íons H⁺ (ARANA, 2000).

Figura 10 - Alcalinidade total da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



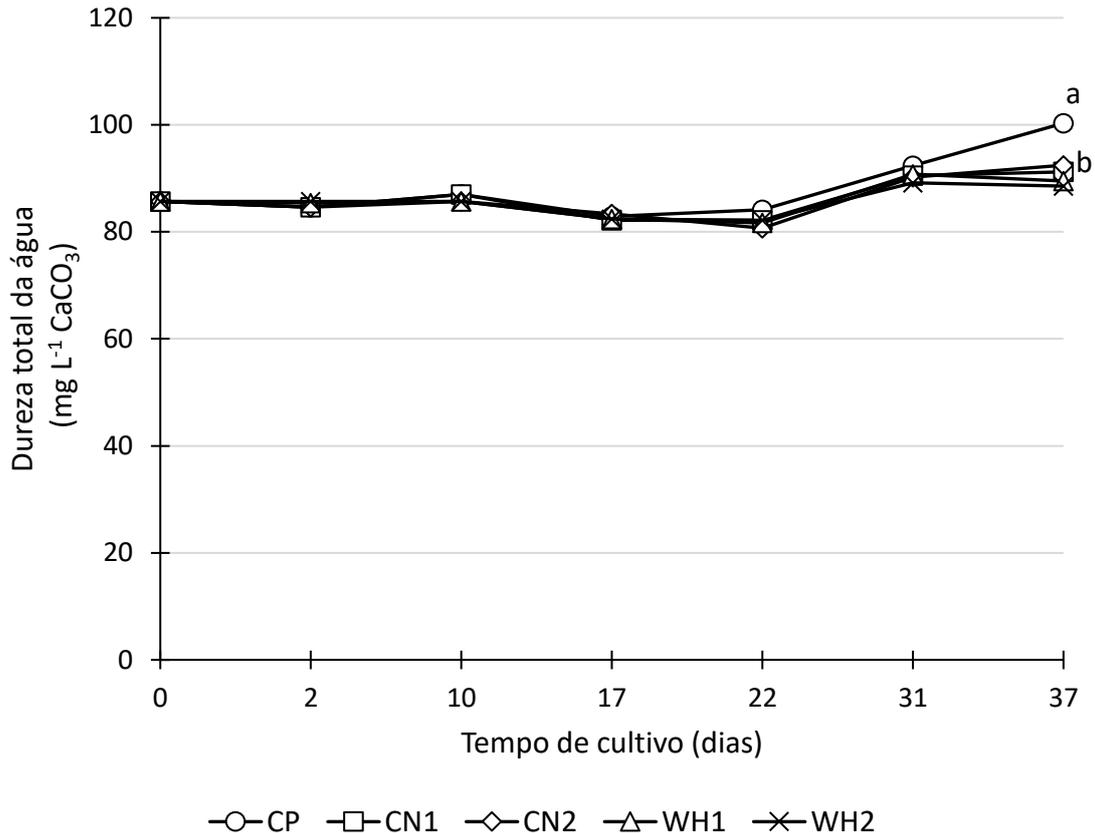
CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

A dureza total (DT) da água apresentou valor inicial de 85,7 mg L⁻¹ CaCO₃. A partir do 22º dia de cultivo, a DT da água se elevou em todas as caixas. No último dia de monitoramento, isto é, dia 37, a DT da água foi significativamente maior em CP que o observado nos demais tratamentos (Figura 11; $p > 0,05$).

A DT representa a soma dos cátions divalentes, principalmente Ca⁺² e Mg⁺², sendo expressa em mg L⁻¹ de CaCO₃ (BOYD; TUCKER; SOMEIDHIVEJ, 2016). Segundo Sá (2012), o cálcio está presente nos ossos, dentes e carapaças dos animais aquáticos. Além disso, o cálcio atua em funções fisiológicas vitais, tais como na transmissão nervosa, coagulação sanguínea, contração muscular e osmorregulação. Para tilápia do Nilo, Cavalcante *et al.* (2012)

demonstraram melhor desempenho quando a DT é mantida acima de $20 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. Logo, a DT da água ficou acima do valor mínimo para a tilápia, durante todo tempo de observação. As águas do experimento podem ser classificadas como moderadamente duras (PARKER, 1995).

Figura 11 - Dureza total da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Exceto pelo último dia de monitoramento, as diferenças observadas entre as médias não foram significativas, em cada tempo de observação (ANOVA $P > 0,05$). No dia 37, a dureza total da água em CP foi significativamente maior que a dos demais tratamentos (Kruskal-Wallis ANOVA $P = 0,024$).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as concentrações iniciais e finais de NAT – nitrogênio amoniacal total e nitrito (Tabela 6; $p > 0,05$). Observou-se redução significativa na concentração de NAT em todas as caixas. Constatou-se uma redução significativa nas concentrações de nitrito na água, em todos os tratamentos, ao longo do tempo ($p > 0,05$).

Segundo Esteves (1998), as bactérias do gênero *Nitrossomonas* oxidam a amônia a nitrito na presença de oxigênio, tendo contribuído para a redução dos níveis de NAT, ao longo do tempo de observação. Contudo, os níveis de nitrito atingiram níveis muito elevados. Para Kubitzka (2007), a baixa renovação de água nos tanques leva à elevação da concentração de nitrito nos tanques. A aplicação de sal comum na água ameniza o estresse pelo nitrito em peixes, uma vez que os íons cloretos, quando presentes em quantidades adequadas na água, ligam-se aos receptores de nitrito nas brânquias, impedindo a absorção deste composto tóxico.

Tabela 5 - Concentrações de nitrogênio amoniacal total (NAT) e nitrito (N-NO_2^-) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, após 37 dias (média \pm d.p.; n = 4).

Trat ¹	NAT (mg L ⁻¹)		P-valor ²	N-NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)		P-valor ²
	Inicial	Final		Inicial	Final	
CP	1,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029	0,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029
CN1	1,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029	0,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029
CN2	1,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029	0,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029
WH1	1,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029	0,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029
WH2	1,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029	0,5 \pm 0	0,0 \pm 0	0,029
P-valor ³	ns ⁴	ns	-	ns	ns	-

¹CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. ²Teste de Mann-Whitney. ³Teste de Kruskal-Wallis.

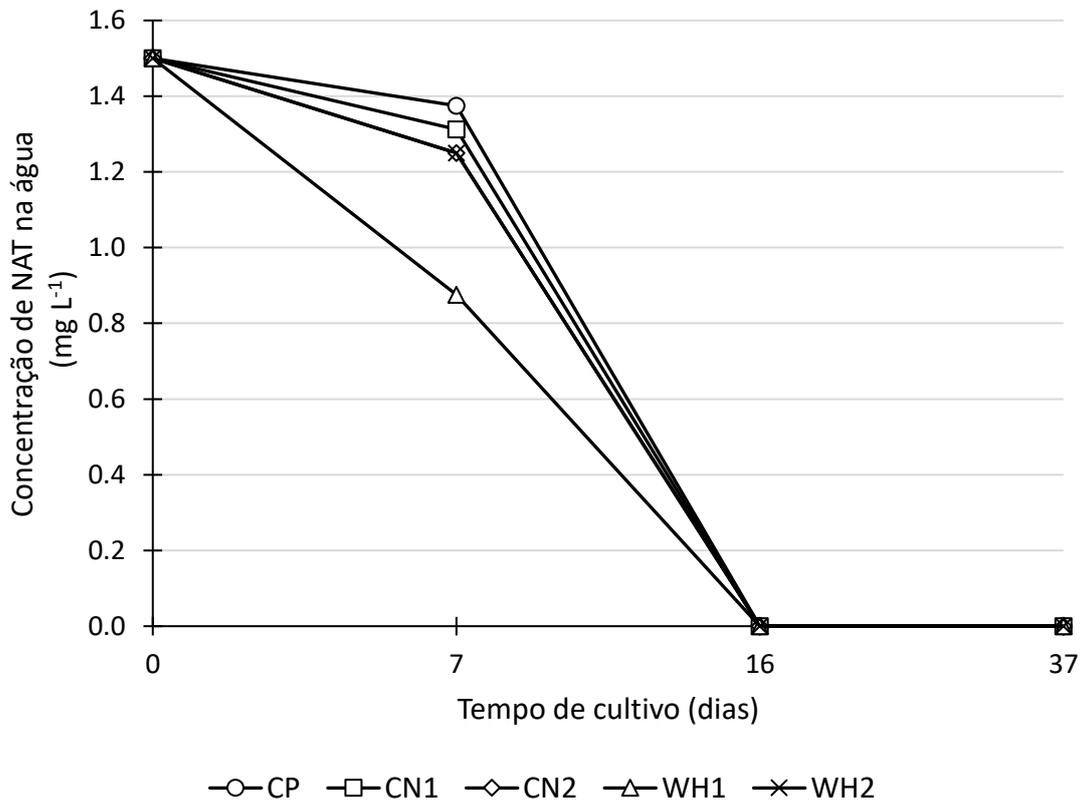
⁴Não-significativo (P-valor > 0,05).

A concentração inicial de nitrogênio amoniacal total (NAT) da água estava elevada, sendo igual a 1,5 mg L⁻¹. Com o passar do tempo, o NAT foi sendo reduzido, tendo zerado no 16º dia. A partir daí, a concentração de NAT na água permaneceu zero até o final. As diferenças observadas entre os tratamentos para NAT não foram significativas (Figura 12; $p > 0,05$).

Segundo Sá (2012), deseja-se que a concentração de amônia não ionizada da água de cultivo esteja abaixo de 0,05 mg L⁻¹ para não causar nenhum malefício aos peixes. A amônia na forma não-ionizada (NH₃) e em concentração elevada pode prejudicar a produção de ATP e, dessa forma, inibir o crescimento dos peixes (PARKER; DAVIS, 1981, *apud* CAVERO *et al.*,

2004). No início do experimento, os níveis de amônia na água estavam acima do recomendado por Sá (2012). Contudo, a partir do 16º dia de observação, a concentração de amônia atendeu ao recomendado pela literatura.

Figura 12 - Concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



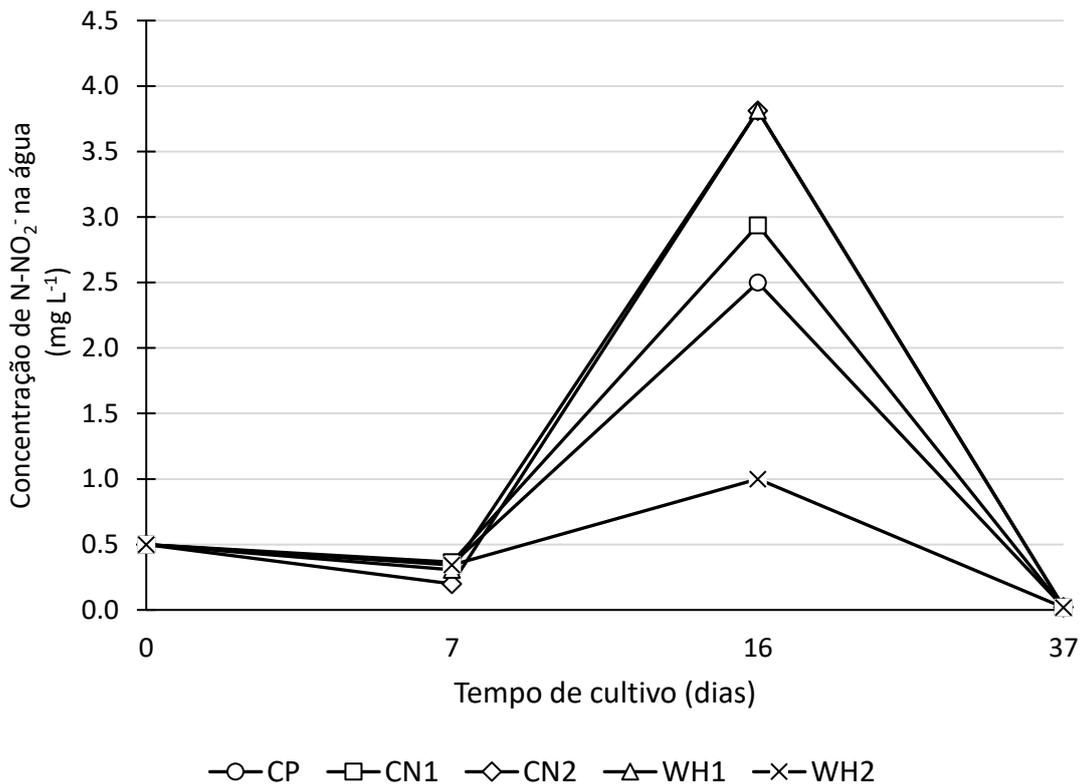
CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

A concentração inicial de nitrito na água das caixas foi igual a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, sendo reduzida no 7º dia de cultivo. No dia 16, entretanto, houve um pico de nitrito na água que motivou a aplicação de sal comum não iodado, nas caixas. Ao final, as concentrações de nitrito na água, em todos os tratamentos, estavam zeradas. Em cada tempo de observação, as diferenças entre os tratamentos para nitrito não foram significativas (Figura 13; $p > 0,05$).

Segundo Sá (2012), concentrações de nitrito na água acima de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ já são consideradas perigosas para os animais aquáticos. Elevadas concentrações de nitrito na água podem ocasionar o desenvolvimento da doença do sangue marrom, que é o resultado da

oxidação do ferro da hemoglobina de Fe^{+2} para Fe^{+3} pelo nitrito, gerando a metahemoglobina, que possui uma coloração marrom. A concentração de nitrito, ao início do experimento, estava levemente acima do recomendado, havendo uma queda nos níveis de nitrito no 16º dia de observação. O pico de nitrito foi ocasionado, provavelmente, pelo excesso de matéria orgânica no sistema, além da ausência de renovação de água (KUBITZA, 2007).

Figura 13 - Concentração de nitrito ($N-NO_2^-$) da água de tanques de criação de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças observadas entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

3.2 Desempenho Zootécnico

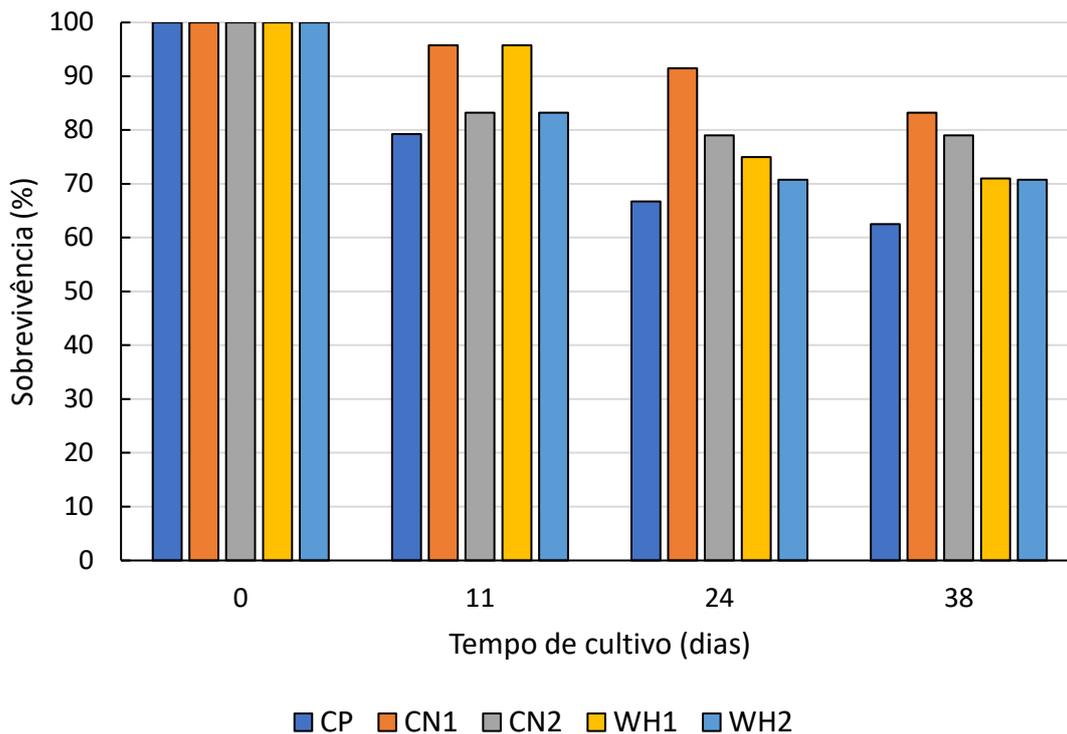
Os resultados obtidos por meio das análises realizadas no Laboratório de nutrição animal.

Tabela 2 - Composição centesimal dos farelos de folha de aguapé, não-fermentado e fermentado (base matéria seca).

Variável (%)	Farelo de aguapé não-fermentado	Farelo de aguapé Fermentado
Matéria seca	92,96	92,38
Proteína bruta	25,41	21,46
Extrato etéreo	3,62	0,57
Matéria mineral	14,10	21,27
Fibra detergente neutro	61,50	62,75
Fibra detergente ácido	28,37	42,78
Energia bruta (kcal/kg)	4.362	3.777

Todas as caixas experimentais iniciaram o trabalho com 6 peixes, tendo havido a morte de alguns animais ao longo do tempo. Ao final de 38 dias de cultivo, a sobrevivência em CP foi igual a 62,5% e 83,25% em CN1, que foi a maior dentre todos os tratamentos. Em CN2, a sobrevivência dos peixes foi de 79% e 71% e 70,25% para WH1 e WH2, respectivamente. Em cada tempo de observação, as diferenças observadas entre os tratamentos para sobrevivência dos peixes não foram significativas (Figura 14; $p > 0,05$).

Figura 14 - Sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

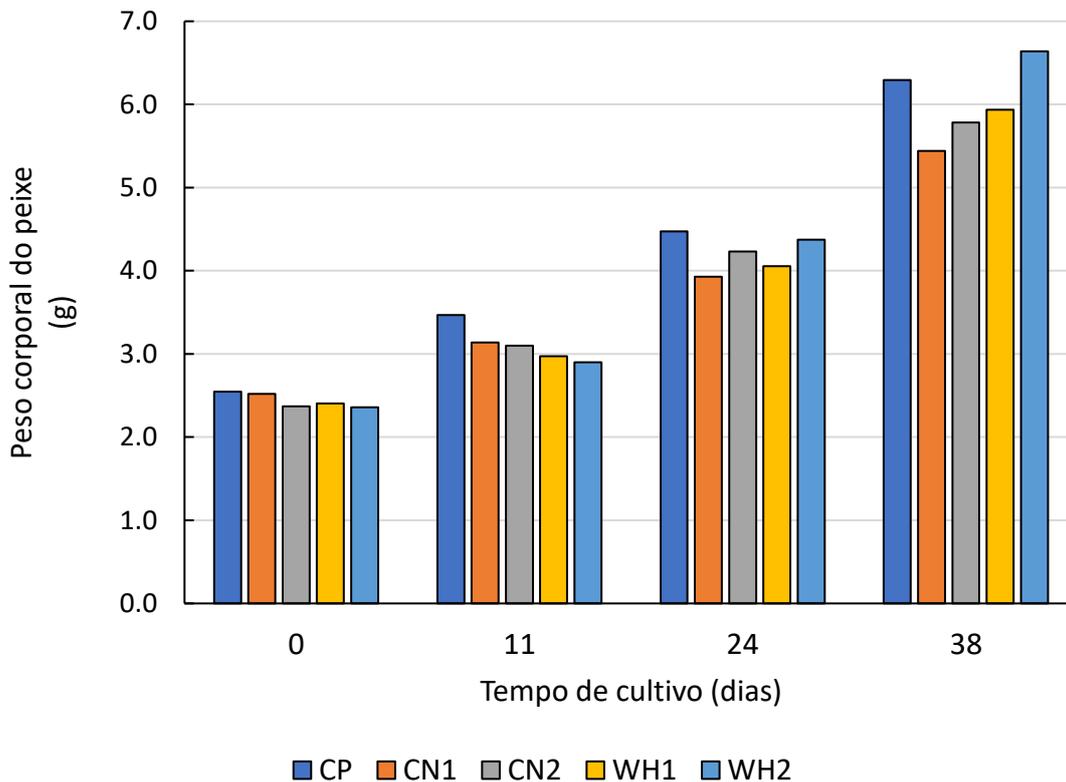
Houve uma pequena diferença, não significativa, nos resultados de sobrevivência dos peixes entre os tratamentos com aguapés fermentados e não-fermentado. No trabalho de Reidel *et al.* (2005), a sobrevivência média dos alevinos de tilápia foi de 80%, valor acima do obtido no presente experimento, 73,3%. No mesmo trabalho, a substituição parcial da ração pelo farelo de aguapé não interferiu na sobrevivência dos animais.

O peso corporal inicial médio dos animais foi de, aproximadamente, 2,5 gramas, tendo havido crescimento gradativo ao longo do tempo. O tratamento CP apresentou um crescimento corporal mais elevado, mantendo-se à frente dos demais quase até o final, quando foi ultrapassado por WH2. O tratamento CN1 foi aquele com juvenis de tilápia com menor peso final. Em cada tempo de observação, as diferenças existentes entre os tratamentos para peso corporal do peixe não foram significativas (Figura 15; $p > 0,05$).

Segundo El-Sayed (2003), a inclusão de aguapé na dieta da tilápia do Nilo afeta significativamente a taxa de crescimento dos peixes. É esperado que o farelo fermentado apresente um desempenho melhor da tilápia para o ganho de peso, em relação ao farelo não-

fermentado. No trabalho do mesmo autor, os alevinos de tilápia do Nilo iniciaram o experimento com peso corporal médio de 1,1 gramas. Os peixes que foram alimentados apenas com ração balanceada terminaram com 6,5 g, enquanto os peixes alimentados com farelo não-fermentado e fermentado exibiram peso corporal final de, respectivamente, 4,0 e 4,8 g. Esses resultados estão próximos aos obtidos no presente experimento, onde os animais dos grupos CP e CN1, ao término do tempo de observação, atingiram um peso corporal médio de 6,29 e 5,24 gramas. Os pesos corporais finais médios dos peixes dos grupos WH1 e WH2 foram iguais a 5,94 e 6,64 g, respectivamente, sendo superiores aos obtidos por El-Sayed (2003). Ademais, os grupos CP e WH2 obtiveram os melhores resultados em relação ao ganho de peso, o que sugere uma boa aceitação e nutrição da ração e do farelo pelos peixes.

Figura 15 - Peso corporal final de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).



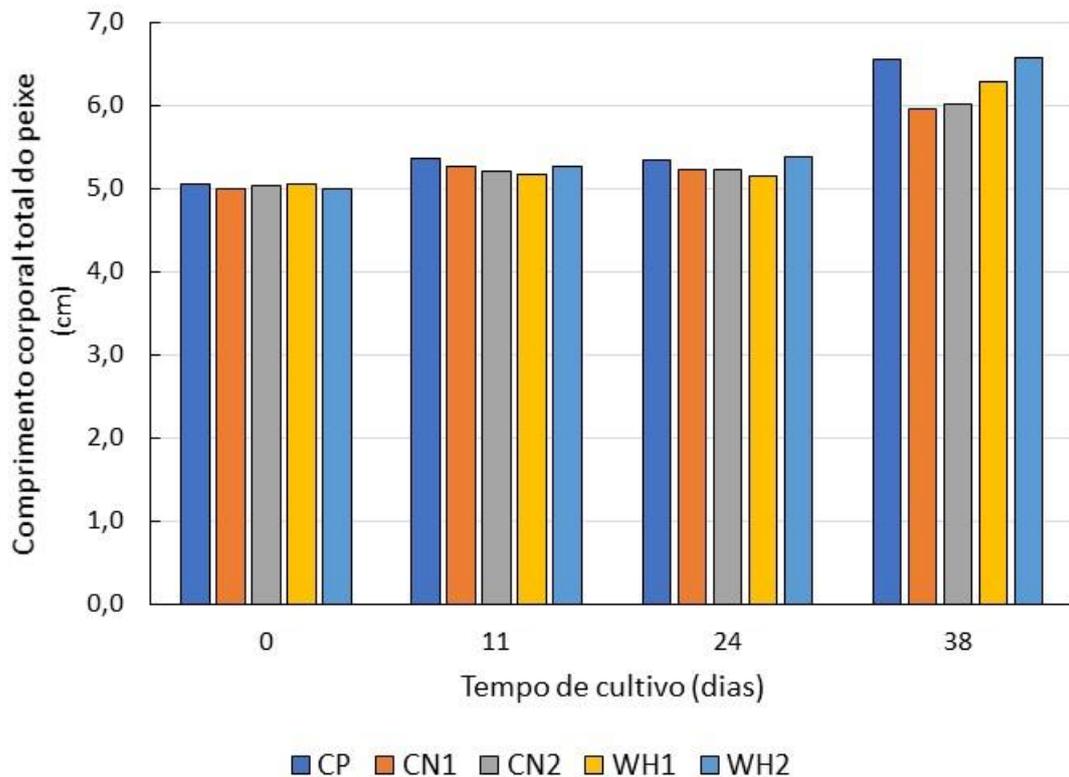
CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

O comprimento corporal inicial médio dos animais foi de, aproximadamente, 5,0 g, tendo havido crescimento gradativo ao longo do tempo. O tratamento CP apresentou um

crescimento corporal dos peixes mais elevado, mantendo-se a frente dos demais até o 24º dia de observação, quando foi ultrapassado por WH2. O tratamento CN2 foi aquele com juvenis de tilápia com menor comprimento final. Em cada tempo de observação, as diferenças existentes entre os tratamentos para o comprimento corporal do peixe não foram significativas (Figura 16; $p > 0,05$).

A substituição parcial da ração comercial pelo farelo de folha de aguapé afetou o comprimento corporal dos animais no trabalho de Lewandowski (2014). O crescimento corporal dos peixes alimentados com farelo fermentado foi superior ao dos peixes alimentados com o farelo não-fermentado. O crescimento corporal dos peixes do presente trabalho, contudo, foi menor se comparado ao experimento de Lewandowski (2014), onde os peixes cresceram de 8,0 cm para 11 cm, em média, um crescimento médio de 3 cm, enquanto os peixes deste experimento cresceram, em média, 1,5 cm.

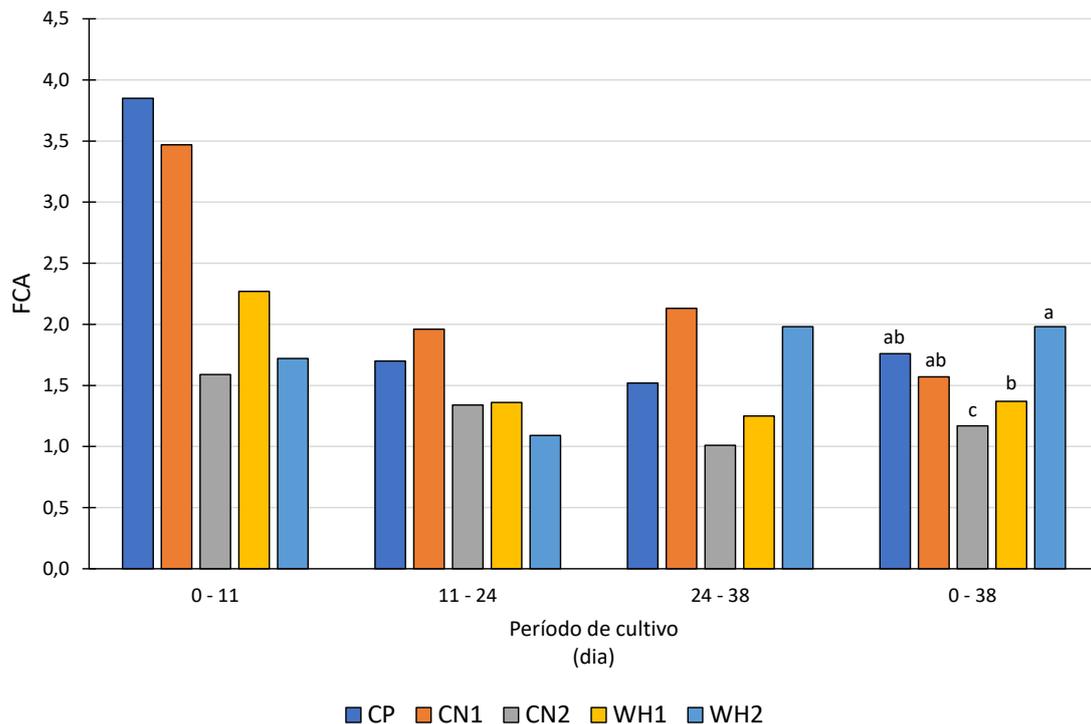
Figura 16 - Comprimento corporal final de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, as diferenças entre as médias não foram significativas (ANOVA $P > 0,05$).

O fator de conversão alimentar inicial (FCA), em todas as caixas, foi elevado, particularmente em CP e CN1. Em seguida, observou-se uma redução considerável nos valores de FCA, com WH2 apresentado o maior FCA e CN2 o menor valor. Considerando todo o tempo do cultivo, CN2 apresentou FCA significativamente menor que WH1 que, por sua vez, foi menor que WH2 (Figura 17; $p > 0,05$).

Figura 17 - Fator de conversão alimentar (FCA) de juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes manejos alimentares (n = 4).



CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Em cada tempo de observação, médias com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Holm-Sidak (ANOVA $P < 0,05$). Ausência de letras indica que as diferenças entre as médias não são significativas.

A substituição da ração comercial pelo farelo de folha de aguapé afetou o FCA dos animais, com os peixes alimentados com o farelo não-fermentado tendo obtido um melhor FCA do que os animais que receberam o farelo fermentado. Em Lewandowski (2014), o FCA das tilápias alimentadas com farelo de folha de aguapé foi em torno de 2,02. Os valores de FCA de todos os grupos experimentais do presente estudo foram menores, como pode ser visto a seguir: CP (1,8), CN1 (1,6), CN2 (1,2), WH1 (1,4) e WH2 (2,0). O grupo experimental CN2 se

destacou por ter obtido o melhor FCA, sugerindo que o farelo de aguapé não fermentado pode ter uma maior aceitabilidade pela tilápia do Nilo que o farelo fermentado.

De acordo com Katz (2018), os alimentos fermentados possuem aroma e sabor característicos que resultam, direta ou indiretamente, dos organismos fermentadores. Além disso, os resultados obtidos sugerem que o farelo não-fermentado de folhas de aguapé é uma melhor fonte alimentar para juvenis de tilápia do Nilo que o farelo fermentado. A composição centesimal do farelo de folha de aguapé não-fermentado se mostrou superior à composição do farelo de folha de aguapé fermentado (Tabela 2). O farelo não-fermentado apresentou maiores teores proteicos, lipídicos e energéticos que o farelo fermentado de aguapé. Além disso, o farelo não-fermentado de folha de aguapé possuía menos matéria mineral e, principalmente, menos lignina e celulose que o farelo fermentado. Enquanto o farelo não-fermentado de folha de aguapé possuía 28,3% de fibra em detergente ácido (FDA), que compreende a parte menos digestível da parede celular, o farelo fermentado de aguapé continha 42,7% de FDA (Tabela 2). Logo, o processo fermentativo empregado no presente trabalho se mostrou inadequado por reduzir os níveis proteicos, lipídicos e energéticos do farelo de aguapé. Portanto, o valor nutricional do farelo de folha de aguapé não-fermentado foi superior ao do farelo fermentado para os juvenis de tilápia do Nilo.

Em El-Sayed (2003), a fermentação reduziu os níveis proteicos do farelo de aguapé, mas levou à diminuição na quantidade de fibras. Já Feddern (2007), em conformidade com o presente trabalho, também não observou redução no conteúdo fibroso do alimento após a fermentação, tendo sugerido que o processo fermentativo empregado não foi eficaz na pré-digestão das fibras.

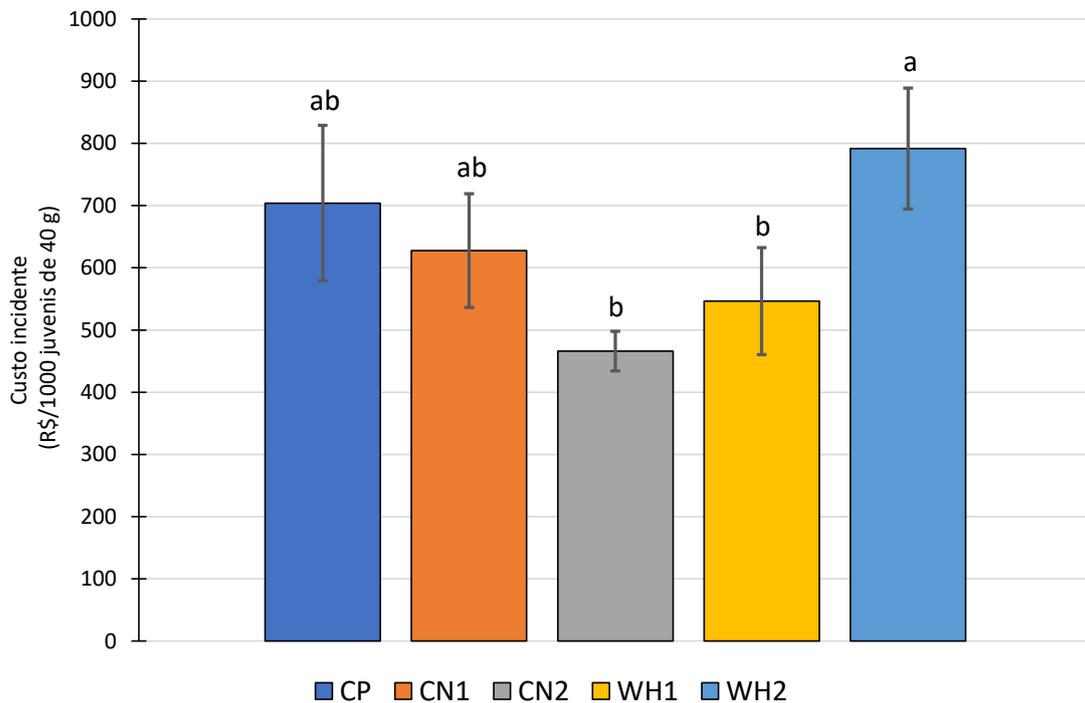
3.3 Indicadores Econômicos

Após os 39 dias de cultivo, determinou-se o custo incidente com ração comercial para cada tratamento. CN2 foi o tratamento que apresentou o menor custo incidente entre todos, com valor próximo de R\$ 580,00 por milheiro de juvenis de tilápia de 40 g., o qual não diferiu de modo significativo ($p < 0,05$) de WH1, que teve custo incidente de, aproximadamente, R\$ 650,00. WH2 apresentou o maior custo incidente entre todos os tratamentos, cerca de R\$ 800,00, valor significativamente maior que em CN2 e WH1 (Figura 18; $p < 0,05$).

O manejo alimentar de menor custo incidente foi o CN2, sugerindo que o farelo de aguapé tem influência positiva na redução nos custos de produção, uma vez que houve uma redução na taxa de arraçoamento em 20% que foi complementada com o farelo não-fermentado. Esse resultado sugere que CN2 foi o tratamento mais viável economicamente. Os manejos CP

e WH2 apresentaram os maiores custos incidentes, onde, o custo de CP corresponde ao custo padrão de um cultivo sem nenhuma redução na taxa de arraçoamento. O custo incidente em CP foi semelhante ao observado em WH2, no qual não houve redução na taxa de arraçoamento e se ofertou farelo fermentado aos animais. Isso sugere que os peixes se saciaram parcialmente com o farelo de aguapé, reduzindo o consumo da ração balanceada. Assim, WH2 foi o tratamento menos indicado a ser utilizado em cultivos comerciais da tilápia do Nilo.

Figura 18 - Custo incidente com ração comercial para produzir um milheiro de juvenis de tilápia de 40 g (média \pm d.p.; n = 4).

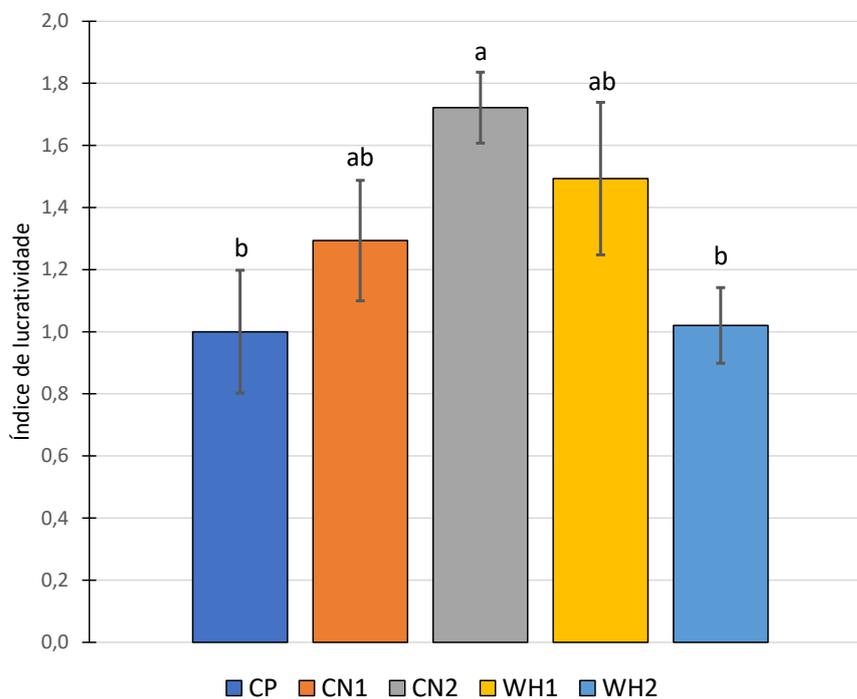


CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Colunas com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Holm-Sidak (ANOVA $P < 0,05$).

O índice de lucratividade na produção de juvenis de tilápia de 40 g mostrou que em CN2 o produtor obteria um lucro de 70%, sendo o tratamento mais lucrativo de todos. Entretanto, as diferenças entre CN2, CN1 e WH1, para índice de lucratividade, não foram significativas ($P > 0,05$). CP e WH1 apresentaram os menores índices de lucratividade, com o valor igual a 1,0, significando que não haveria nem lucro, nem prejuízo ao produtor (Figura 19; $p < 0,05$).

O manejo alimentar com o melhor índice de lucratividade foi o do grupo CN2, cerca de 70%, sugerindo que o farelo não-fermentado de folhas de aguapé nutriu melhor os animais. Por isso, CN2 pode ser considerado o tratamento mais lucrativo e o mais adequado a ser implementado em cultivos comerciais de tilápia do Nilo. Os manejos com menores índices de lucratividade foram CP onde não houve nem lucro, nem prejuízo; e WH2, onde houve um lucro muito pequeno, quase nulo. Esses resultados sugerem que CP e WH2 seriam os manejos menos indicados para serem aplicados em cultivos comerciais de juvenis de tilápia do Nilo.

Figura 19 - Índice de lucratividade na produção de juvenis de tilápia de 40 g (média \pm d.p.; n = 4).



Índice de lucratividade: quantidade de reais ganhos para cada real gasto com ração comercial. CP: apenas ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa; CN1: apenas ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa. CN2: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé não-fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH1: ração comercial, na taxa diária de 4% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa; WH2: ração comercial, na taxa diária de 5% da biomassa, e farelo de aguapé fermentado, na taxa diária de 1% da biomassa. Colunas com letras distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Holm-Sidak (ANOVA $P < 0,05$).

De acordo com El-Sayed (2003), o aguapé possui valor nutricional como alimento para juvenis de tilápia do Nilo, podendo assim substituir parcialmente a ração balanceada, sem que a redução na oferta de ração comercial acarrete prejuízo zootécnico. O farelo fermentado de folhas de aguapé apresentou um resultado superior ao do farelo não-fermentado para ganho em peso dos animais. Contudo, ao analisarmos os índices econômicos, o farelo fermentado de folhas de aguapé levou a um desempenho inferior ao do farelo não-fermentado, mostrando que

o processo de fermentação pode não ter sido bem-sucedido. Em consequência, a fermentação do aguapé não teria justificativa técnica e econômica para substituições de até 20% na oferta de rações balanceadas. El-Sayed (2003) cita a necessidade da realização do processo fermentativo apenas para substituições acima de 20%. Em porcentagens inferiores, não seria necessária a fermentação do aguapé como alimento para tilápia. El-Sayed (2003) também cita que o melaço de cana-de-açúcar é o melhor material para uso na fermentação do aguapé. Teixeira (2019), por outro lado sugerem o emprego de pré-tratamentos alcalinos, com a aplicação de hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), além do ácido fosfórico para facilitar a ação das bactérias fermentadoras sobre a celulose, o que tornaria o processo de fermentação mais efetivo.

4 CONCLUSÃO

A suplementação da ração comercial de juvenis de tilápia do Nilo com farelo fermentado de aguapé reduziu o pH e a alcalinidade da água, provavelmente devido ao uso de ácido fosfórico no seu preparo. Não foi observado efeito significativo da suplementação com farelo de aguapé sobre outros indicadores de qualidade de água.

Embora os peixes alimentados com o farelo fermentado de folha de aguapé, sem restrição na oferta da ração comercial, tenham exibido crescimento corporal acima dos demais tratamentos, o emprego dessa estratégia alimentar não se mostrou economicamente viável, uma vez que seu índice de lucratividade foi um dos menores. Deve-se considerar, além disso, o longo tempo de espera necessário para a conclusão do processo fermentativo, isto é, 50 dias.

Faz-se necessário reformular o processo de fermentação que foi utilizado no presente trabalho, de modo a torná-lo mais eficiente. Somente assim será possível utilizar o farelo de folha de aguapé em criações comerciais de juvenis de tilápia do Nilo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. **Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes.** Planta daninha. 28, mai. 2003.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões.** 2. ed. Florianópolis: EDUFSC, 2000. 231 p.
- BOYD, C.E., TUCKER, C.S.; SOMEIDHIVEJ, B. Alkalinity and Hardness: Critical but Elusive Concepts in Aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 47, 2016.
- CAVALCANTE, D.H.; SILVA, S.R.; PINHEIRO P.D.; AKAO M.M.F.; SÁ M.V.C. Single or paired increase of total alkalinity and hardness of water for cultivation of Nile tilapia juveniles, *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, p. 177– 183, 2012.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R.; ONO, E.A. 2004 Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesq. Agropec. bras.**, 39(5): 513-516.
- EL-SAYED, A.-F. M. Effects of fermentation methods on the nutritive. **Aquaculture**, n. 218, p. 471-478, 2002.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- FEDDERN, VIVIAN. Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz. **Ciênc. Tecnol. Aliment. Out**, 2007.
- GARCIA, M. A.; KLAI, A.; CRISTIANE, I. C. Aguapé (*Eichhornia crassipes*): Uma alternativa alimentar para bovinos de pequenas propriedades no perímetro da represa Billings - Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, p. 37 – 43, 2000.
- GUIMARÃES, GOMES, I. d. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo ("*Oreochromis niloticus*"). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, p. 140 – 149, 2008.
- HOLM, L. R.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P. The world's worst weeds. Distribution and biology. Honolulu, Hawaii: **University Press of Hawaii**, 1997.
- KATZ, S. E. **Wild fermentation. The flavor, nutrition and craft of live-culture foods.** Chelsea Green Publishing, White River Jct. 2018. 320 p.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** CIP – USP, 1999.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte 1. **Panorama da Aquicultura.** v. 8, fev. 1998.

- KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Panorama da Aquicultura**. Set. 2007.
- LÚCIA HELENA SIPAÚBA-TAVARES, J. D. *Eichhornia crassipes* biomass as a dietary supplement for. **Acta Scientiarum**, p. 1 – 7, 2019.
- LEWANDOWSKI, VANESSA. Aguapé (*Eichhornia crassipes*) em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta iguazu**. v.3, n.3, p. 103-112, 2014.
- MEDEIROS, F. **Produção brasileira de peixes de cultivo sobe 4,7% e atinge 841005 toneladas**. Anuário 2022 peixe BR da Piscicultura.
- OLIVEIRA, J. C., & BRUZON, G. **Aplicação de aguapé para o tratamento de efluentes**. Fundação Educacional do Município de Assis. 2022. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqPics/1311430158P588.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- PARKER, R. Aquaculture Science. Washinton: Delmar Publishers, 1995. 66 p.
- RUFCHAEI, R., NEDAEI, S., HOSEINIFAR, S. H., HASSANPOUR, S., GOLSHAN, M., & BOURANI, M. S. Improved growth performance, serum and mucosal immunity, haematology and antioxidant capacity in pikeperch (*Sander lucioperca*) using dietary water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaf powder. **Aquaculture Research**, p. 2194-2204, 2020.
- SÁ, M. V. C. Limnocultura: limnologia para aquicultura. Fortaleza: UFC, 2012.
- SILVA, A. D., SANTOS, R. B., BRUNO, A. M., GENTELINI, A. L., & SILVA, A. H. Eficiência do aguapé sobre variáveis limnológicas em canais de abastecimento utilizados no cultivo de tambaqui. **ACTA AMAZÔNICA**, p. 255 – 262, 2014.
- OLIVEIRA, P. **Preço da Ração Dispara – Capítulo VI**. Meus Sertões. 2020. Disponível em: <<https://www.meussertoes.com.br/2020/09/16/preco-da-racao-dispara>>. Acesso em: 28 mar.2022.
- REIDEL, A. Utilização de efluente de frigorífico, tratado com macrófita aquática, no cultivo de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, p.181-185, 2005.
- TEIXEIRA, D. A. **Produção de etanol de segunda geração a partir de aguapé (*Eichhornia crassipes*)**. 2019. 84 f. Tese (Doutorado em Biocombustíveis) – Programa de Pós-graduação em Biocombustíveis, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
- TREVISAN, R. Efeito da adição de solutos e ácidos em poupa de goiaba. **Food Sci. Technol.**, v.19, n.1, 1999.