

**LUCIANO SOUSA DE BRITO**

**COMPORTAMENTO ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA  
(*Oreochromis niloticus*) SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS ALIMENTARES**

**TERESINA, PI**

**2020**

LUCIANO SOUSA DE BRITO

COMPORTAMENTO ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DA TILÁPIA  
(*Oreochromis niloticus*) SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS ALIMENTARES

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciência  
Animal da Universidade Federal do Piauí,  
como requisito para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior

TERESINA, PI

2020

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processos Técnicos

B862c Brito, Luciano Sousa de  
Comportamento alimentar e desempenho zootécnico da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes manejos alimentares. / Luciano de Sousa Brito .-- 2020.  
47 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - Teresina, 2020.

“Orientador: Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior .”

1. Alimentação animal. 2. Alimentador automático. 3. Bem-estar.  
4. Comportamento. I. Título.


CDD 636.3084

**COMPORTAMENTO ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOTÉCNICO DA TILÁPIA  
(*Oreochromis niloticus*) SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS ALIMENTARES**

**LUCIANO SOUSA DE BRI**


**Dissertação aprovada em: 20/07/2020**

**Banca Examinadora:**



---

**Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior (Presidente) / CMRV/UFDFar**



---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Nasaré Bona de Alencar Araripe (Interno) / DZO/CCA/UFPI**



---

**Prof. Dra. Sandra Helena de Mesquita Pinheiro. (Externo) /UFDFar**

TERESINA-PI

2020

A DEUS, por tudo que tem me proporcionado em vida;

A minha esposa Gabriela Caroline pelo companheirismo e incentivos de todas as horas;

Aos meus pais, Manoel José de Brito e Maria Aparecida Sousa de Brito, pelos exemplos de vida, honestidade e humildade;

Aos meus irmãos Antônio José, Carmem Lucia, Julia Maria, Antônio Marcos, Karliane e Maria Das Dores, por fazerem parte da minha história de vida;

**DEDICO**

O temor ao Senhor é o princípio do conhecimento; os loucos desprezam a sabedoria e a instrução. Filho meu, ouve a instrução de teu pai, e não deixes o ensinamento de tua mãe,

**(Provérbios 1: 7, 8)**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que me concede, por não permitir que jamais perca a vontade de viver. Por me incentivar sempre a ser corajoso e honesto, mesmo sabendo que o mundo vive transformado em corrupção.

A toda a minha família em especial aos meus pais, por acreditarem no projeto de vida que Deus me concedeu, pelo esforço para que eu tivesse acesso à educação (escolas) mesmo não tendo eles a oportunidade de ser alfabetizados e pelo caráter e humildade que herdei deles.

Em especial a minha tia “Antônia Dourado”, que foi a pessoa que sempre me incentivou aos estudos e ao profissionalismo, que na distância de minha mãe foi quem exerceu por 10 anos essa função de aconselhadora. A família Marques, em especial ao meu tio Manoel Marques pessoa principal que me proporcionou a oportunidade de sair da zona rural e estudar na cidade e as minhas primas Amanda Dourado e Fernanda Dourado.

Ao Prof. Dr. Severino Cavalcante de Sousa Júnior, pela aceitação e confiança concedida em me orientar durante essa jornada de Pós-Graduação, pela paciência, conselhos e sugestões em todas as etapas do projeto.

A minha esposa Gabriela Caroline pelos incentivos e pelas vezes que me ajudou sempre que precisei durante a pesquisa.

Aos amigos de Pós-Graduação que quando precisei ajudaram de alguma forma.

A Professora Dr<sup>a</sup>. Maria de Nasaré Bona de Alencar Araripe pelas orientações e pela disposição em está sempre me atendendo e ajudando quando precisei de orientação durante o experimento.

Aos Servidores da UFPI: José, Felipe, Bento e Kleber pelo apoio no projeto.

A Coordenação do curso (Arnold Azevedo) e a todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal pelo conhecimento proporcionado e adquirido, fundamentais na minha formação.

A Pedagoga Regina Paiva e a todos aqueles que de algum modo fizeram parte e contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE SIGLAS, ABREVEATURAS E SIMBOLOS .....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	17
2.2. Manejo alimentar.....	17
2.2.1. Frequência alimentar .....	18
2.2.2. Fornecimento de alimento e alimentadores automáticos .....	18
2.2.3 Comportamento e bem-estar .....	19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2 .....	22
<b>4. CAPÍTULO I:</b> .....	26
<b>Comportamento alimentar e desempenho zootécnico da tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) submetida a diferentes manejos alimentares .....</b>	<b>27</b>
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	28
INTRODUÇÃO .....	28
MATERIAL E MÉTODOS .....	30
Instalações e condições experimentais .....	30
Abastecimento e qualidade da água .....	31
Delineamento experimental.....	31
Alimentação .....	32
Desempenho zootécnico e variáveis produtivas.....	33
Índice hepatossomático e viscerossomático .....	34
Fator de condição e relação peso comprimento .....	34
Comportamento alimentar.....	34
Análise estatística.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
Qualidade da água .....	36



Comportamento alimentar.....	36
Desempenho zootécnico e variáveis produtivas.....	38
Índice hepatossomático e viscerossomático.....	40
Fator de condição e relação peso comprimento.....	41
CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

**LISTA DE FIGURAS****CAPÍTULO I**

- Figura 1.** Manejo alimentar com os tratamentos proposto - alimentação automática (figura – A) e alimentação manual (figura - B) .....33
- Figure 2.** Comportamento alimentar da tilápia (*Oreochromis niloticus*) mediante fornecimento manual (figura A) e por alimentador automático (figura B).....38

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Valores médios da variável Tempo de reação ao fornecimento da ração – TRF e Tempo de consumo total da ração fornecida TCT, da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida à alimentação manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....37
- Tabela 2.** Valores médios da variável Ganho em peso total - GPT (g) e Conversão alimentar (CA) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida à alimentação manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....39
- Tabela 3.** Valores médios da variável Sobrevivência S (%) Índice de Eficiência Produtiva (IEP) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida à alimentação manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....40
- Tabela 4.** Valores médios da variável dos Índice hepatossomático - IHS (%) e viscerossomático - IVS (%) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos ao fornecimento de ração por alimentador manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....40
- Tabela 5.** Valores médios das variáveis do Fator de Condição relativo (Kn) e Ralação peso comprimento - RPC da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos ao fornecimento de ração por alimentador manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....41
- Tabela 6.** Parâmetros da regressão linear entre peso e comprimento da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida ao fornecimento de ração por alimentador manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.....42

**LISTA DE SIGLAS, ABREVEATURAS E SIMBOLOS**

AA - Alimentação automática  
AM - Alimentação manual  
CDR – consumo diário de ração  
CA - Conversão alimentar  
CCA - Centro de Ciências Agrárias  
CEUA - Comissão de ética no uso de animais  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FAD – Frequência alimentar  
GPT - Ganho em peso total  
GCD - Ganho de crescimento diário  
IEP - Índice de Eficiência Produtiva  
IHS - índice hepatossomático  
IVS - índice viscerossomático  
Kn – Fator de Condição  
pH – Potencial de hidrogênio  
S - Sobrevivência dos animais  
TA – Tipo de alimentador  
TCE - Taxa de crescimento específico  
TRF - Tempo de reação ao fornecimento da ração  
TCT - Tempo total para consumo da ração fornecida  
T1 - Tratamento um  
T2 - Tratamento dois  
T3 – Tratamento três  
T4 - Tratamento quatro  
2RAM - 2 refeições por dia e alimentação manual  
2RAA - 2 refeições por dia e alimentação automática  
6RAM - 6 refeições por dia e alimentação manual  
6RAA - 6 refeições por dia e alimentação automática

BRITO, L. S. **Comportamento alimentar e desempenho zootécnico da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida a diferentes manejos alimentar**. 2020. 46p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento alimentar e desempenho zootécnico de juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes manejos alimentares. O experimento durou 63 dias, utilizando 200 tilápias com peso médio inicial de 16,56g ( $\sigma=2,73$ ). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado esquema fatorial, com 2 frequências alimentares diárias (2 e 6) e 2 tipos de alimentadores (manual e automática), 5 repetições por tratamento, 20 unidades experimentais, cada uma representada por 1 tanque de 1.000 L contendo 10 peixes. Verificou-se interação no tempo de consumo total da ração fornecida (TCT) entre as frequências alimentares diárias (FAD) e tipos de alimentadores (TA), com diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre tratamentos. Não foi observada interação entre os níveis dos fatores para variável tempo de reação ao fornecimento da ração (TRF), verificou-se apenas diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos. Para ganho de peso total (GPT), conversão alimentar (CA), Índice de Eficiência Produtiva (IEP), sobrevivência (S), índice hepatossomático (IHS), índice viscerossomático (IVS), fator de condição (Kn) e relação peso comprimento (RPC) não houve interação entre os fatores. Analisando a FAD independentemente observou-se diferença significativa entre os tratamentos para GPT, CA, IHS e IVS. O manejo empregado com alimentador automático e 6 refeições diárias afetou o comportamento alimentar dos peixes proporcionando um menor gasto de tempo no consumo da ração. Os melhores desempenhos zootécnicos foram registrados com o uso do alimentador automático com 6 refeições diárias, e com uso de alimentador manual combinado com 2 e 6 refeições diárias.

**Palavras-chave:** Alimentador automático. Bem-estar. Comportamento.

BRITO, L. S. **Feeding behavior and zootechnical performance of tilapia (*Oreochromis niloticus*) submitted to different feeding managements.** 2020. 46p. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí, Teresina, 2020.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the feeding behavior and zootechnical performance of young tilapia (*Oreochromis niloticus*), having different dietary managements. The experiment lasted 63 days, using 200 tons with an initial average weight of 16.56g ( $\sigma = 2.73$ ). The design used was the randomized factorial scheme, with 2 feeding frequencies (2 and 6) and 2 types of feeders (manual and automatic), 5 treatment repetitions, 20 experimental units, each represented by 1 tank of 1,000 L 10 fish. There was an interaction in the time of total consumption of the reproduction rate (TCT) between food eating frequencies (FAD) and types of food (TA), with a significant difference ( $P < 0.05$ ) between uses. There was no interaction between the levels of the factors for the variable reaction time to the supply of the relationship (TRF), with only a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the procedures. For total weight gain (GPT), feed conversion (CA), productive efficiency index (IEP), survival (S), hepatosomatic index (IHS), viscerosomatic index (IVS), condition factor (Kn) and weight ratio (RPC) there was no interaction between the factors. Analyzing the FAD, the difference between treatments for GPT, CA, IHS and IVS is reduced. The management used with automatic feeder and 6 meals affected the feeding behavior of the fish, reducing the time spent without feed consumption. The best zootechnical performances were registered with the use of the automatic feeder with 6 meals, and with the use of the manual feeder combined with 2 and 6 meals.

**Keywords:** Automatic feeder. Welfare. Behavior.

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura tem sido um dos ramos da produção animal que mais cresce no mundo, o setor apresentou, no período de 2001 a 2018, um aumento médio de 5,3% ao ano. A produção mundial em 2018 foi de 82 milhões de toneladas (t) com um valor comercial estimado em \$ 250 bilhões de dólares (FAO, 2020).

No cenário mundial aquícola o Brasil é destaque na piscicultura de água doce, atualmente é o quarto maior produtor de tilápias com 432.149 toneladas produzidas em 2019, que correspondeu a 57% de toda produção nacional que foi 758.006 t (PEIXE BR, 2020).

A tilápia, entre as espécies cultivadas, domina no mercado brasileiro por atingir peso de mercado entre o sexto e sétimo mês de cultivo, tem ótima conversão alimentar, resistência a doenças, uma carne com poucas espinhas de excelente sabor e ideal para preparos gastronômicos (SANTOS et al., 2009). O manejo alimentar é um fator determinante no desempenho zootécnico da espécie quando cultivada em sistema de confinamento.

Comportamentos e hábitos alimentares são ferramentas utilizadas em pesquisa de nutrição, de modo que os comportamentos são eventos alteráveis e cuja repetição afeta o hábito do animal à resposta nutricional (KLOTZ-SILVA et al., 2016).

O aumento da privação alimentar no cultivo de tilápia do Nilo proporciona maior taxa de crescimento, indicando que esses peixes têm um grande potencial para compensar o período de alimentação restrito anterior e recuperar o gasto energético (SAYED ALI, 2016)

Para melhoria do manejo na piscicultura novas pesquisas e tecnologias surgem constantemente, entre essas tecnologias alimentadores automáticos têm sido criados com o propósito de reduzir o tempo utilizado pelo tratador na oferta de ração e aumentar o número desse manejo no dia-a-dia, através de configurações preestabelecidas de intervalos entre as refeições e quantidade desejada (NIRWAN et al., 2017; UDDIN et al., 2016).

A eficiência da ingestão de alimentos e a utilização de nutrientes são os dois principais fatores biológicos que determinam a viabilidade de um manejo na atividade na aquicultura, portanto, os piscicultores devem ter um controle preciso do suprimento de alimentos, para alcançar o crescimento máximo, com mínimo desperdício de ração e impacto ambiental (SILVA et al., 2016).

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o comportamento alimentar e desempenho zootécnico de juvenis de tilápia da espécie *Oreochromis niloticus*, submetidos a diferentes manejos alimentares, utilizando alimentação manual e automático, e oferta de ração com duas frequências diárias distintas.

Este trabalho foi dividido segundo as normas para elaboração e apresentação de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí (PPGCA-UFPI).



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**

A Tilápia *Oreochromis niloticus* é um peixe nativo da África, introduzido no Brasil desde a década de 1950, recomendada por apresentar inúmeras qualidades zootécnicas representa a maior produção entre as espécies de peixes cultivadas no país (SALOMÃO; DRIMEL; SANTOS et al., 2017).

A tilápia é um peixe onívoro, que se alimenta de fitoplâncton, perifíton, plantas aquáticas, pequenos invertebrados, fauna bentônica, detritos e biofilmes associados a estes, como faz a utilização da secreção do muco na cavidade bucal para captação de plâncton, sendo essa característica particular da espécie (FAO, 2015). É uma espécie tropical de hábito diurno que vive em águas rasas de rios, lagos e canais de irrigação, podendo esses ambientes serem de água doce ou salobra (FISHBASE, 2015).

As tilápias são peixes tropicais, e como qualquer outra espécie quando cultivada exige manejo adequado nos tanques de cultivo (BHATNAGAR; DEVI, 2013). Requer uma boa qualidade da água determinada por fatores como temperatura entre 25 e 31°C, teores de oxigênio dissolvido (OD) acima de 2-3 mg/L, pH entre 6,0 e 7,0 e níveis de amônia não-ionizada inferiores a 0,08 mg/L. São peixes tolerantes às altas densidades de estocagem suportando regimes intensivos de criação (FRACALOSSO; CYRINO, 2012).

### **2.2. Manejo alimentar**

O sucesso da aquicultura está associado ao conhecimento das características fisiológicas e comportamentais das espécies cultivadas. No cultivo de peixe a alimentação é determinante e tem influência direta no crescimento dos animais (BAKI; YUCEL, 2017).

Um bom manejo alimentar não se limita apenas em fornecer um alimento de qualidade aos peixes, pois a forma, o horário da alimentação, a quantidade e o número de vezes que este

é fornecido podem resultar em maior crescimento, melhor conversão alimentar e diminuir perdas de ração (SCHINAITTACHER et al., 2005).

O fornecimento de ração é um item de grande importância em uma produção aquícola, apresentando estreita relação com outros elos da atividade, influenciando o estado de sanidade dos peixes, a qualidade da água do cultivo, bem como, a qualidade final do pescado (MORO; RODRIGUES, 2015).

### **2.2.1. Frequência alimentar**

A frequência de alimentação representa o número de refeições em que os peixes ou qualquer outro animal, são alimentados em um determinado período de tempo (MIZANUR; BAI, 2014). Determinar o período de alimentação e a frequência de alimentação adequados para o cultivo refere-se a melhor estratégia de gerenciamento de alimentos, a fim de fazer o uso correto da ração e alcançar a melhor eficiência de produção (CASTRO et al., 2014).

A frequência que o alimento é colocado, afeta o ganho de biomassa dos peixes, e é determinante no desenvolvimento e crescimento dos animais cultivado. Desta forma estabelecer a frequência adequada de arraçamento para a espécie trabalhada é extremamente importante (SANTOS et al., 2014). Segundo Oliveira et al. (2016), a alimentação de peixes quando realizada várias vezes ao dia proporciona um melhor ganho de peso e diminui desperdícios de ração.

### **2.2.2. Fornecimento de alimento e alimentadores automáticos**

O fornecimento de alimentos 2 vezes por dia é uma prática generalizada entre os piscicultores, principalmente devido às dificuldades associadas ao manuseio de alimentos (SANCHES; KUHNEN, 2016). No entanto, essa dificuldade pode ser minimizada empregando alimentadores automáticos. O uso de alimentadores automáticos permite dividir a quantidade diária total de alimentos em intervalos regulares, permite a alimentação durante a noite, e reduz a interferência do manipulador (SOUSA et al., 2008).

A alimentação manual pode ocorrer várias vezes por dia, e o ponto positivo desse manejo é permitir observações oportunas da saúde e condições de criação (GRAIG; HELFRICH, 2009). No entanto, esse tipo de oferta de ração requer uma grande necessidade de tempo e mão de obra (CARTER, 2015).

Os animais apresentam um comportamento vigilante quando estão na presença humana, resultando em menor ingestão de alimentos e redução do sucesso produtivo (CIUTI et al., 2012). Assim a presença humana pode influenciar no comportamento dos animais, causando implicações no desenvolvimento destes e de suas populações.

A automação da alimentação possibilita alta frequência de refeições, ou seja, oferta de menor quantidade de alimento mais vezes durante o dia, além de permitir a alimentação noturna e controlar com eficiência a quantidade de ração fornecida (AGOSTINHO et al., 2010).

### **2.2.3 Comportamento e bem-estar**

Bem-estar deve ser definido de forma que permita pronta relação com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (MENDES et al., 2019).

Para Ceballos e Góis (2016) uma forma de entender melhor o bem-estar dos animais é estudando as suas necessidades, as quais estão divididas em diferentes domínios, sendo eles: i) nutrição, relacionado à privação de água, alimento e má-nutrição; ii) meio ambiente, relacionado aos desafios ambientais aos quais os animais estão submetidos; iii) saúde, relacionado às doenças, lesões e ao comprometimento funcional que estas podem acarretar; iv) comportamento, relacionados ao comportamento ou restrição interativa dos animais e finalmente v) estado mental / experiência, relacionado à ansiedade, medo, dor, estresse, sede, fome, aborrecimento, entre outros sentimentos que o animal possa experimentar quando mantido em cativeiro. Estratégias nutricionais podem ajudar os peixes a gerenciar os níveis de estresse (HASSAAN et al., 2019).

Iwama et al. (2004) classificam o estresse como um fator fisiológico, bioquímico expressado em resposta adaptativa comportamental a um estímulo submetido. O estresse é quantificado por alterações nos níveis de cortisol circulante e catecolaminas manifestado no filé do peixe, observadas por meio das alterações metabólicas como o aumento da demanda por energia como adenosina trifosfato (ATP) e glicose, como também, através de problemas com crescimento, capacidade reprodutiva, resistência a doenças e sobrevivência (BARTON, 2002).

O estresse é um dos principais problemas do peixe de criação, onde é visto como resultado de uma variedade de distúrbios e efeitos negativos. É importante minimizar esses efeitos e uma opção é o uso de alimentadores automáticos (GONZALEZ-SILVERA et al., 2018). O bem-estar dos peixes é um fator-chave para garantir culturas bem-sucedidas. Os peixes cultivados estressados mostram-se suscetíveis a patologias e apresentam menores taxas de crescimento (HERRERA et al., 2016).

O estresse em peixes é observado desde o seu desenvolvimento inicial, fatores ecológicos, biológicos e metodológicos devem ser considerados ao selecionar, medir e interpretar indicadores de estresse (SOPINKAE et al., 2016).

Indicadores de estresse são índices usados para determinar o status de bem-estar. O bem-estar dos peixes cultivados é influenciado por fatores ambientais e de manejo, que podem aumentar substancialmente os níveis de estresse dos animais e até mesmo comprometer sua sobrevivência (GUARDIOLA et al., 2016).

Para Diniz e Honorato, (2012) os agentes causadores de estresse em peixes são de natureza química como contaminantes, pH da água e baixo teor de oxigênio, ou de natureza física como transporte, confinamento e manuseio que causa desconforto para os peixes, como a presença de predadores ou de outras ameaças.

O estudo do Comportamento Animal é uma ponte entre os aspectos moleculares e fisiológicos da biologia e da ecologia. O comportamento é a ligação entre organismos e o

ambiente, e entre o sistema nervoso e o ecossistema (SNOWDON, 1999). Assim como outros vertebrados, os peixes respondem às questões e desafios ambientais com uma série de ajustes adaptativos que são coletivamente denominados resposta ao estresse (BRAITHWAITE; EBBESSON, 2014).

O comportamento social dos peixes pode ser afetado pelo ambiente que está inserido, principalmente por fatores, como elementos climáticos, temperatura, radiação solar, presença de predador ou de um estranho que, agem sobre espécies e que resulta em alterações comportamentais. Embora essas interações agressivas façam parte do comportamento natural dos peixes, se constantes e intensas, podem causar graves lesões corporais, aumentar o gasto de energia e levar os animais a sofrer estresse (FREITAS et al., 2019).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2

AGOSTINHO, C.A. et al. Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral. **Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI**. Brasil. (PI10055363), 2010.

BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integrative and Comparative Biology**, v. 42, p. 517-525, 2002.

BHATNAGAR A, DEVI P. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. **International journal of environmental sciences**, v. 3, p. 1980- 2019, n. 6, 2013 v. 3, n. 6, p. 1980–2009, 2013.

BRAITHWAITE V.A.; EBBESSON L. O. E. Pain and stress responses in farmed fish *Revue scientifique et technique - International Office of Epizootics*. v. 33, p. 245-253, 2014.

BAKI B.; YUCEL S. Feed cost/production income analysis of seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture international Journal of Ecosystems and Ecology Sciences**, v.7. 2017.

CARTER, C.G. Feeding in hatcheries. **Feed and Feeding Practices in Aquaculture**. Woodhead Publishing, Amsterdam, p. 317-348, 2015.

CASTRO, C. S. et al. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquicultura** v. 433, p. 1-5, 2014.

CEBALLOS, M. C.; Góis, K. C. R. Implicações da relação humano-animal no bem-estar dos animais de fazenda. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 17, p. 45-50, 2016.

CIUTI S. et al. Effects of Humans on Behaviour of Wildlife Exceed Those of Natural Predators in a Landscape of Fear. **PLoS ONE** 7. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050611>. Acesso em: 29 out. 2019.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C.A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo – Revisão. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia - Unipar**, v.15, n.2, p.149-154, 2012.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. **Fisheries and Aquaculture Department 2020**. Sustainability in action. Rome. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FAO. 2015. Cultured aquatic species information programme - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1758). **Fisheries and Aquaculture Department. 2015**. Disponível em: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en). Acesso em: 29 out. 2019.

FISHBASE - SISTEMA GLOBAL DE INFORMAÇÕES SOBRE PEIXES. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) **Nile Tilapia**. 2015. Disponível em: <https://www.fishbase.org/summary/2>. Acesso em: 29 out. 2019.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**. 2012.

FREITAS E. G. et al. Social Behavior and Welfare in Nile Tilapia. **Journal Fishes**, n. 4, p. 23, 2019.

GONZALEZ-SILVERA, D. et al. Effects of the dietary tryptophan and aspartate on the immune response of meagre (*Argyrosomus regius*) after stress. **Fishes**, v. 3, n. 6, 2018.

GRAIG, S. HELFRICH L. A. Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. **Virginia Cooperative Extension Publication**, p.420-256, 2009.

GUARDIOLA, F., et al. Using skin mucus to evaluate stress in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). **Fish Shellfish Immunol**, v. 59, p. 323–330. 2016.

HERRERA, M.; LÓPEZ, J.; HERVES, A. A. preliminary approach on the stress assessment through harmless procedures in farmed seabream (*Sparus aurata*). **Journal Animal Welfare**, v. 25, p. 423–427, 2016.

HASSAAN, M. S. et al Nutritional mitigation of winter thermal stress in Nile tilapia by propolis extract: Associated indicators of nutritional status, physiological responses and transcriptional response of delta-9-desaturase gene. **Aquaculture**, p. 511, 2019.

SNOWDON, C. T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estudos de Psicologia**. v.4, n.2, p. 365-373, 1999.

IWAMA, G.K. et al. Are HSPS suitable for indicating stressed states in fish? **The Journal of Experimental Biology**, v. 207, p. 15-19, 2004.

KLOTZ-SILVA, J.; PRADO, S.D.; SEIXAS, C. M. Eating behavior in the field of Food and Nutrition: what are we talking about? **Physis Revista de Saúde Coletiva**, v. 26, 2016.

MIZANUR, R. M.; BAI, S. C. A review of the optimum feeding rates and feeding frequency in korean rockfish *Sebastes schlegeli* reared at seven different water temperatures. **Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 17, n. 2, p. 229-247, 2014.

MENDES, P. V. C. et al. Diagnóstico de atendimento das normas de bem-estar animal em abatedouro de frangos situado no estado de Goiás. **PUBVET - Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.13, n.5, p.1-7, 2019.

MORO, G. V.; RODRIGUES, A. P. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, v. 1, p. 36, 2015.

NIRWAN, S. et al. The developement of automatic fish feeder system using arduino uno. **International Journal Of Modern Trends In Engineering And Research**, 2017.

OLIVEIRA, F. A. et al. Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages: productive performance at high feeding frequencies and different rates. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 702-708, 2016.

PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2020. Associação Brasileira de Piscicultura, p. 135, 2020.

SOPINKAE, N. M. et al. Indicadores de estresse em peixes Links do autor abrir painel de sobreposição. **Fisiologia dos Peixes**. v. 35, p. 405-462, 2016.

SALOMÃO, R. A. S.; DRIMEL, V. G.; SANTOS, V. B. Crescimento compensatório em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **PUBVET - Medicina Veterinária e Zootecnia** v.11, n.7, p.646-651, 2017.



SILVA, R. F.; KITAGAWA A. VÁZQUEZ F. J. S. Dietary self-selection in fish: a new approach to studying fish nutrition and. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 26, n. 1, 2016.

SAYED ALI, T. E. et al. Effects of weekly feeding frequency and previous ration restriction on the compensatory growth and body composition of Nile tilapia fingerlings. **The Egyptian Journal of Aquatic Research** v. 42, p. 357-363, 2016.

SANCHES, E.G.; KUHNEN, V.K. Quantos peixes tem no mar? **Aquaculture**, v. 2, p. 20-25. 2016.

SANTOS, E. L. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Agrotec**, v. 35, n. 1, p. 171-177, 2014.

SANTOS, E. L. et al. Digestibility of cassava byproducts for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 358-362, 2009.

SOUSA, et al. Desempenho produtivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada em diferentes frequências e períodos com dispensador automático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 192-197, 2008.

UDDIN, N. et al. Development of Automatic Fish Feeder. **Global Journal of Researches in Engineering: A Mechanical and Mechanics Engineering**, 2016.

#### 4. CAPÍTULO I:

Normas da **Revista Ciência Agronômica** - ISSN: 1806-6690 (on-line)

1 **Comportamento alimentar e desempenho zootécnico da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**  
2  **submetida a diferentes manejos alimentares**

3  
4 Feeding behavior and zootechnical performance of tilapia (*Oreochromis niloticus*) submitted  
5 to different feeding managements

6  
7 **RESUMO** – Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento alimentar e desempenho  
8 zootécnico de juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes manejos  
9 alimentares. O experimento durou 63 dias, utilizando 200 tilápias com peso médio inicial de  
10 16,56g ( $\sigma=2,73$ ). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado esquema fatorial, com  
11 2 frequências alimentares diárias (2 e 6) e 2 tipos de alimentadores (manual e automática), 5  
12 repetições por tratamento, 20 unidades experimentais, cada uma representada por 1 tanque de  
13 1.000 L contendo 10 peixes. Verificou-se interação no tempo de consumo total da ração  
14 fornecida (TCT) entre as frequências alimentares diárias (FAD) e tipos de alimentadores (TA),  
15 com diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre tratamentos. Não foi observada interação entre os  
16 níveis dos fatores para variável tempo de reação ao fornecimento da ração (TRF), verificou-se  
17 apenas diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos. Para ganho de peso total (GPT),  
18 conversão alimentar (CA), Índice de Eficiência Produtiva (IEP), sobrevivência (S), índice  
19 hepatossomático (IHS), índice viscerossomático (IVS), fator de condição (Kn) e relação peso  
20 comprimento (RPC) não houve interação entre os fatores. Analisando a FAD  
21 independentemente observou-se diferença significativa entre os tratamentos para GPT, CA,  
22 IHS e IVS. O manejo empregado com alimentador automático e 6 refeições diárias afetou o  
23 comportamento alimentar dos peixes proporcionando um menor gasto de tempo no consumo  
24 da ração. Os melhores desempenhos zootécnicos foram registrados com o uso do alimentador

25 automático com 6 refeições diárias, e com uso de alimentador manual combinado com 2 e 6  
26 refeições diárias.

27 **Palavras-chave:** Alimentador automático. Bem-estar. Comportamento.

28 **ABSTRACT** – This study aimed to evaluate the feeding behavior and zootechnical  
29 performance of young tilapia (*Oreochromis niloticus*), having different dietary managements.  
30 The experiment lasted 63 days, using 200 tons with an initial average weight of 16.56g ( $\sigma =$   
31 2.73). The design used was the randomized factorial scheme, with 2 feeding frequencies (2 and  
32 6) and 2 types of feeders (manual and automatic), 5 treatment repetitions, 20 experimental units,  
33 each represented by 1 tank of 1,000 L 10 fish. There was an interaction in the time of total  
34 consumption of the reproduction rate (TCT) between food eating frequencies (FAD) and types  
35 of food (TA), with a significant difference ( $P < 0.05$ ) between uses. There was no interaction  
36 between the levels of the factors for the variable reaction time to the supply of the relationship  
37 (TRF), with only a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the procedures. For total weight  
38 gain (GPT), feed conversion (CA), productive efficiency index (IEP), survival (S),  
39 hepatosomatic index (IHS), viscerosomatic index (IVS), condition factor (Kn) and weight ratio  
40 (RPC) there was no interaction between the factors. Analyzing the FAD, the difference between  
41 treatments for GPT, CA, IHS and IVS is reduced. The management used with automatic feeder  
42 and 6 meals affected the feeding behavior of the fish, reducing the time spent without feed  
43 consumption. The best zootechnical performances were registered with the use of the automatic  
44 feeder with 6 meals, and with the use of the manual feeder combined with 2 and 6 meals.

45 **Keywords:** Automatic feeder. Welfare. Behavior.

46

47

## INTRODUÇÃO

48 A aquicultura mundial está em constante crescimento a mais de uma década. Entre as  
49 atividades aquícolas a piscicultura de água doce é a mais relevante em termos de volume de

50 produção, representando 62,5% do total de peixes produzidos no mundo (FAO, 2020).  
51 Mundialmente o Brasil é o oitavo maior produtor de peixes de água doce e o quarto na produção  
52 de tilápia (*Oreochromis niloticus*), (FAO, 2020; PEIXE BR, 2020).

53 Entre as espécies de peixes cultivados do Brasil em 2018 a tilápia representou 51,7% da  
54 produção nacional, com 357.639 toneladas (PEIXE BR, 2019). Espécie de peixe de clima  
55 tropical, a tilápia apresenta ótima conversão alimentar na faixa de temperatura entre 25 e 30 °C  
56 (KUBITZA, 2007).

57 No sistema de produção intensivo, os peixes estão sujeitos ao aumento do estresse devido  
58 à má qualidade da água e a proliferação de doença que levam a alterações no comportamento  
59 alimentar (PEREIRA et al., 2017). Nesse sistema a ração é a principal fonte de alimentação,  
60 sendo importante estabelecer estratégias de alimentação adequada para otimizar crescimento,  
61 conversão alimentar, reduzir as excreções e o desperdício (OLIVEIRA et al., 2014).

62 Peixes expostos a fatores estressantes resulta em alterações fisiológicas no organismo do  
63 animal. Entretanto, quando são submetidos a períodos prolongados de situações estressantes  
64 apresentam queda no rendimento produtivo e diminuição da resistência imunológica  
65 (SANCHES, 2015).

66 Portanto estabelecer a frequência ideal de arraçoamento para cada espécie é importante  
67 durante seu cultivo (SANTOS, 2014). Para Santos et al. (2015) a frequência com que ocorre a  
68 alimentação é importante, pois quando executada de forma incorreta afeta crescimento dos  
69 peixes.

70 Na piscicultura as técnicas de fornecimento de alimento podem ser categorizadas como  
71 alimentação manual (ofertada pelo homem) e alimentação mecânica ou automática (ofertada  
72 por um equipamento) (CARTER, 2015). A maioria dos empreendimentos de criação de peixes  
73 no ainda mantém a alimentação manual, sendo fornecida duas vezes por dia (BRITO et al.,  
74 2017).

75 Diminuir a interferência do tratador na alimentação dos animais com uso do alimentador  
76 automático pode contribuir para o desenvolvimento adequado dos peixes. Oliveira et al. (2016)  
77 utilizando alimentadores automáticos obtiveram resultados satisfatórios testando um número  
78 maior de frequência alimentar diária na engorda de tilápia do Nilo em tanques-rede.

79 Estimando o fator de condição (Kn) pela relação peso comprimento Gomiero e Braga  
80 (2005) avaliaram o bem-estar de peixes. Adicionalmente ao Kn os índices hepatossomático  
81 viscerossomático também são usados, pois sugerem alterações morfológicas ou fisiológicas em  
82 resposta aos manejos alimentares praticados (GOMES et al., 2019).

83 Na busca por soluções para os problemas no manejo alimentar de peixes pesquisas  
84 recentes vêm sendo realizadas com o objetivo de alcançar resultados que venham contribuir  
85 com boas práticas de manejo nos cultivos (BAR, 2014). Pesquisas sobre oferta e composição  
86 de rações para peixes são sempre desenvolvidas, mas poucos estudos correlacionam métodos  
87 de fornecimento com desempenhos zootécnicos e com comportamentos alimentares de cada  
88 espécies (SILVA et al., 2016).

89 Estudos de fatores que afetam o bem-estar e o comportamento no momento da  
90 alimentação de peixes cultivados podem contribuir para melhores resultados de desempenho  
91 zootécnico. Assim este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento alimentar e  
92 desempenho zootécnico de juvenis de tilápia da espécie *Oreochromis niloticus*, submetidos a  
93 diferentes manejos alimentares, utilizando alimentador automático e oferta de ração com  
94 frequências diárias distintas.

## 95 MATERIAL E MÉTODOS

### 96 Instalações e condições experimentais

97 O experimento foi realizado no biotério de experimentação de piscicultura do  
98 Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí

99 na cidade de Teresina – PI, latitude: 5° 04' 14" sul, longitude: 42° 78' 34" oeste e teve duração  
100 de 63 dias.

101 Os animais utilizados foram juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) revertidos para  
102 machos, com peso médio inicial de 16,56g ( $\sigma=2,73$ ) adquiridos da Estação de Piscicultura  
103 Pirangí – Unidade Buriti dos Lopes, PI. Ao chegarem ao biotério os peixes passaram por um  
104 período de adaptação com duração de 15 dias. Após esta fase, 200 juvenis foram pesados,  
105 medidos e divididos em 20 tanques de polietileno, com volume individual de 1.000 litros, com  
106 densidade de 10 peixes por tanque, cada um composto por um ponto de abastecimento e  
107 drenagem de água.

#### 108 **Abastecimento e qualidade da água**

109 A água utilizada durante o experimento era captada de um poço tubular. Após captação e  
110 abastecimento dos tanques do sistema experimental, a água passava por um sistema de  
111 recirculação, composto por sistema de drenagem dos tanques experimentais, tanque de  
112 decantação, motor bomba, filtro de partículas, filtro biológico, filtro ultravioleta e retornava por  
113 gravidade para os tanques experimentais. A recirculação permitiu o reuso da água, diminuindo  
114 a demanda hídrica de fontes externas, necessitando apenas reposição de perdas ocorridas  
115 durante a limpeza das unidades experimentais, do tanque de decantação e do filtro de partículas.

116 Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados semanalmente ao longo do  
117 período experimental. Os valores mensurados foram, temperatura e oxigênio dissolvido feito  
118 com um oxímetro modelo AT160 Microprocessador, pH com pHmetro modelo AT310 e  
119 amônia utilizando um teste colorimétrico Labcon Test Alcon.

#### 120 **Delineamento experimental**

121 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado - DIC (4 tratamentos  
122 x 5 repetições), na forma de arranjo fatorial 2 x 2, com um total de 20 unidades experimentais.  
123 Os tratamentos tiveram como fator principal dois níveis de frequência alimentar diária (FAD),

124 sendo duas (2R) e seis (6R) refeições, fornecidas por dois tipos de alimentador (TA),  
125 alimentador manual (AM) e alimentador automático (AA). Os tratamentos foram assim  
126 distribuídos: Tratamento 1- 2RAM: 2 refeições por dia e alimentação manual; Tratamento 2-  
127 2RAA: (2 refeições por dia e alimentação automática; Tratamento 3-6RAM: 6 refeições por dia  
128 e alimentação manual; Tratamento 4-6RAA: (6 refeições por dia e alimentação automática. Os  
129 horários de fornecimento acontecia sempre 2R (as 07:00 e 17:00 horas) e 6R (as 07:00, 09:00,  
130 11:00, 13:00, 15:00 e as 17:00). A alimentação automática foi sempre realizada 15 minutos  
131 antes das alimentações manuais, para que não sofressem influências com a presença do  
132 arraçoador.

### 133 **Alimentação**

134 A quantidade de ração fornecida diariamente foi igual para todos os tratamentos, estimada  
135 em função da biomassa total de cada tanque e ajustada semanalmente por meio das estimativas  
136 de ganho de peso dos peixes. Iniciou a alimentação na primeira semana com 7,5% da biomassa  
137 total de cada unidade experimental, nas semanas seguintes foram realizadas correções  
138 semanais, sendo estimado 7,0%, 6,0%, 5,0%, 5,1%, 4,5%, 4,3%, 3,8% e 3,8%, respectivamente  
139 para semanas seguintes. Utilizou-se uma marca comercial com pellets de 3 a 5 mm de tamanho,  
140 contendo de 32% de proteína bruta estando de acordo com as exigências proteica da espécie  
141 para a fase de desenvolvimento de acordo com Furuya et al. (2010). Os demais nutrientes como  
142 extrato etéreo 8%, fibra bruta 6%, matéria mineral 13%, cálcio (máximo) 1,5%, fósforo  
143 (máximo) 0,5%, além de premix vitamínico e mineral utilizados estavam de acordo com as  
144 exigências para crescimento de juvenis de tilápia do Nilo conforme especificações do fabricante  
145 da ração.

146 O manejo alimentar foi aplicado de acordo com os tratamentos proposto, alimentação  
147 manual e alimentação automática. O fornecimento de ração por alimentadores automáticos  
148 (Figura -1A) seguiu o proposto por Agostinho et al. (2010), utilizando um sistema automático



149 de controle da oferta da ração, composto por um time elétrico programável (TEP) nos horários  
 150 e em quantidade pré-determinadas, proporcionando oferta uniforme de alimento seguindo os  
 151 tratamentos.

152 A alimentação manual (Figura -1B) foi feita por uma pessoa física (arraçoador), nos  
 153 horários e em quantidade pré-determinadas e de acordo com os tratamentos propostos. Todos  
 154 os protocolos alimentares foram seguidos nos dias uteis da semana e também nos finais de  
 155 semana e feriados.

156 **Figura 1.** Manejo alimentar com os tratamentos proposto - alimentação automática **A** e  
 157 alimentação manual **B**.



158  
 159 Fonte: Arquivo pessoal.

### 160 **Desempenho zootécnico e variáveis produtivas**

162 Para mensurar o desempenho zootécnico foi utilizado como indicador o Índice de  
 163 Eficiência Produtiva (IEP), também chamado de Fator de Produção ou Índice de Produtividade  
 164 Europeu (WILBERT, 2019). Os parâmetros utilizados foram ganhos de peso diário (kg),  
 165 sobrevivência (%) e conversão alimentar, utilizando o cálculo seguinte:

$$166 \quad \text{IEP} = \frac{\text{Ganho de Peso (kg)} \times \text{sobrevivência (\%)}}{\text{Conversão alimentar}}$$

167 Para medir as variáveis produtivas acima citadas, foram realizadas duas biometrias, sendo  
 168 uma no início e outra ao final do período experimental (KUBITZA, 2007). Os peixes foram  
 169 mantidos em jejum por 24 horas antes de cada biometria, sendo aferido o peso, comprimento e  
 170 número de animais, o que permitiu calcular o Ganho em peso (GPT) = peso final - peso inicial,  
 171 Conversão alimentar (CA) = consumo total de alimento / ganho em peso total, Sobrevivência

172 dos animais (S) = N° inicial de peixes – N° final de peixes e Taxa de crescimento específico  
173 (TCE) =  $((\ln W_f - \ln W_i) \times 100) / t$ , onde  $\ln W_f$  é o logaritmo neperiano do peso final,  $\ln W_i$ , o  
174 logaritmo neperiano do peso inicial e t, o tempo (dias) considerado entre  $W_f$  e  $W_i$ .

### 175 **Índice hepatossomático e viscerossomático**

176 Ao final do período experimental de cada unidade foram coletados aleatoriamente 3  
177 peixes, para avaliação do peso e comprimento total do peixe, peso total das vísceras (vísceras  
178 + fígado) a fim de determinar os índices e viscerossomático (IVS) =  $(\text{peso das vísceras} / \text{peso}$   
179  $\text{corporal}) \times 100$ ] e peso do fígado para determinar os índices hepatossomático (IHS) =  $(\text{peso do}$   
180  $\text{fígado} / \text{peso corporal}) \times 100$ ] (GOMES et al., 2019).

### 181 **Fator de condição e relação peso comprimento**

182 A relação peso / comprimento foi analisada de acordo com Braga (1986). Foi estimada  
183 para 10 animais de cada uma das 20 unidades experimentais de acordo com a expressão  $W =$   
184  $aL^b$ , onde W = peso, L = comprimento total, a = é fator de condição relacionado com o grau de  
185 engorda e b = coeficiente de regressão. Os parâmetros a e b foram estimados após o peso e o  
186 comprimento serem transformados em logaritmo e subsequente ajuste de linha usando o critério  
187 de mínimos quadrados.

188 O fator de condição relativo (GOMIERO; BRAGA 2005) foi avaliado, através da equação  
189  $K_n = W \cdot W'^{-1}$ , onde  $K_n$  é o fator de condição relativo, W é o peso observado e  $W'$  é o peso médio  
190 estimado para o comprimento com base na relação peso-comprimento ( $W = aL^b$ ).

191 O manejo dos peixes durante o experimento seguiu o protocolo n° 620/2019 aprovado  
192 pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Piauí (CEUA, UFPI).

### 193 **Comportamento alimentar**

194 Para descrever o comportamento de reação ao fornecimento de alimento ao longo do  
195 período de criação, foram realizadas adaptações na metodologia utilizada por (ZHANG et al.,  
196 2020). Caracterizou-se o comportamento alimentar pelo 1) Tempo médio (segundo) de reação

197 ao momento exato do fornecimento da ração - TRF; 2) Tempo médio total de consumo /e ou  
198 saciedade total da ração fornecida TCT. Os dados foram registrados nas semanas dois, quatro,  
199 seis e oito.

200 Nos tratamentos (T2 e T4) com alimentadores automáticos foram feitos registros de  
201 imagens com vista superior dos tanques de cultivo sem a presença humana no momento do  
202 fornecimento da ração para posterior observação e determinação do tempo de atividade  
203 alimentar. Para os tratamentos (T1 e T3) com alimentação manual também foram feitos  
204 registros de imagens, mas com a presença humana no momento do fornecimento da  
205 alimentação. Uma descrição detalhada do comportamento da natação durante a oferta de  
206 alimento foi realizada baseando-se na metodologia adaptada de Nielsen et al. (2018), que  
207 utilizaram câmeras instaladas acima dos tanques de cultivo dos peixes para captação de sinais  
208 através de imagens, analisaram esses registros e selecionaram oito parâmetros comportamentais  
209 para a análise do comportamento geral da natação.

210 Para cada semana escolhida, um vídeo foi feito em cada um dos tanques, com duração  
211 desde o início do lançamento da ração no tanque até o consumo total da ração ou saciedade dos  
212 peixes. Foram mensurados o tempo médio de reação ao momento exato do fornecimento e o  
213 tempo médio total de saciedade/e ou consumo total da ração fornecida.

#### 214 **Análise estatística**

215 A análise dos dados obtidos, foi realizada pelo software SAS 9.0 ("Statistical Analysis  
216 System"), com aplicação do procedimento geral de modelos lineares (PROC GLM), análise de  
217 variância (ANOVA), testes de médias (Tukey 5%). O modelo estatístico utilizado para análise  
218 das variáveis estudadas foi:

$$219 \quad Y_{ij} = \mu + FA_i + TA_j + (FA \times TA)_{ij} + e_{ij}$$

220 Onde:

221  $Y_{ij}$  = valor observado para a variável em estudo referente a

222 combinação do nível  $i$  do fator FA com o nível  $j$  do fator TA;  
223  $\mu$  = Média observada em  $Y_{ij}$ ;  
224  $FA_i$  = efeito do nível do fator frequência alimentar ( $i_1 = 2R$ ;  $i_2 = 6R$ );  
225  $TA_j$  = efeito do nível do fator tipo de alimentador ( $j_1 = AM$ ;  $j_2 = AA$ );  
226  $(FA \times TA)_{ij}$  - efeito da interação entre o fator frequência alimentar e o fator tipo de  
227 alimentador;  
228  $e_{ij}$  = erro experimental.

## 229 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### 230 **Qualidade da água**

231 As variáveis de qualidade da água se mantiveram dentro dos padrões estabelecidos para  
232 o cultivo de *O. niloticus*, e não apresentaram alterações significativas. A qualidade da água em  
233 qualquer criação é importante, mas em piscicultura ela é a principal matéria prima do processo  
234 (LEIRA et al., 2017). A média da temperatura da água durante o período experimental foi de  
235 27,03 °C, estando dentro da faixa classificada como ótima (25 a 30°C) por Silva et al. (2015),  
236 para o desenvolvimento em ambientes confinados. Os níveis de oxigênio dissolvido (7,23  
237 mg/L), amônia (0,004 NH<sub>3</sub>) e potencial hidrogeniônico (7,31) se mantiveram dentro dos limites  
238 tolerável para cultivo da espécie. A manutenção dos parâmetros foi possível em virtude da  
239 utilização do sistema de filtragem e limpeza da água residual, para Herrera et al. (2019) sistemas  
240 de filtragem proporcionam condições adequadas para os peixes expressarem seu potencial de  
241 crescimento.

### 242 **Comportamento alimentar**

243 Para a variável tempo de consumo total (TCT) da ração fornecida verificou-se interação  
244 entre a FAD e o TA ( $r < 0,0001$ ). Desdobrando essa interação, os tratamentos que apresentaram  
245 os melhores resultados foram o T2-2RAA e T4-6RAA, respectivamente 47,95 e 28,95 segundos  
246 (Tabela 1). A interação do alimentador automático com a frequência 6R contribuiu para

247 diminuir o TCT melhorando o aproveitamento dos nutrientes. Dias et al. (2017) informam que  
 248 rações expostas à ação da água por algum tempo, perdem nutrientes por lixiviação que seriam  
 249 direcionados aos peixes. O TCT sempre foi maior no AM, provavelmente devido a influência  
 250 da presença humana.

251 **Tabela 1.** Valores médios da variável do tempo de consumo total da ração fornecida TCT e  
 252 tempo de reação ao fornecimento da ração – TRF, da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida  
 253 à alimentação manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

TCT (s)				TRF (s)			
FAD	Alimentador		CV(%)	FAD	Alimentador		CV(%)
	AM	AA			AM	AA	
2R	263,05 <sup>aA</sup>	47,95 <sup>bA</sup>	22,26	2R	1,80 <sup>aA</sup>	1,50 <sup>aA</sup>	8,90
6R	180,05 <sup>aB</sup>	28,95 <sup>bB</sup>		6R	1,78 <sup>aA</sup>	1,43 <sup>bA</sup>	

254 \* Valores médios seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não apresentaram  
 255 diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

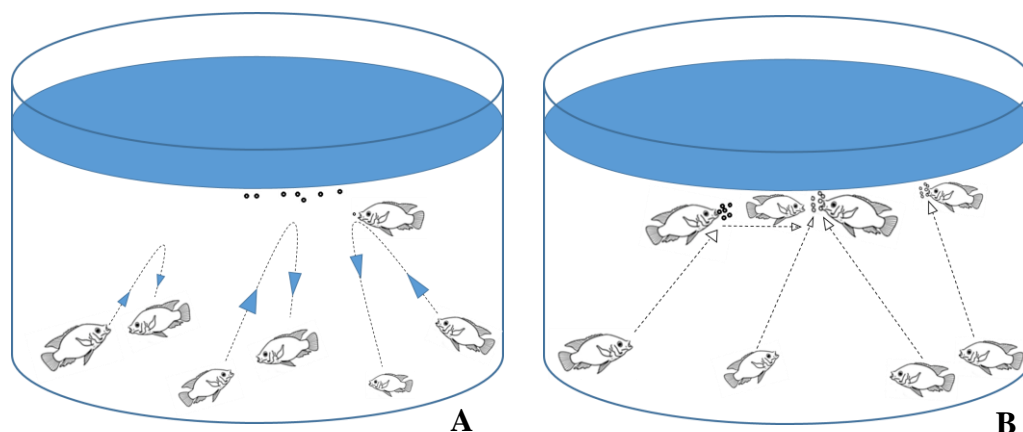
256  
 257 Foi observada que não teve interação entre os níveis da FAD e o TA para variável tempo  
 258 de reação ao fornecimento da ração (TRF) ( $r = 0.3575$ ). Verificou-se diferença significativa  
 259 apenas na frequência alimentar diária ( $r = 0.0363$ ), nesse caso o tratamento T4-6RAA  
 260 apresentou a menor média para o TRF (Tabela 1). O tempo de reação ao fornecimento da ração  
 261 deve ser levado em consideração, pois os pellets secos podem ser desperdiçados quando se  
 262 desintegrarem antes de serem ingeridos pelos peixes (ZETTL et al., 2019).

263 Observou-se através das análises de imagens que peixes alimentados por AM realizavam  
 264 movimentos de idas e vindas constantes, algumas vezes sem êxito, saindo verticalmente do  
 265 fundo dos tanques para superfície da água, local onde se encontrava a ração fornecida (imagem  
 266 2A). Para Rhoades et al. (2018) o comportamento de fuga dos peixes está relacionado com o  
 267 comportamento de forrageamento e taxas de predação, mudanças comportamentais induzidas  
 268 pela presença do homem podem afetar os processos desenvolvimento e crescimento dos peixes.

269 Nas imagens registradas no experimento constatou-se que os peixes tratados com AA  
 270 realizavam apenas um movimento vertical, seguido de movimentos horizontais na superfície

271 onde se alimentavam até a saciedade (figura 2B). É preferível que os peixes consumam a ração  
 272 logo que entre o contato com a água, pois minimiza o processo de perdas de nutrientes por  
 273 lixiviação. Os peixes que realizam menos deslocamentos e movimentos de idas e vindas durante  
 274 a alimentação tendem a minimizar gastos de energia, segundo Silva et al. (2015), reações de fuga  
 275 geram gastos de reservas de energia muscular.

276 **Figure 2.** Comportamento alimentar da tilápia (*Oreochromis niloticus*) mediante fornecimento  
 277 manual (figura A) e por alimentador automático (figura B).  
 278



279  
 280  
 281  
 282  
 283  
 284

Fonte: Adaptada de Freitas et al. (2019).

### Desempenho zootécnico e variáveis produtivas

285 Para a variável GPT não houve interação entre os níveis dos fatores da FAD e do TA ( $r$   
 286 = 0.0996). Analisando o fator FAD observou-se diferença significativa entre os tratamentos ( $r$   
 287 = 0.0151), constatando a menor média de GPT no T2-2RAA (115,32g) (Tabela 2). Para Oliveira  
 288 et al. (2016) frequências alimentares menores podem afetar a absorção dos nutrientes quando a  
 289 ração é fornecida. Assim o GPT no T2-2RAA, pode ter sido afetado pela baixa FAD. Em  
 290 relação ao fator TA, apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $r = 0.0311$ ), com  
 291 o menor GPT no T2-2RAA (Tabela 2).

292  
 293  
 294

295 **Tabela 2.** Valores médios da variável Ganho em peso total - GPT (g) e Conversão alimentar  
 296 (CA) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida à alimentação manual – AM e alimentação  
 297 automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

GPT (g)				CA			
FAD	Alimentador		CV(%)	FAD	Alimentador		CV(%)
	AM	AA			AM	AA	
2R	132,69 <sup>aA</sup>	115,32 <sup>bA</sup>	7,91	2R	1,12 <sup>aA</sup>	1,22 <sup>aB</sup>	8,25
6R	131,99 <sup>aA</sup>	130,41 <sup>aB</sup>		6R	1,10 <sup>aA</sup>	1,09 <sup>aA</sup>	

298 \* Valores médios seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não apresentaram  
 299 diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

300  
 301 Sousa et al. (2012) estudando frequências alimentares com alimentadores automáticos  
 302 relacionaram os ganhos de pesos superiores obtidos ao maior número de refeições usadas no  
 303 experimento. O uso dos alimentadores automáticos possibilitou o fornecimento de alimentos  
 304 em pequenas porções, melhorando a oferta dos alimentos e reduzindo o desperdício e a  
 305 competição.

306 Não houve interação entre os níveis dos fatores FAD e o TA para a variável CA ( $r =$   
 307  $0.2224$ ). No desdobramento do efeito do uso da FAD e do TA, constatou-se diferença  
 308 significativa no AA ( $r = 0.0421$ ), sendo a pior média apresentada no T-2RAA (Tabela 2). Esse  
 309 resultado mesmo alto ainda supera as expectativas de Andrade et al. (2015) que estimaram  
 310 conversão alimentar da tilápia em sistema superintensivo entre 1,4 a 1,8 para arraçoamento  
 311 diário variando com 2 ou 3 refeições diárias. Sousa et al. (2012), utilizando alimentadores  
 312 automáticos encontraram alta taxa de conversão alimentar (1,40) para baixa FAD.

313 Para a variável Índice de Eficiência Produtiva (IEP) não houve interação entre os níveis  
 314 dos fatores FAD e o TA ( $r = 0.1359$ ) (Tabela 3). Elevados IEP estão relacionados à baixo fator  
 315 de conversão alimentar associado à baixa mortalidade. Vieira et al. 2019 sugerem a aplicação  
 316 desse índice em culturas de peixes, nos setores acadêmico e produtivo, a fim de subsidiar  
 317 aquicultura sustentável.

318 **Tabela 3.** Valores médios da variável Índice de Eficiência Produtiva (IEP) e Sobrevivência S  
 319 (%) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetida à alimentação manual – AM e alimentação  
 320 automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

IEP (%)				S (%)			
FAD	Alimentador		CV(%)	FAD	Alimentador		CV(%)
	AM	AA			AM	AA	
2R	18,0 <sup>aA</sup>	15,0 <sup>aA</sup>	18,31	2R	98,00 <sup>aA</sup>	100,00 <sup>aA</sup>	3,58
6R	17,8 <sup>aA</sup>	19,3 <sup>aA</sup>		6R	96,00 <sup>aA</sup>	100,00 <sup>aA</sup>	

321 \* Valores médios seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não apresentaram  
 322 diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

323  
 324 Para sobrevivência (S) não houve interação entre os níveis dos fatores FAD e o TA ( $r =$   
 325 0.5360) e não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $r > 0,05$ ) (Tabela 3). Sousa  
 326 et al. (2012) estudando tilápias criadas em gaiolas alimentadas em diferentes frequências diárias  
 327 com alimentadores automáticos obteve 100% de sobrevivência dos animais.

### 328 Índice hepatossomático e viscerossomático

329 Não houve interação entre FAD e o TA para variável IHS ( $r = 0.6026$ ). Verificou-se  
 330 apenas diferença significativa no AM ( $r = 0.0312$ ), sendo o maior IHS observado no T1-2RAM  
 331 (Tabela 4). Para Silva (2016) os altos IHS são atribuídos à redução do metabolismo em peixes  
 332 de maiores pesos, ocasionando acúmulo de gordura no fígado. Fabregat et al. (2011)  
 333 observaram que elevados índice hepatossomático são causadas pela elevada deposição de  
 334 gordura no fígado dos peixes, para estes autores a elevação seria resultante de hiperplasia  
 335 devido à sobrecarga do órgão em função de um desbalanceamento nutricional.

336 **Tabela 4.** Valores médios da variável Índice hepatossomático - IHS (%) e viscerossomático -  
 337 IVS (%) da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos ao fornecimento de ração por  
 338 alimentador manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

IHS (%)				IVS (%)			
FAD	Alimentador		CV(%)	FAD	Alimentador		CV(%)
	AM	AA			AM	AA	
2R	2,15 <sup>aB</sup>	1,97 <sup>aA</sup>	25,47	2R	6,58 <sup>aA</sup>	6,45 <sup>aA</sup>	15,30
6R	1,48 <sup>aA</sup>	1,51 <sup>aA</sup>		6R	8,69 <sup>aB</sup>	7,59 <sup>aA</sup>	

339 \* Valores médios seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não apresentaram  
 340 diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



341 Com relação ao índice viscerossomático (IVS) não foi constatado interação entre os níveis  
 342 dos fatores avaliados FAD e o TA ( $r = 0.3536$ ). Houve apenas diferença significativa no  
 343 tratamento com AM ( $r = 0.0090$ ), o maior IVS foi constatado no T3-6RAM (Tabela 4). Para Nunes  
 344 et al. (2011) a principal causa de aumentos do índice viscerossomático, é o aumento dos níveis  
 345 de lipídios na composição da ração. Estudando alimentação para peixes SANCHES et al. (2014)  
 346 identificaram que as rações com maior teor lipídico proporcionaram elevados índices  
 347 viscerossomático. Para este mesmo autor a incorporação de níveis de óleo acima de 8% na ração  
 348 para peixe e extrato etéreo acima de 16,2%, pode exceder as necessidades do animal  
 349 prejudicando seu crescimento.

### 350 Fator de condição e relação peso comprimento

351 Para a variável fator de condição (Kn) não houve interação entre os níveis dos fatores  
 352 avaliados FAD e TA ( $r = 0.9752$ ). Gomiero et al. (2010) descreveram o fator de condição como  
 353 indicador de salubridade e qualidades nutricionais de um indivíduo, sendo possível relacioná-  
 354 lo ao ambiente e aos aspectos comportamentais das espécies. Não houve diferença significativa  
 355 entre os tratamentos ( $r > 0,05$ ) as médias variaram de 0,99 a 1,00 (Tabela 4), indicando que o  
 356 peso real se apresentou igual ou bem próximo ao peso estimado. Valores médios de Kn para  
 357 espécies de peixes cultivados com valores semelhantes aos encontrados aponta que os  
 358 organismos foram cultivados em boas condições de bem-estar (REBOUÇAS et al., 2014).

359 **Tabela 5.** Valores médios das variáveis do Fator de Condição relativo (Kn) e Ralação peso  
 360 comprimento - RPC da tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos ao fornecimento de ração  
 361 por alimentador manual – AM e alimentação automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

Fator de Condição (Kn)				RPC			
FAD	Alimentador		CV(%)	FAD	Alimentador		CV(%)
	AM	AA			AM	AA	
2R	1,00 <sup>aA</sup>	1,00 <sup>aA</sup>	2,15	2R	2,58 <sup>aA</sup>	2,93 <sup>aA</sup>	15,81
6R	0,99 <sup>aA</sup>	1,00 <sup>aA</sup>		6R	2,90 <sup>aA</sup>	2,59 <sup>aA</sup>	

362 \* Valores médios seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não apresentaram  
 363 diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
 364

365 Verificou-se que não houve interação para a variável RPC entre os níveis dos fatores  
 366 avaliados FAD e TA ( $r = 0.1108$ ). Como também, não apresentou diferença significativa entre  
 367 as médias dos tratamentos ( $r > 0,05$ ).

368 Os resultados das relações peso e comprimento foram descrito pelas equações de  
 369 regressão linear (Tabela 6). Para o valor de b, o teste indicou crescimento alométrico negativo  
 370 ( $b = 2,62; 2,96; 2,90$  e  $2,67$ ) para todos os tratamentos, indicando que houve maior acréscimo  
 371 em comprimento do que em peso.

372 **Tabela 6** – Parâmetros da regressão linear entre peso e comprimento da tilápia (*Oreochromis*  
 373 *niloticus*) submetida ao fornecimento de ração por alimentador manual – AM e alimentador  
 374 automática - AA, com 2 e 6 frequências diárias.

Parâmetros da regressão linear	Tratamentos			
	T1 - 2RAM	T2 - 2RAA	T3 - 6RAM	T4 - 6RAA
a (Intercepto)	0,0593	0,0213	0,0259	0,0518
b (coeficiente da regressão)	2,625	2,9679	2,9061	2,6726
Nível de significância ( $r^2$ )	0,8726	0,8169	0,9071	0,8308
Modelo da regressão	$y = 0,0593x^{2,625}$	$y = 0,0213x^{2,9679}$	$y = 0,0259x^{2,9061}$	$y = 0,0518x^{2,6726}$

375  
 376 Avaliando desempenho de tilápias submetidos a 1, 2 e 3 refeições diárias Geller et al.  
 377 (2019) observaram crescimento isométrico ( $b = 3$ ), indicando que as taxas de crescimento do  
 378 peso e do comprimento foram semelhantes. São diversos os fatores que podem influenciar o  
 379 peso e o comprimento, principalmente, aqueles relacionados ao ambiente e a condições de  
 380 alimentação das espécies (NASCIMENTO; YAMAMOTO; CHELLAPPA, 2012).

## 381 CONCLUSÕES

382 1. manejo empregado com alimentador automático combinado com 6 refeições diárias afetou o  
 383 comportamento alimentar dos peixes, proporcionando um menor gasto de tempo no consumo  
 384 da ração fornecida;

385 2. O uso de alimentadores automáticos integrados com 6 refeições diárias, e uso de alimentador  
386 manual combinado com 2 e 6 refeições diárias, favoreceu aos melhores desempenhos  
387 zootécnicos;

388 3. Tomando por base este estudo sugere-se manejos alimentares com uso do alimentador  
389 automático com o número maior de refeições diárias (6R), permitindo assim o fornecimento de  
390 ração em várias porções fracionadas, reduzindo o desperdício e a competição entre os animais.

### 391 **REFERÊNCIAS**

392 AGOSTINHO, C.A. et al. Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em  
393 geral. INPI - **Instituto Nacional da Propriedade Industrial**. 2010.

394 ANDRADE C. L. et al. Nutrição e alimentação de Tilápias do Nilo. **Revista Eletrônica**  
395 **Nutritime** v. 12, n. 6, 2015.

396 BRAGA, F.M.S. Estudo entre fator de condição e relação peso / comprimento para alguns  
397 peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, n. 2, p. 339-346, 1986.

398 BAR, N. Physiological and hormonal changes during prolonged starvation in fish. **Canadian**  
399 **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.71, p.1- 12, 2014.

400 BRITO, J. M. et al. automation in tilapicultura: literature review. **Nutritime Revista**  
401 **Eletrônica**, v. 14, nº 03, p. 4 -10, 2017.

402 CARTER, C.G. Feeding in hatcheries. **Feed and Feeding Practices in Aquaculture**.  
403 Woodhead Publishing, Amsterdam, p. 317-348, 2015.

404 DIAS M. L. F. et al. Larvas de curimatã alimentadas com dietas em diferentes estados físicos.  
405 **Revista Acadêmica Ciência Animal**. v. 15, p. 35-40, 2017.

406 FABREGAT, T. H. P. et al. Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para  
407 juvenis de curimba. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, p. 289-294. 2011.

- 408 FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. **Fisheries and Aquaculture**  
409 **Department 2020.** Sustainability in action. Rome. Disponível em:  
410 <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- 411 NIELSEN S.V. et al. The psychoactive drug escitalopram affects foraging behavior in zebrafish  
412 (*Danio rerio*). **Ecotoxicology** v. 27 p. 485 - 497.2018
- 413 NASCIMENTO, S. W; YAMAMOTO, E. M & CHELLAPPA. S. Proporção Sexual e Relação  
414 Peso-Comprimento do Peixe Anual *Hypsolebias antenori* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) de  
415 Poças Temporárias da Região Semiárida do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 37-44, 2012.
- 416 FREITAS, E. G. et al. Social Behavior and Welfare in Nile Tilapia. **Journal Fishes**, n. 4, p. 23,  
417 2019.
- 418 FURUYA, W. M. et al. **Tabela de brasileira para a nutrição de tilapia**, p. 100, 2010.
- 419 GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. The condition factor of fishes from two river basins in  
420 São Paulo State, Southeast of Brazil. **Acta Scientiarum**. v. 27, n. 1, p. 73-78, 2005.
- 421 GOMIERO, L. M.; VILLARES JÚNIOR, G. A.; SOUZA BRAGA, F. M. Relação peso-  
422 comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual  
423 da Serra do Mar. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 101-105, 2010.
- 424 GELLER I. V. et al. Avaliação do desempenho de alevinos de *Oreochromis niloticus* (linnaeus,  
425 1758) submetidos a dieta fracionada **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n 3, p.  
426 797-813, 2019.
- 427 GOMES, V. D. S. et al. Suplementação enzimática sobre o desempenho e taxa de excreção de  
428 amônia em tilápias do Nilo. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia**. v. 22, n. 1, p. 13-  
429 20, 2019.
- 430 HERRERA, L.A. et al. Performance of common snook subjected to different feeding  
431 frequencies and rates using automatic feeders. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, p.8  
432 2019.

- 433 KUBITZA, F. O mar está prá peixe. prá peixe cultivado. **Revista Panorama da Aquicultura**.  
434 v. 17, n. 100, p. 14- 23, 2007.
- 435 LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **PUBVET - Medicina**  
436 **Veterinária e Zootecnia** v.11, n.1, p.11-17, 2017.
- 437 NUNES, A.J.P.; PINTO, R.C.C.; SÁ, M.V.C. Labomar study defines optimal dietary lipid,  
438 energy content for fat snook. **Global Aquaculture Advocate**. v. 78, p. 74-75, 2011.
- 439 OLIVEIRA, M. M. et al. Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis*  
440 *niloticus*) reproductive performance parameters. **Animal Reproduction Science**, v. 150, n. 1-  
441 2, p. 62–69, 2014.
- 442 OLIVEIRA, F. A. et al. Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages: productive  
443 performance at high feeding frequencies and different rates. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
444 **Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 702-708, 2016.
- 445 PEIXE BR - **Associação Brasileira de Piscicultura Peixe BR**. São Paulo, 2019. Disponível  
446 em: <https://www.peixebr.com.br> Acesso em: 10 out. 2019.
- 447 PEIXE BR - **Associação Brasileira de Piscicultura Peixe BR**. São Paulo, 2020. Disponível  
448 em: <https://www.peixebr.com.br> Acesso em: 20 abr. 2020.
- 449 PEREIRA, R. T. et al. Fontes de óleo administradas ao tambaqui (*Colossoma macropomum*):  
450 crescimento, composição corporal e efeito de mascarar propriedades organolépticas e de jejum  
451 na preferência da dieta. **Applied Animal Behaviour Science**. v.4, p. 10, 2017.
- 452 RHOADES O. K., et al.; Fished species uniformly reduced escape behaviors in response to  
453 protection **Biological Conservation**, 2018.
- 454 REBOUÇAS, P.M. et al. Análise do bem-estar dos reprodutores de *Arapaima gigas* (Schinz,  
455 1822) através da relação peso-comprimento, fator de condição e produção de alevinos.  
456 **Bioscience Journal**. v.30, p.873-881, 2014.

- 457 SANTOS, E. L. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de Tilápia do Nilo  
458 (*Oreochromis niloticus*). **Revista Agrotec**, v. 35, n. 1, p. 171-177, 2014.
- 459 SANTOS, M. M. et al. Nível de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho de  
460 alevinos de tilápia-do-nilo. **Boletim Instituto da Pesca**, v.41, n.2, p.387-395, 2015.
- 461 SILVA G. F et al. **TILÁPIA-DO-NILO: Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**.  
462 Livro. p. 290, 2015.
- 463 SILVA, R. F.; KITAGAWA A. VÁZQUEZ F. J. S. Dietary self-selection in fish: a new  
464 approach to studying fish nutrition and. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 26, n. 1,  
465 2016.
- 466 SANCHES, F. H. C. et al. Stress responses to chemical alarm cues in Nile tilapia. **Physiology**  
467 **& Behavior**, v. 149, p. 8-13, 2015.
- 468 SANCHES, E. G. et al. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho  
469 da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*? **Boletim Instituto de Pesca** v. 40, p. 147 –  
470 155, 2014.
- 471 SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at  
472 different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
473 **Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 192-197, 2012.
- 474 VIEIRA, R. B. et al. Zootechnical performance evaluation of the use of biofloc technology in  
475 Nile tilapia fingerling production at different densities **Boletim Instituto de Pesca** v. 45, p. 9,  
476 2019
- 477 WILBERT C. A. Arvore do conhecimento Frango de Corte: Desempenho zootécnico, **Agência**  
478 **Embrapa de Informação e Tecnológica**. Disponível em:  
479 [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango\\_de\\_corte/arvore/CONT000gkr3tep702](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000gkr3tep702wx5ok0wj9yquhfp9w.html)  
480 [wx5ok0wj9yquhfp9w.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000gkr3tep702wx5ok0wj9yquhfp9w.html)>. Acesso em: 29 out. 2019.

481 ZETTL, S. et al. Propriedades mecânicas de pellets de alimentos para aquicultura usando  
482 proteínas de origem vegetal. **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, 2019.

483 ZHANG, Z. et al. Efeitos do enriquecimento ambiental no bem-estar de juvenis de peixes pretos

484 *Sebastes schlegelii*: Crescimento, com18, 2020.