

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Samuel Marasca

**MANEJO NUTRICIONAL DE TRAÍRAS EM DIFERENTES SISTEMAS
DE CRIAÇÃO**

Santa Maria, RS
2022

Samuel Marasca

**MANEJO NUTRICIONAL DE TRAÍRAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
CRIAÇÃO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Lazzari

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001

MARASCA, SAMUEL
MANEJO NUTRICIONAL DE TRAÍRAS EM DIFERENTES SISTEMAS
DE CRIAÇÃO / SAMUEL MARASCA.- 2022.
103 p.; 30 cm

Orientador: Rafael Lazzari
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2022

1. Bioflocos 2. Condicionamento alimentar 3. *Hoplias
malabaricus* 4. Peixes carnívoros 5. Peixe nativo I.
Lazzari, Rafael II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, SAMUEL MARASCA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Samuel Marasca

MANEJO NUTRICIONAL DE TRAÍRAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Zootecnia**.

Aprovado em 28 de setembro de 2022:

**Rafael Lazzari, Dr. (UFSM) – videoconferência
(Presidente/Orientador)**

Bernardo Baldisserotto, Dr. (UFSM) – videoconferência

Diogo Luiz de Alcantara Lopes, Dr. (UDESC) – videoconferência

Naglezi de Menezes Lovatto, Dra. (UFSM) – videoconferência

Ronald Kennedy Luz, Dr. (UFMG) - videoconferência

Santa Maria, RS
2022

Dedico este trabalho a toda minha família, para meus colegas e aos verdadeiros amigos.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe pelo apoio e disponibilização de sua casa para o trabalho durante a pandemia;

À minha namorada pelas palavras de incentivo e por sua compreensão;

Ao meu orientador, pela amizade, oportunidade e confiança para trabalhar no projeto definido;

À UFSM, pelo ensino público gratuito;

Ao laboratório de Piscicultura da UFSM, *campus* de Palmeira das Missões, pela disponibilização de toda sua estrutura, equipamentos e em especial, sua equipe;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Por fim, agradecer a todos que de uma ou outra forma colaboraram ou simplesmente torceram para a conclusão deste projeto.

"Não importa quantos passos você deu para trás, o importante é quantos passos agora você vai dar para frente."

(Provérbio Chinês)

RESUMO

MANEJO NUTRICIONAL DE TRAÍRAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO

AUTOR: Samuel Marasca
ORIENTADOR: Rafael Lazzari

Existem várias espécies de peixes nativos com potencial produtivo, sendo a traíra (*Hoplias malabaricus*) uma delas. Porém, para uma produção intensiva desta espécie, há necessidade de mais informações sobre sua adaptação em sistemas de criação intensivos e a aceitação de dietas formuladas. Neste estudo foi avaliada a influência de diferentes sistemas de criação e de diferentes estratégias de condicionamento alimentar sobre parâmetros de desempenho e bioquímicos, índices morfométricos e de composição corporal de juvenis de traíra. Para isso, foram realizados três experimentos. O primeiro (I), com duração de 30 dias, avaliou diferentes sistemas de criação (RAS: sistema de recirculação de água e BFT: bioflocos) no cultivo de juvenis de traíras. O segundo (II), com duração de 28 dias, além de avaliar alterações nos peixes criados em RAS e BFT, avaliou duas formas de condicionamento alimentar. Já o terceiro (III), com duração de 70 dias, foi dividido em duas fases, sendo a primeira referente a duas formas de condicionamento alimentar para juvenis, com objetivo de condicionar as traíras a se alimentar exclusivamente com ração 55% proteína bruta e na segunda fase, os peixes receberam apenas ração a fim de definir a melhor forma de condicionamento alimentar para a espécie em questão, cultivadas em RAS e BFT. Os resultados obtidos no experimento I, com juvenis de traíra de $0,58 \pm 0,12$ g mostraram que o BFT é uma alternativa viável para o cultivo de traíras nas fases iniciais de vida, apresentando benefícios produtivos para a espécie nessa fase de vida. Já os experimentos II e III, com juvenis de traíra de $4,15 \pm 0,87$ g mostraram que tanto RAS quanto BFT apresentam-se como alternativas viáveis para a criação da espécie. No experimento II, também foi possível verificar que alimentar traíras com ração misturada em proporções crescentes gradativas no fígado bovino traz benefícios em relação à alimentação apenas com o fígado. Já no experimento III, verificou-se que o condicionamento alimentar de forma correta, misturando a ração em proporções crescentes gradativas no fígado bovino para a alimentação de juvenis de traíra, traz benefícios produtivos e de saúde para esses peixes.

Palavras-Chave: Bioflocos. Condicionamento alimentar. *Hoplias malabaricus*. Peixe carnívoro. Peixe nativo.

ABSTRACT

NUTRITIONAL MANAGEMENT OF TRAHIRAS IN DIFFERENT REARING SYSTEMS

AUTHOR: Samuel Marasca

ADVISOR: Rafael Lazzari

There are several species of native fish with productive potential, the trahira (*Hoplias malabaricus*) being one of them. However, for an intensive production of the species, there is a need for more information about its adaptation in intensive rearing systems and for the acceptance of formulated diets. In this study, the influence of different rearing systems and different feeding training strategies on performance and biochemical parameters, morphometric indices and body composition of trahira juvenile was evaluated. For this, three experiments were carried out. The first (I), lasting 30 days, evaluated different rearing systems (RAS: water recirculation system and BFT: bioflocs) in the cultivation of trahiras juvenile. The second (II), lasting 28 days, in addition to assessing changes in fish reared in RAS and BFT, evaluated two forms of training strategies. The third (III), lasting 70 days, was divided into two phases, the first referring to two forms of training strategies for juveniles, with the objective of training the trahiras to be fed exclusively with 55% crude protein ration and in the second phase, the fish received only feed in order to define the best form of training strategies for the species in question, cultivated in RAS and BFT. The results obtained in experiment I, with trahira juvenile of 0.58 ± 0.12 g, showed that BFT is a viable alternative for the cultivation of trahira in the initial stages of life, presenting productive benefits for the species in this stage of life. Experiments II and III, with trahira juvenile weighing 4.15 ± 0.87 g, showed that both RAS and BFT are viable alternatives for rearing the species. In experiment II, it was also possible to verify that feeding trahiras with feed mixed in gradually increasing proportions in bovine liver brings benefits in relation to feeding only with the liver. In experiment III, it was verified that the correct training strategies, mixing the ration in gradually increasing proportions in the bovine liver for the feeding of trahira juveniles, brings productive and health benefits for these fish.

Keywords: Biofloc. Training strategies. *Hoplias malabaricus*. Carnivorous fish. Native fish.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1.** Juvenil de traíra (*Hoplias malabaricus*).. 15
- Figura 2.** Vista ventral da cabeça das espécies *H. lacerdae* e *H. malabaricus*. Legenda: *H. lacerdae* (a) e *H. malabaricus* (b).. 16
- Figura 3.** Estrutura dos tratos digestórios de *H. malabaricus* e *Hypostomus pusalum*. Legenda: *H. malabaricus* (A) e *Hypostomus pusalum* (B); (a) esôfago; (b) estômago; (c) cecos pilóricos e (d) intestino.. 18
- Figura 4.** Traíras apresentando o hábito de se esconder..... 22

MANUSCRITO I

- Figura 1.** Biomassa e sobrevivência de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias 44
- Figura 2.** IDS e IHS de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias..... 45
- Figura 3.** Representação da faixa de peso de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias 46

MANUSCRITO III

- Figura 1.** Crescimento semanal de traíras alimentadas com ração em RAS e BFT (fase 2) após submetidas a diferentes estratégias de condicionamento alimentar 93
- Figura 2.** Amônia nas brânquias de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2)..... 94

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO I

- Tabela 1.** Parâmetros de qualidade da água do sistema de Recirculação de Água (RAS) e de sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias..... 40
- Tabela 2.** Desempenho e índice somático de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias 41
- Tabela 3.** Composição corporal de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias, e do bioflocos seco 42
- Tabela 4.** Parâmetros metabólicos de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias 43

MANUSCRITO II

- Tabela 1.** Manejo alimentar de traíras submetidas ao condicionamento alimentar 59
- Tabela 2.** Parâmetros de desempenho de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)..... 60
- Tabela 3.** Índices morfométricos de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)..... 61
- Tabela 4.** Composição corporal de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)..... 62
- Tabela 5.** Parâmetros bioquímicos do fígado de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT) 63
- Tabela 6.** Parâmetros bioquímicos do músculo de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT) 64

MANUSCRITO III

- Tabela 1.** Manejo alimentar da fase 1 86
- Tabela 2.** Parâmetros de desempenho de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final da fase 1..... 87
- Tabela 3.** Parâmetros de desempenho de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2) 88
- Tabela 4.** Índices morfométricos de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2)..... 89
- Tabela 5.** Composição centesimal de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2) 90
- Tabela 6.** Parâmetros bioquímicos do fígado de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2)..... 91
- Tabela 7.** Parâmetros bioquímicos de músculo de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2) 92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 GÊNERO <i>Hoplias</i> E ASPECTOS PRODUTIVOS DA TRAÍRA (<i>Hoplias malabaricus</i>)	15
2.2 CONDICIONAMENTO ALIMENTAR E ARRAÇOAMENTO DE PEIXES CARNÍVOROS	18
2.3 SISTEMAS DE CULTIVO DE PEIXES E UTILIZAÇÃO DE BFT PARA ESPÉCIES CARNÍVORAS	20
3 MANUSCRITO I.....	24
4 MANUSCRITO II	47
5 MANUSCRITO III.....	65
6 CONCLUSÕES GERAIS	95
REFERÊNCIAS	96
ANEXO A - IMAGEM DOS SISTEMAS RAS E BFT UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.....	101
ANEXO B – IMAGEM DO MACROCOSMO DO SISTEMA BFT UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS.....	102
ANEXO C – IMAGEM DE TRAÍRAS APÓS ALIMENTADAS COM RAÇÃO COMERCIAL DURANTE 6 SEMANAS	103

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira está crescendo nos últimos anos, sendo que em 2021 já bateu a marca de 841.005 toneladas de peixes cultivados, representando um aumento de 45,7% em 8 anos (PEIXE BR, 2022). Estes mesmos autores destacam que a representatividade dos peixes nativos na produção de 2021 foi de apenas 31,2% do total, sendo que essa classe ainda tem potencial a ser explorado.

A piscicultura brasileira está fundamentada na criação de espécies de peixes exóticas de água doce (principalmente a tilápia), pois apresentam melhoramento genético mais desenvolvido e facilidade de manejo. Entretanto, existem vários peixes nativos com potencial produtivo e que são apreciados pela população devido à boa qualidade nutricional e sabor da carne (FARIA et al., 2019). Isto varia de acordo com as diferentes regiões do país, onde há grandes variações de clima, afetando a criação de algumas espécies e propiciando a criação de outras. Além disso, uma boa parte da oferta de peixes nativos historicamente foi abastecida pela pesca, a qual atualmente, tem um decréscimo significativo.

Uma espécie de peixe nativo muito apreciada pela população é a traíra (*Hoplias malabaricus*). O que se conhece quanto a produção dessa espécie está baseada em informações sobre reprodução, larvicultura e alguns estudos com juvenis. Este peixe, por possuir excelente sabor de carne, apresenta-se como uma espécie com potencial para uso em piscicultura. Possui alta qualidade de proteína para consumo humano, além de grandes concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs - ômega 3 e 6), principalmente o ácido docosahexaenóico (DHA), linoléico (LA) e araquidônico (ARA), quando comparada a demais espécies aquícolas de água doce (FARIA et al., 2019). Para implementar a criação deste peixe de forma consistente, faz-se necessário resolver alguns problemas relacionados à reprodução, larvicultura, exigências nutricionais e manejos adequados, principalmente quanto ao seu condicionamento alimentar em diferentes sistemas de cultivo.

O condicionamento alimentar é importante em peixes de hábito alimentar carnívoro, pois esse grupo de peixes apresenta resistência a aceitar de maneira voluntária rações balanceadas (secas) (SOARES et al., 2007). Neste sentido, o condicionamento alimentar é usado nestas espécies de peixes, que constitui na substituição parcial ou progressiva da dieta semiúmida por ração seca. Na literatura existem relatos com resultados positivos em relação ao condicionamento alimentar de várias espécies de peixes carnívoros como o caso do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (CAMPOS, 2010), pirarucu (*Arapaima gigas*) (SOUZA et al., 2015; CAVERO et al., 2003) e do tucunaré (*Cichla monoculus*), onde neste último, juvenis

foram eficientemente adaptados a consumir ração seca (em substituição de peixe moído) após 30 dias de adaptação (SOARES et al., 2007).

Para o trairão (*Hoplias lacerdae*), o condicionamento alimentar também já foi testado, sendo, portanto, uma estratégia eficiente para a aceitação de rações por parte de juvenis dessa espécie (LUZ et al., 2002). Já para a traíra, ainda existe a necessidade de desenvolver um condicionamento alimentar eficiente e de aplicação prática, sendo que a espécie já mostrou indícios de se adaptar a ração precocemente em estudos feitos por Pereira et al. (2015), onde os autores testaram diferentes alimentos (náuplios de *Artemia* sp.; microverme de aveia; zooplâncton selvagem e ração comercial).

A criação de juvenis de peixes, atualmente, é realizada em diferentes condições criatórias. Sistemas mais intensivos têm sido utilizado, mesmo com maior custo, para otimizar a sobrevivência, a padronização e o controle sanitário. Os estudos existentes com *H. malabaricus* estão, na sua maioria, relacionados ao peixe em seu hábitat natural. Quanto a sua produção em ambientes controlados e intensivos, os trabalhos ainda são poucos.

Um sistema de produção intensivo bastante estudado atualmente é o sistema de bioflocos (BFT). Sistema esse que minimiza a renovação de água, trazendo benefícios ambientais e também produtivos. A constante disponibilidade do alimento natural, com perfil nutricional de qualidade, é uma das principais características e benefícios da utilização deste sistema. Porém, o aproveitamento deste alimento, depende de algumas características dos peixes cultivados, tais como: peixes adaptados a águas turvas, tolerar altas densidades, hábito alimentar filtrador, entre outras (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2015).

Assim, a capacidade de promover o crescimento dos animais no BFT, baseia-se principalmente na capacidade dos peixes de aproveitar e consumir esses bioflocos e a adaptação ao sistema. Nesse sentido, peixes filtradores são mais adaptados para consumir bioflocos menores do que espécies carnívoras (ROMANO; DAUDA, 2018). Porém, ainda não está bem claro até que ponto de vida realmente as traíras aproveitam pequenos microrganismos, como os que são disponibilizados pelo BFT, sendo que pós-larvas dessa espécie, quando alimentadas com o zooplâncton selvagem, apresentaram bom desempenho (PEREIRA et al., 2015).

O BFT pode ainda, possibilitar o aumento do controle e biossegurança no cultivo (WASIELESKY et al., 2006), manter a qualidade da água (principalmente em relação aos compostos nitrogenados) e melhorar a saúde dos peixes (principalmente em relação a competição biológica com patógenos e a consequente inibição da atuação destes que ocorre nesse sistema), fatores importantes na produção de peixes (EMERENCIANO et al., 2017) e pelo qual peixes carnívoros, ainda mais em fases no qual apresentam alto canibalismo poderiam

se beneficiar com uma menor presença de patógenos, já que estão mais suscetíveis a isso por apresentarem possíveis cortes e ferimentos por causa de brigas.

Neste contexto, justifica-se o estudo do manejo nutricional desta espécie em diferentes sistemas de criação, visando otimizar o cultivo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar diferentes sistemas de criação e o condicionamento alimentar para juvenis de traíra (*Hoplias malabaricus*).

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho de juvenis de traíra cultivadas em diferentes sistemas de criação e submetidas a diferentes métodos de condicionamento alimentar;
- Avaliar parâmetros bioquímicos, índices morfométricos e de composição corporal de juvenis de traíra cultivadas em diferentes sistemas de criação e submetidas a diferentes métodos de condicionamento alimentar;
- Definir uma metodologia de condicionamento alimentar para juvenis de traíra.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GÊNERO *Hoplias* E ASPECTOS PRODUTIVOS DA TRAÍRA (*Hoplias malabaricus*)

A traíra (*Hoplias malabaricus*) (Figura 1) é uma espécie de peixe de água doce, nativa do Brasil e pertencente ao gênero *Hoplias*. Esse gênero foi descrito em 1903 por Gill, pertence à classe dos peixes ósseos que não possuem nadadeira adiposa, da família Erythrinidae, superordem Characiphysae e ordem Characiformes (MALABARBA; MALABARBA, 2020).



Figura 1. Juvenil de traíra (*Hoplias malabaricus*). Fonte: Arquivo pessoal.

A família Erythrinidae (Characiformes) compreende três gêneros: *Hoplias*, *Hoplerythrinus* e *Erythrinus*. O gênero *Hoplias* distingue-se dos demais pela presença de dentes caninos no maxilar e nadadeira dorsal longa (15 a 16 raios). Esse gênero possui capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais (VITORINO et al., 2007). O nome *Hoplias* provém da palavra grega “oplón-opla”, com o sufixo “ias” o que significa armadura, em alusão à couraça defensiva do crânio e devido aos seus dentes agressivos (MALABARBA, 1989).

A situação taxonômica das espécies desse gênero (*Hoplias*) é bastante confusa, devido principalmente, a grande quantidade de espécies descritas de maneira vaga e imprecisa, com base em caracteres de pouco valor taxonômico para a delimitação das espécies (OYAKAWA, 1990). Por esse motivo, estudos foram realizados na área de citogenética dos eritrinídeos (MORELLI; VICARI; BERTOLLO, 2007), para a melhor identificação das espécies desse grupo, que agrupa ao menos doze espécies de peixes de água doce, sendo nove espécies encontradas no Brasil (OYAKAWA; MATTOX, 2009).

Porém, na literatura, as espécies do gênero *Hoplias* citadas são basicamente duas, sendo consideradas por vezes como dois grupos de espécies (trairão e traíra), no qual o grupo do trairão é descrito como *H. lacerdae* e compreende o grupo de espécies que atingem maiores pesos quando adultos (até 26kg) e o grupo da traíra é descrita como *H. malabaricus* de forma geral, estes por sua vez atingem até 5kg na fase adulta.

Como principal diferença entres esses dois grupos, o trairão (*H. lacerdae*) apresenta ausência de placas de suporte de dente no tecido carnoso na superfície dorsal da língua lisa, além disso, em vista ventral, apresenta as bordas dentárias paralelas, em forma de U (Figura 2 – a). Já a traíra (*H. malabaricus*), peixe no qual está focada esta tese, apresenta-se na forma de V (Figura 2 - b), pois as bordas dentárias se unem próximas à boca e apresenta placas com dentes de suporte ligados ao tecido carnoso cobrindo a superfície dorsal da língua áspera (OYAKAWA; MATTOX, 2009).

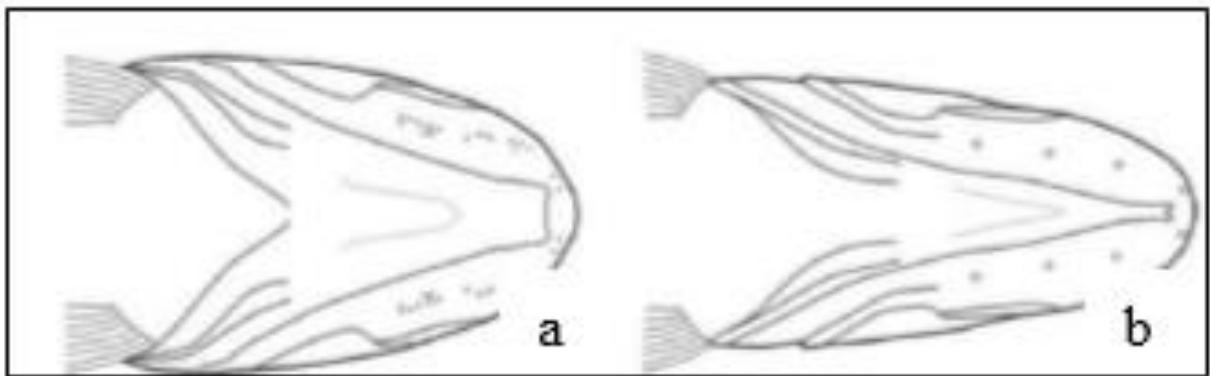


Figura 2. Vista ventral da cabeça das espécies *H. lacerdae* e *H. malabaricus*. Legenda: *H. lacerdae* (a) e *H. malabaricus* (b). Fonte: Adaptado Oyakawa; Mattox (2009).

Embora ocorram problemas taxonômicos na sistemática dos peixes Neotropicais do grupo de espécies *H. malabaricus* (MATTOX; BIFI; OYAKAWA, 2014), foi documentado para essa espécie que o crescimento é mais acentuado nos dois primeiros anos de vida, antes de atingir o tamanho de maturação gonadal, para ambos os sexos (machos e fêmeas). Porém, ocorre uma ligeira diferença no crescimento a partir do terceiro ano, quando as fêmeas superam os machos na velocidade de crescimento em direção ao tamanho assintótico (MARTINS; REGO; PINESE, 2009).

Em relação ao rendimento de filé em traíras (peso médio de 616,07 gramas), os machos apresentaram maior rendimento (48,63%) em relação as fêmeas (46,12%). Segundo os autores, essa diferença de rendimento de filé entre os sexos pode ter ocorrido pelo fato das fêmeas envolvidas no estudo estarem com o desenvolvimento gonadal em estágio evoluído (SANTOS

et al., 2001), relacionando novamente as questões reprodutivas com o desenvolvimento e desempenho desses peixes. Porém, além da influência da época reprodutiva, outros fatores podem ter influenciado no rendimento de filé, como características intrínsecas: anatomia do corpo, tamanho da cabeça e peso dos resíduos (vísceras e nadadeiras) (SIMÕES et al., 2007).

O que mais chama atenção no estudo de Santos et al. (2001), é o alto rendimento médio de filé apresentado na traíra (44,33%), sendo bastante superior quando comparado a outras espécies tradicionalmente cultivadas. A tilápia (*Oreochromis niloticus*) por exemplo, apresentou 32,02% de rendimento no trabalho de Pires et al. (2011), sendo que a maioria dos valores de rendimento para essa espécie (tilápia), encontrados na literatura, são inferiores a 40% (SOUZA et al., 2006).

Em produções comerciais de peixes, são necessários ambientes favoráveis para o crescimento e desenvolvimento desses animais. Para isso, a qualidade de água na criação intensiva é um fator importante. Em relação à temperatura, as traíras resistem a uma ampla faixa, sendo a ideal entre 18 à 30°C, apresentando maior consumo alimentar em águas com temperatura de 30°C e deixando de se alimentar em águas com temperaturas inferiores a 14°C (BALDISSEROTTO; GOMES, 2013).

Nesse sentido, conta em favor da criação da traíra sua alta rusticidade. Sobrevive em ambientes com baixa oxigenação (BALDISSEROTTO; GOMES, 2013) e suporta longos períodos em jejum (RIOS et al., 2004). Ainda em favor da criação de traíras, conta a qualidade nutricional comprovada da sua carne e boa aceitação pelos consumidores (FARIA et al., 2019).

Em ambiente natural, a traíra adulta é considerada uma espécie de peixe sedentária, sendo, portanto, uma predadora oportunista (MILANI; MACHADO; SILVA, 2010). Por isso ocupa lugares de emboscadas, como por exemplo, bancos de macrófitas (LUZ-AGOSTINHO et al., 2008). No estado do Rio Grande do Norte, exemplares foram capturados com diversos itens alimentares no estômago, sendo destacada a preferência por peixes (72,8%) e camarões (27,2%) (PESSOA et al., 2013).

A traíra consegue se alimentar de presas de tamanho consideravelmente grande, como peixes das famílias Characidae (Iambari), Curimatidae (birú) e Cichlidae (acará-bandeira) (MARTINS, 2009). Esta necessidade de predação e requerimento de alimentos com alto valor nutritivo, como a proteína animal, está diretamente relacionada com a estrutura adaptativa do trato digestório, no qual, em peixes carnívoros caracterizam-se por ter um estômago grande e intestino pequeno, totalmente inverso ao outro extremo que seriam as espécies de peixes detritívoros (Figura 3) (BOSCOLO et al., 2011; PESSOA et al., 2013). Contudo, fatores como

as condições ambientais, o tamanho e a mobilidade das presas interferem na seleção do alimento pela traíra (MILANI; MACHADO; SILVA, 2010).

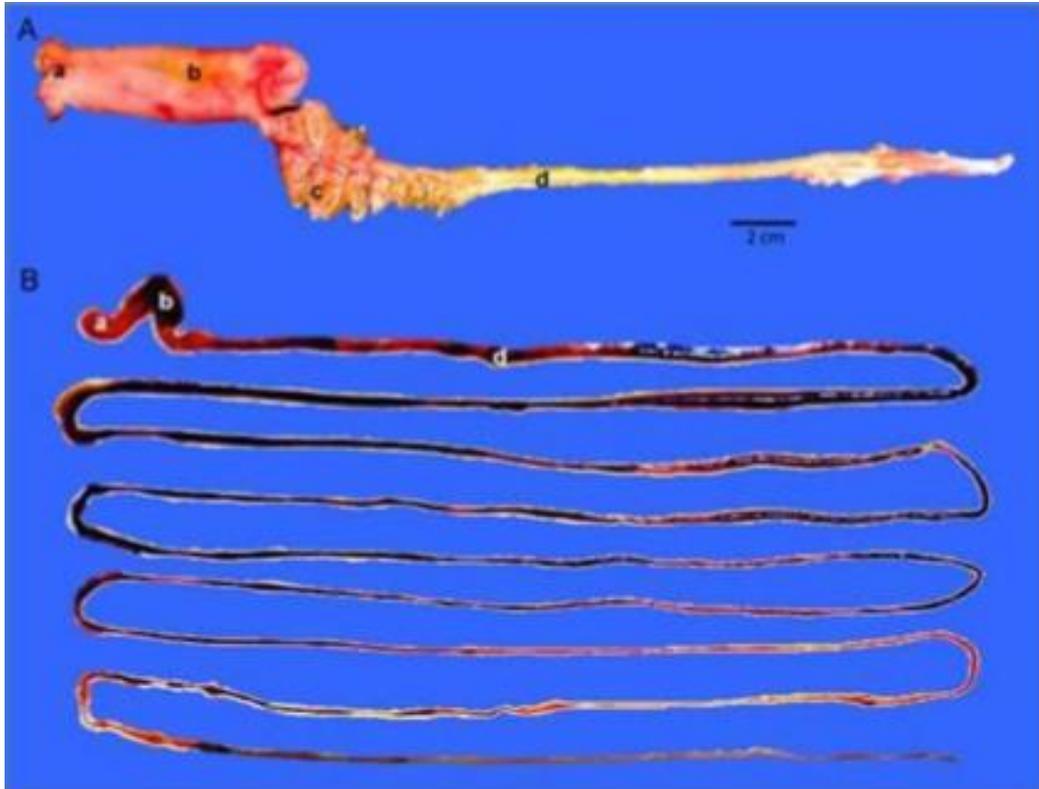


Figura 3. Estrutura dos tratos digestórios de *H. malabaricus* e *Hypostomus pusalum*. Legenda: *H. malabaricus* (A) e *Hypostomus pusalum* (B); (a) esôfago; (b) estômago; (c) cecos pilóricos e (d) intestino. Fonte: Adaptado de Pessoa et al. (2013).

Assim, para a produção comercial da traíra, existem ainda várias dificuldades, tanto na parte reprodutiva e produção de juvenis, encarecendo os custos, quanto na parte nutricional. Onde neste último, existem carências de informações em vários temas, como exigências nutricionais, formulação de alimentos elaborados e aceitação destes em diferentes fases de cultivo.

2.2 CONDICIONAMENTO ALIMENTAR E ARRAÇOAMENTO DE PEIXES CARNÍVOROS

Peixes de hábito alimentar carnívoro, como por exemplo os do gênero *Pseudoplatystoma* (pintado e cachara), *Cichla* (tucunaré), *Salminus* (dourado) e *Hoplias* (traíra e trairão), apresentam resistência a aceitar de maneira voluntária rações balanceadas (secas). Neste sentido, o condicionamento alimentar é usado para facilitar a aceitação dessas dietas

(SOARES et al., 2007; CYRINO; KUBITZA, 2003). O condicionamento alimentar constitui na substituição parcial ou progressiva da dieta semiúmida por ração seca.

Na literatura existem relatos positivos em relação ao condicionamento alimentar de várias espécies de peixes carnívoros como o caso do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) (LUZ et al., 2011), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (CAMPOS, 2010), pirarucu (*Arapaima gigas*) (SOUZA et al., 2015; CAVERO et al., 2003) e do tucunaré (*Cichla monoculus*), onde neste último, juvenis foram eficientemente adaptados a consumir ração seca (em substituição de peixe moído) após 30 dias de adaptação (SOARES et al., 2007).

Para o trairão (*H. lacerdae*), misturando proporções crescentes de ração comercial farelada com coração de boi moído na sua dieta, Luz et al. (2002) concluíram que o condicionamento alimentar é uma estratégia eficiente na alimentação artificial de juvenis dessa espécie. Juvenis dessa espécie com 16mm já estão prontos a serem condicionados para receber dietas formuladas (LUZ; PORTELLA, 2015).

Para a traíra, ainda existe a necessidade de desenvolver um protocolo de condicionamento alimentar eficiente e de aplicação prática, sendo que a espécie já mostrou indícios de se adaptar à ração precocemente (PEREIRA et al., 2015). Estes autores testaram diferentes alimentos (nauplios de *Artemia* sp.; microverme de aveia; zooplâncton selvagem e ração comercial) na larvicultura da traíra. As pós-larvas apresentaram melhor desempenho quando alimentadas com o zooplâncton selvagem, porém, quando receberam ração também obtiveram bons índices de sobrevivência e desenvolvimento.

Devido ao hábito alimentar noturno, proporcionar um ambiente escuro durante o manejo alimentar, pode evitar fatores estressantes, principalmente, quanto à modificação da dieta sem condicionamento, sendo que, o estresse pode induzir ao canibalismo, entre outros efeitos indesejados na produção. De acordo com Luz e Portella (2005), a diminuição da intensidade luminosa e o oferecimento de náuplios de *Artemia* na alimentação de trairão (*H. lacerdae*) proporcionaram 100% de sobrevivência dos animais nos 15 primeiros dias de alimentação.

Durante o manejo alimentar das larvas deve ser considerado o tamanho da cavidade bucal desses animais, para determinação de alimento com tamanho adequado. Além disso, a oferta de alimento distribuída várias vezes ao dia proporciona maior crescimento nessa fase (BALDISSEROTTO; GOMES, 2013). No caso do trairão uma alta frequência alimentar proporciona um comportamento menos agressivo, um aumento no consumo e permite melhorar a eficiência de assimilação da dieta (LUZ et al., 2002). Em relação ao nível de arraçoamento, não se tem valores para a traíra, porém para o trairão, o nível de 4%/PV/dia de ração é o mais adequado para juvenis (SALARO et al., 2008).

2.3 SISTEMAS DE CULTIVO DE PEIXES E UTILIZAÇÃO DE BFT PARA ESPÉCIES CARNÍVORAS

Minimizar a renovação de água é uma parte essencial da aquicultura moderna e ambientalmente responsável. Mínimas trocas de água beneficiam o produtor reduzindo a possibilidade de introduzir compostos tóxicos, patógenos, vetores de doenças ou outros organismos indesejáveis na fazenda, além de reduzir as descargas de nutrientes e de matéria orgânica das fazendas (FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006).

O uso indiscriminado da água e sua escassez, somados à alta demanda por produtos aquícolas e à valorização da piscicultura, implicam na necessidade de sistemas de produção com ciclos temporais mais curtos e altas densidades. O sistema de bioflocos (*BFT- biofloc technology*) surge como alternativa de produção mais sustentável porque tem a relação C/N controlada, possibilitando altas produções sem troca de água, somente repondo a evaporada (SAMOCHA et al, 2010).

O BFT foi desenvolvido com foco para a carcinicultura, sendo amplamente estudado e utilizado na produção do camarão marinho (EMERENCIANO et al., 2013). Porém, nos últimos anos, vem sendo testado para uso em várias espécies de peixes, como por exemplo: *Rhamdia quelen* (POLI; SCHVEITZER; NUÑER, 2015), *Brycon orbignyanus* (SGNAULIN et al., 2018), *Piaractus brachypomus* (CRISTINA et al., 2017), *Mugil cf. hospes* (ROCHA et al., 2012), *Cyprinus carpio* (BAKHSI et al., 2018) e principalmente para *Oreochromis niloticus* (LONG et al., 2015; LUO et al., 2014; MANSOUR; ESTEBAN, 2017).

O BFT pode trazer vários benefícios aos peixes (XU et al., 2012) como por exemplo, melhorar o estado antioxidante e imunológico (KIM et al., 2014; XU; PAN, 2013) e através de cuidados na relação carbono e nitrogênio da água é possível estimular o crescimento de comunidades microbianas específicas, principalmente as bactérias heterotróficas. Esta microbiota auxilia na ciclagem dos nutrientes e possibilita a maturação e estabilidade do sistema, incorporando a amônia excretada pelos organismos cultivados em biomassa e fomentando a “alça microbiana”, proporcionando um conjunto de benefícios na produção piscícola (EMERENCIANO et al., 2017), que deve ser estudado para cada espécie em específico e nas diferentes fases de vida.

O BFT também possibilita o aumento do controle e biossegurança no cultivo (WASIELESKY et al., 2006); manutenção da qualidade da água (principalmente em relação aos compostos nitrogenados) e melhora na saúde dos peixes (principalmente em relação a competição biológica com patógenos e a consequente inibição da atuação destes que ocorre

nesse sistema) (EMERENCIANO et al., 2017); pode ser uma importante fonte de carotenoides e compostos antibacterianos que são responsáveis pela melhora do estado de saúde fisiológica de organismos aquáticos (XU; PAN, 2013) e pode ainda, ser uma fonte de alimento natural com elevado nível de proteína e excelente composição de ácidos graxos (AZIM; LITTLE, 2008; EMERENCIANO et al., 2013).

A constante disponibilidade do alimento natural, com perfil nutricional de qualidade, é uma das principais características e benefícios do sistema de BFT. O aproveitamento deste alimento depende, porém, de algumas características dos peixes cultivados nesse sistema, tais como: peixes adaptados a águas turvas, tolerar altas densidades de estocagem, hábito alimentar filtrador, entre outras (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2015).

Assim, a capacidade de promover o crescimento dos animais, baseia-se principalmente na capacidade dos peixes de aproveitar e consumir esses bioflocos. Nesse sentido, peixes filtradores são melhor adaptados para consumir bioflocos menores que espécies carnívoras (ROMANO; DAUDA, 2018).

Sabe-se, porém, que a traíra apresenta diferentes hábitos alimentares nas diferentes fases de vida em que se encontra. Na fase larval (entre 6,17 a 8,10 mm) alimenta-se de zooplâncton (BIALETZKI et al., 2008). Na fase pós-larval, no terceiro e quarto dia de vida, alimenta-se de rotíferos, protozoários, copépodes, cládoceros e ostracoides (BALDISSEROTTO; GOMES, 2013). Já na fase juvenil (de 12,57 a 49,12 mm de comprimento) tornam-se muito vorazes (BARBIERI; VERANI; BARBIERI, 1982), sendo insetívoros nessa fase (BALDISSEROTTO; GOMES, 2013) e se tornando piscívoros quando adultos (MARTINS, 2009). Assim, ainda não está bem claro até que ponto de vida realmente as traíras podem aproveitar pequenos microrganismos, similares aos que são disponibilizados pelo BFT.

A criação em BFT foi benéfica na produção de juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*), espécie carnívora, pois melhorou significativamente o desenvolvimento, a sobrevivência e a qualidade larval dessa espécie (EKASARI et al., 2016). Além disso, mostrou-se como uma alternativa promissora para controlar a qualidade da água do sistema de cultivo desses peixes, permitindo assim, o desenvolvimento de práticas sustentáveis para essa espécie. O sistema contribuiu principalmente mantendo a temperatura adequada, fornecendo água de boa qualidade e garantindo uma alta sobrevivência (BAKAR et al., 2015). Para juvenis desta espécie proporcionou resistência à bactéria *Aeromonas hydrophila*, fato importante, pois esse patógeno pode causar grandes perdas econômicas (ROMANO; DAUDA, 2018).

Para piracanjubas (*Brycon orbignyanus*) com peso inicial de $35,25 \pm 5,64$, o BFT pode ser um sistema alternativo no cultivo, embora tal sistema não tenha melhorado o desempenho

em comparação com a criação em águas claras (SGAULIN et al., 2018). Para o jundiá (*Rhamdia quelen*), na comparação de criação de larvas em água clara e BFT, este proporcionou uma melhora de quatro vezes na sobrevivência, pois as larvas na água clara apresentaram *Ichthyophthirius multifiliis*, não sendo verificada esta situação em BFT (POLI; SCHVEITZER; NUÑER, 2015).

A baixa luminosidade que o sistema BFT proporciona devido a suas características, podem contar a favor da criação de traíras nesse sistema, já que a mesma se adapta bem a esses ambientes. A utilização de peixes adaptados a águas turvas é um fator positivo para o sucesso de seu uso no BFT (MARTÍNEZ-CÓRDOVA et al., 2015).

Como exemplo na figura 4, no qual as traíras estão em RAS (água clara) e ficam por baixo de uma mangueira de oxigênio, buscando uma condição de menor luminosidade. Provavelmente, com esse comportamento, esses peixes ficam menos ativos no momento do fornecimento das dietas, e principalmente na transição alimentar. Para esse comportamento a água escura do BFT poderia ser benéfica.



Figura 4. Traíras apresentando o hábito de se esconder. Fonte: Arquivo pessoal.

Outro fator que deve ser levado em conta no BFT é a relação carbono-nitrogênio (C/N) utilizada, que é 10-20:1 para peixes de modo geral. Deve-se considerar que relações mais altas aumentam a produção de sólidos (bioflocos), o que pode ser prejudicial aos peixes. Nesses casos, há necessidade de maior aeração para dar conta das taxas de respiração microbiana e para manter os sólidos em suspensão. Esta situação implica também em aumento dos custos operacionais do sistema, trazendo mais riscos, pois qualquer interrupção no fluxo de ar pode resultar na perda significativa de peixes (ROMANO; DAUDA, 2018). Para espécies carnívoras se têm relatos em relação à C:N ideal com o bagre africano (*Clarias gariepinus*), no qual foram testados cinco níveis: 10, 15, 20, 25 e 30 e a relação ótima ao fim do estudo foi 15:1 (BAKAR et al., 2015).

Em fases específicas de vida das traíras, mesmo sendo um sistema mais elaborado, requerendo insumos indispensáveis e equipamentos como gerador e aparelhos para avaliar a qualidade da água constantemente, o investimento poderia se justificar no BFT. Em função do alto valor dos juvenis, proporcionar um ambiente que resulte num menor índice de canibalismo e assim maior produtividade, poderia tornar o sistema sustentável e uma alternativa interessante.

Assim, estudar o crescimento da traíra em resposta a diferentes sistemas e métodos de condicionamento alimentar, é uma demanda importante para elaborar um pacote tecnológico consistente de produção de juvenis, que por consequência, vai melhorar os processos de criação nas fases posteriores de cultivo.

1 3 MANUSCRITO I

2

3

4

(Este manuscrito será submetido ao periódico Aquaculture International)

5

6

7

Efeitos dos sistemas de recirculação de água e bioflocos no crescimento, sobrevivência e metabolismo de juvenis de traíra (*Hoplias malabaricus*)

9

10 Samuel Marasca^I, Emerson Giuliani Durigon^I, Thamara Luísa Staudt Schneider^I,

11 Juliano Uczay^{II}, Rafael Lazzari^{II*}

12

13 ^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Sede, Santa
14 Maria, RS, 97105–900, Brasil

15 ^{II}Departamento de Zootecnia e de Ciências Biológicas, UFSM, *Campus* Palmeira das Missões, Palmeira das
16 Missões, RS, 98300–000, Brasil

17

18 *Autor correspondente - rlazzari@ufsm.br

19

20 Resumo:

21 A criação de juvenis de peixes em sistemas intensivos pode proporcionar uma melhor
22 padronização e sobrevivência dos peixes. Neste estudo avaliou-se o crescimento, sobrevivência
23 e metabolismo de juvenis de traíra criados em sistema BFT (bioflocos) e RAS (recirculação em
24 água clara). Foi conduzido um experimento com 30 dias de duração, onde 480 juvenis ($0,58 \pm$
25 $0,12$ g) foram distribuídos em 24 unidades experimentais (20 peixes/tanque 50 L), separando-se
26 12 tanques por tratamento (BFT e RAS). Após o final do experimento, todos os peixes foram
27 medidos e 12 animais por tratamento (sistema) foram separados para coleta de tecidos e análise
28 de composição corporal. Foi observado maior crescimento individual nos peixes criados no
29 sistema RAS, enquanto que o BFT proporcionou maior sobrevivência e biomassa total. Os

30 juvenis criados em BFT apresentaram menor proteína bruta e matéria seca corporal. A
31 concentração de glicose foi superior no músculo e a concentração de amônia foi inferior nas
32 brânquias de traíras criadas no BFT em comparação ao RAS. Conclui-se que o BFT pode ser
33 utilizado na criação de traíras nas fases iniciais de produção, pois proporciona maior
34 sobrevivência e produtividade.

35

36 Palavras-chave: desempenho, espécie carnívora, glicose, sistemas intensivos

37

38 **1. Introdução**

39

40 Os sistemas de produção fechados de peixes denominam-se Recirculating Aquaculture
41 System (RAS) e Biofloc Technology System (BFT) (Fleckenstein et al. 2018). Esses sistemas
42 têm por objetivo reduzir ou remover compostos nitrogenados tóxicos através de diferentes tipos
43 de bactérias que posteriormente criam diferentes ambientes. O RAS possui água limpa devido
44 à filtração mecânica que remove sólidos e os compostos nitrogenados são convertidos em
45 produto menos tóxicos por bactérias nitrificantes. No BFT os compostos nitrogenados são
46 removidos pelas bactérias heterotróficas e convertidos em biomassa microbiana (Avnimelech
47 1999). Uma fonte de carbono orgânico precisa ser adicionada para mudar a composição
48 bacteriana e favorecer as bactérias heterotróficas, além disso, requer maior aeração para manter
49 os flocos em suspensão e suprir a respiração dos microrganismos e dos peixes (de Schryver et
50 al. 2008; Azim and Little 2008; Ekasari et al. 2015)

51 A produção de peixes de cultivo está em constante crescimento no Brasil, sendo que no
52 ano de 2021 atingiu 841 mil toneladas, um crescimento de 4,7% em relação ao ano anterior
53 (PEIXE BR 2022). Por ser um país de dimensões continentais e por consequência de diversos
54 climas, várias são as espécies que apresentam potencial para cultivo e que poderiam estar

55 colaborando com esses crescentes números, porém algumas ainda não possuem pacotes
56 tecnológicos disponíveis, o que pode estar inviabilizando sua criação.

57 Dentre as espécies de peixes carnívoros com potencial para a aquicultura, a traíra
58 (*Hoplias malabaricus*), se destaca por sua rusticidade, baixa demanda energética,
59 comportamento sedentário e boa aceitação pelo consumidor, por apresentar carne de excelente
60 qualidade nutricional (Salaro et al. 2003; Luz and Portella 2005; Veras et al. 2010; Palomino
61 Ramos et al. 2022). Recentemente, a espécie foi indicada a ser explorada para uso em
62 piscicultura pela alta qualidade de proteína para consumo humano (FARIAS et al., 2019).

63 No entanto, a produção dessa espécie é limitada pela falta de informações sobre os
64 aspectos biológicos, nutricionais e fisiológicos, informações imprescindíveis para definir qual
65 manejo adotar no sistema de produção. Além disso, a demanda crescente e constante de
66 consumo de pescado exige uma produção em grande escala, o que de maneira rápida é atingida
67 em sistema de produção intensiva.

68 O objetivo deste estudo foi comparar os sistemas RAS e BFT, quanto ao crescimento,
69 sobrevivência, composição corporal e os metabólitos de juvenis de traíras cultivadas nesses
70 sistemas.

71

72 **2. Material e métodos**

73

74 *2.1. Local e sistemas de criação*

75 O ensaio experimental foi conduzido durante 30 dias, no Laboratório de Piscicultura da
76 Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* de Palmeira das Missões (UFSM-PM),
77 localizado a 27°53'58" de latitude Sul, 53°18'49" de longitude Oeste e a 639 m de altitude.
78 Foram utilizados 24 tanques de polipropileno (100 L) utilizando-se 50 L de água em cada
79 unidade, sendo 2 tratamentos (RAS e BFT), com 12 replicatas cada.

80 O RAS continha além das unidades experimentais, um decantador (caixa polipropileno
81 500 L), um filtro biológico e mecânico (caixa polipropileno 500 L) e um reservatório no qual
82 drenava a água de volta as unidades experimentais por gravidade (caixa polipropileno 1000 L).
83 A água do decantador até o filtro foi bombeada através de uma bomba (0.5 HP). O BFT continha
84 um macrocosmo já maturado, no qual a água das unidades experimentais por gravidade passava
85 constantemente e foi bombeada deste de volta às unidades experimentais (microcosmo) através
86 de uma bomba (0.5 HP).

87

88 2.2. Animais e alimentação

89 480 juvenis de traíra (*Hoplias malabaricus*) foram utilizados com peso inicial de
90 $0,58 \pm 0,12$ g (20 peixes por unidade experimental). Os peixes foram alimentados até a saciedade
91 aparente, com fígado bovino (21,33% PB e 29,43% MS), em três refeições diárias (8:30, 13:30
92 e 18:30 h). O fígado foi mantido em freezer (-20°C) e ralado (Gourmet Mix[®]- aço inox) a cada
93 refeição para facilitar a ingestão.

94

95 2.3. Qualidade da água

96 Em ambos os sistemas (RAS e BFT), foram verificados diariamente, a temperatura, o
97 oxigênio dissolvido e o pH da água utilizando o oxímetro digital modelo 550 e o medidor de
98 pH pH100, YSI[®], respectivamente. Semanalmente, foram avaliadas as concentrações de
99 amônia total (Verdouw et al., 1978), nitrito (kit colorimétrico Labcon Test[®]) e alcalinidade
100 (PRATES, 2007).

101 No BFT foi verificado diariamente os sólidos sedimentáveis utilizando o cone IMHOFF.

102 As amostras de água do RAS foram coletadas na entrada do decantador e do BFT no
103 macrocosmo.

104

105 2.4. Desempenho e índices somáticos

106 No início e no final do experimento todos os peixes foram pesados e medidos
 107 individualmente a fim de determinar os seguintes parâmetros: peso final (PF, g); comprimento
 108 total (CT, cm); ganho de peso total (g) $GPT = (PF - PI)$; ganho em peso relativo (%) $GPR =$
 109 $[(PF-PI)/PI] \times 100$; biomassa (g) $B = (PF \times \text{número de peixes})$; sobrevivência (%) $S = (\text{número}$
 110 $\text{de peixes final} \times 100) / \text{número de peixes inicial}$; e, fator de condição $FC = (PF \times 100) / CT^3$, onde:
 111 $PI =$ peso inicial. Em todas as etapas de manipulação dos peixes, os mesmos foram anestesiados
 112 em imersão com eugenol (50 mg/L)

113 Ao final do experimento, os peixes (12 peixes por tratamento) foram eutanasiados por
 114 sobredose de benzocaína (250 mg/L) e posterior secção medular e eviscerados para a
 115 determinação de índices somáticos (%): hepatossomático $IHS = (\text{peso do fígado} / \text{peso inteiro}) \times$
 116 100 ; digestivo somático $IDS = (\text{peso do trato} / \text{peso inteiro}) \times 100$; gordura visceral $IGV = (\text{peso}$
 117 $\text{da gordura visceral} / \text{peso inteiro}) \times 100$; e, quociente intestinal $QI = (\text{comprimento do trato} / CT)$.
 118

119 2.5. Análises de composição corporal e bioflocos

120 A composição corporal dos peixes (12 peixes por tratamento) foi analisada: proteína
 121 bruta (PB), matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) segundo Association of Official
 122 Analytical Chemists (AOAC, 1995) e lipídios segundo Bligh and Dyer (1959). A composição
 123 corporal inicial foi: $PB = 11,79 \pm 0,16 \%$, $MS = 13,55 \pm 0,06 \%$, $MM = 2,12 \pm 0,07 \%$ e lipídios=
 124 $0,51 \pm 0,23 \%$. Com os dados de composição corporal, foram calculadas as deposições de
 125 proteína corporal (DPC) e lipídios corporais (DLC):

$$126 \quad DPC = Pf \times (PBCf/100) - (Pi \times (PBCi/100));$$

$$127 \quad DLC = Pf \times (LIPCf/100) - (Pi \times (LIPCi/100));$$

128 Onde: $Pf =$ peso final (g); $Pi =$ peso inicial (g); $PBCi/LIPCi =$ proteína ou lipídio corporal
 129 inicial; $PBCf/LIPCf =$ proteína ou lipídio corporal final.

130 O biofoco seco foi obtido através da decantação de água (400 L, por 30 minutos) do
131 BFT e do descarte do sobrenadante. Posteriormente, o material foi secado em estufa (55°C, por
132 72 horas) e submetido à análise de sua composição (PB, MS, MM e lipídios) conforme
133 metodologia descrita anteriormente.

134

135 *2.6. Coleta de tecidos e análises metabólicas*

136 No fígado, músculo e brânquias (12 peixes por tratamento), foram analisada as
137 concentrações de amônia (Verdouw et al., 1978), aminoácidos (Moore and Stein, 1948),
138 proteínas totais (Bradford, 1976), lactato (Harrower and Brown, 1972), substâncias reativas ao
139 ácido tio barbitúrico (TBARS) (Buege and Aust, 1978), glicose e glicogênio (Dubois et al.,
140 1956).

141

142 *2.7. Análises estatísticas*

143 Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação de
144 normalidade. Os dados foram submetidos posteriormente a análise de variância (ANOVA).
145 Quando foram verificadas diferenças significativas entre as variáveis ($p < 0.05$), as médias foram
146 comparadas pelo teste “t” de Student. Todas as análises foram realizadas usando o software SAS
147 e as figuras elaboradas com auxílio do SigmaPlot®.

148

149 **3. Resultados**

150

151 *3.1. Qualidade de água*

152 Os parâmetros de qualidade de água estão representados na Tabela 1. O pH foi inferior
153 e a concentração de nitrito foi superior no BFT em comparação ao RAS, e apresentou 16,94

154 mL/L de sólidos sedimentáveis. Os demais parâmetros não diferiram em ambos os sistemas de
155 criação.

156

157 *3.2. Desempenho e índices somáticos*

158 Os parâmetros de crescimento individuais (PF, CT, GPT e GPR) foram superiores no
159 RAS (Tabela 2). No entanto, maior biomassa e sobrevivência foram observados nos peixes
160 criados no BFT (Figura 1. A e B). A quantidade de peixes foi maior no BFT com faixa de peso
161 menor de 2,5 g, resultando em 200% superior ao RAS (Figura 2).

162 Os índices somáticos estão apresentados na Tabela 2. O IHS e IDS foi superior nos
163 peixes criados no BFT. Os sistemas de produção não influenciaram no IGV e QI das traíras.

164

165 *3.3. Composição corporal*

166 Traíras criadas em BFT apresentaram menor PB e MS corporal (Tabela 3). Os peixes
167 não apresentaram alteração na MM e nos lipídios em ambos os sistemas de criação. Maior
168 deposição de proteína e lipídios corporais foi observada nos peixes criados no sistema RAS
169 (Tabela 3). A composição do biofloco está descrita na Tabela 3.

170

171 *3.4. Análises metabólicas*

172 A concentração de glicose foi superior no músculo e a concentração de amônia foi
173 inferior nas brânquias de traíras criadas no BFT em comparação ao RAS (Tabela 4). Os demais
174 parâmetros bioquímicos não foram alterados pelo sistema de produção.

175

176 **4. Discussão**

177

178 *4.1. Qualidade da água*

179 A concentração de oxigênio dissolvido e de amônia total, a temperatura da água e a
180 alcalinidade não apresentaram diferença entre os sistemas estudados. O pH mais baixo no BFT
181 pode ser devido a uma quantidade geral aumentada de atividade bacteriana em comparação ao
182 outro sistema. Tanto o macrocosmo quanto as partículas de bioflocos (microcosmo),
183 forneceram substrato para as bactérias, possivelmente aumentando a respiração total e,
184 portanto, a produção de CO₂, que forma ácido carbônico e diminui o pH da água, semelhante
185 ao observado por Fleckenstein et al. (2018).

186 O nitrito apresentou maior concentração no BFT, alguns estudos indicam que esse
187 acúmulo de nitrito é um problema comum nesse sistema de cultivo (Azim and Little 2008; Ray
188 and Lotz 2014; Ekasari et al. 2015), sendo que tilápias (*Oreochromis niloticus*), apresentaram
189 inclusive menores taxas de crescimento quando criadas em BFT do que em outros sistemas de
190 cultivo, onde os autores relacionam essa queda de rendimento a níveis mais elevados de nitrito
191 presentes no BFT (Fleckenstein et al. 2018). Porém, neste estudo pressupõem-se que o nitrito
192 não influenciou negativamente o desempenho no BFT, pois a concentração não estava tão alta
193 em nenhum dos dois sistemas testados (RAS= 0,03±0,02 mg/L e BFT= 0,12±0,02 mg/L), sendo
194 ambos inferiores as concentrações de nitrito vistos em trabalho com o trairão (*Hoplias lacerdae*)
195 criado em RAS (0,25±0,10 mg/L), onde esse valor não inferiu nos parâmetros avaliados
196 (Palomino Ramos et al., 2022).

197

198 4.2. Desempenho e índices somáticos

199 No presente estudo, o maior peso individual e menor sobrevivência de traíras foi
200 observado no RAS, que pode ser explicado pela maior mortalidade de peixes com menor peso
201 (Figura 2). No entanto, a taxa de sobrevivência do presente estudo foi inferior quando
202 comparado a outros estudos com espécies carnívoras, traíra (*H. malabaricus*) (Pereira et al.
203 2015), trairão (*H. lacerdae*) (Luz and Portella 2005, 2015; Veras et al. 2010; Palomino Ramos

204 et al. 2022), *H. intermedius* (Ramos et al. 2018), pirarucu (*Arapaima gigas*) (Santana et al.
205 2020). Existem muitos fatores que podem estimular o canibalismo e reduzir a sobrevivência
206 como densidade de estocagem, frequência alimentar, luminosidade, entre outros (Veras et al.
207 2010; Pereira et al. 2015; Ramos et al. 2018; Santana et al. 2020; Besen et al. 2021). Por outro
208 lado, a maior uniformidade de peixes carnívoros pode reduzir as possibilidades de canibalismo
209 (Luz et al. 2000; Palomino Ramos et al. 2022). Possivelmente, neste estudo ocorreu
210 hierarquização entre os peixes, o que resultou em menor sobrevivência e maior peso individual
211 no RAS.

212 No BFT, as traíras apresentaram maior quantidade de animais nas menores faixas de
213 peso, sendo que continham 200% a mais de peixes com peso menor de 2,5 g ao final do
214 experimento em comparação ao RAS. Resultados semelhantes foram observados para larvas de
215 Goldfish (*Carassius auratus*) (Besen et al. 2021). Em geral, as espécies com tendência ao
216 canibalismo, principalmente nas fases iniciais respondem melhor quando a alimentação contém
217 organismos vivos (Luz and Portella 2002; Pereira et al. 2015) O BFT possui microrganismos
218 aglomerados em bioflocos e esses podem ser convertidos em alimento aos peixes (Azim and
219 Little 2008).

220 A baixa luminosidade e a coloração escura da água são características do BFT
221 (Martínez-Córdova et al., 2015). O regime de escuridão total foi apontado como um dos fatores
222 positivos na criação do trairão (*H. lacerdae*) (Luz et al. 2002) e parcialmente na criação de *H.*
223 *intermedius* (Ramos et al. 2018). No entanto, para a traíra (*H. malabaricus*) não existem estudos
224 avaliando a influência da luminosidade, mas observou-se um aumento significativo na
225 sobrevivência da espécie criada no BFT. Esse resultado é inédito e mostra a viabilidade técnica
226 do sistema, com implicações para a cadeia produtiva da espécie. No entanto, estudos são
227 necessários buscando avaliar a viabilidade econômica dessa produção.

228 No presente estudo o fator de condição, considerado indicador de saúde animal, não foi
229 alterado nos peixes criados em ambos os sistemas produtivos. É um resultado interessante, uma
230 vez que a traíra é uma espécie com tendência ao sedentarismo e possível deposição de gordura
231 corporal (Luz and Portella 2005; Ramos et al. 2018), características as quais poderiam interferir
232 na qualidade dos juvenis. Por outro lado, os índices hepatossomático e digestivo somático foram
233 maiores nos peixes criados no BFT. Esses índices permitem compreender a capacidade
234 digestiva da espécie e sugerem o uso de reservas para atender às demandas energéticas de
235 manutenção corporal e reposição de tecidos catabolizados, que podem ser direcionados ao
236 crescimento (Becker et al. 2010; Fabrizzi et al. 2013).

237

238 4.3. Composição corporal

239 A composição corporal apresentou variações quanto à proteína e à matéria seca em
240 traíras. A composição corporal pode ser influenciada por alguns fatores como composição das
241 dietas, sistema de produção, frequência alimentar, entre outros. Dietas contendo níveis de
242 glutamina não resultaram em alterações na composição corporal de trairão (*H. lacerdae*)
243 (Palomino Ramos et al., 2022). Da mesma forma, Veras et al. (2010) não observaram interação
244 significativa entre os níveis de proteína e energia da dieta sobre a composição corporal de trairão
245 (*H. lacerdae*). Possivelmente, a ausência de efeitos na composição corporal dos peixes seja em
246 razão da composição balanceada das dietas. No presente estudo, as traíras apresentaram maior
247 peso individual no RAS, e a principal fonte de alimento foi o fígado bovino (21,33% PB e
248 29,43% MS), diferente do BFT que compõem o bioflocos (18,30% PB e 96,43% MS) como
249 alimento natural. Dessa forma, pode ter havido um desbalanço de nutrientes o que resultou uma
250 menor quantidade de matéria seca e proteína corporal em traíras criadas em BFT. Além disso,
251 a qualidade do bioflocos foi inferior ao recomendado para tilápias (38% de proteína, 3% de
252 lipídios e 12% de cinzas) (Azim and Little, 2008).

253 No presente estudo, os lipídios e a matéria mineral de traíras não foram influenciados
254 pelo sistema de produção. Ramos et al. (2018) justificaram que a alteração dos lipídios
255 observada em traíras expostas em baixa luminosidade (6 h luz e 18 h escuro) foi decorrente de
256 uma maior mobilização de lipídios necessários para suprir a alta demanda energética devido à
257 alta atividade como lutas e fuga do canibalismo. Embora neste estudo tenha ocorrido regime
258 total de escuro, as condições experimentais não influenciaram na composição corporal de
259 lipídios em traíras.

260

261 4.4. Análises bioquímicas

262 O BFT resultou em traíras com maior concentração de glicose no músculo, por outro
263 lado, o glicogênio e o lactato não foram influenciados pelos sistemas. Possivelmente, a glicose
264 adveio da corrente sanguínea, uma vez que os sistemas não influenciaram na concentração do
265 glicogênio. Além disso, o aumento do lactato normalmente ocorre em peixes submetidos a
266 condições de estresse (Battisti et al. 2020), por consequência, o aumento da glicólise
267 anaeróbica, mas no presente estudo não foi observado alteração na concentração de lactato no
268 músculo de traíra. Resultados similares foram observados em matrinxã (*Brycon amazonicus*)
269 (Fabrizzi et al. 2013).

270

271 **Conclusão**

272 Conclui-se que o BFT pode ser utilizado na criação de traíras nas fases iniciais de
273 produção, em razão de proporcionar uma maior sobrevivência e produtividade.

274

275 **Agradecimentos**

276 Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
277 Superior - Brasil (CAPES) (Código financeiro 001).

278

279 Conflitos de interesse e disponibilidade dos dados

280 Os autores certificam que todos os dados usados no estudo estão disponíveis nos resultados do
281 artigo. Não há conflito de interesse e o artigo não foi submetido para outro periódico.

282

283 Declaração de direitos dos animais

284 Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais
285 (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo protocolo número 6284200420.

286

287 Contribuição dos autores

288 Samuel Marasca: elaboração do projeto, coleta de tecidos, análises, tabulação de dados e
289 redação do manuscrito.

290 Emerson Giuliani Durigon: coleta de tecidos e análises.

291 Thamara Luísa Staudt Schneider: coleta de tecidos, análises e redação do manuscrito

292 Juliano Uczay: análises bioquímicas.

293 Rafael Lazzari: elaboração do projeto, análises, redação do manuscrito e supervisão.

294

295 Referências

296 AOAC AOOAC- (1995) Official Methods of Analysis, 15th edn. Association of Official
297 Analytical Chemists, Washington

298 Avnimelech Y (1999) Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems.
299 Aquaculture 176:227–235

300 Azim ME, Little DC (2008) The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality,
301 biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
302 Aquaculture 283:29–35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>

303 Battisti EK, Rabaioli A, Uczay J, et al (2020) Effect of stocking density on growth,
304 hematological and biochemical parameters and antioxidant status of silver catfish
305 (*Rhamdia quelen*) cultured in a biofloc system. Aquaculture 524:.
306 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735213>

- 307 Becker AG, Gonçalves JF, Garcia LO, et al (2010) Morphometric parameters comparisons of
308 the digestive tract of four teleosts with different feeding habits. *Ciência Rural* 40:862–
309 866
- 310 Besen KP, da Cunha L, Delzियो FR, et al (2021) Goldfish (*Carassius auratus*) larviculture in
311 biofloc systems: Level of *Artemia* nauplii, stocking density and concentration of the
312 bioflocs. *Aquaculture* 540: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736738>
- 313 Bligh EG, Dyer WJ (1959) A rapid method of total extraction and purification. *Can J Biochem*
314 *Physiol* 37:911–917
- 315 Bradford MM (1976) A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram
316 Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding
- 317 Buege JA, Aust SD (1978) Biomembranes - Part C: Biological Oxidations. *Methods Enzymol*
318 52:302–310
- 319 De Schryver P, Crab R, Defoirdt T, et al (2008) The basics of bio-flocs technology: The added
320 value for aquaculture. *Aquaculture* 277:125–137.
321 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- 322 Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, et al (1956) Colorimetric Method for Determination of
323 Sugars and Related Substances. *Microb Cell Fact* 28:350–356.
324 <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- 325 Ekasari J, Rivandi DR, Firdausi AP, et al (2015) Biofloc technology positively affects Nile
326 tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture* 441:72–77.
327 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019>
- 328 Faria, M.D.R., Cavalcante-Neto, A., Allaman, I.B., Gomes, A.D., Moreira, R.G., Hallermand,
329 E.M., Hilsdorfa, A.W.S., 2019. The potential of *Hoplias malabaricus* (Characiformes:
330 Erythrinidae), a Neotropical carnivore, for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, v.4,
331 p.89-97.

- 332 Fabrizzi F, Moraes G, Hackbarth A, et al (2013) Intermittent sustained swimming in “matrinxã”
333 *Brycon amazonicus* (*Bryconidae: Bryconinae*): hematological and metabolic responses.
334 *Neotropical Ichthyology* 11:425–432
- 335 Fleckenstein LJ, Tierney TW, Ray AJ (2018) Comparing biofloc, clear-water, and hybrid
336 recirculating nursery systems (Part II): Tilapia (*Oreochromis niloticus*) production and
337 water quality dynamics. *Aquac Eng* 82:80–85.
338 <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.06.006>
- 339 Harrower JR, Brown CH (1972) Blood lactic acid-a micromethod adapted to field collection of
340 microliter samples. *J Appl Physiol* 32:710–713
- 341 Luz KR, Portella MC (2002) Larvicultura de Trairão (*Hoplias lacerdae*) em Água Doce e Água
342 Salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 21:829–834
- 343 Luz KR, Salaro AL, Souto EF, et al (2002) Condicionamento Alimentar de Alevinos de Trairão
344 (*Hoplias cf. lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31:1881–1885
- 345 Luz RK, Portella MC (2015) Effect of prey concentrations and feed training on production of
346 *Hoplias lacerdae* juvenile. *An Acad Bras Cienc* 87:1125–1132.
347 <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140412>
- 348 Luz RK, Portella MC (2005) Freqüência Alimentar na Larvicultura do Trairão (*Hoplias*
349 *lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 34:1442–1448
- 350 Luz RK, Salaro AL, Souto EF, Filho EZ (2000) Avaliação de canibalismo e comportamento
351 territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scientiarum* 22:465–469
- 352 Martínez-Córdova, L. R., Emerenciano, M., Miranda-Baeza, A., Martínez-Porchas, M., 2015.
353 Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: An updated review.
354 *Reviews in Aquaculture*, v.7, n.2, p.131–148.
- 355 Moore S, Stein WH (1948) Photometric ninhydrin method for use in the chromatography of
356 amino acids. *Journal of Biology Chemistry* 00:367–388

- 357 Palomino Ramos AR, Campelo DAV, Carneiro CL da S, et al (2022) Optimal dietary L-
358 glutamine level improves growth performance and intestinal histomorphometry of
359 juvenile giant trahira (*Hoplias lacerdae*), a Neotropical carnivorous fish species.
360 Aquaculture 547:.. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737469>
- 361 Peixe BR, 2022. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário 2022.
362 <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>.
- 363 Pereira SL, Mendonça PP, Pellanda AS, et al (2015) Utilização de diferentes alimentos na
364 larvicultura de traíra (*Hoplias malabaricus*). Rev Bras Med Vet 37:233–238
- 365 Prates, E.R., 2007. Técnicas de pesquisa em nutrição animal, UFRGS, Porto Alegre.
- 366 Ramos SE, de Carvalho AFS, Dias Castro TF, et al (2018) Cannibalism, growth performance,
367 and body composition of giant trahira juveniles under different photoperiods. Pesqui
368 Agropecu Bras 53:664–672. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000600002>
- 369 Ray AJ, Lotz JM (2014) Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and three
370 heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. Aquac Eng 63:54–
371 61. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.10.001>
- 372 Salaro AL, Luz RK, Nogueira GCC de B, et al (2003) Diferentes Densidades de Estocagem na
373 Produção de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). Revista Brasileira de Zootecnia
374 32:1033–1036
- 375 Santana TM, Elias AH, da Fonseca FAL, et al (2020) Stocking density for arapaima
376 larviculture. Aquaculture 528:.. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735565>
- 377 Veras GC, Salaro AL, Zuanon JAS, et al (2010) Growth performance and body composition of
378 giant trahira fingerlings fed diets with different protein and energy levels. Pesq agropec
379 bras 45:1021–1027

380 Verdouw H, van Echteld CJA, Dekkers EMJ (1978) Ammonia determination based on
381 indophenol formation with sodium salicylate. Water Res 12:399–402.
382 [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(78\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0043-1354(78)90107-0)

383

384

385 Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água do sistema de Recirculação de Água (RAS) e de
 386 sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

Variável	RAS	BFT	<i>p</i>
Temperatura (°C)	22,02 ± 1,36 ^a	22,00 ± 1,23 ^a	NS (0,95)
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,01 ± 0,32 ^a	7,97 ± 0,36 ^a	NS (0,69)
pH	7,29 ± 0,20 ^a	7,00 ± 0,18 ^b	< 0,01
Amônia total (mg/L)	0,08 ± 0,14 ^a	0,17 ± 0,13 ^a	NS (0,41)
Nitrito (mg/L)	0,03 ± 0,02 ^b	0,12 ± 0,02 ^a	< 0,01
Alcalinidade (mg de CaCO ₃ /L)	42,95 ± 1,07 ^a	45,62 ± 1,51 ^a	NS (0,07)
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	-	16,94 ± 5,84	-

387 Valores expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na linha diferem de acordo com o
 388 teste T de Student ($p < 0,05$). NS: não significativo.

389

390 Tabela 2. Desempenho e índice somático de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de
 391 Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

Variável	RAS	BFT	<i>p</i>
Desempenho			
Peso final (g)	4,20 ± 1,15 ^a	3,73 ± 1,23 ^b	< 0,01
Comprimento total (cm)	6,88 ± 0,67 ^a	6,57 ± 0,67 ^b	< 0,01
Ganho em peso total (g)	3,62 ± 0,42 ^a	3,15 ± 0,36 ^b	< 0,01
Ganho em peso relativo (%)	624,13 ± 78,93 ^a	543,10 ± 62,62 ^b	< 0,01
Fator de condição	1,28 ± 0,12	1,26 ± 0,11	NS (0,15)
Índices somáticos (%)			
Gordura visceral	3,77 ± 1,10	3,10 ± 0,73	NS (0,22)
Quociente intestinal	0,65 ± 0,07	0,63 ± 0,07	NS (0,44)

392 Valores expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na linha diferem de acordo com o
 393 teste T de Student ($p < 0,05$). NS: não significativo.

394

395 Tabela 3. Composição corporal de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de
 396 Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias, e do biofoco seco

Variável	RAS	BFT	<i>p</i>	BIOFLOCOS
Proteína bruta (%)	17,37 ± 0,47 ^a	16,03 ± 0,35 ^b	< 0,01	18,30±0,33
Matéria seca (%)	25,55 ± 0,48 ^a	23,77 ± 0,72 ^b	< 0,01	96,43±0,12
Matéria mineral (%)	3,11 ± 0,15	2,80 ± 0,49	NS (0,28)	39,25±0,65
Lipídios (%)	3,56 ± 1,67	3,42 ± 1,58	NS (0,90)	2,15±0,15
DPC (g)	0,66 ± 0,07 ^a	0,53 ± 0,05 ^b	< 0,01	-
DLC (g)	0,15 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,01 ^b	< 0,01	-

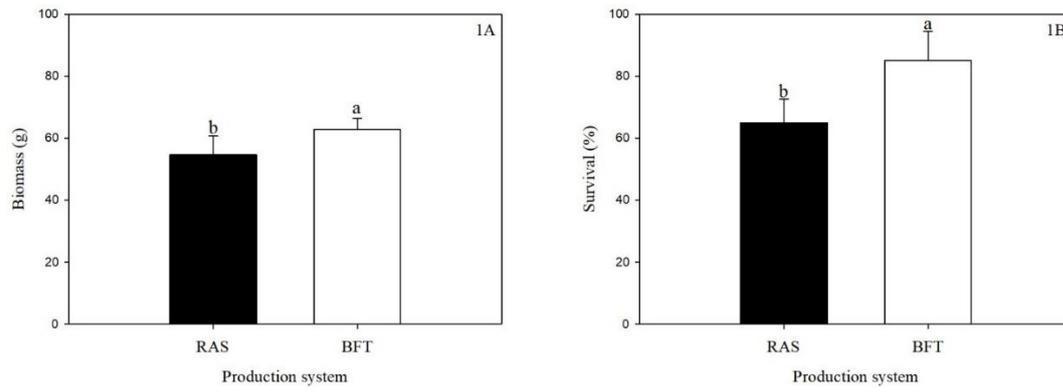
397 Valores expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na linha diferem de acordo com o
 398 teste T de Student ($p < 0,05$). NS: não significativo. DPC: deposição de proteína corporal; DLC: deposição de
 399 lipídios corporais.

400

401 Tabela 4. Parâmetros metabólicos de traíra (*Hoplias malabaricus*) criada em sistema de
 402 Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

Variável	RAS	BFT	<i>p</i>
Músculo (μmol/g)			
Glicose	222,93 ± 62,46 ^b	344,85 ± 37,25 ^a	< 0,01
Amônia	10,43 ± 1,46	10,56 ± 1,36	NS (0,85)
Aminoácidos	293,14 ± 66,58	274,89 ± 37,82	NS (0,51)
Proteínas totais (mg/g)	13,00 ± 0,98	14,39 ± 2,69	NS (0,22)
Glicogênio (mg/g)	62,00 ± 8,44	67,33 ± 4,87	NS (0,15)
Lactato	3,09 ± 0,27	3,09 ± 0,57	NS (0,99)
TBARS (nmol MDA/g)	16,53 ± 6,74	17,46 ± 4,08	NS (0,76)
Fígado (μmol/g)			
Glicose	451,67 ± 66,47	457,57 ± 57,10	NS (0,86)
Amônia	10,14 ± 2,55	10,01 ± 2,62	NS (0,93)
Brânquia (μmol/g)			
Amônia	5,23 ± 0,45 ^a	4,18 ± 0,38 ^b	< 0,01

403 Valores expressos como média ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na linha diferem de acordo com o
 404 teste T de Student ($p < 0,05$). NS: não significativo; TBARS: substâncias reativas ao ácido tio barbitúrico; MDA:
 405 malondialdeído.
 406

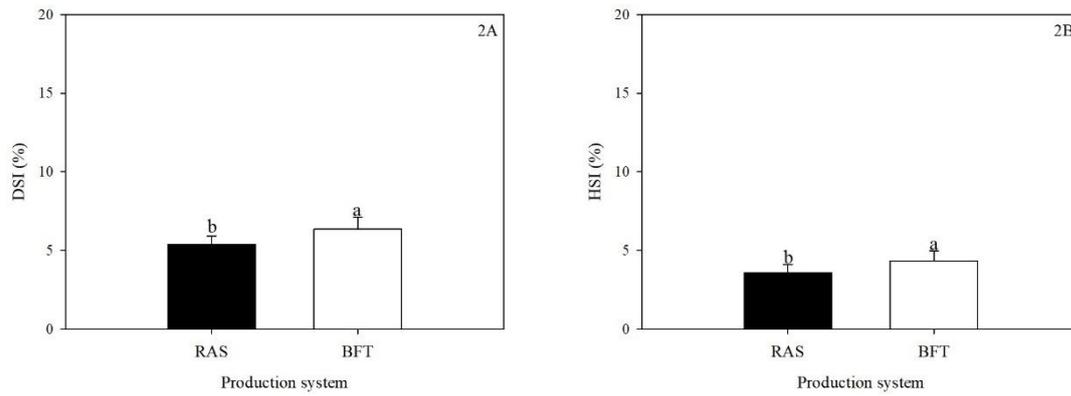


407

408 Figura 1. Biomassa e sobrevivência de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema de
409 Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

410

411



412

413 Figura 2. IDS e IHS de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema de Recirculação de
414 Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

415

416

417

418

419

420

421

422

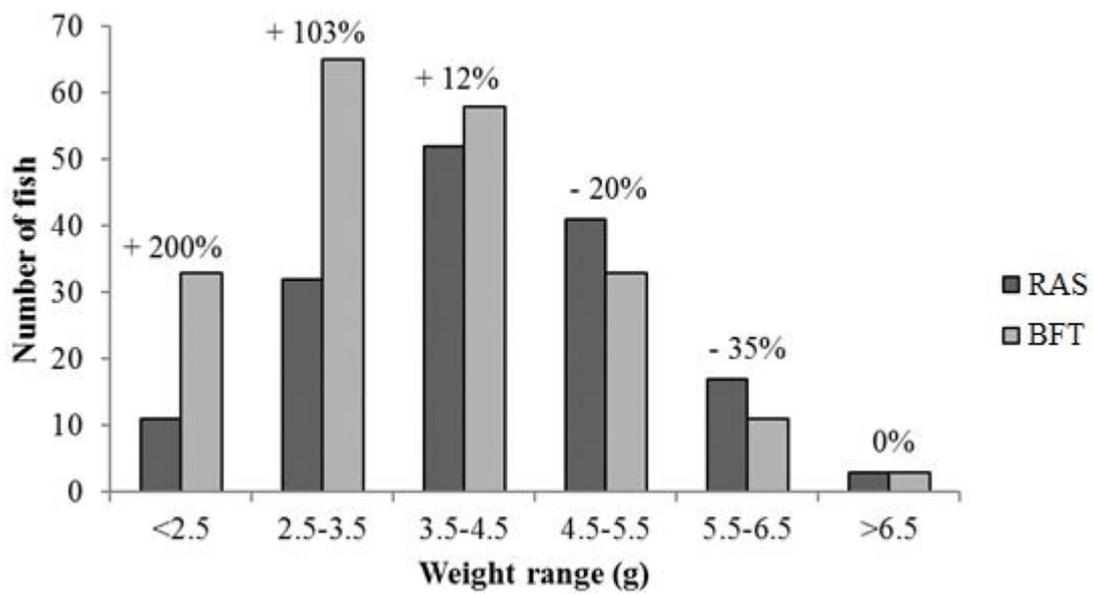
423

424

425

426

427



428

429 Figura 3. Representação da faixa de peso de traíras (*Hoplias malabaricus*) criadas em sistema
 430 de Recirculação de Água (RAS) e sistema de Bioflocos (BFT) durante 30 dias

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

4 MANUSCRITO II

(Este manuscrito será submetido ao periódico Boletim de Indústria Animal)

CONDICIONAMENTO ALIMENTAR DE TRAÍRAS (*Hoplias malabaricus*) CULTIVADAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTENSIVOS

Samuel Marasca¹, Emerson Giuliani Durigon¹, Thamara Luísa Staudt Schneider¹, Nilce Coelho Peixoto², Rafael Lazzari^{2*}

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, RS, Brasil.

*Autor correspondente: rlazzari@ufsm.br

RESUMO: O condicionamento alimentar correto de peixes carnívoros é imprescindível para uma criação intensiva, no qual, possibilita que estes passem a se alimentar somente de ração balanceada. A tecnologia do sistema de bioflocos (BFT) pode proporcionar diferentes benefícios produtivos para algumas espécies de peixes, para isso, essas espécies devem ser testadas nesse sistema de cultivo, principalmente em fases mais críticas, onde os possíveis benefícios do sistema podem ser evidenciados. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, índices morfométricos, composição corporal e parâmetros bioquímicos de traíras submetidas a diferentes estratégias de condicionamento alimentar em sistema de recirculação de água clara (RAS) e BFT. Foi realizado um experimento com 264 juvenis de traíra ($4,15 \pm 0,87$ g). O experimento conteve 6 tratamentos, 3 condicionamentos alimentares (SCA: sem condicionamento alimentar, CA1: condicionamento alimentar 1 e CA2: condicionamento alimentar 2) e 2 sistemas de cultivo (RAS e BFT), configurando um fatorial 3X2. Os peixes foram alimentados em 3 refeições diárias, no qual o grupo SCA recebeu apenas fígado, o grupo CA1 recebeu proporções crescentes semanalmente de ração misturada ao fígado e o grupo CA2 recebeu apenas fígado ou apenas ração nas diferentes alimentações, sugerindo um modelo de condicionamento alimentar mais prático dos habituais. No início e no final os peixes foram pesados e medidos para avaliação de desempenho, também foram coletadas amostras de tecidos dos peixes no final do experimento para índices morfométricos, composição corporal e análises bioquímicas. O desempenho das traíras foi superior no CA1 em comparação ao grupo CA2, mas ambos não diferiram do SCA. Traíras cultivadas em BFT apresentaram maiores proporções de PB e MM corporal em comparação ao RAS. O BFT resultou em maior concentração de aminoácidos e o CA não resultou em alterações metabólicas no

36 fígado. No músculo, houve menor concentração de aminoácidos e glicogênio no grupo SCA e o BFT
37 resultou em menor concentração de TBARS. Conclui se que CA1 é a melhor estratégia de
38 condicionamento alimentar testada e que traíras cultivadas em BFT apresentam maior deposição de PB
39 corporal e menor peroxidação lipídica.

40

41 **Palavras-chave:** BFT. Espécie nativa. Nutrição. Peixes carnívoros. Treinamento alimentar.

42

43 INTRODUÇÃO

44

45 A traíra (*Hoplias malabaricus*) é uma espécie de hábito alimentar carnívoro,
46 nativa do Brasil e com potencial para uso em piscicultura (Faria et al. 2019). Uma das
47 características mais marcantes dessa espécie é sua rusticidade, sendo que a mesma
48 sobrevive inclusive em ambiente pouco oxigenado (Baldisserotto e Gomes, 2013),
49 sendo que isso pode evitar a rápida perda de animais em pouco tempo, quando
50 ocorrem falhas, principalmente em sistemas intensivos de produção.

51 A produção comercial de espécies carnívoras depende de um condicionamento
52 alimentar eficiente para assim, possibilitar a sua alimentação com ração e consequente
53 produção intensiva, sendo que a traíra pode se adaptar precocemente a ração (Pereira
54 et al. 2015). No condicionamento alimentar de trairão (*Hoplias lacerdae*) foi ofertado
55 durante 17 dias uma mistura de ração com coração de boi (dieta semiúmida) e os
56 autores concluíram que as transições gradativas proporcionaram melhores condições
57 de adaptação e resistência a mudanças alimentares (Luz et al. 2002; Salaro et al. 2012),
58 semelhante ao observado no tucunaré (*Cichla monoculus*) (Soares et al. 2007) e pirarucu
59 (*Arapaima gigas*) (Souza et al. 2015; Lima et al. 2021). Contudo, além da espécie e da
60 técnica de manejo alimentar, o sistema de produção pode influenciar no sucesso do
61 condicionamento alimentar (Luz et al. 2011; Romano et al. 2018).

62 O sistema de bioflocos (BFT) é um sistema ecologicamente correto, pois é
63 praticamente zero a troca de água e a proporção de alimentação artificial pode ser
64 reduzida em algumas espécies de peixes, pois a comunidade microbiana produzida
65 no biofloco serve como fonte natural de alimento para essas espécies (Dauda et al.
66 2018; Sgnaulin et al. 2018). Para a formação do agregado microbiano é adicionada uma
67 fonte de carbono à água para promover o crescimento de uma biota aeróbia e

68 heterotrófica que pode contribuir na qualidade da água e servir como alimento para
69 os peixes (Romano et al. 2018, 2020). Existem poucos estudos avaliando o desempenho
70 de espécies carnívoras e para a espécie em questão não há estudos nesse sistema.

71 Dessa forma, o objetivo foi avaliar o desempenho, índices morfométricos,
72 composição corporal e parâmetros bioquímicos de traíras submetidas a diferentes
73 estratégias de condicionamento alimentar em sistema de recirculação de água (RAS) e
74 BFT.

75

76

MATERIAL E MÉTODOS

77

78 O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Universidade
79 Federal de Santa Maria - *Campus* de Palmeira das Missões (UFSM-PM), localizado a
80 27°53'58" de latitude Sul, -53°18'49" de longitude Oeste e a 639 m de altitude. Os
81 procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de
82 Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), protocolado sob o
83 nº 6284200420.

84 Dois sistemas de cultivo foram utilizados no experimento: RAS (sistema de
85 recirculação de água) e BFT (sistema de bioflocos) e, ao todo, 24 tanques (12 em RAS e
86 12 em BFT) de polipropileno (100 L) com volume útil de 70L de água em cada unidade
87 experimental. O RAS continha as unidades experimentais, um decantador (caixa
88 polipropileno 500 L), um filtro biológico e mecânico (caixa polipropileno 500 L) e um
89 reservatório para drenar a água de volta as unidades experimentais por gravidade
90 (caixa polipropileno 1000 L) e a água do decantador era bombeada até o filtro através
91 de uma motobomba (0,5 cv). O BFT continha um macrocosmo (1000 L) que a água
92 passava constantemente e era bombeada através de uma motobomba (0,5 cv) até as
93 unidades experimentais (microcosmos). A maturação/preparo e manutenção do
94 biofloco no BFT foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Durigon et al.
95 (2019). Os sólidos sedimentados (volume do biofloco) foram medidos diariamente com
96 um cone Imhoff de 1000 mL por meio da sedimentação conforme metodologia descrita
97 por Eaton et al. (1995). A água do BFT foi submetida (diariamente) a um processo de

98 clarificação para a remoção de sólidos e renovada, aproximadamente, 10% da água
99 total.

100 Em ambos os sistemas (RAS e BFT) a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH
101 da água foram verificados diariamente (oxímetro digital modelo 550 e medidor de pH
102 pH100, YSI®) e semanalmente avaliado a amônia total (Verdow et al., 1978), nitrito (kit
103 colorimétrico comercial) e alcalinidade (Prates, 2007). As amostras de água do RAS
104 foram coletadas na entrada do decantador e do BFT no macrocosmo.

105 Os parâmetros de qualidade de água mensurados em ambos os sistemas de
106 cultivo foram semelhantes: temperatura= $23,27 \pm 0,71$ e $24,19 \pm 0,80$ °C; oxigênio
107 dissolvido= $7,76 \pm 0,12$ e $7,78 \pm 0,13$ mg/L; pH= $7,50 \pm 0,18$ e $6,75 \pm 0,10$; amônia total=
108 $0,25 \pm 0,07$ e $0,25 \pm 0,09$ mg/L; nitrito $0,13 \pm 0,09$ e $0,25 \pm 0,21$ mg/L e alcalinidade=
109 $41,68 \pm 2,28$ e $45,32 \pm 6,14$ mg de CaCO_3/L , respectivamente, RAS e BFT. O BFT
110 apresentou em média 23,50 mL/L de sólidos sedimentáveis.

111 No total o experimento conteve seis tratamentos, SCA/RAS (sem
112 condicionamento alimentar em RAS); CA1/RAS (condicionamento alimentar 1 em
113 RAS); CA2/RAS (condicionamento alimentar 2 em RAS); SCA/BFT (sem
114 condicionamento alimentar em BFT); CA1/BFT (condicionamento alimentar 1 em
115 BFT); CA2/BFT (condicionamento alimentar 2 em BFT), consistindo um arranjo
116 fatorial 3x2, com 4 repetições para cada tratamento.

117 Foram utilizados 264 juvenis de traíra, com peso médio inicial de $4,15 \pm 0,87$ g (11
118 por unidade experimental). Os peixes foram alimentados em três refeições diárias (às
119 8:30, 13:30 e 18:30 h) durante 4 semanas, sendo a alimentação de cada tratamento a
120 seguinte: SCA - alimentação com fígado bovino ralado em 3 refeições diárias; CA1 -
121 alimentação com uma mistura de fígado bovino ralado e ração em proporções
122 crescentes de ração, ajustada semanalmente (1ª alternativa de condicionamento
123 alimentar) e CA2 -alimentação com fígado bovino em 2 alimentações diárias e com
124 ração na outra refeição durante 2 semanas e alimentação com fígado bovino em 1
125 alimentação diária e com ração nas outras 2 refeições durante as 2 semanas seguintes
126 (2ª alternativa de condicionamento alimentar) (Tabela 1).

127 O fígado bovino (21,33% PB e 29,43% MS) foi mantido inteiro em freezer (-20
128 °C), ralado momentos antes de cada refeição, pesado e logo após fornecido aos peixes

129 puro ou misturado na proporção correspondente com ração comercial, em pequenas
130 porções que facilitassem a sua ingestão de acordo com o tamanho dos peixes.

131 O fígado fornecido correspondia a 15% do peso vivo das traíras diariamente e a
132 quantidade de ração comercial (Presence™ - Nutripiscis AL55), com PB analisada de
133 53,56±1,08%, foi calculada para que todos os tratamentos recebessem a mesma
134 porcentagem de proteína bruta nesse mesmo dia.

135 Ao final do experimento, todos os peixes foram medidos (comprimento total,
136 CT) e pesados para as avaliações de desempenho: fator de condição [$FC = (\text{peso} \times 100) / (\text{comprimento total}^3)$]; ganho em peso diário [GPD= $(\text{Peso final} - \text{peso inicial}) / \text{dias}$], taxa de crescimento específico [TCE= $100 \times \{[\ln(\text{Peso final}) - \ln(\text{Peso inicial})] / \text{Tempo}\}$] e biomassa= (quantidade total de peixes x peso). Após, 14 peixes por
140 tratamento foram anestesiados com eugenol (50 mg L⁻¹) e submetidos à eutanásia por
141 secção medular. Posteriormente, sete peixes por tratamento foram moídos para análise
142 de composição corporal do peixe inteiro, onde foram quantificadas proteína bruta
143 (PB), matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) segundo AOAC (1995) e lipídios
144 segundo Bligh e Dyer (1959).

145 Sete peixes por tratamento foram eviscerados para a determinação dos
146 seguintes índices morfométricos: hepatossomático [IHS= $(\text{peso do fígado} / \text{peso inteiro}) \times 100$],
147 gordura visceral [IGV= $(\text{peso da gordura visceral} / \text{peso inteiro}) \times 100$],
148 digestivo somático [IDS= $(\text{peso do trato} / \text{peso inteiro}) \times 100$] e quociente intestinal [QI
149 = $\text{comprimento do trato} / \text{comprimento total}$]. Destes animais, as amostras de tecidos
150 (fígado, brânquias e músculo) foram coletadas para as análises bioquímicas.

151 Para as análises bioquímicas foram realizadas dosagens de lactato,
152 aminoácidos, glicose, amônia e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)
153 no fígado e no músculo, de acordo com Harrower e Brown (1972), Moore e Stein (1948),
154 kit colorimétrico, Verdouw et al. (1978) e Buege e Aust (1978), respectivamente. Além
155 destes, foram dosados proteínas totais e glicogênio no músculo de acordo com
156 Bradford (1976) e Krisman (1962), respectivamente.

157 A fim de analisar os dados estatisticamente, os mesmos foram submetidos ao
158 teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias.
159 As variáveis foram submetidas à ANOVA de duas vias, e foram testados três fatores,

160 sistema, CA e interação. As médias, quando significativas, foram comparadas pelo
161 teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas usando o pacote estatístico
162 SAS® 2001.

163

164

RESULTADOS E DISCUSSÃO

165

166 O desempenho (CT, GPD, TCE e biomassa) das traíras foi superior na
167 alimentação com mistura de fígado em proporções crescentes de ração, ajustada
168 semanalmente (CA1) em comparação a duas alimentações diárias com fígado e uma
169 com ração por duas semanas e, após, uma alimentação com fígado e duas alimentações
170 com ração por duas semanas (CA2). O CA1 também apresentou maior CT em relação
171 ao grupo alimentado com apenas fígado (SCA), embora não tenha diferido nos
172 demais parâmetros de desempenho com esse grupo (Tabela 2). Mudanças muito
173 bruscas na alimentação de peixes carnívoros não resultaram em melhora no
174 crescimento dos peixes (Luz et al. 2002, 2011; Pereira et al. 2015), sendo que a transição
175 direta do alimento natural para a dieta seca resultou menor peso e comprimento final
176 e alta mortalidade de trairão (*H. lacerdae*) quando comparado ao grupo que recebeu
177 dieta em proporção crescente da mistura de coração de boi mais ração (dieta
178 semiúmida) (Luz et al. 2002).

179

180 Os índices morfométricos são medidas que indicam a capacidade digestiva dos
181 peixes frente às condições experimentais. Além disso, podem sugerir reservas
182 energéticas necessárias para atender tanto para a manutenção do corpo quanto para a
183 reposição de tecidos catabolizados no desenvolvimento dos peixes (Becker et al. 2010;
184 Fabrizzi et al. 2013; Medina et al. 2022). No presente estudo, o IHS e QI não diferiram
185 entre os tratamentos, por outro lado, maior IGV foi observado em traíras alimentadas
186 com SCA e cultivadas em RAS em comparação aos demais grupos experimentais. Já o
187 IDS foi maior em CA1 em relação ao CA2, não diferindo ambos de SCA. O IDS em não
188 foi alterado nos diferentes sistemas testados (Tabela 3).

189

190 As traíras são naturalmente peixes vorazes, emboscadores e predadores. A
vontade de consumir o alimento é refletida pela capacidade de digerir e evacuar o
alimento, estando este diretamente correlacionada as necessidades energéticas (Soares

191 et al. 2007; Romano et al. 2020). Em resumo, o condicionamento alimentar não
192 prejudicou a capacidade de digestão do alimento, mas o desenvolvimento da espécie
193 parece melhorar no CA1, uma vez que nas fases iniciais os peixes precisam de
194 alimentos de alta digestibilidade em razão de um crescimento acelerado. Resultados
195 semelhantes foram observados pelo maior peso e TCE em espécies submetidas ao
196 condicionamento alimentar com dieta semiúmida (Luz and Portella 2002; Luz et al.
197 2002, 2011; Soares et al. 2007; Souza et al. 2015; Lima et al. 2021).

198 Embora o CT dos peixes criados em BFT tenha sido menor em comparação aos
199 criados em RAS, o FC foi superior no BFT, compensando o índice anterior. O FC pode ser um
200 indicativo quantitativo de bem-estar do peixe, refletindo condições alimentares e de meio
201 ambiente, entre outros (Le Cren, 1951). Assim o FC é um parâmetro utilizado para fornecer
202 subsídios para a comparação entre populações que vivem sob as mais diversas condições
203 ambientais e de alimentação (Rodrigues e D’Incao, 2014). Os demais parâmetros de
204 desempenho (GPD, TCE e biomassa) não foram influenciados pelos diferentes
205 sistemas testados (RAS e BFT).

206 Diferente do presente estudo, o cultivo em BFT, para juvenis de black bass
207 (*Micropterus salmoides*) acabou resultando em piora no desempenho junto com o
208 aumento do estresse, medido pelo aumento dos níveis de cortisol. Os autores, porém,
209 atribuem isso a pior qualidade de água com o aumento de sólidos sedimentáveis (130
210 mL/L, sendo a média 61,7 mL/L), e acúmulo de muco nas brânquias dos animais
211 (Romano et al. 2020), podendo causar o entupimento das brânquias e menor
212 crescimento em comparação ao RAS (Vinatea et al. 2018). Dauda et al. 2017 concluíram
213 que a remoção contínua de sólidos contribui para uma melhor qualidade de bioflocos
214 aos peixes. Esses achados sugerem que o manejo de remoção de sólidos sedimentáveis,
215 mantido valor médio de 23,5 mL/L, realizado no presente estudo foi eficiente para o
216 cultivo da espécie, e pode servir de base para novos trabalhos.

217 Traíras cultivadas em BFT apresentaram maiores proporções de PB e MM
218 corporal do que o grupo cultivado em RAS (Tabela 4). Isso pode ser explicado pela
219 presença de agregados microbianos que servem de alimento natural aos peixes.
220 Corroborando com outras espécies cultivadas em BFT, como piracanjuba (*Brycon*
221 *orbignyanus*) (Sgnaulin et al. 2018) e o híbrido de barbatana de limão (*Hypsibarbus*

222 *wetmorei* × *Barboides gonionotus*) (Dauda et al. 2018). Por outro lado, os lipídios
223 apresentaram maior quantidade em traíras submetidas ao tratamento CA2 em relação
224 ao SCA, e ambos não diferiram do grupo CA1. Possivelmente, houve uma maior
225 mobilização de lipídios necessários para suprir a alta demanda energética devido a
226 uma deficiência nutricional. Palomino Ramos et al. (2022) testaram níveis de glutamina
227 para trairão (*H. lacerdae*) e atribuíram que a falta de efeito na composição corporal dos
228 animais pode estar relacionada com o adequado balanceamento das dietas
229 experimentais.

230 No fígado, entre os parâmetros bioquímicos testados, apenas houve diferença
231 na concentração de aminoácidos, onde a maior concentração foi observada em traíras
232 cultivadas em BFT quando comparado ao RAS (Tabela 5). O fígado é responsável pela
233 metabolização de proteínas e aminoácidos. Possivelmente, os aminoácidos não foram
234 utilizados como fonte energética na gliconeogênese, resultando em menor necessidade
235 de reserva energética (Rodrigues et al. 2021). Essa hipótese pode ser reforçada pois não
236 houve alteração nas concentrações de glicose e lactato em traíras cultivadas em BFT.
237 Além disso, no músculo houve menor concentração de glicogênio e TBARS nas traíras
238 cultivadas em BFT se comparadas ao RAS (Tabela 6). De acordo com Dauda et al.
239 (2017), o bagre africano (*Clarias gariepinus*) cultivado em BFT apresentou redução
240 significativa na peroxidação lipídica, possivelmente em razão de consumo de
241 antioxidantes dentro dos bioflocos, sugerindo que o BFT pode ter contribuído com
242 diminuição do estresse oxidativo nos peixes deste estudo (menor peroxidação lipídica
243 no músculo).

244 De acordo com o nosso estudo, o condicionamento alimentar com ração em
245 gradativas proporções crescentes durante quatro semanas (CA1), independente do
246 sistema de produção (RAS ou BFT), apresentou desempenho semelhante aos animais
247 que receberam apenas o alimento conhecidamente atrativo (fígado bovino) a esses
248 peixes (SCA), porém a adição precoce de ração apresentou mudanças positivas nos
249 parâmetros bioquímicos do músculo (Tabela 6), sugerindo que a adição de ração na
250 alimentação de traíras é mais completa no aspecto nutricional que a alimentação desses
251 peixes com o fígado bovino apenas. Isso demonstra a importância de condicionar os
252 peixes a se alimentarem de ração balanceada o quanto antes possível.

253 Maior concentração de aminoácidos no músculo foram observados em traíras
254 alimentadas com CA1 e CA2 em relação à SCA. O glicogênio também apresentou
255 menor concentração no grupo SCA quando comparado ao CA1, porém ambos não
256 diferiram do grupo CA2. Assim, as traíras alimentar apenas com fígado (SCA)
257 apresentaram menor concentração de aminoácidos e glicogênio muscular, menor teor
258 de lipídio corporal e desempenho similar aos outros grupos. Possivelmente os
259 nutrientes dietéticos não foram suficientes para causar catabolismo proteico e lipídico,
260 mas suficientes para a manutenção corporal dos animais (Romano et al. 2020).

261

262

CONCLUSÕES

263

264 Conclui-se que alimentar traíras com ração misturada ao fígado bovino em
265 proporções crescentes gradativamente (CA1) resulta em desempenho semelhante as
266 que são alimentadas apenas com fígado (SCA), mas resulta em alterações positivas do
267 ponto de vista bioquímico dos animais, sendo, portanto, a melhor estratégia de
268 condicionamento alimentar testada.

269 Traíras criadas em BFT apresentaram o mesmo desempenho as criadas em RAS,
270 porém, maior deposição de PB corporal e menor índice de peroxidação lipídica no
271 músculo. Portanto, o BFT nas condições do presente estudo, é indicado para a criação
272 de juvenis de traíra.

273

274

AGRADECIMENTOS

275

276 Esse estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de
277 Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de financiamento 001, com bolsa
278 de estudos para o primeiro autor. Os autores agradecem o suporte técnico e a
279 assistência dos estudantes e funcionários do Laboratório de Nutrição de Peixes
280 (UFSM-PM).

281

282

REFERÊNCIAS

283

- 284 Baldisserotto, B., Gomes, L.C., 2013. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa
285 Maria, p.608.
- 286 Becker AG, Gonçalves JF, Garcia LO, et al (2010) Morphometric parameters comparisons of
287 the digestive tract of four teleosts with different feeding habits. *Ciência Rural* 40:862–
288 866.
- 289 Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities
290 of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Anal. Biochem.* 72, 248-254.
291 [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).
- 292 Buege, J.A., Aust, S.D., 1978. Microsomal lipid peroxidation, *Methods Enzymol.* 52, 302 –
293 309. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6).
- 294 Dauda AB, Romano N, Chen WW, et al (2018) Differences in feeding habits influence the
295 growth performance and feeding efficiencies of African catfish (*Clarias gariepinus*) and
296 lemon fin barb hybrid (*Hypsibarbus wetmorei* ♂ × *Barboides gonionotus* ♀) in a glycerol-
297 based biofloc technology system versus a recirculating system. *Aquac Eng* 82:31–37.
298 <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.06.005>
- 299 Dauda AB, Romano N, Ebrahimi M, et al (2017) Influence of carbon/nitrogen ratios on
300 biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth,
301 physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*)
302 cultured in glycerol-based biofloc systems. *Aquaculture* 483:120–130.
303 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.016>
- 304 Durigon, E.G., Almeida, A.P.G., Jerônimo, G.T., Baldisserotto, B., Emerenciano, M.G.C., 2019.
305 Digestive enzymes and parasitology of Nile tilapia juveniles raised in brackish biofloc
306 water and fed with different digestible protein and digestible energy levels.
307 *Aquaculture* 506, 35-41. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.03.022.
- 308 Eaton, A.D., Cleserci, L.S., Greenberg, A.E., 1995. Standard methods for the examination of
309 water and waste water, 10th ed. Washington. USA.
- 310 Fabrizzi F, Moraes G, Hackbarth A, et al (2013) Intermittent sustained swimming in
311 “matrinxã” *Brycon amazonicus* (Bryconidae: Bryconinae): hematological and metabolic
312 responses. *Neotropical Ichthyology* 11:425–432
- 313 Faria, M.D.R., Cavalcante-Neto, A., Allaman, I.B., Gomes, A.D., Moreira, R.G., Hallermand,
314 E.M., Hilsdorfa, A.W.S., 2019. The potential of *Hoplias malabaricus* (Characiformes:
315 Erythrinidae), a Neotropical carnivore, for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, v.4,
316 p.89-97.

- 317 Harrower, J.R., Brown, H., 1972. Blood lactic acid – a micromethod adapted to field collection
318 of microliter samples. J. Appl. Physiol., 32, 5.
- 319 Krisman, C.R., 1962. A method for the colorimetric estimation of glycogen with iodine.
320 Analytical Biochemistry, v.4, p.17-23. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(62\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(62)90014-3)
- 321 Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight na
322 condition in the perch (*Perca fluviatilis* L.). Journal Animal Ecolog. v.20, p.201-219.
- 323 Lima AF, Rodrigues APO, Costa VE (2021) Frozen zooplankton is efficient as natural food
324 during pirarucu *Arapaima gigas* weaning. Aquac Res 52:4227–4236.
325 <https://doi.org/10.1111/are.15261>
- 326 Luz KR, Portella MC (2002) Larvicultura de Trairão (*Hoplias lacerdae*) em Água Doce e Água
327 Salinizada. Revista Brasileira de Zootecnia 21:829–834
- 328 Luz KR, Salaro AL, Souto EF, et al (2002) Condicionamento Alimentar de Alevinos de
329 Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). Revista Brasileira de Zootecnia 31:1881–1885
- 330 Luz RK, Santos JCE, Pedreira MM, Teixeira EA (2011) Effect of water flow rate and feed
331 training on “pacamã” (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. Arq Bras
332 Med Vet Zootec, v 63:973–979
- 333 Medina L de S, Emerenciano MGC, Bittencourt F, et al (2022) Sistema de recirculação
334 aquícola: relações peso-comprimento e fatores de condição de quatro espécies de
335 peixes tropicais. Research, Society and Development 11:e52811427368.
336 <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27368>
- 337 Moore, S., Stein, W.H., 1948. Photometric ninhydrin method for use in the chromatography
338 of amino acids. From the Laboratories of The Rockefeller Institute for Medical
339 Research, New York.
- 340 Paiva M.P. Crescimento, alimentação à salinidade e reprodução da traíra, *Hoplias malabaricus*
341 (Bloch) no Nordeste brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará,
342 1974. 32p.
- 343 Palomino Ramos AR, Campelo DAV, Carneiro CL da S, et al (2022) Optimal dietary L-
344 glutamine level improves growth performance and intestinal histomorphometry of
345 juvenile giant trahira (*Hoplias lacerdae*), a Neotropical carnivorous fish species.
346 Aquaculture 547:.. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737469>
- 347 Pereira SL, Mendonça PP, Pellanda AS, et al (2015) Utilização de diferentes alimentos na
348 larvicultura de traíra (*Hoplias malabaricus*). Rev Bras Med Vet 37:233–238
- 349 Prates, E.R., 2007. Técnicas de pesquisa em nutrição animal, UFRGS, Porto Alegre.

- 350 Rodrigues, M.A., D'Incao, F. (2014). Biologia reprodutiva do siri-azul *Callinectes sapidus* no
351 estuário da lagoa dos patos, RS, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. v.40, p.223-236.
- 352 Rodrigues ML, Santos RA dos, Sousa RM, et al (2021) Metabolism and growth performance
353 of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles submitted to different feeding frequencies.
354 Research, Society and Development 10:e28710413979. [https://doi.org/10.33448/rsd-](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13979)
355 [v10i3.13979](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13979)
- 356 Romano N, Dauda AB, Ikhsan N, et al (2018) Fermenting rice bran as a carbon source for
357 biofloc technology improved the water quality, growth, feeding efficiencies, and
358 biochemical composition of African catfish *Clarias gariepinus* juveniles. Aquac Res
359 49:3691–3701. <https://doi.org/10.1111/are.13837>
- 360 Romano N, Surratt A, Renukdas N, et al (2020) Assessing the feasibility of biofloc technology
361 to largemouth bass *Micropterus salmoides* juveniles: Insights into their welfare and
362 physiology. Aquaculture 520:. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735008>
- 363 Salaro AL, Carlos De Oliveira Junior J, Duarte Pontes M, et al (2012) Replacement of moist
364 ingredients in the feed training of carnivorous fish. Revista Brasileira de Zootecnia
365 4:2294–2298
- 366 Sgnaulin T, de Mello GL, Thomas MC, et al (2018) Biofloc technology (BFT): An alternative
367 aquaculture system for piracanjuba *Brycon orbignyanus*? Aquaculture 485:119–123.
368 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.043>
- 369 Soares EC, Pereira-Filho M, Roubach R, Silva RCS (2007) Condicionamento alimentar no
370 desempenho zootécnico do tucunaré. Revista Brasileira de Engenharia da Pesca 2:1–14
- 371 Souza RFC, Júnior JGR, Fonseca AF, et al (2015) Períodos de condicionamento alimentar de
372 juvenis de pirarucu na transição da alimentação de ração úmida para seca. Pesqui
373 Agropecu Bras 50:622–625. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000700012>
- 374 Verdouw, H., Vanechteld, C.J.A., Dekkers, E.M.J. 1978. Ammonia determinations based on
375 indophenol formation with sodium salicylate. Water Res. 12, 399-402.
376 [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(78\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0043-1354(78)90107-0)
- 377 Vinatea L, Malpartida J, Carbó R, et al (2018) A comparison of recirculation aquaculture
378 systems versus biofloc for on-growing of juveniles of *Tinca tinca* (Cyprinidae) and
379 *Mugil cephalus* (Mugilidae). Aquaculture 482:155–165
- 380
- 381
- 382

383 **Tabela 1.** Manejo alimentar de traíras submetidas ao condicionamento alimentar

	SCA	CA1	CA2
Oferta diária 3,2% de PB/kg MS dieta			
Semana	Fígado (ofertado/dia)	Fígado/Ração (ofertado/dia em %)	Fígado/Ração (ofertado/dia)
1 ^a	3X	3X 80/20	2X/1X
2 ^a	3X	3X 60/40	2X/1X
3 ^a	3X	3X 40/60	1X/2X
4 ^a	3X	3X 20/80	1X/2X

384 X: quantidade de vezes alimentadas diariamente; SCA: sem condicionamento alimentar; CA:
385 condicionamento alimentar; PB: proteína bruta; MS: matéria seca.

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396 **Tabela 2.** Parâmetros de desempenho de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas
 397 em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)

Tratamento	CT (cm)	FC	GPD (g)	TCE (%/dia)	BIOMASSA (g)
RAS-SCA	9,08	1,17	0,15	2,44	75,75
RAS-CA1	9,35	1,14	0,17	2,72	81,88
RAS-CA2	8,68	1,17	0,12	2,08	62,88
BFT-SCA	8,63	1,30	0,16	2,62	75,66
BFT-CA1	9,21	1,19	0,19	2,96	84,05
BFT-CA2	8,25	1,26	0,12	2,25	64,22
Análise Fatorial					
Sistema					
RAS	9,04 ^a	1,16 ^b	0,15	2,41	73,50
BFT	8,70 ^b	1,25 ^a	0,16	2,61	74,64
CA					
SCA	8,85 ^b	1,23	0,15 ^a	2,53 ^{ab}	75,71 ^a
CA1	9,28 ^a	1,16	0,18 ^a	2,84 ^a	82,97 ^a
CA2	8,46 ^b	1,21	0,12 ^b	2,16 ^b	63,55 ^b
Valor de P					
Sistema	<0,05	0,0022	0,76	0,10	0,72
CA	<0,05	0,0740	<0,05	<0,05	<0,05
Sistema x CA	0,59	0,5073	0,86	0,97	0,95
DPR	0,33	0,0631	0,02	0,29	7,65

398 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente
 399 pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento alimentar;
 400 CT: comprimento total; FC: fator de condição; GPD: ganho em peso diário; TCE: taxa de crescimento
 401 específico; DPR: desvio padrão residual.
 402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412 **Tabela 3.** Índices morfométricos de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em
 413 sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)

Tratamento	IHS	IGV	IDS	QI
RAS-SCA	2,94	7,10	4,19	0,61
RAS-CA1	2,86	6,03	4,55	0,55
RAS-CA2	2,96	5,75	4,32	0,54
BFT-SCA	3,42	6,02	3,91	0,56
BFT-CA1	3,01	4,58	4,47	0,59
BFT-CA2	2,97	5,53	3,64	0,54
Análise Fatorial				
Sistema				
RAS	2,92	6,31 ^a	4,35	0,57
BFT	3,15	5,38 ^b	4,01	0,57
CA				
SCA	3,18	6,52 ^a	4,06 ^{ab}	0,59
CA1	2,93	5,31 ^b	4,51 ^a	0,57
CA2	2,96	5,62 ^b	3,95 ^b	0,55
Valor de P				
Sistema	0,11	<0,05	0,06	0,97
CA	0,30	<0,05	<0,05	0,12
Sistema X CA	0,40	0,13	0,37	0,11
DPR	0,44	0,74	0,55	0,05

414 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente
 415 pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento alimentar;
 416 IHS: índice hepato-somático; IGV: índice de gordura visceral; IDS: índice digestivo somático; QI:
 417 quociente intestinal; DPR: desvio padrão residual.

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428 **Tabela 4.** Composição corporal de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e cultivadas em
 429 sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)

Tratamento	PB	LIP	MS	MM
	(%)			
RAS-SCA	15,76	7,40	27,56	3,11
RAS-CA1	15,43	8,18	27,07	3,32
RAS-CA2	16,26	7,88	27,84	3,48
BFT-SCA	17,05	7,01	29,23	3,32
BFT-CA1	16,88	7,67	29,01	4,47
BFT-CA2	16,26	8,36	28,26	3,96
Análise Fatorial				
Sistema				
RAS	15,81 ^b	7,81	27,49	3,30 ^b
BFT	16,73 ^a	7,76	28,83	3,92 ^a
CA				
SCA	16,40	7,24 ^b	28,40	3,22
CA1	16,15	7,93 ^{ab}	28,04	3,90
CA2	16,26	8,16 ^a	28,05	3,72
Valor de P				
Sistema	<0,05	0,59	0,10	<0,05
CA	0,83	<0,05	0,91	0,15
Sistema X CA	0,20	0,29	0,69	0,38
DPR	0,72	0,51	1,61	0,58

430 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente
 431 pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento alimentar;
 432 PB: proteína bruta; LIP: lipídios; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; DPR: desvio padrão residual.
 433

434

435

436

437

438

439

440

441

442 **Tabela 5.** Parâmetros bioquímicos do fígado de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e
 443 cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)

Tratamento	LAC	GLIC	AA	AMO	TBARS
RAS-SCA	3,78	32,85	60,49	3,39	219,26
RAS-CA1	3,35	41,60	57,91	2,91	155,27
RAS-CA2	4,54	48,37	49,55	3,36	263,60
BFT-SCA	3,18	26,98	71,42	2,94	188,09
BFT-CA1	3,67	44,85	66,22	2,73	248,64
BFT-CA2	3,32	34,58	74,50	3,03	255,62
Análise Fatorial					
Sistema					
RAS	3,86	40,57	56,21 ^b	3,21	205,96
BFT	3,39	35,56	70,75 ^a	2,91	229,55
CA					
SCA	3,48	29,91	66,86	3,17	201,08
CA1	3,51	43,23	61,74	2,83	201,96
CA2	3,93	42,10	63,16	3,20	259,25
Valor de <i>P</i>					
Sistema	0,10	0,37	<0,05	0,24	0,32
CA	0,41	0,14	0,62	0,44	0,09
Sistema X CA	0,12	0,53	0,18	0,91	0,07
DPR	0,93	18,69	11,28	0,82	70,44

444 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente
 445 pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento alimentar;
 446 LAC: Lactato ($\mu\text{mol/g}$); GLIC: Glicose ($\mu\text{g/g}$); AA: aminoácidos ($\mu\text{mol/g}$); AMO: amônia ($\mu\text{mol/g}$);
 447 TBARS: substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (nmol MDA/g); MDA: malondialdeído; DPR:
 448 desvio padrão residual.

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458 **Tabela 6.** Parâmetros bioquímicos do músculo de traíras submetidas ao condicionamento alimentar e
 459 cultivadas em sistema de recirculação de água (RAS) e sistema de bioflocos (BFT)

Tratamento	LAC	GLIC	AA	PROT	GLICG	AMO	TBARS
RAS-SCA	10,59	63,12	42,48	25,87	9,05	2,36	51,40
RAS-CA1	11,92	83,37	67,52	29,06	17,77	1,95	52,85
RAS-CA2	11,12	59,93	57,92	26,89	14,01	2,29	63,91
BFT-SCA	12,40	78,80	50,95	24,68	9,26	2,55	47,38
BFT-CA1	12,66	77,89	63,77	24,90	12,55	2,18	33,47
BFT-CA2	9,92	71,91	58,66	24,79	9,04	2,35	43,20
Análise fatorial							
Sistema							
RAS	11,21	68,81	55,97	27,18	13,61 ^a	2,20	55,66 ^a
BFT	11,66	76,20	57,43	24,80	10,28 ^b	2,49	42,56 ^b
CA							
SCA	11,50	70,96	47,04 ^b	25,38	9,16 ^b	2,46	49,72 ^b
CA1	12,29	80,63	65,54 ^a	26,98	15,16 ^a	2,07	47,03 ^b
CA2	10,52	65,92	58,32 ^a	26,01	11,52 ^{ab}	2,52	54,50 ^a
Valor de <i>P</i>							
Sistema	0,66	0,40	0,57	0,21	<0,05	0,31	<0,05
CA	0,37	0,39	<0,05	0,57	<0,05	0,38	<0,05
Sistema X CA	0,48	0,58	0,27	0,82	0,23	0,92	<0,05
DPR	3,28	28,40	9,49	5,86	4,61	0,91	7,56

460 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente
 461 pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento alimentar;
 462 LAC: Lactato ($\mu\text{mol/g}$); GLIC: Glicose ($\mu\text{g/g}$); AA: aminoácidos ($\mu\text{mol/g}$); PROT: proteínas totais
 463 (mg/g); GLICG: glicogênio (mg/g); AMO: amônia ($\mu\text{mol/g}$); TBARS: substâncias que reagem ao ácido
 464 tiobarbitúrico (nmol MDA/g); MDA: malondialdeído; DPR: desvio padrão residual.

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

5 MANUSCRITO III

(Este manuscrito será submetido ao periódico Aquaculture)

Efeito da estratégia alimentar no cultivo de traíras (*Hoplias malabaricus*) em sistema de recirculação de água e bioflocos

Samuel Marasca^I, Emerson Giuliani Durigon^I, Thamara Luísa Staudt Schneider^I, Eduardo Kelm Battisti^{II}, Nilce Coelho Peixoto^{III}, Rafael Lazzari^{IV*}

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Sede, Santa Maria, RS, 97105–900, Brasil

^{II}Eloaqua - Consultoria Pesquisa e Solução Aquícola, Frederico Westphalen, RS, 98400-000, Brasil

^{III}Departamento de Ciências da Saúde, UFSM, *Campus* Palmeira das Missões, Palmeira das Missões, RS, 98300–000, Brasil

^{IV}Departamento de Zootecnia e de Ciências Biológicas, UFSM, *Campus* Palmeira das Missões, Palmeira das Missões, RS, 98300–000, Brasil

*Autor correspondente - rlazzari@ufsm.br

Resumo:

O condicionamento alimentar é uma importante estratégia para que espécies de peixes carnívoras passem a se alimentar somente de ração seca formulada. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, os índices morfométricos, a composição corporal e os parâmetros bioquímicos de traíras submetidas à diferentes estratégias de condicionamento alimentar em sistema de recirculação de água (RAS) e BFT. Foi realizado um experimento em 2 fases. A primeira fase iniciou com 264 juvenis de traíra ($4,15 \pm 0,87$ g) e a segunda fase com 192 animais

31 (8,32±1,30 g). A primeira fase continha 6 tratamentos, distribuídos em 3 condicionamentos
32 alimentares (SCA; sem condicionamento alimentar; CA1: condicionamento alimentar 1 e CA2:
33 condicionamento alimentar 2) e 2 sistemas de cultivo (RAS e BFT), configurando um fatorial
34 3X2. Os peixes foram alimentados 3 vezes ao dia com suas respectivas dietas de
35 condicionamento na fase 1 e, na fase 2, alimentados apenas com ração comercial nessas 3
36 refeições. No início e no final de cada fase os peixes foram pesados para a análise do
37 desempenho e peixes e tecidos foram coletados para as análises. No final da fase 1, os melhores
38 resultados de peso final e ganho de peso total foram observados nos tratamentos SCA e CA1
39 quando comparados ao CA2. Nessa fase, as traíras criadas em BFT apresentaram maior fator
40 de condição em comparação as criadas em RAS. Ao final da fase 2, o peso final e o ganho de
41 peso final foram maiores no CA1 quando comparado a SCA e CA2. Todos os índices
42 morfométricos de juvenis de traíras foram maiores no RAS, com exceção do rendimento de
43 carcaça que foi maior no BFT. A quantidade de proteína bruta corporal foi maior no grupo BFT
44 e no grupo CA2. Os níveis de glicose, proteínas totais e glicogênio hepáticos foram maiores no
45 grupo BFT. No fator CA, o teor de glicogênio foi maior para CA2, que apresentou menor valor
46 para aminoácidos presentes no fígado. Nas brânquias, a concentração de amônia foi maior no
47 sistema RAS em relação ao sistema BFT e maior no SCA em relação a CA2, onde ambos não
48 diferiram de CA1. Traíras podem ser eficientemente criadas em RAS ou BFT, porém, para
49 tratar traíras com ração, é importante que estas passem por um correto condicionamento
50 alimentar (CA1), pois isso proporciona maior produtividade e saúde aos peixes.

51

52 Palavras-chave: BFT. Condicionamento alimentar. Peixes carnívoros. Sistemas intensivos.

53 Treinamento alimentar.

54

55 1. Introdução

56

57 O aumento da demanda consumidora e o esgotamento da pesca tornará a aquicultura a
58 principal fonte de pescados para o consumo humano até 2030 (FAO, 2016; Stankus, 2021).
59 Nesse sentido, para suprir essa demanda crescente, a aquicultura vem se expandindo
60 rapidamente nos últimos anos em comparação com outros setores de produção de alimentos de
61 origem animal (Sabo-Attwood et al., 2021). Em 2021, a piscicultura brasileira produziu 841 mil
62 toneladas de peixes, um crescimento de 4,7% em relação ao ano anterior (Peixe BR, 2022). Um
63 dos motivos para isso, é que os organismos aquáticos oferecem uma fonte alimentar mais
64 saudável do que os produtos cárneos terrestres, pois apresentam proteína de alta qualidade,
65 sendo fonte importante de aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais e ácidos graxos poli-
66 insaturados (FAO, 2018; Zhong et al., 2020).

67 A traíra (*Hoplias malabaricus*) é uma espécie de peixe nativa, muito apreciada pela
68 população brasileira e recentemente foi indicada como promissora para a piscicultura (Faria et
69 al., 2019). Essa espécie, também aparece na quinta posição nas exportações da piscicultura
70 nacional até o primeiro semestre do ano de 2022 (EMBRAPA/Peixe BR, 2022). Porém, para a
71 sua produção em escala ainda existem alguns problemas a serem solucionados, como:
72 dificuldade de reprodução artificial e de manejo nutricional, principalmente durante o
73 condicionamento alimentar.

74 O condicionamento alimentar é importante em peixes de hábito alimentar carnívoro,
75 pois, esse grupo de peixes apresenta resistência em aceitar de maneira voluntária rações secas.
76 Dessa forma, o condicionamento alimentar é usado em espécies de peixes com esse hábito
77 alimentar para que a base de sua alimentação seja a ração formulada. Essa prática apresentou
78 resultados positivos para várias espécies, como: trairão (*Hoplias lacerdae*) (Luz et al., 2002),
79 pirarucu (*Arapaima gigas*) (Cavero et al., 2003), tucunaré (*Cichla monoculus*) (Soares et al.,
80 2007) e pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) (Salaro et al., 2015). Para a traíra, ainda existe a

81 necessidade de desenvolver uma forma de condicionamento alimentar eficiente e de aplicação
82 prática, sendo que a espécie já mostrou indícios de se adaptar à ração precocemente (Pereira et
83 al., 2015).

84 Para a produção em escala, sistemas intensivos são importantes. Um sistema que
85 apresenta vários benefícios e vem sendo estudado para diferentes espécies de peixes (Sgnaulin
86 et al., 2018), inclusive carnívoras (Bakar et al., 2015; Ekasari et al., 2016) é o sistema de
87 bioflocos (BFT). Sistema esse que minimiza a renovação de água, trazendo benefícios
88 ambientais e também produtivos para algumas espécies, sendo a constante disponibilidade de
89 alimento natural, com perfil nutricional de qualidade, uma das principais características e
90 benefícios da utilização deste sistema. Porém, o aproveitamento deste alimento, depende de
91 algumas características dos peixes cultivados, sendo a tolerância à águas turvas uma delas
92 (Martínez-Córdova et al., 2015) e para verificar isso, essas espécies devem ser estudadas no
93 sistema.

94 O objetivo deste estudo foi definir uma estratégia prática de condicionamento alimentar
95 para a traíra, além de testar se o BFT em comparação ao uso do tradicional sistema de
96 recirculação de água (RAS) proporciona benefícios produtivos para a espécie em geral e
97 inclusive durante seu condicionamento alimentar.

98

99 **2. Material e métodos**

100

101 *2.1 Local, sistemas de cultivo e qualidade da água*

102

103 O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal
104 de Santa Maria (UFSM) - *Campus* de Palmeira das Missões, localizado à 27°53'58" de latitude
105 sul, -53°18'49" de longitude oeste e à 639 m de altitude. O estudo foi realizado em dois sistemas
106 de cultivo: RAS e BFT, no qual utilizou-se 24 tanques (12 em cada) de polipropileno (100 L)

107 com volume útil de 70 L de água em cada unidade. O sistema RAS continha, além das unidades
108 experimentais, um decantador (caixa de polipropileno de 500 L), um filtro biológico e mecânico
109 (caixa de polipropileno de 500 L) e um reservatório, o qual drenava a água de volta às unidades
110 experimentais por gravidade (caixa de polipropileno de 1000 L) e a água do decantador até o
111 filtro, bombeada através de uma motobomba (0,5 cv). Já o sistema BFT, além das unidades
112 experimentais, continha um macrocosmo no qual a água passava constantemente e era
113 bombeada de volta através de uma motobomba (0,5 cv). Os procedimentos experimentais foram
114 aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFSM, protocolado sob o
115 nº 6284200420.

116 As unidades experimentais foram dispostas em um sistema “macrocosmo-
117 microcosmos”, onde um tanque matriz (tanque circular de polietileno de 1000 L, chamado
118 macrocosmo) foi conectado às unidades experimentais (microcosmo). Foi realizada a
119 maturação/preparo e manutenção do bioflocos de acordo com a metodologia descrita por
120 Durigon et al. (2019). Os sólidos sedimentados (volume do bioflocos) foram medidos
121 diariamente com um cone Imhoff de 1000 mL, por meio da sedimentação conforme
122 metodologia descrita por Eaton et al. (1995). A água do sistema de bioflocos foi submetida
123 (diariamente) a um processo de clarificação (ou seja, remoção de sólidos) e renovada
124 (aproximadamente 10% da água total sem macrocosmos).

125 Em ambos os sistemas (RAS e BFT), a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH da
126 água foram verificados diariamente (oxímetro digital, modelo 550, e medidor de pH pH100,
127 YSI) e semanalmente avaliados a amônia total (Verdow et al., 1978), o nitrito (kit colorimétrico
128 comercial) e a alcalinidade (Prates, 2007). As amostras de água do sistema RAS eram coletadas
129 na entrada do decantador e do sistema BFT no macrocosmo do sistema.

130 Os parâmetros de qualidade da água mensurados em ambos os sistemas de criação foram
131 muito semelhantes, não diferindo em relação à temperatura ($23,01 \pm 0,67$ e $22,79 \pm 0,80^\circ\text{C}$);

132 amônia total ($0,25\pm 0,14$ e $0,16\pm 0,13$ mg/L); nitrito ($0,21\pm 0,17$ e $0,39\pm 0,32$ mg/L) e alcalinidade
133 ($43,56\pm 3,26$ e $47,68\pm 4,14$ mg/L de CaCO_3), respectivamente, para RAS e BFT. O oxigênio
134 dissolvido foi levemente superior no sistema BFT ($7,95\pm 0,21$ mg/L) quando comparado ao
135 RAS ($7,85\pm 0,15$ mg/L) ($P= 0,003$, teste t de Student) e o pH foi maior no RAS ($7,58\pm 0,30$)
136 quando comparado ao BFT ($6,77\pm 0,33$) ($P= < 0,001$, teste t de Student). O sistema BFT
137 apresentou, em média, 22,09 mL/L de sólidos sedimentáveis. Existe pouca informação sobre
138 parâmetros de qualidade de água ideais para a produção de traíras em ambientes controlados,
139 porém, as faixas de temperatura e oxigênio dissolvido estavam dentro da faixa segura para a
140 espécie para ambos os sistemas (Baldisserotto e Gomes, 2013).

141

142 2.2 *Animais, tratamentos, dieta e manejo alimentar*

143

144 No início do experimento (fase 1) foram utilizados 264 juvenis de traíra, com peso
145 médio inicial de $4,15\pm 0,87$ g (11 por unidade experimental). Para o início da fase 2, foram
146 utilizados apenas 192 peixes, com peso médio de $8,32\pm 1,30$ g (8 por unidade experimental), os
147 mesmos animais de cada unidade experimental da fase anterior, retirando, na sequência, o maior
148 e os dois menores peixes de cada caixa, até que a mesma ficasse com 8 peixes.

149 No total o experimento conteve seis tratamentos, SCA/RAS (sem condicionamento
150 alimentar em água clara); CA1/RAS (condicionamento alimentar 1 em água clara); CA2/RAS
151 (condicionamento alimentar 2 em água clara); SCA/BFT (sem condicionamento alimentar em
152 biofoco); CA1/BFT (condicionamento alimentar 1 em biofoco); CA2/BFT (condicionamento
153 alimentar 2 em biofoco).

154 Os animais foram alimentados em três refeições diárias (8:30, 13:30 e 18:30 h) em
155 ambas as fases. A fase 1 compreendeu 4 semanas e continha 3 tratamentos em RAS e os mesmos
156 3 em BFT, com 4 repetições para cada tratamento, consistindo em um arranjo fatorial 3x2. A
157 alimentação de cada tratamento foi a seguinte: SCA - alimentação com fígado bovino ralado

158 em 3 refeições diárias; CA1 -alimentação com uma mistura de fígado bovino ralado e ração em
159 proporções crescentes de ração, ajustada semanalmente (1ª alternativa de condicionamento
160 alimentar) e CA2 -alimentação com fígado bovino ralado em 2 refeições diárias e com ração na
161 outra refeição durante 2 semanas e alimentação com fígado bovino ralado em 1 alimentação
162 diária e com ração nas outras 2 refeições durante as 2 semanas seguintes (2ª alternativa de
163 condicionamento alimentar) (Tabela 1).

164 O fígado bovino (21,33% PB e 29,43% MS) era mantido inteiro em freezer, ralado
165 momentos antes de cada refeição, pesado e logo após fornecido aos peixes puro ou misturado
166 na proporção correspondente com ração comercial, em pequenas porções que facilitassem a sua
167 ingestão de acordo com o tamanho dos animais.

168 O fígado fornecido nessa fase 1 correspondia a 15% do peso vivo das traíras diariamente
169 e a quantidade de ração comercial (PresenceTM – Nutripiscis AL55), com PB analisada de
170 $53,56 \pm 1,08\%$, era calculada para que todos os tratamentos recebessem a mesma porcentagem
171 de PB nesse mesmo dia. Na segunda fase deste experimento, com duração de 6 semanas, todos
172 os animais receberam ração comercial (PresenceTM – Nutripiscis AL55) com composição
173 centesimal analisada de PB = $53,56 \pm 1,08\%$, MS = $92,15 \pm 0,20\%$, MM = $14,79 \pm 2,58\%$ e lipídios
174 = $9,42 \pm 0,25\%$ na porcentagem de 4% do peso vivo diários.

175

176 2.3 *Coleta e preparo das amostras*

177

178 No início e no final de cada fase de estudo, todos os peixes foram contados e pesados
179 individualmente a fim de determinar os seguintes parâmetros: peso (g); ganho de peso total
180 (GPT, g); ganho em peso relativo (GPR, %) e sobrevivência (%). Na fase 2, realizou-se
181 biomassas semanais, onde foram pesados todos os peixes de cada caixa em conjunto, para ajuste
182 de oferta da dieta e acompanhamento de desempenho produtivo no ganho de peso semanal.

183 Ao final da fase 2, doze peixes por tratamento (3 por caixa) foram submetidos à
184 eutanásia por secção medular e posteriormente moídos para a análise da composição corporal
185 do animal inteiro. Também foram submetidos à eutanásia 12 peixes por tratamento, como já
186 citado, e eviscerados para a determinação dos seguintes índices: índice hepato-somático [IHS
187 = (peso do fígado/peso inteiro) x 100], índice de gordura visceral [IGV = (peso da gordura
188 visceral/peso inteiro) x 100], índice digestivo somático [IDS = (peso do trato/peso inteiro) x
189 100] e quociente intestinal [QI = comprimento do trato/comprimento total]. Destes animais
190 foram coletados o fígado, as brânquias e músculo para as análises bioquímicas.

191

192 2.4 *Análise centesimal e bioquímicas*

193

194 Para a análise centesimal no peixe inteiro foi quantificada a PB, a matéria seca (MS) e
195 a matéria mineral (MM) segundo AOAC (1995) e lipídios segundo Bligh e Dyer (1959).

196 Em relação às análises bioquímicas, foram feitas dosagens de amônia nas brânquias e
197 fígado de acordo com Verdouw et al. (1978). Foram dosados ainda lactato, aminoácidos,
198 proteínas totais, glicogênio e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) no fígado e
199 no músculo, de acordo com Harrower e Brown (1972), Moore e Stein (1948), Bradford (1976),
200 Krisman (1962) e Buege e Aust (1978), respectivamente. Em fígado e músculo também foram
201 determinados os teores de glicose através de kit colorimétrico.

202

203 2.5 *Análises estatísticas*

204

205 Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade e
206 homogeneidade das variâncias. As variáveis foram submetidas à ANOVA de duas vias, e foram
207 testados três fatores: sistema, CA e interação. As médias, quando significativas, foram
208 comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

209

210 3. Resultados

211

212 3.1. Desempenho zootécnico e índices morfométricos

213

214 Ao final da fase 1, o desempenho em peso final dos juvenis de traíras (Tabela 2) foi
215 influenciado pelo tipo de condicionamento alimentar. Os melhores resultados de peso final e
216 ganho de peso total foram observados nos peixes que não foram submetidas ao
217 condicionamento alimentar (SCA) e dos submetidos a primeira estratégia de condicionamento
218 alimentar (CA1) quando comparados aos submetidos a segunda estratégia de condicionamento
219 alimentar (CA2). O ganho de peso relativo também apresentou as maiores proporções nos
220 grupos CA1 e SCA, porém, este último não diferindo de CA2. As traíras criadas em BFT
221 apresentaram maior sobrevivência do que as criadas em RAS. Não ocorreu interação (Sistema
222 x CA) para estes parâmetros.

223 Ao final da fase 2 (período experimental total) o peso final e o ganho de peso final de
224 juvenis de traíras (Tabela 3) apresentaram diferença quanto ao fator de condicionamento
225 alimentar usado, sendo melhores no CA1 quando comparados ao SCA e CA2. O GPR também
226 foi melhor nos peixes do grupo CA1 quando comparado aos do SCA, porém não diferindo de
227 CA2. Não houve interação entre Sistema e CA.

228 Durante a fase 2, o desempenho semanal apresentou comportamentos distintos entre os
229 tratamentos (Figura 1). As traíras que não foram submetidas pelo condicionamento alimentar
230 (SCA) apresentaram crescimento negativo na primeira semana que lhes foi ofertado ração. Já
231 traíras que foram submetidas a primeira estratégia de condicionamento alimentar (CA1), logo
232 na primeira semana já apresentaram bons índices de crescimento após lhes serem ofertado
233 ração.

234 Todos os índices morfométricos dos peixes (Tabela 4) foram maiores no RAS, com
235 exceção do RC que foi maior no BFT. No fator CA, o SCA proporcionou um menor valor para
236 RC e maior que CA1 e igual ao CA2 para IHS, e IDS. O IGV apresentou menor valor em CA1
237 em relação aos demais. O QI não apresentou diferença para fator CA. Não houve interação entre
238 Sistema e CA.

239

240

241 3.2. *Composição corporal*

242

243 A quantidade de PB foi maior no grupo BFT (Tabela 5), assim como a matéria mineral.
244 Já os lipídios, apresentaram maiores concentrações nos peixes criados em RAS. No fator CA,
245 o nível de proteína foi menor no CA2 e os lipídios no CA1 em relação aos demais tratamentos.
246 Houve interação entre Sistema e CA para a PB e matéria seca.

247

248 3.3. *Parâmetros bioquímicos do fígado, músculo e brânquias*

249

250 Os níveis de glicose, proteínas totais e glicogênio hepáticos foram maiores no grupo
251 BFT (Tabela 6). No fator CA, o teor de lactato foi maior para SCA, o teor de glicogênio foi
252 maior para CA2, que apresentou menor valor para AA. Houve interação entre Sistema x CA
253 para a glicose.

254 Os parâmetros bioquímicos do músculo (Tabela 7) foram diferentes para glicose,
255 aminoácidos, proteínas totais e glicogênio no fator sistema, onde o teor de glicogênio foi maior
256 no RAS e os demais parâmetros citados foram maiores no BFT. Já no fator CA, a quantidade
257 de proteínas totais foi maior para CA2, o nível de glicose foi diferente entre todos os
258 tratamentos, maior no CA2 e menor no SCA. CA2 foi menor que CA1 e igual a SCA para a
259 quantidade de lactato. Houve diferença para TBARS no fator CA, onde SCA foi maior que CA1
260 e igual a CA2. Houve interação entre Sistema x CA para glicose e aminoácidos.

261 Nas brânquias, a concentração de amônia foi maior no sistema RAS em relação ao
262 sistema BFT (Figura 2) e maior no SCA em relação a CA2, onde ambos não diferiram de CA1.

263

264

265 **4. Discussão**

266

267 No presente estudo, a aceitação da ração seca foi mais eficiente quando esta foi
268 misturada a um alimento semiúmido em proporções crescentes (CA1) do que quando ofertada
269 intercaladamente (CA2) na fase 1. Adicionar a ração misturada (CA1) não afeta o desempenho
270 quando comparado a peixes que recebem apenas fígado bovino (SCA).

271 Na fase 2, ficou evidente que a mistura em proporções crescentes na ração (CA1) é a
272 forma mais correta de condicionar traíras para que estas aceitem dietas à base de ração
273 formulada. A alternativa mais prática testada (CA2) não foi eficiente no condicionamento
274 alimentar dos peixes, apresentando dados semelhantes, nessa fase do estudo, aos animais que
275 não passaram pelo condicionamento alimentar (SCA), sugerindo que este método (CA2) não
276 traz benefícios produtivos à espécie nas condições do presente estudo.

277 A substituição parcial e progressiva da dieta semiúmida por ração seca, também foi
278 positiva no condicionamento alimentar do trairão (*H. lacerdae*), onde esse método
279 proporcionou juvenis com melhores condições de adaptação e resistência a mudanças
280 alimentares. Sendo que alguns animais após condicionamento alimentar com esse método já se
281 alimentavam de ração no primeiro dia de sua oferta (Luz et al., 2002).

282 O fato dos peixes do grupo SCA ter perdido peso na primeira semana que receberam
283 apenas ração (Figura 1), indica que os mesmos não estavam se alimentando nesse período. Em
284 estudo onde o trairão foi submetido ao arraçamento a seco em transição súbita do alimento
285 natural para ração, foram observados peixes alimentando-se de ração apenas a partir do sétimo
286 dia do experimento (Luz et al., 2002), colaborando com os resultados desta pesquisa, onde os

287 peixes apenas apresentaram crescimento a partir da segunda semana após fornecimento de ração
288 sem condicionamento alimentar.

289 O IHS, de forma geral, é mensurado para avaliar possíveis alterações hepáticas causadas
290 pela alimentação, pois o fígado é um órgão essencial no metabolismo dos animais (Dernekbaşı,
291 2012). A relação mais alta pode estar sugerindo algum problema, principalmente no
292 metabolismo de carboidratos e gorduras (Munshi e Dutta, 1996). Isto que ocorreu (maior IHS)
293 nos animais criados em RAS e nos alimentados com SCA e CA2, apesar do CA2 não diferir de
294 CA1. O maior IHS em SCA, junto com maiores índices de lactato no fígado, podem evidenciar
295 o indicativo de algum dano nesse órgão (Battisti et al., 2020). Assim, pressupõe-se que tratar
296 os peixes com ração sem passar por nenhum tipo de condicionamento alimentar (SCA), pode
297 afetar o fígado dos animais.

298 Os maiores valores de IHS, IGV, IDS e QI, das traíras criadas em RAS, assim como os
299 maiores valores de IHS, IGV e IDS dos peixes do grupo SCA, contribuíram negativamente no
300 RC desses animais. No qual, esses índices são referentes a órgãos e a gordura presentes nas
301 vísceras dos peixes. Um melhor RC em peixes na fase de vida semelhante aos do presente
302 estudo não é muito representativo, porém se tratando de animais para abate, um RC maior pode
303 representar maior lucratividade para toda a cadeia produtiva de peixes (Cirne et al., 2019).

304 O aumento da quantidade de proteína corporal dos peixes pode estar relacionado com o
305 aumento da atividade da proteinase digestiva no trato intestinal, como resultado da contribuição
306 de enzimas digestivas exógenas provenientes das bactérias no bioflocos e a produção de enzimas
307 digestivas endógenas estimuladas pelo BFT (Xu e Pan, 2012).

308 O menor teor lipídico apresentado pelos animais sob o condicionamento contendo ração
309 combinada com fígado em todas as refeições mostrou ser a melhor opção, já que este parâmetro
310 foi um quarto e um terço menor comparativamente ao grupo experimental sem
311 condicionamento alimentar e com o condicionamento onde havia refeição alternada

312 fígado/ração, respectivamente. A presença de bioflocos contribui para o decréscimo lipídico
313 dos peixes cultivados sob este sistema, provocando uma alteração positiva deste constituinte
314 em um terço em relação ao outro sistema testado.

315 Apesar do BFT não ter proporcionado maior crescimento aos peixes, proporcionou
316 maior sobrevivência aos peixes na primeira fase do trabalho e alterações em alguns parâmetros
317 bioquímicos na fase 2 que sugerem que os peixes criados em BFT possam ter se beneficiado de
318 alguns microrganismos naturais presentes nesse sistema de cultivo, no qual apresentou maiores
319 concentrações de glicose, proteínas e aminoácidos presentes no músculo. Aminoácidos são
320 compostos necessários para o crescimento muscular e ganho de peso magro em peixes. Assim,
321 a criação parcial dos peixes em BFT pode ter melhorado a condição do trato gastro intestinal,
322 como por exemplo uma melhora nas enzimas digestivas, o que levou a uma melhor absorção
323 de aminoácidos (Long et al., 2015; Luo et al., 2014).

324 A glicose (mensurada no fígado) é o principal combustível energético para a maioria
325 dos animais e que no presente estudo foi maior nos peixes do sistema BFT. O sistema BFT
326 caracteriza-se pela ação dos microrganismos com o objetivo de promover a assimilação de
327 compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato). Além disto, os mesmos servem como fonte
328 suplementar de alimento, por possuir uma série de nutrientes e microrganismos (Avnimelech,
329 2006; De Schryver et al., 2008), esses microrganismos além de sintetizarem ácidos graxos,
330 fazem a incorporação de novos ácidos graxos nas estruturas lipídicas (Ekasari et al., 2010). Esse
331 aporte nutricional pode ter aumentado os níveis de glicose no fígado desses peixes. A glicose
332 pode ser armazenada no organismo na forma de glicogênio, o que explica também o aumento
333 do mesmo nesse tecido.

334 A diminuição de TBARS, sugere um menor índice de malondialdeído (MDA) no
335 músculo dos peixes no CA1 em relação ao SCA, o que pode estar relacionado a um menor dano
336 oxidativo nesse grupo de peixes (Veeck et al., 2015; Marasca et al., 2020). Provavelmente, o

337 maior dano oxidativo esteve relacionado com a falta de condicionamento alimentar em SCA, o
338 que proporcionou maior estresse oxidativo nesses animais, possivelmente deixando esse grupo
339 de peixes mais propenso à infecções, doenças e outros efeitos deletérios, inclusive podendo
340 influenciar no bem estar dos animais (Liu et al., 2016).

341 O CA2 foi testado por ser uma alternativa bastante prática e de fácil aplicação, sem
342 demandar o preparo de uma mistura diária para a alimentação dos peixes. Porém, essa
343 alternativa não se mostrou eficiente no condicionamento alimentar de traíras. Verifica-se,
344 portanto, que o condicionamento alimentar com mistura crescente de ração nas dietas (CA1) é
345 a melhor forma de condicionamento alimentar para traíras. Em estudos futuros a diminuição do
346 tempo para o aumento da proporção da mistura poderá ser testada, a fim de dispor de traíras
347 prontas a aceitar ração em um tempo mais curto do que 4 semanas, conforme apresentado neste
348 estudo.

349 Tanto o sistema BFT quanto o sistema RAS, quando em condições ideais para a
350 produção de traíras, podem ser utilizados para a criação dessa espécie, possibilitando inclusive
351 um bom desempenho para os peixes quando estes forem corretamente alimentados.

352

353 **5. Conclusão**

354 Traíras podem ser eficientemente criadas em RAS ou BFT, porém, para tratar traíras
355 com ração, é importante que estas passem por um correto condicionamento alimentar (CA1),
356 pois isso proporciona maior produtividade e saúde aos peixes.

357

358 **Conflito de interesse**

359 Os autores declaram que não há conflito de interesses.

360

361 **Agradecimentos**

362 Esse estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
363 Superior (CAPES) – Brasil – Código de financiamento 001, com bolsa de estudos para o
364 primeiro autor. Os autores agradecem o suporte técnico e a assistência dos estudantes e
365 funcionários do Laboratório de Nutrição de Peixes (UFSM-PM).

366

367 **Declaração de direitos dos animais**

368 Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética no uso de animais
369 (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo protocolo número 6284200420.

370

371 **Contribuição dos autores**

372 Samuel Marasca: elaboração do projeto, coleta de tecidos, análises, tabulação de dados e
373 redação do manuscrito.

374 Emerson Giuliani Durigon: coleta de tecidos e análises.

375 Thamara Luísa Staudt Schneider: coleta de tecidos e análises.

376 Eduardo Kelm Battisti: tabulação de dados e redação do manuscrito.

377 Nilce Coelho Peixoto: análises bioquímicas e redação do manuscrito.

378 Rafael Lazzari: elaboração do projeto, análises, redação do manuscrito e supervisão.

379

380 **Referências**

381 AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Official methods of analysis
382 (16th edition). Gaithersburg, MD: AOAC International. USA.

383 Avnimelech, Y., 2006. Bio-filters: the need for a new comprehensive approach. *Aquac. Eng.*
384 34, p.172–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.001>.

385 Baldisserotto, B., Gomes, L.C., 2013. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2. ed.
386 Santa Maria, p.608.

- 387 Bakar, N.S., Nasir, N.M., Lananan, F., Hamid, S.H.A., Lam, S.S., Jusoh, A., 2015.
388 Optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African
389 catfish, (*Clarias gariepinus*) utilizing Bioflocs Technology. International
390 Biodeterioration & Biodegradation, v.102, p.100-106.
391 <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.04.001>
- 392 Battisti, E.K., Rabaioli, A., Uczay, J., Sutili, J., Lazzari, R., 2020. Effect of stocking density
393 on growth, hematological and biochemical parameters and antioxidant status of silver
394 catfish (*Rhamdia quelen*) cultured in a biofloc system. Aquaculture,
395 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735213>.
- 396 Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can.
397 J. Biochem. 37, 911 – 917. <https://doi.org/10.1139/y59-099>.
- 398 Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities
399 of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. Anal. Biochem. 72, 248-254.
400 [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).
- 401 Buege, J.A., Aust, S.D., 1978. Microsomal lipid peroxidation, Methods Enzymol. 52, 302 –
402 309. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6).
- 403 Cavero, B.A.S., Ituassú, D.R., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Bordinhon, A.M., Fonseca,
404 F.A.L., Ono, E.A., 2003. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento
405 alimentar de juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.1011-1015.
- 406 Cirne, L.G.A., Silva, J.R., Souza, W.S., Brito, P.F., Feltran, R.B., Pereira, S.L.A., Gomes,
407 F.E., Melo, D.R., 2019. Características morfométricas e da
408 carcaça de tambaqui abatidos com diferentes pesos. Magistra, Cruz das Almas – BA, V.
409 30, p. 160 -167. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1130166>

- 410 De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The basics of bio-
411 flocc technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture* 277, p.125–137.
412 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>.
- 413 Dernekbaşı, S., 2012. Digestibility and Liver Fatty Acid Composition of Rainbow Trout
414 (*Oncorhynchus mykiss*) Fed by Graded Levels of Canola Oil. *Turk. J. Fish. Aquat.*
415 *Sci.*12, 105-113. <http://doi.org/10.4194/1303-2712-v12i113>.
- 416 Durigon, E.G., Almeida, A.P.G., Jerônimo, G.T., Baldisserotto, B., Emerenciano, M.G.C.,
417 2019. Digestive enzymes and parasitology of Nile tilapia juveniles raised in brackish
418 biofloc water and fed with different digestible protein and digestible energy levels.
419 *Aquaculture* 506, 35-41. doi:10.1016/j.aquaculture.2019.03.022.
- 420 Eaton, A.D., Cleserci, L.S., Greenberg, A.E., 1995. Standard methods for the examination of
421 water and waste water, 10th ed. Washington. USA.
- 422 Ekasari, J., Crab, R., Verstraete, W., 2010. Primary Nutritional Content of Bio-Flocs Cultured
423 with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI J. Biosci.* 17, 125–130.
424 <https://doi.org/10.4308/hjb.17.3.125>
- 425 Ekasari, J., Suprayudi, M.A., Wiyoto, W., Hazanah, R.F., Lenggara, G.S., Sulistiani, R.,
426 Alkahfi, M., Zairin JR., M., 2016. Biofloc technology application in African catfish
427 fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the
428 quality of eggs and larvae. *Aquaculture*, v.464, p. 349-356.
429 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.013>
- 430 EMBRAPA/Peixe BR., 2022. Informativo Comércio Exterior da Piscicultura.
431 <https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/busca-de-publicacoes/->
432 [/publicacao/1144996/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-aumentaram-100-no-](https://publicacao/1144996/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-aumentaram-100-no-primeiro-semester-de-2022-em-comparacao-com-o-mesmo-periodo-de-2021)
433 [primeiro-semester-de-2022-em-comparacao-com-o-mesmo-periodo-de-2021](https://publicacao/1144996/exportacoes-da-piscicultura-brasileira-aumentaram-100-no-primeiro-semester-de-2022-em-comparacao-com-o-mesmo-periodo-de-2021).

- 434 FAO, 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad
435 alimentaria y la nutrición para todos. Rome. p.224.
436 <https://www.fao.org/documents/card/es/c/357c79a0-7fee-428f-a04e-9e86ba1a2ac5/>.
- 437 FAO, 2018. O estado da pesca mundial e da aquicultura 2018 - atendendo ao
438 desenvolvimento sustentável. Rome. p.210.
- 439 Faria, M.D.R., Cavalcante-Neto, A., Allaman, I.B., Gomes, A.D., Moreira, R.G., Hallermand,
440 E.M., Hilsdorfa, A.W.S., 2019. The potential of *Hoplias malabaricus* (Characiformes:
441 Erythrinidae), a Neotropical carnivore, for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*, v.4,
442 p.89-97.
- 443 Harrower, J.R., Brown, H., 1972. Blood lactic acid – a micromethod adapted to field
444 collection of microliter samples. *J. Appl. Physiol.*, 32, 5.
- 445 Krisman, C.R., 1962. A method for the colorimetric estimation of glycogen with iodine.
446 *Analytical Biochemistry*, v.4, p.17-23.
447 [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(62\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(62)90014-3)
- 448 Liu, B., Jia, R., Han, C., Huang, B., Lei, J.L., 2016. Effects of stocking density on antioxidant
449 status, metabolism and immune response in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*).
450 *Comp. Biochem. Physiol. Part - C Toxicol. Pharmacol.* 190, 1–8.
451 <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2016.07.007>
- 452 Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C., Wu, F., 2015. Effect of biofloc technology on growth,
453 digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved
454 farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 448, p. 135–141.
- 455 Luo, G., Gao, Q., Wang, C., Liu, W., Sun, D., Li, L., Tan, H., 2014. Growth, digestive
456 activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia
457 (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor
458 biofloc system. *Aquaculture*, v. 422–423, p. 1–7.

- 459 Luz, R.K., Salaro, A.L., Souto, E.F., Okano, W.Y., Lima, R.R., 2002. Condicionamento
460 Alimentar de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). Revista Brasileira de
461 Zootecnia, Viçosa, v.31, n.5, p.1881–1885.
- 462 Marasca, M., Battisti, E.K., Durigon, E.G., Peixoto, N.C., Uczay, J., Baldisseroto, B.,
463 Schmidt, D., Loro, V.L., Leitemperger, J.W., Salvador, M.J., Lazzari, R., 2020. Growth,
464 hematology, metabolism, and oxidative parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*)
465 fed diets containing *Lippia alba* leaf. Aquaculture, v.529, 735730.
466 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735730>
- 467 Martínez-Córdova, L. R., Emerenciano, M., Miranda-Baeza, A., Martínez-Porchas, M., 2015.
468 Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: An updated review.
469 Reviews in Aquaculture, v.7, n.2, p.131–148.
- 470 Moore, S., Stein, W.H., 1948. Photometric ninhydrin method for use in the chromatography
471 of amino acids. From the Laboratories of The Rockefeller Institute for Medical
472 Research, New York.
- 473 Munshi, J.S.D., Dutta H.M., 1996. Fish Morphology: Horizon of New Research. Science
474 Publishers, 300p.
- 475 Peixe BR, 2022. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário 2022.
476 <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>.
- 477 Pereira, S.L., Mendonça, P.P., Pellanda, A.S., Matiolo, M.D., Gonçalves Junior, L.P., 2015.
478 Utilização de diferentes alimentos na larvicultura de traíra (*Hoplias malabaricus*).
479 Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v.37, n.3, p.233-238.
- 480 Prates, E.R., 2007. Técnicas de pesquisa em nutrição animal, UFRGS, Porto Alegre.
- 481 Sabo-Attwood, T., Apul, O.G., Bisesi Jr., J.H., Kane, A.S. & Saleh, N.B., 2021. Nano-scale
482 applications in aquaculture: Opportunities for improved production and disease control.
483 J. Fish Diseases. 44 (4), p.359-370. <https://doi.org/10.1111/jfd.13332>.

- 484 Salaro, A.L., Oliveira Junior, J.C.D., Lima, F.W., Ferraz, R.B., Pontes, M.D., Campelo, D.V.,
485 Zuanon, J.A.S., Luz, R.K., 2015. Gelatin in replacement of bovine heart in feed training
486 of *Lophiosilurus alexandri* in different water salinities. ANAIS DA ACADEMIA
487 BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ONLINE). v.87, p.2281-2287.
- 488 Sgnaulin, T., Mello, G.L., Thomas, M.C., Garcia, J.R.E., OCA, G.A.R.M., EMERENCIANO,
489 M.G.C., 2018. Biofloc technology (BFT): An alternative aquaculture system for
490 piracanjuba *Brycon orbignyana*?. Aquaculture, v. 485, p. 119-123.
491 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.043>
- 492 Soares, E.C., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Silva, R.C.S., 2007. Condicionamento alimentar
493 no desempenho zootécnico do tucunaré. Revista Brasileira de Engenharia da Pesca, e.2.
- 494 Stankus, A., 2021. State of world aquaculture 2020 and regional reviews: FAO webinar
495 series. In FAO aquaculture newsletter, 2021. p.17–18.
- 496 Uczay, J., Battisti, E.K., Lazzari R., Schneider, T.L.S., Hermes, L.B., Peixoto N.C., Fabregat,
497 T.E.H.P., 2019. Fish meal replaced by hydrolysed soybean meal in diets increases
498 growth and improves the antioxidant defense system of silver catfish (*Rhamdia quelen*).
499 Aquaculture Research, 50, p.1438–1447. <https://doi.org/10.1111/are.14019>.
- 500 Veeck, A.P.L., Klein, B., Ruviaro, A.R., Quatrin, A., Ferreira, L.F., Daniel, A.P., Piccolo, J.,
501 Oliveira, M.S., Mallmann, C.A., Heinzmann, B.M., Emanuelli, T., 2015. Estabilidade
502 lipídica de filés de carpa húngara congelados tratados com extratos de *Lippia alba*.
503 Ciência Rural 45, 1113–1119. doi:10.1590/0103-8478cr20140785
- 504 Verdouw, H., Vanechteld, C.J.A., Dekkers, E.M.J. 1978. Ammonia determinations based on
505 indophenol formation with sodium salicylate. Water Res. 12, 399-402.
506 [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(78\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0043-1354(78)90107-0)
- 507 Xu, W., Pan, L., 2012. Effects of bioflocs on growth performance , digestive enzyme activity
508 and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks

509 manipulating C / N ratio in feed. *Aquaculture* 356–357, 147–152.

510 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.05.022>

511 Zhong, V.W., Van Horn, L., Greenland, P., Carnethon, M.R., Ning, H., Wilkins, J.T., Lloyd-

512 Jones, D.M., Allen, N.B., 2020. Associations of Processed Meat, Unprocessed Red

513 Meat, Poultry, or Fish Intake With Incident Cardiovascular Disease and All-Cause

514 Mortality. *JAMA Intern Med.*, 180(4), p.503-512.

515 <http://doi.org/10.1001/jamainternmed.2019.6969>

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534 Tabela 1. Manejo alimentar da fase 1

Semana	SCA	CA1	CA2
Oferta diária 3,2% de PB/kg MS dieta			
	Fígado (ofertado/dia)	Fígado/Ração (ofertado/dia em %)	Fígado/Ração (ofertado/dia)
1 ^a	3X	3X 80/20	2X/1X
2 ^a	3X	3X 60/40	2X/1X
3 ^a	3X	3X 40/60	1X/2X
4 ^a	3X	3X 20/80	1X/2X

535 X: quantidade de vezes alimentadas diariamente; SCA: sem condicionamento alimentar; CA: condicionamento
 536 alimentar; PB: proteína bruta; MS: matéria seca.

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560 Tabela 2. Parâmetros de desempenho de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT
 561 ao final da fase 1

Tratamento	Peso (g)	GPT (g)	GPR (%)	SOB. (%)
RAS-SCA	8,80	4,38	99,1	95,45
RAS-CA1	9,31	4,97	114,85	97,72
RAS-CA2	7,70	3,41	79,42	90,90
BFT-SCA	8,41	4,38	108,62	100,00
BFT-CA1	9,33	5,27	129,63	100,00
BFT-CA2	7,14	3,36	88,40	100,00
Análise Fatorial				
Sistema				
RAS	8,60	4,25	97,79	94,69 ^b
BFT	8,29	4,34	108,8	100,00 ^a
CA				
SCA	8,60 ^a	4,38 ^a	103,86 ^{ab}	97,72
CA1	9,32 ^a	5,12 ^a	122,24 ^a	98,86
CA2	7,42 ^b	3,38 ^b	83,91 ^b	95,45
<i>P</i>				
Sistema	0,34	0,76	0,11	< 0,05
CA	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,27
Sistema x CA	0,74	0,86	0,92	0,27
DPR	0,78	0,70	16,32	4,15

562 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 563 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 564 CA: condicionamento alimentar; GPT: ganho de peso total; GPR: ganho de peso relativo; SOB.: sobrevivência;
 565 DPR: desvio padrão residual.

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576 Tabela 3. Parâmetros de desempenho de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT
 577 ao final do período experimental (fase 2)

Tratamento	Peso (g)	GPT (g)	GPR (%)	SOB. (%)
RAS-SCA	18,80	9,03	95,38	100,00
RAS-CA1	24,75	15,75	175,67	87,50
RAS-CA2	16,32	8,71	114,85	96,87
BFT-SCA	17,10	8,98	110,56	100,00
BFT-CA1	23,51	14,31	154,03	100,00
BFT-CA2	18,11	10,86	153,24	100,00
Análise Fatorial				
Sistema				
RAS	19,50	11,11	131,88	94,79
BFT	19,70	11,43	138,01	100,00
CA				
SCA	17,38 ^b	8,98 ^b	107,53 ^b	100,00
CA1	23,92 ^a	14,79 ^a	161,24 ^a	93,75
CA2	17,22 ^b	9,79 ^b	134,04 ^{ab}	98,43
<i>P</i>				
Sistema	0,88	0,81	0,68	0,11
CA	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,26
Sistema x CA	0,60	0,50	0,25	0,26
DPR	2,80	2,54	28,67	7,65

578 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 579 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 580 CA: condicionamento alimentar; GPT: ganho de peso total; GPR: ganho de peso relativo; SOB.: sobrevivência;
 581 DPR: desvio padrão residual.

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592 Tabela 4. Índices morfométricos de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao
 593 final do período experimental (fase 2)

Tratamento	IHS (%)	IGV (%)	IDS (%)	QI	RC (%)
RAS-SCA	3,05	4,94	4,80	0,69	85,98
RAS-CA1	2,50	4,29	4,41	0,66	87,29
RAS-CA2	2,68	4,73	4,77	0,65	86,84
BFT-SCA	2,25	4,04	4,67	0,61	87,02
BFT-CA1	2,10	3,25	4,26	0,60	89,08
BFT-CA2	2,26	3,91	4,25	0,58	88,16
Análise Fatorial					
Sistema					
RAS	2,75 ^a	4,65 ^a	4,67 ^a	0,66 ^a	86,70 ^b
BFT	2,20 ^b	3,72 ^b	4,39 ^b	0,59 ^b	88,09 ^a
CA					
SCA	2,65 ^a	4,52 ^a	4,73 ^a	0,64	86,50 ^b
CA1	2,29 ^b	3,77 ^b	4,33 ^b	0,63	88,18 ^a
CA2	2,47 ^{ab}	4,30 ^a	4,51 ^{ab}	0,61	87,50 ^a
<i>P</i>					
Sistema	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CA	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05
Sistema x CA	0,25	0,85	0,31	0,79	0,54
DPR	0,43	0,63	0,47	0,04	1,08

594 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 595 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 596 CA: condicionamento alimentar; IHS: índice hepato-somático; IGV: índice de gordura visceral; IDS: índice
 597 digestivo somático; QI: quociente intestinal; RC: rendimento de carcaça; DPR: desvio padrão residual.

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612 Tabela 5. Composição centesimal de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao
 613 final do período experimental (fase 2)

Tratamento	PB (%)	LIP (%)	MS (%)	MM (%)
RAS-SCA	15,41	7,16	28,43	3,76
RAS-CA1	15,31	4,73	27,83	3,72
RAS-CA2	15,55	6,62	27,39	3,80
BFT-SCA	16,64	4,40	27,04	4,38
BFT-CA1	17,50	2,86	27,04	4,38
BFT-CA2	15,41	4,78	28,06	4,36
Análise Fatorial				
Sistema				
RAS	15,42 ^b	5,97 ^a	27,93	3,76 ^b
BFT	16,43 ^a	4,01 ^b	27,38	4,37 ^a
CA				
SCA	16,02 ^a	5,32 ^a	27,73	4,12
CA1	16,25 ^a	3,80 ^b	27,44	4,05
CA2	15,48 ^b	5,70 ^a	27,77	4,08
P				
Sistema	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05
CA	< 0,05	< 0,05	0,49	0,99
Sistema x CA	< 0,05	0,34	< 0,05	0,98
DPR	0,20	0,59	0,63	0,62

614 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 615 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 616 CA: condicionamento alimentar; PB: proteína bruta; LIP: lipídios; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; DPR:
 617 desvio padrão residual.

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632 Tabela 6. Parâmetros bioquímicos do fígado de traíras sob condicionamento alimentar em RAS
 633 e BFT ao final do período experimental (fase 2)

Tratamento	LAC	GLIC	AA	PROT	AMO	GLICG	TBARS
RAS-SCA	5,71	134,11	48,47	51,38	4,15	68,79	114,91
RAS-CA1	4,91	176,56	54,92	53,35	4,05	46,65	137,15
RAS-CA2	5,70	81,98	42,71	53,41	3,95	79,43	122,44
BFT-SCA	6,05	167,96	42,84	69,78	3,44	78,86	147,49
BFT-CA1	4,86	212,04	54,48	57,20	4,55	76,34	142,91
BFT-CA2	4,65	232,41	41,83	66,34	3,62	124,72	164,74
Análise Fatorial							
Sistema							
RAS	5,44	130,89 ^b	48,70	52,71 ^b	4,05	64,96 ^b	124,84
BFT	5,19	204,14 ^a	46,38	64,44 ^a	3,87	93,31 ^a	151,72
CA							
SCA	5,88 ^a	151,04	45,65 ^{ab}	60,58	3,79	73,83 ^b	131,21
CA1	4,88 ^b	194,31	54,70 ^a	55,27	4,30	61,50 ^b	140,03
CA2	5,17 ^b	157,20	42,27 ^b	59,87	3,77	102,07 ^a	143,59
P							
Sistema	0,28	< 0,05	0,54	< 0,05	0,42	< 0,05	0,38
CA	< 0,05	0,11	< 0,05	0,25	0,12	< 0,05	0,94
Sistema x CA	< 0,05	< 0,05	0,82	0,11	0,09	0,15	0,88
DPR	0,75	57,35	12,19	9,03	0,73	23,73	99,00

634 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 635 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 636 CA: condicionamento alimentar; LAC: Lactato ($\mu\text{mol/g}$); GLIC: Glicose ($\mu\text{g/g}$); AA: aminoácidos ($\mu\text{mol/g}$);
 637 PROT: proteínas totais (mg/g); AMO: amônia ($\mu\text{mol/g}$); GLICG: glicogênio (mg/g); TBARS: substâncias que
 638 reagem ao ácido tiobarbitúrico (nmol MDA/g); DPR: desvio padrão residual.

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651 Tabela 7. Parâmetros bioquímicos de músculo de traíras sob condicionamento alimentar em
 652 RAS e BFT ao final do período experimental (fase 2)

Tratamento	LAC	GLIC	AA	PROT	GLICG	TBARS
RAS-SCA	12,39	2,18	53,78	53,95	38,87	40,30
RAS-CA1	13,68	2,24	77,23	56,52	27,97	32,06
RAS-CA2	12,10	0,34	83,40	62,47	38,76	42,12
BFT-SCA	12,62	1,83	98,33	58,31	23,92	41,84
BFT-CA1	12,60	4,09	88,03	61,47	27,24	32,20
BFT-CA2	12,06	6,82	96,42	62,77	21,84	33,79
Análise Fatorial						
Sistema						
RAS	12,97	1,72 ^b	71,47 ^b	57,65 ^b	35,20 ^a	38,16
BFT	12,43	4,72 ^a	94,26 ^a	60,78 ^a	24,46 ^b	35,95
CA						
SCA	12,53 ^{ab}	2,05 ^c	76,05	56,13 ^b	31,40	41,07 ^a
CA1	13,23 ^a	3,01 ^b	82,63	59,00 ^b	27,60	32,13 ^b
CA2	12,07 ^b	4,12 ^a	89,91	62,52 ^a	30,95	37,95 ^{ab}
P						
Sistema	0,11	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,31
CA	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	0,41	< 0,05
Sistema x CA	0,24	< 0,05	< 0,05	0,15	< 0,05	0,14
DPR	0,92	0,91	15,51	3,47	7,75	6,92

653 Valores expressos como média. Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste
 654 de Tukey ($P < 0,05$). RAS: sistema de recirculação de água; BFT: bioflocos; SCA: sem condicionamento alimentar;
 655 CA: condicionamento alimentar; LAC: Lactato ($\mu\text{mol/g}$); GLIC: Glicose ($\mu\text{g/g}$); AA: aminoácidos ($\mu\text{mol/g}$);
 656 PROT: proteínas totais (mg/g); GLICG: glicogênio (mg/g); TBARS: substâncias que reagem ao ácido
 657 tiobarbitúrico (nmol MDA/g); DPR: desvio padrão residual.

658

659

660

661

662

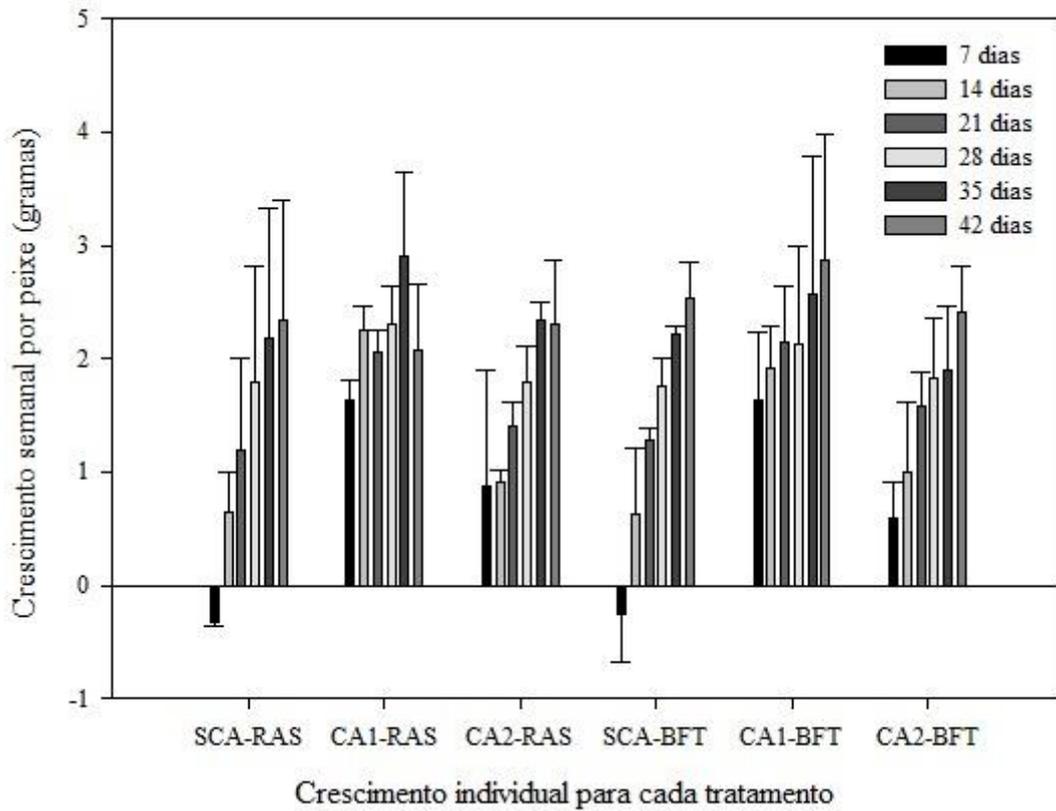
663

664

665

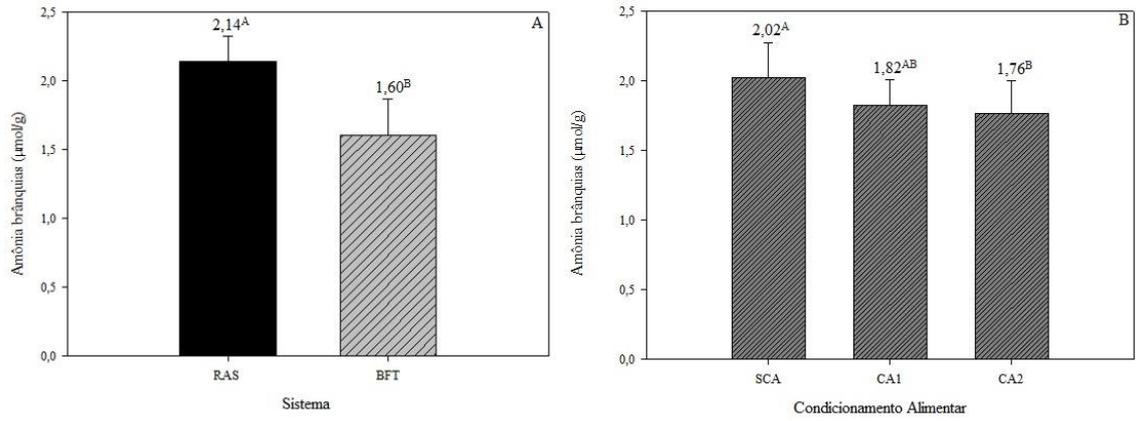
666

667



668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686

Figura 1. Crescimento semanal de traíras alimentadas com ração em RAS e BFT (fase 2) após submetidas a diferentes estratégias de condicionamento alimentar



687

688 Figura 2. Amônia nas brânquias de traíras sob condicionamento alimentar em RAS e BFT ao
689 final do período experimental (fase 2)

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

6 CONCLUSÕES GERAIS

Considerando o alto valor agregado dos juvenis de traíra, o sistema BFT é uma boa alternativa para a produção dessa espécie nas fases iniciais de vida (0,58g), no qual, nessa fase, proporciona maior sobrevivência e produtividade, quando comparado a criação em RAS. Já juvenis de traíra maiores (4,15g), apresentam desempenho similar tanto quando criadas em BFT quanto em RAS.

Pouco se sabe sobre o metabolismo (parâmetros bioquímicos), índices morfométricos e de composição corporal das traíras. Assim, esses dados relatados no presente estudo são importantes, pois podem indicar diferenças no estado corporal e de saúde em que os peixes se encontravam nos diferentes tratamentos testados. Além disso, podem servir como base para estudos futuros.

Assim, as alterações dos metabólitos nos órgãos das traíras encontradas nesse estudo, remetem que a inclusão de ração formulada na dieta destes peixes em substituição ao fígado bovino, é importante, pois fornece nutrientes essenciais a eles que não são fornecidos pelo fígado bovino apenas.

Por fim, conclui-se que o condicionamento alimentar correto de traíras é importante para uma melhor produtividade destas em qualquer sistema de cultivo (RAS ou BFT), sendo a inclusão da ração em proporções crescentes gradativamente misturada ao fígado bovino a melhor alternativa.

REFERÊNCIAS

- AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 283, p. 29–35, 2008.
- BAKAR, N.S.; NASIR, N.M.; LANANAN, F.; HAMID, S.H.A.; LAM, S.S.; JUSOH, A. Optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African catfish, (*Clarias gariepinus*) utilizing Bioflocs Technology. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.102, p.100-106, 2015.
- BAKHSHI, F.; NAJDEGERAMI, E. H.; MANNAFAR, R.; TUKMECHI, A.; RAHMANI FARAH, K. Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. **Aquaculture**, v. 484, p. 259-267, 2018.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed.** Santa Maria, p. 608, 2013.
- BARBIERI, G.; VERANI, J. R.; BARBIERI, M. C. Dinâmica quantitativa da nutrição de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794), na represa do Lobo (Brotas/Itirapina/SP) (Pisces, ERYTHRINIDAE). **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v. 42, n. 2, p. 295-302, 1982.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C.; TAGUTI. Desenvolvimento inicial de *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 141–149, 2008.
- BOSCOLO, W. R.; SIGNO, A.; FREITAS, J. M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 145–154, 2011.
- CAMPOS, J.L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Spix & Agassiz, 1982) e outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Eds.) **Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2.ed.** Santa Maria: Ed. UFSM, p. 335-358, 2010.
- CAVERO, B.A.S.; ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L. da; ONO, E.A. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1011-1015, 2003.
- CRISTINA, S.; GARCÉS, C.; JAIME, J.; GONZÁLEZ, G.; ACUÍCULA, I. Biofloc effect on juvenils Cachama blanca *Piaractus brachypomus* growth parameters. **Med. Vet. y Zootec.** v. 12, p. 170–180, 2017.
- CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. DIETS FOR FEED TRAINING PEACOCK BASS *Cichla sp.* **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 609-613, 2003.

- EKASARI, J.; SUPRAYUDI, M.A.; WIYOTO, W.; HAZANAH, R.F.; LENGGARA, G.S.; SULISTIANI, R.; ALKAHFI, M.; ZAIRIN JR, M. Biofloc technology application in African catfish fingerling production: the effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. **Aquaculture**, v.464, p. 349-356, 2016.
- EMERENCIANO, M.; CUZON, G.; ARÉVALO, M.; JAUREGUI, M. M. M.; GAXIOLA, G. Effect of short-term fresh food supplementation on reproductive performance, biochemical composition, and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* (Boone) reared under biofloc conditions. **Aquaculture International**, v. 21, n. 5, p. 987–1007, 2013.
- EMERENCIANO, M. G. C.; MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; PORCHAS, M. M.; MIRANDA-BAEZA, A. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in Aquaculture. **In: Intech**. p. 92–109, 2017.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. International Principles for Responsible Shrimp Farming. **Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA)**. Bangkok, Thailand. p. 20, 2006.
- FARIA, M. D. R.; CAVALCANTE-NETO, A.; ALLAMAN, I. B.; GOMES, A. D.; MOREIRA, R. G.; HALLERMAND, E. M.; HILSDORFA, A. W. S. The potential of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae), a Neotropical carnivore, for aquaculture. **Aquaculture and Fisheries**, v. 4, p. 89-97, 2019.
- KIM, S. K.; PANG, Z.; SEO, H. C.; CHO, Y. R.; SAMOCHA, T.; JANG, I. K. et al. Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 2, p. 362– 371, 2014.
- LONG, L.; YANG, J.; LI, Y.; GUAN, C.; WU, F. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 448, p. 135–141, 2015.
- LUO, G.; GAO, Q.; WANG, C.; LIU, W.; SUN, D.; LI, L.; TAN, H. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v. 422–423, p. 1–7, 2014.
- LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p. 1442-1448, 2005.
- LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Effect of prey concentrations and feed training on production of *Hoplias lacerdae* juvenile. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.87, n. 2, p. 1125–1132, 2015.
- LUZ, R. K.; SALARO, A. L.; SOUTO, E. F.; OKANO, W, Y.; LIMA, R. R. Condicionamento Alimentar de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1881–1885, 2002.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; PEDREIRA, M. M.; TEIXEIRA, E. A. Effect of water flow rate and feed training on "pacamã" (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 973-979, 2011.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. G.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JÚLIO, H. F. Influence of food pulses on diet composition and trophic relationships among piscivores fish in the upper Paraná River floodplain. **Hydrobiologia**, Netherlands, v. 607, n. 1, p. 187-198, 2008.

MALABARBA, L. R. Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema lagoa dos patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 8, p. 107-179, 1989.

MALABARBA, L. R.; MALABARBA, M. C. Phylogeny and classification of Neotropical fish. In **Baldisserotto, B.; Urbinati, E.C.; Cyrino, J.E.P. Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish**. p. 1-19. Academic Press, London, 2020.

MANSOUR, A. T.; ESTEBAN, M. Á. Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish and Shellfish Immunology**, v. 64, p. 202–209, 2017.

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; EMERENCIANO, M.; MIRANDA-BAEZA, A.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: An updated review. **Reviews in Aquaculture**, v. 7, n. 2, p. 131–148, 2015.

MARTINS, J. M. E. **Biologia de *Hoplias Malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) na represa de Capim Branco I, Rio Araguari, MG**. 71p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

MARTINS, J. M. E.; REGO, A. C. L.; PINESE, J. F. Determinação da idade e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) na represa de Capim Branco I, Rio Araguari, MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Juiz de Fora, v. 11, n. 3, p. 261–268, 2009.

MATTOX, G. M. T.; BIFI, A. G.; OYAKAWA, O. T. Taxonomic study of *Hoplias microlepis* (Günther, 1864), a trans-Andean species of trahiras (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae). **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 343–352, 2014.

MILANI, V.; MACHADO, F. D. A.; SILVA, V. C. F. E. Assembléias de peixes associados às macrófitas aquáticas em ambientes alagáveis do Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 261-270, 2010.

MORELLI, S.; VICARI, M. R.; BERTOLLO, L. A. C. Evolutionary cytogenetics in species of the *Hoplias lacerdae*, Miranda Ribeiro, 1908 group. A particular pathway concerning the other Erythrinidae fish. **Brazilian Journal of Biology**, 67, p. 897-903, 2007.

OYAKAWA, O. T. Revisão sistemática das espécies do gênero *Hoplias* (grupo lacerdae) da Amazônia brasileira e região leste do Brasil (Teleostei: Erythrinidae). **Dissertação**, Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 114, 1990.

OYAKAWA, O. T.; MATTOX, G. M. T. Revision of the Neotropical trahiras of the *Hoplias lacerdae* species-group (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae) with descriptions of two new species. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 7, n. 2, p. 117–140, 2009.

PEIXE BR. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário peixe BR 2022 da piscicultura**. p.79, 2022.

PEREIRA, S. L.; MENDONÇA, P. P.; PELLANDA, A. S.; MATIELO, M. D.; GONÇALVES JUNIOR, L. P. Utilização de diferentes alimentos na larvicultura de traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 3, p. 233-238, 2015.

PESSOA, E. K. R.; SILVA, N. B.; CHELLAPPA, N. T.; SOUZA, A. A.; CHELLAPPA, S. Morfologia comparativa do trato digestório dos peixes *Hoplias malabaricus* e *Hypostomus pusalum* do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 1, p. 48–57, 2013.

POLI, M. A.; SCHVEITZER, R.; NUÑER, A. P. O. The use of biofloc technology in a South American catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery: Effect of suspended solids in the performance of larvae. **Aquacultural Engineering**, v. 66, p. 17-21, 2015.

RIOS, F. S.; KALININ, A. L.; FERNANDES, M. N.; RANTIN, F. T. Changes in gut gross morphology of traíra, *Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) during long-term starvation and after refeeding. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4b, 2004.

ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W.; TESSER, M. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha *Mugil Cf. Hospes* sem renovação de água. **Atlântica**, v. 34, p. 63–74, 2012.

ROMANO, N.; DAUDA, A. B. La tecnología de biofloc tiene potencial para especies de peces carnívoros. **Global Aquaculture Alliance**. Disponível em: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-tecnologia-de-biofloc-tiene-potencial-para-especies-de-peces-carnivoros/>, 2018.

SALARO, A. L.; LUZ, R. K.; SAKABE, R.; KASAI, R. Y. D.; LAMBERTUCCI, D. M. Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 967-970, 2008.

SAMOCHA, T.M.; WILKENFELD, J.S.; MORRIS, T.C.; CORREIA, E.S.; HANSON, T. Intensive raceways without water exchange analyzed for White shrimp culture. **Global Aquaculture Advocate**. 13, 22–24. 2010.

SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, M. B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias Malabaricus*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 8, n. 1, p. 140–150, 2001.

SGNAULIN, T.; MELLO, G. L.; THOMAS, M. C.; GARCIA JRE; OCA, GARM; EMERENCIANO, MGC. Biofloc technology (BFT): An alternative aquaculture system for piracanjuba *Brycon orbignyanus*?. **Aquaculture**, v. 485, p. 119-123, 2018.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 608–613, 2007.

SOARES, E. C.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; SILVA, R. C. S. Condicionamento alimentar no desempenho zootécnico do tucunaré. **Revista Brasileira de Engenharia da Pesca**, e. 2, 2007.

SOUZA, M. L. R.; FARIA, R. H. S.; SANTOS, L. D.; MATSUHITA, M.; SOUZA, N.; VISENTAINER, J. V. Análise do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem supreme. **Revista Aquicultura e Pesca**, v. 4, n. 11, p. 12-17, 2006.

SOUZA, R. F. C.; ROMÃO JÚNIOR, J.G.; FONSECA, A. F.; LUZ, R. K.; TAKATA, R. Períodos de condicionamento alimentar de juvenis de pirarucu na transição da alimentação de ração úmida para seca. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Notas Científicas, Brasília, v. 50, n. 7, p. 622-625, 2015.

VITORINO, C. A.; SILVA, L. P.; VENERE, P. C.; SOUZA, I. L. Citogeografia dos Peixes Erythrinídeos *Hoplias Malabaricus* (Traíra) e *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Jeju) do Médio Araguaia. 2007, Caxambu/MG. **Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu/MG: Sociedade de Ecologia do Brasil, p. 2, 2007.

WASIELESKY, W.; EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R.; ABREU, P. C. Cultivo em meios com floco microbiano: um caminho a ser percorrido. **Panorama da aquicultura**, v. 16, p. 14–23, 2006.

XU, W.J., PAN, L.Q., ZHAO, D., HUANG, J. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, v. 350–353, p. 147–153, 2012.

XU, W.; PAN, L. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in bio flocc-based culture tanks manipulating high C / N ratio of feed input. **Aquaculture**, v. 412–413, p. 117–124, 2013.

ANEXO A - IMAGEM DOS SISTEMAS RAS E BFT UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS



ANEXO B – IMAGEM DO MACROCOSMO DO SISTEMA BFT UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS



ANEXO C – IMAGEM DE TRAÍRAS APÓS ALIMENTADAS COM RAÇÃO COMERCIAL DURANTE 6 SEMANAS

