

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE CURIMBA
Prochilodus lineatus EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

Acadêmica: Gleice Kelli Vieira

Aquidauana-MS
Setembro de 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE CURIMBA
Prochilodus lineatus EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

Acadêmica: Gleice Kelli Vieira
Orientadora: Prof.^a Dr^a Cristiane Meldau de Campos Amaral
Co-orientador: Prof. Dr. Robson Andrade Rodrigues

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana-MS
Setembro de 2020

V715d Vieira, Gleice Kelli

Desempenho produtivo de juvenis de Curimba
Prochilodus lineatus em tecnologia de bioflocos / Gleice
Kelli Vieira. – Aquidauana, MS: UEMS, 2020.
38p.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2020.

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Meldau de Campos
Amaral.

1. Aquicultura sustentável 2. Floco microbiano 3.

Proteína

microbiana I. Amaral, Cristiane Meldau de Campos II.

Título

CDD 23. ed. –

639.3

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

GLEICE KELLI VIEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 10/09/2020.



Dra. Cristiane Fátima Meldau de Campos Amaral (Orientadora)



Dr. Jayme Aparecido Povh, UFMS
(via videoconferência)



Dr. Pedro Luiz de Castro, UEMS
(via videoconferência)



Gleice Kelli Vieira
(via videoconferência)

“Todos os sonhos podem se tornar realidade,
se tivermos coragem de persegui-los”

Walt Disney

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois é o único que sabe o que eu passei para chegar até aqui, me fortalecendo e me mostrando ser capaz.

Agradeço a família que Deus me deu, pois graças a educação de minha mãe Eni Maria me tornei um ser humano humilde, responsável, dedicado e fiel, ao meu pai Orides que se propôs a cuidar e me amparar, aos meus irmãos Katiúscia, Everton e Junior, meus sobrinhos eles me motivam a seguir em frente e a minha cunhada Simone que me deu a mão quando precisei. Vocês são a família que Deus enviou para mim e sou e serei eternamente grata por tudo que fizeram por mim.

A minha orientadora Cristiane Meldau, por todo suporte, ensino, empenho e motivação, me ensinou como lidar com diversas situações e a andar com as próprias pernas, muito obrigada.

Ao meu coorientador Robson Andrade, por toda ajuda no desenvolvimento desse trabalho, por aceitar e me incentivar tanto na vida acadêmica como profissional, muito obrigada.

A pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, por me possibilitar o aprendizado, o convívio, o trabalho em equipe, a disponibilidade do setor de piscicultura e funcionários para a realização deste trabalho de mestrado, pelo empenho dos professores renomados e dispostos a agregar mais conhecimento e valor a minha formação.

Agradeço a Ana e ao Everton da coordenação da Pós-graduação, sem a paciência de vocês estaríamos perdidos. Muito obrigada ao colegiado do curso de

Pós-graduação que me permitiu aprender sobre o quão difícil e enaltecido é a dedicação para manter de pé a produção de pesquisa no Brasil, ao coordenador do Programa Tiago Junior Pasqueti que com ajuda de seus colegas de trabalho fazem todo o possível para aprimorar o nosso Programa.

Muito obrigada aos colegas do Laboratório de Sanidade de Peixes, ao Peixe sempre, por todo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obrigada pela concessão da bolsa viabilizando minha pesquisa no Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Agradeço de todo o meu coração aos meus amigos de vida, mesmo com a minha ausência não mudaram comigo, não me esqueceram, foram meu suporte, mesmo distantes estavam ali junto a mim nos momentos felizes e principalmente nos momentos difíceis que enfrentei, por isso, agradeço vocês Jéssica Manéa, Giselli Manéa, Maria Manéa, Alessandra Esperândio, Fabiana Costa, Núbia Silva, Ana Carla, Anajara Patrícia, Paola Silva vocês são importantes em todas as fases da minha vida.

Aos amigos que fiz em Aquidauana, apesar de ser uma pessoa difícil de lidar, se mantiveram firmes ao meu lado, Evelyn Lopes, Patrini Rodrigues, Kênia Kêmilly, Edenilson, Matheus, João, Joaquim, Diego, Aracy, Fúlvia Oliveira, Fayane Espírito Santo, Sr. Gerson, Eraldo, Roseli, Evellyn Richelly, José Samuel, Jéssica Soares, Thiago Cunha, Nando, Sr. Juarez e Ruthynha eu jamais me esquecerei de vocês amigos e levo um pouco de cada um por toda minha vida, pois de forma singular vocês foram primordiais para mim.

Agora Marilda e Mário, vocês são duas pessoas inexplicáveis, que não sei nem como descrever vocês, mas vamos lá, vocês me acolheram desde o nosso primeiro contato, foram meu suporte em tudo.

A vida, porque essa etapa foi primordial para meu desenvolvimento, não só profissional, mas principalmente pessoal, pois eu aprendi que devemos ser gratos por tudo que passamos, seja bom seja ruim é para nossa evolução e que nunca saberemos o que a vida nos reserva, mas Deus conhece nossos corações, nossos medos, sonhos e necessidades, colocando cada pessoa e situação no momento certo. E qual é o momento certo? Só Deus sabe.

A gratidão é a memória do coração.

Deus, Ele colocou no meu caminho
tudo que necessitei para chegar até aqui
Dedico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 PISCICULTURA	3
2.2 ESTADO DA ARTE DO SISTEMA DE BIOFLOCOS NA AQUICULTURA.....	4
2.3 <i>Prochilodus lineatus</i>	6
2. OBJETIVOS.....	7
2.2 Objetivo geral	7
2.3 Objetivos específicos.....	8
3. REFERÊNCIAS	9
CAPÍTULO 2- PRODUÇÃO DE CURIMBA (<i>PROCHILODUS LINEATUS</i>) EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS: DIMINUIÇÃO DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO E NÍVEL DE SÓLIDOS	2
1. Introdução	14
2. Material e Métodos.....	15
2.1 <i>Local do experimento</i>	15
2.2 <i>Aspectos éticos</i>	15
2.3 <i>Formação do bioflocos e manutenção do sistema de produção</i>	16
2.4 <i>Delineamento experimental</i>	16
2.5 <i>Animais, instalações e manejo alimentar</i>	16
2.6 <i>Biometrias e avaliação do desempenho produtivo</i>	17
2.7 <i>Parâmetros físico-químicos da água</i>	18
2.8 <i>Composição bromatológica dos bioflocos</i>	18

2.9 <i>Análise estatística</i>	19
3. Resultados	19
3.1 Qualidade De Água	19
3.2 Desempenho Zootécnico	21
3.3 Análise Bromatológica	23
4. Discussão	23
4.2 Desempenho Zootécnico	27
4.3 Análise Bromatológica	29
CONCLUSÕES	30
5. Referências	32
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Sistema fechado de tanques para produção de curimbas *Prochilodus lineatus* em bioflocos sob diferentes níveis de arraçoamento. (Arquivo Autor)..... 16
- Figura 2** – Exemplar de juvenil curimba *Prochilodus lineatus*, utilizado no presente estudo. (Arquivo Autor). 18
- Figura 3** – Sólidos sedimentáveis (médias $\pm$ desvio-padrão) aos 15, 30, 45 e 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob diferentes níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*..... 32
- Figura 4** – Médias e desvio padrão do ganho de peso de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento durante o período de 60 dias. 33
- Figura 5** – Médias e desvio padrão do ganho de comprimento de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento durante o período de 60 dias. 33
- Figura 6** – Médias e desvio padrão da taxa de crescimento específico de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento durante o período de 60 dias. 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade de água (médias $\pm$ desvio-padrão) durante 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba <i>Prochilodus lineatus</i>	19
Tabela 2 – Médias $\pm$ desvio-padrão de qualidade de água durante 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba <i>Prochilodus lineatus</i>	20
Tabela 3 – Médias $\pm$ desvio padrão da composição bromatológica dos bioflocos e da ração fornecida aos juvenis de curimba <i>Prochilodus lineatus</i> em sistema de bioflocos.	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFT – Tecnologia de bioflocos
C:N – Carbono:Nitrogênio
CM – Crescimento médio
PM – Peso médio
GP – Ganho de peso
GC- Ganho em comprimento
TCE – Taxa de crescimento específico
AL – Alcalinidade
DU – Dureza
SS – Sólidos sedimentáveis
CO₂ – Dióxido de Carbono
NAT – Nitrogênio amoniacal total
PB – Proteína bruta
MS – Matéria seca
EE – Extrato etéreo

RESUMO

A tecnologia de bioflocos para a piscicultura é uma estratégia que pode acrescer a produtividade, embora seja uma tecnologia que demanda aeração constante, o que aumenta o custo de produção, não há necessidade de captação de água (reposição apenas das perdas por evaporação) e, de forma geral, tem se observado redução quantitativa/qualitativa da ração, o que torna esta modalidade de produção mais adequada ambientalmente. A tecnologia de bioflocos já é empregada na produção de peixes e camarões. Para escolher a espécie de peixe devem ser levados em consideração, o hábito alimentar, devendo ser filtrador ou detritívoro, a fim de aproveitar melhor os agregados microbianos, em consequência, reduzir a conversão alimentar e custo com ração na produção e apresentar traços morfológicos adequados, como, rastros branquiais bem desenvolvidos, facilitando a apreensão das partículas. Entre esses pontos cruciais, a curimba (*Prochilodus lineatus*) é uma espécie nativa da Bacia do Paraguai que apresenta hábito alimentar iliófago e, em viveiros de piscicultura, apresenta excelente desempenho zootécnico, se tornando uma espécie com potencial para o cultivo em sistema de bioflocos. O objetivo foi avaliar a qualidade de água, composição bromatológica dos bioflocos e o desempenho zootécnico de juvenis de curimbas com a tecnologia de bioflocos. O experimento foi realizado no setor de Piscicultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana-MS. Foram utilizados 16 tanques circulares de 80 L de volume útil, com sistema de aeração individual. Cada tanque recebeu 10 juvenis de curimba com peso médio de $27,33 \pm 2,3\text{g}$ e comprimento médio $13,52 \pm 0,4\text{cm}$, totalizando 160 juvenis. Foram utilizados diferentes níveis de arraçoamento na dieta com uma porcentagem de 28% de proteína bruta, com as respectivas porcentagens 1%; 3%; 5% e 8% da biomassa. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (diferentes porcentagens de ração) e quatro repetições (tanques circulares). Diariamente foram monitorados durante o período experimental as seguintes variáveis da água (manhã e tarde), como concentração de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH. A concentração de amônia total (mg L^{-1}) foi mensurada a cada três dias por meio de kit colorimétrico e a cada 15 dias pelo método de titulação, foram mensurados a alcalinidade, dureza total e dióxido de carbono. A cada 30 dias foram realizadas biometrias para ajustes da dieta fornecida. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, onde o valor da porcentagem total da biomassa de cada tratamento foi dividido em duas partes iguais. A taxa de sobrevivência foi maior ($P < 0,05$) nos peixes produzidos em BFT com 2% de ração (100%) em relação as demais porcentagens de alimentação. A tecnologia em bioflocos foi eficiente quanto a formação de flocos microbianos e após análise bromatológicas foi possível observar que a porcentagem de proteína bruta no bioflocos foi superior em todos os tratamentos, quando comparados a ração comercial fornecida, com os respectivos valores, 29,95%, 35,17%, 33,38% e 34,67% de proteína bruta para os tratamentos 1%; 3%; 5% e 8% da biomassa. O nível de arraçoamento de 5% da biomassa não altera a qualidade da água e proporciona adequado desempenho zootécnico a juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* mantidos em tecnologia de bioflocos.

Palavras-chave: Aquicultura sustentável, Floco microbiano, Proteína microbiana; Sistema de produção aquícola.

Abstract

The biofloc technology for fish farming is a strategy that can increase productivity, although it is a technology that demands constant aeration, which increases the cost of production, there is no need to capture water (replacing only evaporation losses) and, in general, there has been a quantitative / qualitative reduction in feed, which makes this type of production more environmentally friendly. Biofloc technology is already used in the production of fish and shrimp. In order to choose the species of fish, the eating habit must be taken into account, having to be a filter or detritivore, in order to make better use of microbial aggregates, as a consequence, reduce feed conversion and feed cost in production and present adequate morphological traits, as well-developed branchial traces, facilitating the apprehension of the particles. Among these crucial points, the curimba (*Prochilodus lineatus*) is a species native to the Paraguay Basin that has an iliophage feeding habit and, in fish farming nurseries, has excellent zootechnical performance, becoming a species with potential for cultivation in a biofloc system. The objective was to evaluate the water quality, chemical composition of the bioflocs and the zootechnical performance of juveniles of curimbas using the biofloc technology. The experiment was carried out in the Pisciculture sector of the State University of Mato Grosso do Sul, in Aquidauana-MS. 16 circular tanks of 80 L of useful volume were used, with individual aeration system. Each tank received 10 juveniles of curimba with an average weight of $27.33 \pm 2.3\text{g}$ and an average length of $13.52 \pm 0.4\text{cm}$, totaling 160 juveniles. Different levels of feed were used in the diet with a percentage of 28% crude protein, with the respective percentages 1%; 3%; 5% and 8% of the biomass. A completely randomized design was used, with four treatments (different percentages of feed) and four repetitions (circular tanks). The following water variables (morning and afternoon) were monitored daily during the experimental period, such as dissolved oxygen concentration (mg L^{-1}) and temperature ($^{\circ}\text{C}$), pH. The concentration of total ammonia (mg L^{-1}) was measured every three days using a colorimetric kit and every 15 days using the titration method, alkalinity, total hardness and carbon dioxide were measured. Biometrics were performed every 30 days to adjust the diet provided. The fish were fed twice a day, where the value of the total percentage of biomass for each treatment was divided into two equal parts. The survival rate was higher ($P < 0.05$) in fish produced in BFT with 2% of feed (100%) in relation to the other percentages of feeding. The biofloc technology was efficient in the formation of microbial flakes and after bromatological analysis it was possible to observe that the percentage of crude protein in the biofloc was higher in all treatments, when compared to the commercial feed provided, with the respective values, 29.95% , 35.17%, 33.38% and 34.67% of crude protein for treatments 1%; 3%; 5% and 8% of the biomass. The level of feed of 5% of the biomass does not alter the quality of the water and provides adequate zootechnical performance to juveniles of curimba *Prochilodus lineatus* maintained in biofloc technology.

Keywords: Sustainable aquaculture, Microbial flake, Microbial protein; Aquaculture production system.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção de peixes cresceu 4,9 % no ano 2019, em relação ao ano de 2018, chegando a mais de 758 mil toneladas, evidenciando o crescimento na produção brasileira (PEIXE BR, 2020).

A tecnologia BFT atua na utilização mais eficiente de insumos nutricionais com pouca ou nenhuma troca de água (FAROOQI e QURESHI, 2018). Deste modo o cultivo em sistema de bioflocos tem surgido como caminho para acrescer a produtividade, minimizar os custos com a captação e renovação de água, tal como a eliminação de efluente para ambiente adjacentes, possibilitando utilizar elevadas densidades de estocagem na produção de diversas espécies de organismos aquáticos (KRUMMENAUER et al., 2012), como camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) (BALOI et al., 2013) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) (BROL et al., 2017).

Os bioflocos são partículas orgânicas em suspensão na água ou aderidas às paredes dos tanques de produção, é a reciclagem de nutrientes, com adequações da relação carbono/nitrogênio (C/N) na água, esse processo garante o crescimento de colônias de bactérias heterotróficas, que convertem os compostos nitrogenados em biomassa microbiana, melhorando a qualidade de água e servido de alimento extra aos organismos cultivados (KUBTIZA, 2011; BROWDY et al., 2012). Sua formação se dá através da razão carbono e nitrogênio (C:N) dos cultivos, sendo o ideal para esse sistema a relação 20:1 (WASIELESKY et al., KRUMMENAEUR et al., 2013). Essa tecnologia caracteriza-se por gerar o desenvolvimento de bactérias heterotróficas que são capazes de assimilar grande parte dos compostos nitrogenados da água, possibilita a manutenção das variáveis de qualidade de água, otimiza sua utilização e como consequência pode diminuir os riscos com possíveis impactos ambientais (BOMFIM et al., 2018; RODRIGUES et al., 2015).

Para a formação do bioflocos, utiliza se uma fonte de carbono como por exemplo o melaço de cana de açúcar e ou dextrose, para manter a relação C:N associado a aeração constante para formação dos flocos, esses serão utilizados

como fonte de suplementação para os peixes e converter os compostos nitrogenados presentes na água que podem tornar-se tóxicos (WASIELESKY et al., 2006).

Apesar desse sistema atingir maiores índices de produtividade em relação aos convencionais, pelo fato de aproveitar melhor o espaço e por trabalhar com altas taxas de densidades, contando com o uso contínuo de aeração mantendo a relação C:N adequada (AVNIMELECH, 2015), são poucos os estudos realizados que comparam o crescimento de curimbas em condições convencionais e em condições de bioflocos, por exemplo os pesquisadores AYAZO-GENES et al., (2018) que avaliaram o desempenho de bocahico *Prochilodus magdalenae* em sistema de produção intensiva com tecnologia de bioflocos.

Em 2018 a produção de curimba (*Prochilodus lineatus*) atingiu uma marca de 3.033,881 kg representando um valor total de R\$ 24.463,00 (IBGE, 2020), apesar de ser um valor pouco expressivo de produção, a curimba apresenta características zootécnicas desejáveis que podem promover o crescimento de sua produção. A curimba contém traços anatômicos como boca terminal, isto é, identificado na região anterior da cabeça, com aspecto de ventosa, lábios grossos e inúmeros dentes pequenos, formado fileiras e tem hábito alimentar iliófago (BERNARDES e PÚBLIO, 2012). Essas características são de extrema importância para uma produção em sistema de bioflocos, sendo a espécie considerada favorável para produção em meio heterotrófico.

O presente estudo permitiu obter informações pertinentes a utilização da tecnologia de bioflocos (BFT) na produção de juvenis de curimba (*Prochilodus lineatus*), que é uma espécie promissora na piscicultura. A busca para consolidação da espécie junto ao mercado enfatiza a necessidade de estudos a respeito de estratégias que melhorem cada vez mais o desempenho do animal bem como a viabilidade de sua produção, com menor impacto ambiental possível.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PISCICULTURA

A produção no Brasil foi de 722.560 toneladas de peixes de cultivo no ano de 2018, com aumento de 4,5% em relação ao ano anterior, a piscicultura brasileira tem sido uma atividade em constante crescimento e com muito potencialidade devido suas grandezas continentais, clima favorável e o empreendedorismo dos produtores (PEIXE BR, 2019).

No início das pesquisas com sistema de bioflocos as publicações eram direcionadas apenas para espécies com alto valor comercial, como por exemplo a tilápia *Oreochromis nilóticos*, como visto por Emerenciano et al., (2011) porém nos últimos anos, tem havido um aumento em relação as pesquisas e publicações científicas no sistema com bioflocos tanto em espécies de valor comercial como também a espécies aspirantes que poderiam ser beneficiadas com a ampliação e aproveitamento dessa tecnologia (WALKER et al., 2020).

A piscicultura no Brasil é praticada em distintos sistemas de produção e com uma diversidade de espécies, desde nativas como também exóticas (BOSCOLO, 2012). Existem fatores que devem ser levados em consideração, quando se diz respeito a sistemas de cultivos de peixes, é necessário estar consciente dos diversos fatores que podem interferir uma produção almejando que ela seja favorável (ZUFFO et al., 2018). Os sistemas de produção utilizados em cultivos de peixes são na sua maioria diferenciados pela disponibilidade de recursos financeiros, quantidade e qualidade de água disponível, tamanho da área e condições climáticas, sendo que estes sistemas de produção são classificados como extensivos, semi-intensivo e intensivo (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2010).

A piscicultura permite a produção de peixes por metro cúbico de água e a mesma está de modo direto ligado com os diferentes sistemas de produção. Um dos fatores mais importantes e complicados da piscicultura é a manutenção da qualidade da água, pois esta tem que estar em condições adequadas para a criação de organismos aquáticos, dentro de um manejo correto e sustentável (MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES 2010).

É crescente o emprego de práticas de manejo para reduzir os danos ao meio ambiente, dentre essas práticas destacam-se a redução na taxa de renovação de água nos cultivos, o uso de uma ração balanceada, ou seja, o uso de técnicas de manejo, que aumentem a produção sem custo ambiental. O sistema de bioflocos permite diminuir a troca constante de água, mantendo a qualidade do cultivo adequada, enquanto é produzido o bioflocos com baixo custo e ricos em proteína, que é disponibilizado como alimento para os organismos aquáticos (CRAB, 2010).

2.2 ESTADO DA ARTE DO SISTEMA DE BIOFLOCOS NA AQUICULTURA

A tecnologia de bioflocos teve início na década de 70 na Polinésia Francesa no Instituto Francês de Investigação – IFREMER, localizado na ilha do Taiti. Os primeiros estudos foram desenvolvidos com camarão tigre (*Penaeus monodon*), camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) e o camarão azul (*Litopenaeus stylirostris*), avaliando engorda, fatores microbiológicos e reprodutivos o (EMERENCIANO 2017).

No ano 2000 dois centros de pesquisas iniciaram inúmeras pesquisas que se tornaram primordiais para o desenvolvimento da tecnologia de bioflocos na América do Sul, no centro de pesquisas da Universidade Federal do Rio Grande-FURG, no Brasil, coordenado pelo Dr. Wilson Wasielesky na América do Norte, na Universidade A&M do Texas, Campus Corpus Christi, EUA, coordenado pelo Dr. Tzachi Samocha. (WALKER et al., 2020).

A utilização da tecnologia de bioflocos está aumentando cada vez mais no Brasil e no mundo (AVNIMELECH et al., 2015), pois é um sistema ambientalmente viável uma vez que utiliza pouca ou nenhuma renovação de água, diminui custo com alimentação na produção, já que a comunidade microbiana se torna uma fonte de alimento (HEARGREAVES, 2006; MAICÁ et al., 2011).

O sistema de bioflocos é um sistema de produção na piscicultura que consiste em recircular a água dentro do viveiro, possibilitando a criação em caixas, tanques e viveiros (WALKER et al., 2020).

Os bioflocos são partículas orgânicas em suspensão na água ou aderidas às paredes dos tanques de produção (KUBTIZA, 2011). A tecnologia de bioflocos (BFT) é composto por agregados de matéria orgânica, assimilando uma extensa

gama de micro-organismos, tais como bactérias heterotróficas, cianobactérias, microalgas, leveduras, fungos e além desses apresenta também invertebrados como rotíferos, protozoários, amebas, copépodos, cladoceras, ostracodes, anelídeos e nematódeos, esses diversos micro-organismos podem ser encontrados no sistema de bioflocos (HARGREAVES, 2006; AVNIMELECH, 2009; BROWDY et al., 2012; MONROY-DOSTA et al., 2013; LARA et al., 2016; AHMAD et al., 2017; SGNAULIN et al., 2018).

A produção de peixes em sistemas com bioflocos é uma derivação dos sistemas com recirculação de água, na qual não se utiliza filtros mecânicos, nem filtros biológicos convencionais (KUBTIZA 2011). Os resíduos orgânicos gerados na produção (fezes, muco dos peixes e sobras de ração) são desintegrados e mantidos em suspensão dentro dos próprios sistemas, servindo como substrato para desenvolvimento das bactérias heterotróficas. Oliveira (2008) assegurou ainda que o sistema de bioflocos, modifica as fontes de origem animal, renova os nutrientes, seguido de sustentabilidade e econômica.

O sistema de bioflocos possibilita utilizar taxas maiores de densidade quando comparado ao sistema convencional, uma vez que atua com menor ou nenhuma renovação de água, e por meio da assimilação dos compostos nitrogenados pela biomassa microbiana que é formada no próprio cultivo, gerando uma fonte de alimento extra para os peixes (CRAB, 2012). Com isso, o sistema se torna viável economicamente por diminuir os custos com a ração e também pela otimização de espaço visto que tem capacidade de maior produção por metro cúbico (HENGSAWAT et al., 1997).

O sistema possibilita contar com grandes densidades de estocagem, especialmente porque a absorção de compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) é contribuída pela biomassa microbiana, produzido pelo próprio cultivo e são esses microrganismos que ajudam a complementar a fonte de alimentação, tornando possível diminuir o fornecimento de ração, consequentemente, melhorando a conversão alimentar (KRUMMENAUER et al. 2012).



Figura 1 - Sistema fechado de tanques para produção de curimbas *Prochilodus lineatus* em bioflocos sob diferentes níveis de arraçoamento. (Arquivo Autor).

2.3 *Prochilodus lineatus*

O gênero *Prochilodus* é disseminado com abundância na América do Sul, sua distribuição está entre as bacias do alto rio Paraná e norte do rio Salado e ao sul da Argentina (SVERLIJ et al., 1993). *Prochilodus lineatus* é comumente conhecida como grumatã, curimbatã ou curimatã. É uma espécie reofílica, habitualmente encontrada no Pantanal, sua reprodução ocorre na cabeceira dos rios, é considerada uma espécie com características importantes para sistemas de policultivo, por realizarem a limpeza dos tanques (STREIT JR et. al., 2004).

Prochilodus lineatus é indicada para o sistema de bioflocos, por apresentar hábito alimentar iliófago e consumir finas partículas, que são os principais sedimentos inorgânicos característicos do sistema, sendo a parte mais considerável da dieta (EMERENCIANO 2018). A curimba pode ser utilizada em uma piscicultura como peixe de cultivo secundário, pois não haveria a competição por alimentos entre outros peixes, aproveitando os resíduos do fundo do viveiro, o que também ajuda a reduzir o custo com a ração, resultando em uma produção mais sustentável e com maior lucratividade (ZUFFO et al., 2018).

A curimba é uma espécie que oferece boas expectativas para a produção piscícola, devido sua rusticidade e crescimento satisfatório, representa pontos

positivos em sua produção devido seu baixo nível trófico e por usufruir de alimentos de menor qualidade (FURUYA et al., 1999). A curimba é uma espécie que migra rio acima, na sua época reprodutiva, de novembro a janeiro, esse processo de migração atinge toda sua fisiologia, ativando fatores primordiais para o processo reprodutivo desses peixes, em piscicultura esse procedimento de migrar é eliminado afetando o seu preparo fisiológico para a fase reprodutiva (PEREIRA et al., 2009). Diante disso se torna necessário a indução hormonal da reprodução (MURGAS et al., 2003).

Existem poucos relatos sobre sua produção e sobre os parâmetros que viabilize a produção em cativeiro para a espécie, existindo uma demanda significativa por informações sobre aspectos de cultivo da curimba, sua fonte de alimento são resíduos do fundo do viveiro, diminuindo os gastos com rações e resultando em uma produção sustentável e lucrativa (ZUFFO, et al., 2018).



Figura 2 – Exemplar de juvenil curimba *Prochilodus lineatus*, utilizado no presente estudo. (Arquivo Autor).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a tecnologia de bioflocos na produção de curimba *Prochilodus lineatus* sob diferentes regimes de alimentação na fase de juvenil (27,33g).

3.2 Objetivos específicos

Avaliar qualidade de água na produção de juvenis (27,33g) de curimba *Prochilodus lineatus* em tecnologia de bioflocos com diferentes taxas de arraçoamento.

Avaliar a composição bromatológica dos bioflocos na produção de juvenis (27,33g) de curimba (*Prochilodus lineatus*) em tecnologia de bioflocos com diferentes taxas de arraçoamento.

Avaliar o desempenho de juvenis (27,33g) de curimba *Prochilodus lineatus* em tecnologia de bioflocos alimentados com diferentes taxas de arraçoamento.

1. REFERÊNCIAS

AHMAD, I.; RANI, A. M. B.; VERMA, A. K.; MAQSOOD, M. Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. **Aquaculture Integrada**, n. 25, p.1215-1225, 2017.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology – A practical Guide Book**. ed. 3. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA, p.258, 2015.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology – A Practical Guide Book**. The World Aquaculture Society, p.182, 2009.

AVNIMELECH, Y.; RITVO, G.; MEIJER, L. E.; KOCHBA, M. Water content, organic carbon and dry bulk density in flooded sediments. **Aquacultural Engineering**, v. 25, p. 25-33, Israel, 2001.

AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176: p. 227-235. Israel. 1999.

BALCÁZAR, J. L.; BLAS, I.; ZARZUELA, R. I; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MÚZQUIZ, J. L. The role of probiotics in Aquaculture. **Veterinary Microbiology**, p.173-186 Espanha. 2006.

BALOI, M.; ARANTES, R.; SCHEITZER, R.; MAGNOTTI, C.; VINATEA, L. Performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. **Aquaculture Engineering**, n. 52, p. 39-44, 2013.

BERNARDES, C. L.; PÚBLIO, J. Y. Proteína bruta no desenvolvimento de curimbas (*Prochilodus scrofa*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 381-390, jan/mar, 2012.

BOSCOLO, R. W.; FEIDEN, A.; NEU, H. D.; DIETERICH, F. Sistema orgânico de produção de água doce. **Revista Brasileira de Produção Animal**, v.13, n.2, p.578-590 abr/jun, 2012.

BOYD, C. E.; CLAY, J. Evaluation of Belize **Aquaculture**, Rome p. 17, 2007.

BOMFIM, L. N.; POVH, J. A.; FILHO, R. A. C. Produção de peixes em sistema Biofloc Technology. Ensino Pesquisa Extensão. **Anais DA XI CIÊNCIA FAMES/UFMS**, Campo Grande – MS, 2018.

BROL, J.; PINHO, S. M.; SGNAULIN, T.; PEREIRA, K. da R.; THOMAS, M. C.; MELLO, G. L. de; MIRANDA-BEZERRA, A.; EMERENCIANO, M. G. C. Tecnologia do bioflocos (BTF) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, p. 229-235, 2017.

BROWDY, C.; RAY, A.; LEFFLER, J.; AVNIMELECH, Y. Biofloc based – Aquaculture System. *Aquaculture Production System*. First Edition, Chapter. 12, p. 278-307, 2012.

CRAB, R.; DEFOIRD, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. **Aquaculture**, p. 351-356, 2012.

EMERENCIANO, M. G. C.; BALLESTER, E. L. C.; CAVALL, R. O.; WASIELESKY W. Effect of biofloc technology (BTF) no early post larval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus pailensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. **Aquacultura Integrada**. v.19, p.891-901, outubro, 2011.

EMERENCIANO, M. G. C.; MARTÍNEZ-CORDÓVA, L. R.; MATÍNEZ-PORCHAS, M.; MIRANDA-BAEZA, A. Biofloc technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. In: *Water Quality*. InTcech, 2017.

EMERENCIANO, M. G. C. Bioflocos – onde tudo começou? **Revista Aquaculture Brasil**, Edição 6º, 2017.

EMERENCIANO, M. G. C. Bioflocos – todas a espécies são aptas? **Revista Aquaculture**, Edição 9º, 2018.

FAROOQI, F. S.; QURESHI, W. U. H. Biofloc technology in aquaculture. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, p. 1905-1909, junho, 2018.

FERRI, L. S.; ROCHA, W. S.; FILHO, M. S. P. Tendências e tecnologias sustentáveis na aquicultura: recirculação, aquaponia e bioflocos. **Incaper em Revista, Vitória**, v.9, p.66-78, janeiro/dezembro, 2018.

FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W. M. et al. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento, sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v.21 n.3, p.699-703, 1999.

HARGREAVES, J.A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquaculture Engineering**. n.34, p. 344–363, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário – Resultados Preliminares 2017. Rio de Janeiro, v. 7, p. 1-108, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Pecuária 2018. Acesso em 2019.

KUBITZA, F. Criação de tilápias em sistema com bioflocos sem renovação de água. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.21, n.125, p. 14-23, mai. / jun., 2011.

KRUMMENAUER, D.; JUNIOR, C. A. S.; POERSCH, L. H. FOES, G. K.; LARA, R. DE.; JUNIOR, W. W. Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos:

análises da reutilização da água **Revista Atlântica**, Rio Grande - RS, v. 34, n. 2, p. 103-111. 2012.

KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FÓES, G.; POERSH, L. H.; WASIELESKY, W.; Sistema de Bioflocos: É possível reutiliza a água de diversos ciclos? **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.23, n.136, mar/abril, 2013.

LARA, G.; KRUMMENAUER, D. POERSCH, L. H.; WALSIELESKY JR, W. The use of different aerators on *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system: effects on water quality, shrimp growth and biofloc composition. **Aquaculture International**, n.25, p. 147-162, 2016.

MACEDO, C. F; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade de água na piscicultura: consequência e recomendações, **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, n.36, v.2, p.149-163, 2010.

MAICÁ, P. F.; BORBA, M. R.; WASIELESKY, W. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. **Aquaculture Research**. p.1-10, 2011.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. 2014. Disponível em:<<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/produção>> acesso em junho 2018.

MONROY-DOSTA, M. D. C.; LARA-ANDRA, R. D.; CASTRO-MEJÍA, J.; CASTRO-MEJÍA, G.; COELHO-EMERENCIANO, G. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc em um cultivo de tilápia. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 48, n. 3, p. 511-520, 2013.

MURGAS, L. S. D.; VIVEIROS, A. T. M.; MARIA, N. A.; FREITAS, R. T. F. Reprodução/espécies próprias para pisciculturas. UFLA/FAEPE, p. 28, Lavras, 2003.

NASCIMENTO, L. F; OLIVEIRA, M. D. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMPRAPA), 31 p. 2010.

OLIVEIRA, G. R Conceitos básicos sobre sistemas produtivos sem renovação de água (bioflocos). **Aquaculture**, v. 277, p. 125-137, 2008.

PEIXE BR – Associação Brasileira Da Piscicultura, 2020.

PEREIRA, G. J. M.; MURGAS, L. D. S.; SILVA, J. M. de A.; MILIORINI, A. B.; LOGATO, P. V. R.; LIMA, de L. Indução da desova de curimba (*Prochilodus lineatus*) utilizando Ecg e EBHC¹. **Revista Ceres**, n. 56, p. 156-160, 2009.

RODRIGUES, R. B.; MEURER, F.; SILVA, D. M. da.; UCZAY, M.; BOSCOLO, W. R. Tecnologia de bioflocos no cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **ACTA TECNOLÓGICA**, v.10, n.2, 2015.

STREIT JR, D. P.; MORAES, G. V.; RIBEIRO, R. P.; SAKAGUTI, E. S.; SOUZA, E. D.; POVH, J. A.; CAÇADOR, W. Comparação do sêmen de Curimba (*Prochilodus lineatus*) induzido por extrato de hipófise de frango, coelho ou carpa. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 41, n. 3. 2004.

SVERLIJ, S. B.; ROS, A. E.; ORTI, G. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sabalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). FAO Sinopsis sobre la Pesca, p. 154, 1993.

SGNAULIN, T.; MELLO, G. L.; THOMAS, M. C.; GARCIA, J. R. E.; OCA, G. A. R. M.; EMERENCIANO, M. G. C. Biofloc technology (BTF): An alternative aquaculture system for piracanjuba *Brycon orbignyanus*. **Aquaculture**, n. 485, p. 119-123, 2018.

WALKER, D. A. U.; SUAZO, M. C. M.; EMERENCIANO, M. G. Biofloc technology: principles focused on potential species and case study of Chilean river shrimp *Cryphids caementarius*. **Reviews in Aquaculture**, p. 1-24, 2020.

WASIELESKY, W. J.; KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; FOÉS, G.; POERSCH. Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas. **Revista ABCC**, n. 2, junho, 2013.

WASIELESKY, W. J.; ATWOOD, H. I.; STOKES, A. et al. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.258, p. 396-403, 2006.

ZUFFO, T. I.; LOPES, D. L. de A.; FOLMANN, S. Parâmetros de qualidade da água em piscicultura – Temperatura: efeito da temperatura para curimatã. **Caderno Rural**, setembro, 2018.

O artigo foi elaborado de acordo com as normas da Revista: Aquaculture

CAPÍTULO 2- PRODUÇÃO DE CURIMBA (*PROCHILODUS LINEATUS*) EM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS: DIMINUIÇÃO DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO E NÍVEL DE SÓLIDOS

Production of curimba (*Prochilodus lineatus*) in biofloc technology: reduction of food rate and solid level

Gleice Kelli Vieira^{1*}, Cristiane Meldau Campos¹

¹Mestranda, Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus Aquidauana, Brasil. (gleicekellifish@gmail.com)

¹Docente, Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus Aquidauana, Brasil. (crismeldau@yahoo.com.br)

*Autor para correspondência: gleicekellifish@gmail.com - Contato: (65) 9321-1123.

¹Endereço Postal: Rodovia Graziela Maciel Barroso, Km 12 Zona Rural, Aquidauana - MS, 79200-000.

Resumo

Com o presente estudo, o objetivo foi avaliar a utilização da tecnologia de bioflocos na qualidade de água e desempenho zootécnico de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* sob diferentes taxas de arraçoamento. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos correspondentes às taxas de arraçoamento de 1%; 3%; 5% e 8% da biomassa e quatro repetições. Os juvenis de curimba (n= 160; 27,33 ±2,3 g e 13,52 ±0,4 cm) foram cultivados em 16 tanques de polietileno (80L) em sistema fechado de bioflocos, utilizando o melaço em pó como fonte de carbono para a manutenção da relação C:N em 20:1. Durante 60 dias, os peixes foram alimentados com ração comercial (28% PB), duas vezes ao dia. Durante o experimento foram avaliados o teor de oxigênio dissolvido, pH, temperatura, nitrogênio amoniacal total, e alcalinidade, dióxido de carbono, dureza e sólidos sedimentáveis da água de cultivo. Ao final do experimento foi avaliado o desempenho zootécnico dos peixes. A qualidade de água se manteve dentro do considerado aceitável para o cultivo de curimbas. O ganho em peso, ganho em comprimento e taxa de crescimento específico foi superior (p<0,05) nos peixes alimentados com 5% (9,7±1,46g, 1,2±0,34cm e 0,5 ±0,10%) e 8% (7,1±3,71g, 1±0,72cm e 0,4±0,22%) da biomassa em relação aos peixes alimentados com 1% e 3. A maior taxa de sobrevivência foi no tratamento com 3% da biomassa com 100% de sobrevivência. A taxa de arraçoamento de 5% da biomassa é adequada para produção de juvenis (27,33g) de curimba em tecnologia de bioflocos.

¹Endereços postais atuais:

¹Jéssica Julian Fernandes Lima – (UNESP) Rua Monção, s/n. Ilha Solteira – SP, CEP 15385-000

²Robson Andrade Rodrigues – (UFSC) Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/nº. Florianópolis – SC, CEP 88040-900

Palavras-chave: Aquicultura sustentável, Floco microbiano, Proteína microbiana; Sistema de produção aquícola.

Abstract

With the present study, the objective was to evaluate the use of biofloc technology in water quality and zootechnical performance of juvenile curimba *Prochilodus lineatus* under different feeding rates. The design was completely randomized with four treatments corresponding to feed rates of 1%; 3%; 5% and 8% of the biomass and four replications. Curimba juveniles ($n = 160$; 27.33 ± 2.3 g and 13.52 ± 0.4 cm) were grown in 16 polyethylene tanks (80L) in a closed biofloc system, using powdered molasses as a source of carbon to maintain the C: N ratio at 20: 1. For 60 days, the fish were fed with commercial feed (28% CP), twice a day. During the experiment the dissolved oxygen content, pH, temperature, total ammoniacal nitrogen, and alkalinity, carbon dioxide, hardness and sedimentable solids in the cultivation water were evaluated. At the end of the experiment, the zootechnical performance of the fish was evaluated. The water quality remained within what was considered acceptable for the cultivation of curimbas. Weight gain, length gain and specific growth rate were higher ($p < 0.05$) in fish fed with 5% (9.7 ± 1.46 g, 1.2 ± 0.34 cm and 0.5 ± 0 , 10%) and 8% (7.1 ± 3.71 g, 1 ± 0.72 cm and $0.4 \pm 0.22\%$) of the biomass in relation to fish fed with 1% and 3. The highest survival rate was in the treatment with 3% of the biomass with 100% of survival. The feed rate of 5% of the biomass is suitable for the production of juveniles (27.33g) of curimba in biofloc technology.

Keywords: Sustainable aquaculture, Microbial flake, Microbial protein; Aquaculture production system.

1. Introdução

A aquicultura não é o futuro, mas sim o presente e se torna cada dia mais necessário e o aprimoramento dos sistemas de produção, de forma que sejam economicamente e ambientalmente viáveis. O aprimoramento de sistemas de produção aquícola do ponto de vista ambiental e em locais com baixa disponibilidade de água é fundamental para o desenvolvimento da aquicultura. No sentido de atender estes quesitos, surgiu a tecnologia de bioflocos (BTF), a qual enfatiza o eficiente uso de espaço, água e dos nutrientes disponíveis no meio, com menor impacto ambiental, podendo ser uma opção eficiente no que se diz ao desenvolvimento econômico e sustentável (GANDINI et al., 2016).

A manutenção da relação Carbono:Nitrogênio (C:N) na água permite a assimilação dos compostos nitrogenados dentro do cultivo por meio de bactérias, as quais irão desenvolver a produção de proteína microbiana, promovendo a manutenção do sistema e alimento suplementar para os organismos cultivados (SCHRYVER et al., 2008). No decorrer do cultivo em tecnologia de bioflocos, os sólidos suspensos totais (SST) se acumulam, sendo preciso removê-los por intermédio de decantação (RAY et al., 2010; SCHVEITZER et al., 2013).

A curimba *Prochilodus lineatus*, nativa da América do Sul, ainda conhecida por outros nomes como curimatã, curimbatá, curimatá, é um peixe de reofílico, que apresenta hábito alimentar detritívoro e que até 44 cm de comprimento, no qual seu (BERNARDES e PÚBLIO, 2012). A curimba *P. lineatus* representa grande relevância social e econômica para pesca artesanal de subsistência, principalmente na região Nordeste do Brasil, em que tanto a carne quanto os ovos são muito apreciados na culinária tendo ótima aceitação pelos consumidores (COSTA, et al., 2015), no entanto é escasso o número de trabalhos científicos com a espécie, principalmente produzidos em tecnologia de bioflocos, se tornando um trabalho inovador e de grande importância para aquicultura. Assim, com o presente estudo o objetivo foi avaliar a qualidade de água, composição bromatológica do bioflocos e o desempenho zootécnico de juvenis de curimbas (*Prochilodus lineatus*) em sistema de bioflocos sob diferentes níveis de arraçamento.

2. Material e Métodos

2.1 Local do experimento

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sanidade de Peixes do setor de piscicultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), localizado no município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

2.2 Aspectos éticos

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (Protocolo nº 008/2019).

2.3 Formação do bioflocos e manutenção do sistema de produção

Para a formação dos bioflocos adotou-se a metodologia proposta por Krummenaeur et al. (2013), utilizando a relação C:N de 20:1. A biomassa inicial da matriz foi de 650g de peixes, com taxa de arraçoamento de 5% da biomassa, com ração contendo 28% de proteína bruta. A fonte de C utilizada foi o melaço em pó. Para a fertilização orgânica foi utilizado como referência o nível de nitrogênio amoniacal total (N-AT). Quando a quantidade de N-AT atingiu a concentração de 1 mg L^{-1} , a fonte de carbono foi adicionada com base na relação C:N, em que para converter 1g de N-AT em proteína microbiana é necessário 20 g de carbono (KRUMMENAEUR et al., 2013). As seguintes fórmulas foram utilizadas para estabelecer a quantidade da fonte de carboidrato:

Quantidade de ração (r):

$$(r) = 650 \text{ g} \times 0,05 = 32,50\text{g}$$

L = Volume do tanque: 400 L útil

$$\text{N-AT (g)} = (\text{L}) \times \text{N-AT (mg L}^{-1}) / 1000$$

Quantidade de carbono total (C:N = 20:1)

$$\text{N-AT (g)} = (\text{L}) \times \text{N-AT (mg L}^{-1}) / 1000$$

Após a estabilização da relação C:N, cada unidade experimental foi abastecida com aproximadamente 20L da água advinda da matriz e o restante de 60L do volume foi preenchido com água do reservatório de abastecimento do setor de piscicultura.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos correspondentes as taxas de alimentação (porcentagem de biomassa) testadas, sendo 1%, 3%, 5% e 8% da biomassa total, em quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Foi considerado como repetição um (1) tanque contendo 10 peixes cada (40 peixes/tratamento).

2.5 Animais, instalações e manejo alimentar

Os juvenis de curimba (n=160) de $13,52 \pm 0,16$ cm de comprimento total e $27,33 \pm 2,07$ g de peso, oriundos da mesma desova, foram acondicionados em 16 tanques circulares de

polietileno com volume útil de 80L com aeração constante mantida por meio de dois sopradores radiais de 120 w e pressão de > 850 mm, em que cada tanque recebeu aeração individual por meio de mangueiras de silicone 6 mm x 4 mm de espessura e com pedra porosa na saída de ar, os tanques foram cobertos com tela de poliéster impermeável, a fim de evitar o escape dos peixes.

Os peixes foram alimentados, duas vezes ao dia, pela manhã (08h00min) e à tarde (16h00min) com ração comercial Guabi[®] (28% de proteína bruta, 92% de matéria seca, 5% de extrato etéreo e 10% de matéria mineral) durante 60 dias de experimento. A quantidade total de ração fornecida diariamente aos peixes, foi calculada com base na biomassa de cada unidade experimental. Para tanto, antes do início do experimento e aos 30 dias, todos os peixes de cada unidade experimental foram capturados com o auxílio de um puçá, anestesiados em solução de eugenol (50 mg L^{-1}) e pesados. Após este procedimento, o total de ração ofertado aos peixes foi corrigido em função biomassa de cada unidade experimental. Foi realizado salinização artificial, com a adição de 0,5ppt de sal marinho, a fim de diminuir o nível de nitrito e prevenção de possíveis doenças e melhora significativa em danos causados à pele (COSTA et al., 2018).

2.6 Biometrias e avaliação do desempenho produtivo

Foi realizada biometria inicial com 160 juvenis de curimbas oriundos de reprodução induzida, realizada no setor de piscicultura na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, campus de Aquidauana. Todos os juvenis foram selecionados ao acaso para cálculo do peso médio inicial dos peixes a serem estocados em cada unidade experimental.

Antes e 30 dias após o início do experimento, foi realizada a biometria, para realizar a determinação da quantidade de ração fornecida. Aos 60 dias após o início do experimento, todos os peixes de todas as unidades experimentais, foram realizadas biometrias para avaliar o ganho de peso (g) e ajustar a quantidade de ração fornecida para as curimbas e posteriormente devolvidas ao tanque de origem.

Para a obtenção das variáveis de desempenho zootécnico dos juvenis de curimba, todos os peixes de todas as unidades experimentais foram capturados com auxílio de puçá, anestesiados em solução de eugenol (50 mg L^{-1}) até o estágio de anestesia cirúrgica, sendo contados, pesados em balança analítica Bel (M214AIH) e medidos com auxílio de ictiômetro. Ao final de cada biometria, foram determinadas as seguintes variáveis zootécnicas:

-Taxa de sobrevivência (TS, %) = (número final de peixes*100) / número inicial de peixes;

-Ganho total em peso (GP, g) = peso médio final – peso médio inicial;

-Ganho em comprimento total (CG, cm) = comprimento médio final – comprimento médio inicial;

-Taxa de crescimento específico (TCE, % dia⁻¹) = [(ln peso médio final – ln de peso médio inicial) * 100] / número de dias do experimento.

2.7 Parâmetros físico-químicos da água

Durante o período experimental foram verificadas as seguintes variáveis da água (manhã e tarde): concentração de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) e temperatura (°C), utilizando oxímetro digital (Hanna® modelo HI9146); pH com auxílio de peagâmetro digital (Hanna® modelo HI98127). A concentração nitrogênio amoniacal total - NAT (mg L⁻¹) foi mensurada a cada três dias por meio de kit colorímetro (labconTest Amônia Tóxica). Pelo método de titulação, a cada 15 dias, foram mensurados a alcalinidade (BRASIL, 2006), dureza total (DU) (MATHEUS et al., 1995) e dióxido de carbono (CO₂) (FILHO, 1976). O volume dos sólidos sedimentáveis (mL.L⁻¹) foi avaliado, onde amostras de um litro de água de cada unidade experimental foram transferidas para cones de Imhoff e após 40 minutos de descanso, o volume correspondente era verificado, com objetivo de quantificar o incremento do bioflocos ao longo do cultivo. Adotou-se como nível ideal de sólidos sedimentáveis em torno de 20mL.L⁻¹ (AVNIMELECH, 2011).

2.8 Composição bromatológica dos bioflocos

Para avaliação da composição bromatológica dos bioflocos, amostras de bioflocos de cada unidade experimental foram colhidas semanalmente, sendo filtradas em telas de 40µm, acondicionadas em recipientes devidamente identificados e congelados até o momento da realização das análises. Após o descongelamento, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, durante 72 horas. Após a secagem foi determinada a matéria seca (MS) método INCT – CA G-003/1, teor de proteína bruta (PB) método INCT – CA M-001/1 e extrato etéreo (EE) método INCT – CA G-005/1 (DETMANN, SOUZA & VALADARES FILHO, 2012).

2.9 Análise estatística

Os dados de desempenho zootécnico, qualidade de água, sólidos sedimentáveis e composição bromatológica dos bioflocos foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de Bartlett. Os dados da variável sólidos sedimentáveis foram transformados em tlog para correção da pressuposição de normalidade e homogeneidade. Em seguida os dados submetidos à análise de variância e regressão a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico “R” versão 3.4.3.

3. Resultados

3.1 Qualidade De Água

O oxigênio dissolvido no período da manhã se manteve acima de 5,0 mg L⁻¹, não ocorrendo diferenças significativas ($p>0,05$) entre os níveis de arraçoamento. Enquanto no período da tarde, esta variável foi maior ($p<0,05$) no tratamento de BFT com fornecimento de 1% de ração/dia em relação aos tratamentos com 3%, 5% e 8% de ração/dia (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade de água (médias $\pm$ desvio-padrão) durante 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*.

Parâmetros	Taxa de arraçoamento			
	1%	3%	5%	8%
	Médias			
Oxigênio Dissolvido (mg. L ⁻¹) a.m.	7,49 $\pm$ 0,37 ^a	6,99 $\pm$ 0,03 ^a	6,01 $\pm$ 0,67 ^b	5,37 $\pm$ 0,53 ^b
Oxigênio Dissolvido (mg. L ⁻¹) p.m.*	6,63 $\pm$ 0,42 ^a	5,96 $\pm$ 0,36 ^{ab}	5,06 $\pm$ 0,94 ^{bc}	3,99 $\pm$ 0,81 ^c
Temperatura (°C) a.m.	24,97 $\pm$ 0,11	25,12 $\pm$ 0,8	25,13 $\pm$ 0,25	25,12 $\pm$ 0,25
Temperatura (°C) p.m.	27,7 $\pm$ 0,38	27,69 $\pm$ 0,28	27,61 $\pm$ 0,61	27,91 $\pm$ 0,32
pH a.m.	6,97 $\pm$ 0,29	6,82 $\pm$ 0,25	6,88 $\pm$ 0,26	6,79 $\pm$ 0,06
pH p.m.	6,93 $\pm$ 0,32	6,75 $\pm$ 0,27	6,88 $\pm$ 0,23	6,74 $\pm$ 0,05

*Linear ($p<0,05$) $y = 7,80 - 31,49x$ $R^2 = 0,97$ equação referente ao oxigênio dissolvido, durante o período vespertino; médias seguidas por letras minúsculas respectivamente indicam a diferença entres os tratamentos pelo teste de tukey.

Durante o período de 60 dias, as variáveis de temperatura e pH não apresentaram diferenças ($p>0,05$) entre os diferentes níveis de arraçoamento em ambos os períodos do dia

(Tabela A.1). Da mesma forma a amônia total ($p>0,05$) entre tratamentos analisados (Tabela A.2).

Os valores para concentração de dióxido carbônico – CO_2 diferenciaram-se significativamente ($p<0,05$) no tratamento com 5% da biomassa, sendo o menor valor observada entre os demais níveis de arraçoamento que dispuseram de maior concentração de CO_2 , (Tabela A.2). Ao mesmo tempo, as variáveis de dureza e alcalinidade foram idênticas ($p>0,05$) entre os diferentes níveis de arraçoamento empregados (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias $\pm$ desvio-padrão de qualidade de água durante 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*.

Parâmetros	Taxa de arraçoamento			
	1%	3%	5%	8%
Amônia total (mg. L ⁻¹)	0,19 $\pm$ 0,17	0,64 $\pm$ 0,24	0,79 $\pm$ 0,80	0,48 $\pm$ 0,53
Alcalinidade (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	112,11 $\pm$ 52,09	121,71 $\pm$ 15,15	118,17 $\pm$ 19,69	143,93 $\pm$ 20,36
CO ₂ (mg L ⁻¹)	22,73 $\pm$ 3,89 ^{ab}	27,13 $\pm$ 6,14 ^a	18,27 $\pm$ 1,59 ^b	21,02 $\pm$ 2,15 ^{ab}

Médias seguidas por letras minúsculas respectivamente indicam a diferença entres os tratamentos pelo teste de tukey.

O volume de sólidos sedimentáveis aumentou com o passar dos dias e da quantidade de ração disponibilizada em cada tratamento, sendo o tratamento com 8% maior diferença ($p<0,05$) para o tratamento com 8% da biomassa, (Figura 1).

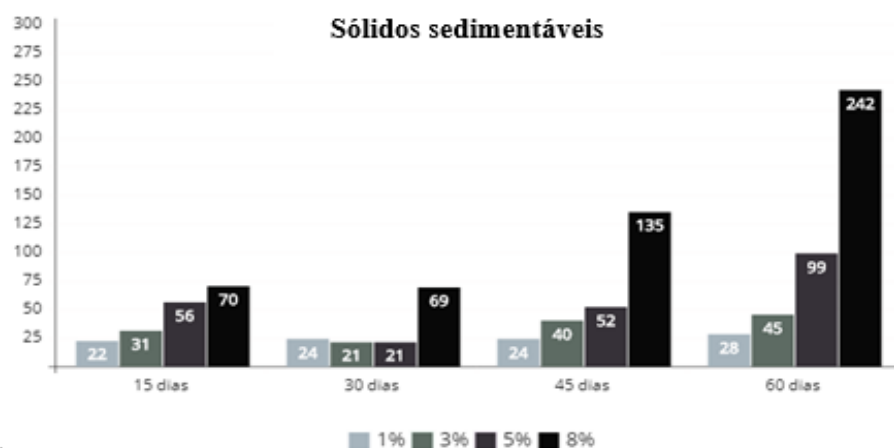


Figura 1 – Sólidos sedimentáveis (médias $\pm$ desvio-padrão) aos 15, 30, 45 e 60 dias de cultivo no sistema de bioflocos sob diferentes níveis de arraçoamento na produção de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*.

3.2 Desempenho Zootécnico

A taxa de sobrevivência observada para os níveis de arraçoamento com 1%, 3%, 5% e 8% foi respectivamente de $75,0 \pm 23,80$ %; $100,0 \pm 0,0$ %; $60,0 \pm 33,7$ % e $95,0 \pm 10,0$ % não apresentando diferença significativa.

Para o ganho em peso houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as taxas de arraçoamento. Os peixes alimentados com níveis de 8% e 5% da biomassa, apresentaram ganho em peso superior aos peixes alimentados com os níveis de arraçoamento de 3% e 1% (figura 2). Os peixes alimentados com o nível de arraçoamento de 3% da biomassa apresentaram ganho de peso superior ao tratamento com taxa de 1%, que demonstrou média negativa para esta variável nos peixes cultivados (figura 2).

A taxa de crescimento específico foi superior ($P < 0,05$) nos peixes alimentados com 5% e 8% de biomassa em relação aos peixes dos demais níveis de arraçoamento. A taxa de crescimento específico foi negativa para a suplementação com 1% da biomassa/dia (Figura.4).

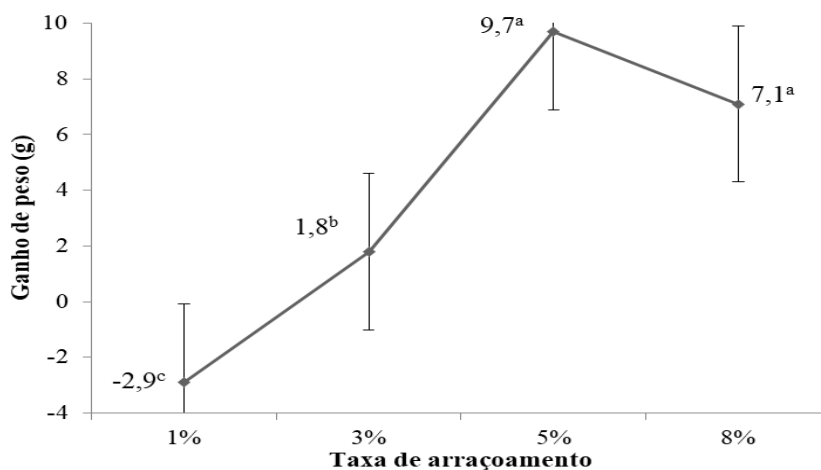


Figura 2 – Médias e desvio padrão do ganho de peso de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arraçoamento durante o período de 60 dias.

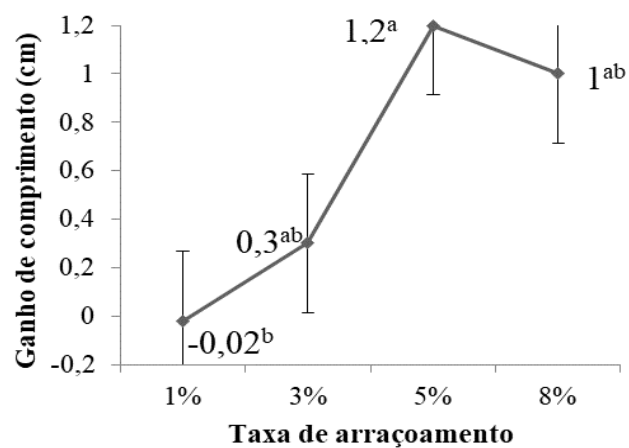


Figura 3 – Médias e desvio padrão do ganho de comprimento de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arrazoamento durante o período de 60 dias.

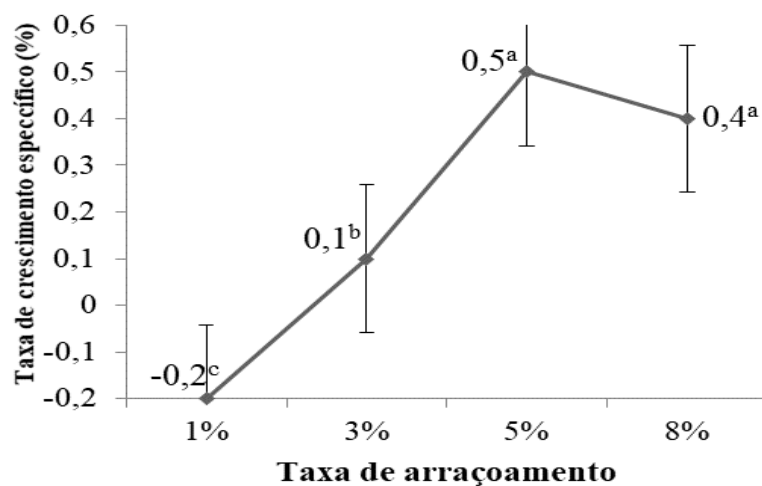


Figura 4 – Médias e desvio padrão da taxa de crescimento específico de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos sob níveis de arrazoamento durante o período de 60 dias.

3.3 Análise Bromatológica

A composição bromatológica dos bioflocos do presente estudo estão expressos na (tabela 4). A proteína bruta e extrato etéreo foram semelhantes ($p>0,05$) entre os tratamentos analisados.

Tabela 3 – Médias $\pm$ desvio padrão da composição bromatológica dos bioflocos e da ração fornecida aos juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* em sistema de bioflocos.

Taxas de arrazoamento (%)	PB (%)	MS (%)	EE (%)
1	29,95 $\pm$ 0,013	26,44 $\pm$ 0,003	1,22 $\pm$ 0,001
3	35,17 $\pm$ 0,020	23,20 $\pm$ 0,009	1,05 $\pm$ 0,000
5	33,38 $\pm$ 0,003	24,59 $\pm$ 0,005	1,5 $\pm$ 0,002
8	34,67 $\pm$ 0,014	28,58 $\pm$ 0,012	1,62 $\pm$ 0,001
Ração	28,85 $\pm$ 0,038	25,42 $\pm$ 0,004	6,95 $\pm$ 0,259

PB = Proteína Bruta; MS = Matéria Seca; EE = Extrato Etéreo.

2. Discussão

No presente estudo foram observados resultados positivos quanto à qualidade da água e o desempenho zootécnico de juvenis de curimba *Prochilodus lineatus* produzidos em tecnologia de bioflocos submetidos à diferentes níveis de arrazoamento; apresentando bons resultados para a. Os peixes submetidos ao nível de arrazoamento de 5% apresentaram desempenho zootécnico satisfatório e a qualidade da água se manteve adequada para a produção dos juvenis.

A menor disponibilidade de oxigênio dissolvido nos tratamentos em que foram utilizados os maiores níveis de arrazoamento, indica que a maior taxa de arrazoamento pode afetar com relação a esse parâmetro (BOYD E CLAY 2002; AVNIMELECH, 2011; LIMA et al., 2015) isso é corroborado pela quantidade de sólidos sedimentáveis, os quais foram maiores nos tratamentos com maior nível de biomassa.

Apesar da menor concentração de oxigênio do tratamento com 8% da biomassa, os valores encontrados estão dentro da faixa considerada tolerável (BOYD, 1990). Com valores semelhantes os autores Lima et al. (2018) encontraram bom desempenho da tilápia no Nilo

em sistema de bioflocos e concluíram que é possível uma produção sustentável, utilizando menor volume de água, com uma taxa de sobrevivência de até 90%.

A temperatura mínima da água observada foi de 24,97°C, mas no geral, os valores estiveram próximos da faixa recomendada para a curimba, entre 25°C a 30°C, não afetando o consumo de alimento pelos peixes, como visto por Zuffo et al. (2018). Valores semelhantes de temperatura foram encontrados por Lima et al. (2015) no cultivo de tilápia em sistema de bioflocos com diferentes densidades e obtiveram respostas positivas quanto a produtividade e sobrevivência.

De acordo com Avnimelech (2012) a utilização de glicose ou melaço, acelera a remoção de amônia livre, e que carboidratos mais complexos exigem maior tempo. Presumivelmente os resultados encontrados da variável amônia nesse experimento nos tratamentos, foi devido à adição de carbono imediata à mensuração dos parâmetros mensurados a cada três dias, garantido a remoção dos compostos nitrogenados, e permitindo o completo processo de reciclagem da amônia.

A comunidade microbiana do cultivo em bioflocos com os diferentes regimes de alimentação foi eficiente para a ciclagem, isso ocorre quando há o reaproveitamento da comunidade microbiana disponível no sistema de bioflocos (KRUMMENAUER et al., 2013), ocasionando a maior remoção dos compostos nitrogenados, uma vez que o propósito do cultivo em bioflocos é de assimilar diretamente o nitrogênio em biomassa bacteriana, antes que o processo de nitrificação feito por bactérias autotróficas aconteça, pois estas apresentam crescimento mais rápido que as bactérias nitrificantes, que são as maiores encarregadas pela remoção da amônia no início do cultivo (LARA et al., 2012). Por este fato, sugere-se que, apesar dos diferentes níveis de arraçoamento entre os tratamentos, estes decorreram da reutilização de cultivos anteriores, indicando que a comunidade bacteriana estava desenvolvida o suficiente para manter o desenvolvimento do sistema de bioflocos e eficiente quanto ao processo de reciclagem dos compostos.

O pH apresentou variação de 6,74 a 6,97 em ambos os períodos e nos diferentes níveis de arraçoamento, podendo ser justificado pela demasiada respiração dos microrganismos, havendo uma predisposição natural do ambiente de cultivo em conter concentração menor que 7 (MELO et al., 2015). O pH é um parâmetro de importância fundamental, pois têm influência direta com diferentes reações químicas que acontecem no meio aquático e sobre a estabilização e toxicidade de algumas substâncias existentes no mesmo, por isso seu controle é imprescindível dentro do sistema de produção (FURTADO et al., 2013). Esta variável deve

ser mantida entre 6,8 e 8,50 para bom desenvolvimento dos microrganismos e espécimes cultivadas. De acordo com Emerenciano et al., (2017) é habitual em sistema de bioflocos os valores de pH serem inferiores a 7, mas devem ser controlados caso sejam muito baixos, pois podem afetar o processo de nitrificação, o que não foi necessário no presente estudo, pois durante os 60 dias o pH se manteve estável.

A concentração do dióxido de carbono (CO_2) em sistema de bioflocos é potencializado pelo incremento de biomassa viva (peixes + bioflocos) que respiram nos ambientes de produção e pela não renovação de água (FUTADO et al., 2013). Valores entre 20 e 60mg/L de CO_2 não são letais, porém podem causar efeitos na substituição de CO_2 nas brânquias. Já concentrações superiores a 60 mg/L podem ser letais (VAN WYK e SCARPA, 1999). O CO_2 observado pelo presente estudo estava dentro das concentrações consideradas aceitáveis. Cultivos que apresentam muita matéria orgânica podem dispor de uma maior concentração de CO_2 (BOYD, 2008). Tendo em vista que o tratamento com 5% da biomassa tenha apresentado menor concentração de CO_2 com relação aos tratamentos com menores níveis de arraçoamento, sugere-se um melhor aproveitamento dos flocos em suspensão pelos peixes.

A alcalinidade, está ligada de modo direto ao pH, em que sua função dentro do sistema de cultivo é atuar como solução tampão, nas flutuações diárias deste indicador. Em sistema de bioflocos os níveis de alcalinidade e pH podem variar durante o cultivo. Níveis menores que 100mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e pH menor que valor de 7 tendem afetar de modo negativo o processo de nitrificação dentro do sistema (FURTADO et al., 2011). Nos tratamentos avaliados, os valores encontrados de alcalinidade $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ estavam acima de 100 mg L^{-1} e o pH se manteve próximo do neutro, durante todo período experimental, valores esses dentro do recomendado por Ebeling et al. (2006), de 100 a 150 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para sistema de produção com mínima renovação de água. Emerenciano et al., (2017) analisaram a tecnologia do sistema de bioflocos para gestão de qualidade de água, em que os autores afirmaram que valores mais elevados de alcalinidade $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ favorecem a assimilação de nitrogênio, por meio das bactérias heterotróficas e no desenvolvimento de nitrificação por bactérias quimioautotróficas. Furtado et al., (2015), avaliaram os efeitos distintos da alcalinidade sobre a qualidade de água no cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos e concluíram que valores entre 150 e 300 $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$, beneficiam a formação de bioflocos e na estabilização das bactérias nitrificantes. A correta manutenção dos níveis de alcalinidade no ambiente de cultivo de bioflocos contribui com diminuição das alterações de pH advindas da

fotossíntese e respiração dos organismos dentro do sistema (VAN WYK E SACARPA, 1999).

O teor de sólidos sedimentáveis (SS) foi superior no tratamento com a maior disponibilidade de alimentos, ou seja, quanto maior a porcentagem de ração fornecida, maior será a concentração de SS disponível no sistema de cultivo. Os SS são agregados microbianos, também conhecidos como bioflocos. O desenvolvimento desses agregados microbianos acontece por meio do acúmulo da matéria orgânica e pela disposição de oxigênio no sistema de cultivo. Sem a renovação de água, eles devem ser difundidos e conservados por toda a coluna d'água, por meio da movimentação da água, através da forte aeração (FERRI et al., 2018; GOANA et al., 2012). A formação dos SS é decorrente da troca mínima de água e do acúmulo de matéria orgânica (HARGREAVES, 2006) e a elevada proliferação das bactérias heterotróficas (VAN WYK, 2006). O maior volume de SS do tratamento com 8% da biomassa pode ser decorrente da maior quantidade de ração fornecida nesse tratamento comparado aos demais tratamentos que dispuseram de uma menor porcentagem de ração.

De acordo com Avnimelech (2011), níveis excessivos de SS ampliam o consumo de oxigênio e em quantidades excessivas, podem obstruir as brânquias dos peixes, sugerindo que estes devem estar dentro da faixa de 5 a 50 ml L⁻¹ para o cultivo em sistema de bioflocos. Goana et al. (2015) em um estudo sobre diferentes níveis totais de sólidos em suspensão, no cultivo de *L. vannamei* durante a formação de bioflocos, os autores sugerem que para manter a qualidade de água e a formação do biofloco é importante manter concentrações de 100 a 300ml L⁻¹ de SS.

Ainda que os sólidos suspensos tragam benefícios nutricionais para os peixes cultivados nesse tipo de sistema, eles precisam ser mantidos em quantidades adequadas. Goana et al. (2012) avaliaram o sistema de bioflocos e discutiram sobre a importância e o manejo dos sólidos suspensos, e concluíram que em casos de concentrações excessivas de SS é necessário utilizar ferramentas para a remoção dos sólidos suspensos excessivos. Emerenciano et al. (2017) consideram que valores acima de 500 mg L⁻¹ podem ser prejudiciais e apresentar influência negativa quanto a qualidade da água bem como no desempenho dos peixes.

Schveitzer et al. (2008) avaliaram a produção de camarões em sistema de bioflocos e concluíram que altas quantidades de sólidos suspensos podem vir acompanhadas de instabilidade química do sistema, como acréscimo nos níveis de dióxido de carbono; demanda bioquímica de oxigênio; diminuição da alcalinidade e pH, o que acaba por dificultar

o manejo do cultivo e a manutenção de boas condições do sistema de bioflocos. Ebeling et al., (2006) apontaram que ao contrário dos sistemas intensivos comumente empregados na aquicultura, em que a disponibilidade de amônia é geralmente um dos parâmetros mais limitantes depois do oxigênio dissolvido, nos sistemas de bioflocos, os sólidos suspensos se tornam o segundo fator mais preocupantes depois do oxigênio.

4.2 Desempenho Zootécnico

Para a variável ganho de peso foi observado que os peixes do tratamento com 5% da biomassa, apresentaram peso médio final de $9,72 \pm 1,46g$ sendo este o tratamento com maior ganho de peso com relação aos demais, entretanto não apresentou diferença significativa com relação ao tratamento com 8%, sugerindo que as massas microbianas formadas nos dois tratamentos foram aproveitadas pelos juvenis de curimba. Isso ocorre porque os bioflocos tornam-se uma fonte natural e rica em proteínas e lipídeos, que permanece continuamente durante 24 horas, proporcionando melhor taxa crescimento, ganho de peso e menor custos com ração (EMERENCIANO et al., 2017; AVNIMELECH, 2009). Muitos estudos com sistema de bioflocos registraram aumento quanto ao desempenho zootécnico dos animais cultivados (AZIM e LITTLE, 2008; LUO et al., 2014; XU e PAN, 2012).

O ganho de peso apresentou uma relação quadrática ($p < 0,05$) em função do nível de arraçoamento em que seu ponto máximo foi de 6,28% em percentagem ao peso vivo, o presente estudo aponta que para se obter o máximo ganho de peso dos juvenis de curimba durante o período de 60 dias o ponto máximo seria 6,28% da biomassa, com base na análise de regressão, valores semelhantes foram encontrados por Marques et al. (2004) que ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim, (1%, 3%, 5% e 7%) encontraram seu nível máximo para ganho dos alevinos está em torno de 6% da biomassa.

Os tratamentos com 1% e 3% não apresentaram efeito na variável ganho de peso, o que sugere que a menor concentração da massa microbiana possa ter justificado esse resultado, visto que a produção de sólidos foi menor em ambos os tratamentos, em que a oferta de ração foi menor quando comparado aos tratamentos de 5% e 8%. A formação dos agregados microbianos é decorrente do acúmulo de matéria orgânica e do oxigênio disponível no sistema de produção (FERRI, 2018).

Apesar da variável ganho em comprimento não apresentar diferença estatística entre os tratamentos de 3%, 5% e 8% da biomassa, foi possível observar que os valores dos níveis com 5% e 8% apresentaram melhores respostas, chegando mais próximo do que se pode considerar como porcentagem ideal de arraçoamento dentro de um sistema de cultivo de bioflocos. Foi possível observar também que os juvenis dos tratamentos com menores porcentagens de alimentação não tiveram respostas quanto aos respectivos tratamentos, evidenciando que os menores níveis de alimentação não foram suficientes para suplementar a dieta, apresentando desempenho zootécnico negativos para os peixes. A taxa de crescimento específico mostrou resposta favorável em relação aos tratamentos com 5% e 8% da biomassa.

Alguns estudos têm evidenciado os benefícios da utilização da tecnologia de bioflocos em relação ao crescimento dos peixes, isso se deve ao fato de que neste sistema há disponibilidade contínua de flocos microbianos ricos em bactérias, zooplâncton, protozoários e microalgas, contendo uma porcentagem considerável de proteína, favorecendo o desempenho dos animais (AVNIMELECH, 2009; EMERENCIANO et al., 2017; SOUZA et al., 2019).

Após o período de 60 dias de cultivo, os peixes cultivados em sistema de bioflocos e alimentados com 8% da biomassa apresentaram melhor resposta quanto à biomassa final e ganho de biomassa, sendo o único tratamento que registrou valores superiores nesses indicadores. Devido ao maior aporte de nutrientes decorrentes do bioflocos e maior quantidade de ração ofertada no nível de arraçoamento de 8%, favoreceu para melhores valores na biomassa final e ganho de biomassa. Santos et al. (2015) avaliaram o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo com diferentes níveis de arraçoamento (6%, 9% e 12%) e registraram valores de desempenho inferiores quanto ao nível de arraçoamento de 6% do PV quando comparado aos tratamentos de 9% e 12% do PV, o presente estudo apoutou que conforme aumenta a disponibilidade de ração, aumenta o ganho de peso, porém não necessariamente o ganho de biomassa, pois diversos fatores devem ser levados em consideração, como a qualidade de água, espécie cultivada e o sistema de produção aplicado, pois ambos precisam estar em equilíbrio.

O tratamento com 5% foi o tratamento que apresentou os melhores parâmetros de qualidade de água e desempenho, apesar da densidade ter sido menor ao final do experimento, não houve diferença significativa no ganho em peso quando comparado ao tratamento de 8% da biomassa; assim, sugere-se que em tecnologia de bioflocos juvenis de

curimba podem ser alimentados com até 5% da biomassa/dia sem haver prejuízos quanto a à manutenção da qualidade de água.

4.3 Análise Bromatológica

O teor de proteína bruta dos bioflocos foi numericamente superior ao valor de proteína bruta da ração, indicando que o sistema de cultivo em bioflocos é capaz de produzir uma porcentagem eficiente desse nutriente. Segundo Azim e Little (2008), que avaliaram a qualidade de água, composição dos flocos microbianos e o crescimento de tilápia do Nilo em sistema fechado de bioflocos com dois níveis de PB (24% e 35%), a qualidade dos flocos microbianos independe da ração utilizada.

Os valores encontrados no presente estudo estão dentro da faixa de teor de proteína de bioflocos apontados por Hargreaves (2013), em que a proteína desse sistema pode variar entre 25 a 50%, confirmando que os bioflocos apresentam alto teor de proteína bruta. Desta forma existe a possibilidade de reduzir a quantidade de ração ofertada e o uso da ração com menor teor de proteína bruta, e consequentemente reduzir os custos com alimentação, (AVNIMELECH,1999). A formação dos flocos ou também conhecido por agregado microbiano acontece por meio da concentração da matéria orgânica e da disponibilidade de oxigênio dissolvido no sistema de cultivo, com mínima ou zero renovação de água (GOANA et al., 2012). Isso confirma que o cultivo em sistema com bioflocos pode ser uma alternativa para grandes produções, com menor impacto ambiental e maior retorno econômico.

Bomfim et al. (2005) avaliaram a porcentagem de proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de *Prochilodus affinis*, e afirmaram que as exigências desses animais são de 26,5% de PB na dieta, apresentando melhores respostas quanto ao ganho de peso. No entanto os tratamentos com 1% e 3% os juvenis não demonstraram bom desempenho zootécnico, embora a composição dos flocos microbianos apresentarem porcentagem superior a 29% de proteína bruta. Dessa forma, para o presente estudo, a formação dos flocos nos respectivos tratamentos não foi suficiente para suprir a menor taxa de alimentação, sendo recomendados os tratamentos com níveis de arraçoamento de 5% e 8%, para obtenção de retornos positivos quanto ao desempenho produtivo de juvenis de curimba em bioflocos.

CONCLUSÕES

.

Com o presente estudo conclui-se que em tecnologia de bioflocos a taxa de alimentação de 5% da biomassa não prejudica a qualidade de água e proporciona desempenho zootécnico adequado a juvenis de curimba *Prochilodus lineatus*.

Agradecimentos

Ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obrigada pela concessão da bolsa viabilizando minha pesquisa.

Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

3. Referências

ATENCIO, V. G, et al., 2013. Desempeño reproductivo del bocachico *Prochilodus magdalenae* inducido dos veces en un mismo año. **Revista MVZ Córdoba**. n.18, p.3304-3310. <https://doi.org/10.21897/rmvz.192>.

AVNIMELECH, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**. n.176, 227–235. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X).

AVNIMELECH, Y., 2006. Bio-filter: the need for a new comprehensive approach. **Aquaculture engineering**. n.34, p. 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.001>.

AVNIMELECH, Y., 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**. v. 264, p. 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>.

AVNIMELECH, Y., 2009. **Biofloc technology: a practical guide book**. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture, p.182.

AVNIMELECH, Y., 2011. Tilapia production using biofloc technology: Saving water, waste recycling improves economics. **Global Aquaculture advocate**.

AVNIMELECH, Y., 2012. **Biofloc Technology – A practical Guide Book**, 2ed. The world aquaculture society. Baton Rouge.

AZIM, M. R. LITTLE, D. C., 2008. The biofloc technology (BTF) in indoor tanks water quality, biofloc composition and growth welfare of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**. n. 283, p.29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>.

BERNARDES, C. L.; PÚBLIO, J. Y., 2012. Proteína bruta no desenvolvimento de curimbas (*Prochilodus scrofa*). **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, p. 381-390. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p381>.

BOMFIM, M. A. D., et al., 2005. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimbatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n.6, p. 1795-1806. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000600001>.

BOYD, C.E., 1998. Water quality in ponds for aquaculture. **Research and development series**. n.43, International center for aquaculture and aquatic environments, Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Alabama, p.402.

BOYD, C. E.; CLAY, J. W., 2002. Evaluation of belize aquaculture Ltd: a super-intensive shrimp aquaculture system. Rome, FAO, p.17.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. 2013. **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde. Brasília, DF – Funasa, ed.4, p. 150.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. 2014.

CRAB, R., et al., 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. **Aquaculture Engineering**. n.40, p.105-112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.12.004>.

COSTA, B. B.; JÚNIOR, D. P. S., 2019. Cultivo de camarões em sistema de bioflocos no Brasil: uma alternativa sustentável às intensificações na aquicultura. **Arquivos de Ciência do Mar**. Fortaleza, n.51, p.116-130. <https://doi.org/10.32360/acmar.v51i2.20507>.

COSTA, R. B. et al., 2018. O sal marinho no tratamento de curimatã comum (*Prochilodus cearaensis* Steindachner, 1911) infectada por *Aeromonas* ssp. Relato de caso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.3, p.321.326.

COSTA, R. B., et al., 2015. Criação da curimatã comum, *Prochilodus cearaensis* Steindachner, 1911, em tanque rede, **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.9, n.3, p. 482-492. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20150044>.

DETMANN, E. et al., 2012. Métodos para análises de alimentos – Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p. 77.

EBELING, J. M., et al., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**. n. 257, p.346-358. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>.

EMERENCIANO, M. G. C., et al., 2017. Biofloc technology (BFT): A tool for water quality management in aquaculture. In Quality. InTech.

EMERENCIANO, M., et al., 2011. Effect of biofloc technology (BTF) no early post larval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus pailensis*: growth performance, floco composition and salinity stress tolerance. **Aquaculture International**. v.19, p.891-901. DOI: 10.1007/s10499-010-9408-6 AGR: IND44653838.

FAO-FIGIS (Food and Agriculture Organization of the United Nations – Fisheries Global Information System), 2019. Global Aquaculture Production 1950-2016. (Acessado em 23 de julho de 2019).

FERRI, L. S., et al., 2018. Tendências e tecnologias sustentáveis na aquicultura: recirculação, aquaponia e bioflocos. **Incaper em Revista**, v.9, p.66-78.

FURUYA, V. R. B., et al., 1999. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento, sobrevivência de larvas de curimbatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v.21 n.3, p.699-703. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v21i0.4333>.

FURTADO, P. S., et al., 2011. Effect of calcium hydroxide, carbonate and sodium bicarbonate on water quality and zootechnical performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in bio-flocs technology (BTF) system. **Aquaculture**. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.034>, n. 321, p. 130-135.

FURTADO, P. S., et al., 2015. The effect of diferente alkalinity levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT). **Aquaculture International**. v.23, n.1, p. 345-358. DOI: 10.1007/s10499-014-9819-x.

GANDINI, F.; A., et al., 2016. Avaliação de diferentes fontes de carboidratos para o sistema de bioflocos e crescimento do camarão branco. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v.42, n.4, p. 831-843. DOI: 10.20950/1678-2305.2016v42n4p831.

GALDIOLI, E. M., et al., 2000. Diferentes fontes proteicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). **Acta Scientiarum**. DOI: 10.4025/actascibiolsoci.v22i0.2930, v.22, n.2, p.471-477.

GALDIOLI, E. M., et al., 2002. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus* V.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.2, p.552-559. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000300003>.

GOANA, C. A., et al., 2011. The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in an Biofloc Technology Curute System. **International Journal of Recirculating Aquaculture**. n.12, p.54-73. DOI: 10.21061/ijra.v12i1.1354.

GOANA, C. A., et al., 2015. Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. **Revista Aquaculture**. v.48, p.1070-1079. DOI: 10.1111/are.12949.

GRAEFF, A., et al., 2014. Influência da densidade do curimatá (*Prochilodus lineatus*) como espécie principal de um policultivo de carpas (*Cyprinideos*). **Revista Eletrônica de Veterinária**. Málaga, España, 2014, v. 15, n. 1, p. 1-11.

HARGREAVES, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquaculture Engineering**. n.34, p. 344–363. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009>.

HARGREAVES, J.A., 2013. Biofloc Production Systems for Aquaculture. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, v.4503, p. 1-12.

KRUMMENAUER, D., et al., 2013. Sistema de Bioflocos: É possível reutiliza a água de diversos ciclos? **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.23, n.136. <https://panoramadaaquicultura.com.br/sistema-de-bioflocos-e-possivel-reutilizar-a-agua-por-diversos-ciclos>. (Acessado em 10 de dezembro de 2019).

KUBITZA, F., 2017. O impacto da amônia, do nitrito e do nitrato sobre o desempenho e a saúde dos peixes e camarões. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 27, n.164, p. 14-23. <https://panoramadaaquicultura.com.br/impacto-amonia-nitrito/> (Acessado em 10 de dezembro de 2019).

KUBITZA, F., 2006. Sistema de Recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso de água. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.16, n.95, p.15-22. <https://panoramadaaquicultura.com.br/sistemas-de-recirculacao/> (Acessado em 10 de dezembro de 2019).

KUBITZA, F., 1998. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.8, n.46, p. 35-43. <https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-na-producao-de-peixes-parte-ii/> (Acessado em 12 de dezembro de 2019).

KUBITZA, F., 1998. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III (Final). **Revista Panorama da Aquicultura**, v.8, n.47, p. 35-43. <https://panoramadaaquicultura.com.br/qualidade-da-agua-na-producao-de-peixes-parte-iii-final> (Acessado em 10 de dezembro de 2019).

LARA, G., et al., 2012. Sistema de bioflocos – Processos de assimilação e remoção do nitrogênio. **Revista Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, RJ, n. 133. <https://panoramadaaquicultura.com.br/sistema-de-bioflocos-processos-de-assimilacao-e-remocao-do-nitrogenio-3> (Acessado em 12 de dezembro de 2019).

LIMA, E. C. R., et al., 2018. Cultivo da tilápia do Nilo em bioflocos com diferentes fontes de carbono. **Revista Ciência Agronômica**. v.49, n.3, p.458-466. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20180052>.

LIMA, E. C. R., et al., 2015. Cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistemas de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**. Salvador, BA, v.16, n.4, p.948-957. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402015000400018>.

LUO, GUOZHI., et al., 2014. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and a indoor biofloc system. **Aquaculture**. 422-423. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.023>.

MAICÁ, P. F., et al., 2011. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. **Aquaculture Research**. p.1-10. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.02838.x.

MARQUES, N. R., et al., 2004. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. **Boletim do Instituto de Pesca**, 30(1), p.51-56, São Paulo.

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R., et al., 2015. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. **Reviews in Aquaculture**. n.7, p. 131-148. <https://doi.org/10.1111/raq.12058>.

MATHEUS, C.E., et al., 1995. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 62 p.

MELO, F. P. de., et al., 2015. Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína com e sem probiótico. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.28, n. 4 p. 202-210. <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n422rc>.

MORO, G. V., et al., 2013. Monitoramento e manejo da qualidade de água em pisciculturas. Brasília, DF: Embrapa, p. 141-169.

PANIGRAHI, S., et al., 2018. Carbon: Nitrogen (C:N) ratio level variation influences microbial community of the system and growth as well as immunity of shrimp (*Litopenaeus*

vannamei) in biofloc based culture system. **Fish & Shellfish Immunology**. v.81, p. 329-337. DOI: 10.1016/j.fsi.2018.07.035.

RAY A.J., et al., 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. **Aquaculture**. 299:89–98. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.021>.

ROCHA, A. F. da., et al., 2012. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha *Mugil CF hospes* sem renovação de água. **Atlântica**. Rio Grande, n. 34, v.1, p.63-74. DOI: 10.5088/atl.2012.34.1.63.

SANTOS, M. M., et al., 2015. Nível de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho de alevinos de tilápia-do-nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(2), p.387-395, São Paulo.

SANTOS, E. L., et al., 2018. Exigência de proteína bruta para juvenis de curimatã-pacu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.70, n.3, p.921-931. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9872>.

STREIT JR, D. P., et al., 2004. Comparação do sêmen de Curimba (*Prochilodus lineatus*) induzido por extrato de hipófise de frango, coelho ou carpa. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 41, n. 3. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962004000300001>.

SCHVEITZER, R., et al., 2008. Engorda e formação de matrizes de *Litopenaeus vannamei*. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, RJ, ed.107.

SCHRYVER, P., et al., 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**. n. 277, p. 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>.

SCHVEITZER R., et al., 2013. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquacultural Engineering**, 56:59–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.

SOUZA, R. L., et al., 2019. The culture of Nile tilapia at different salinities using a biofloc system. **Revista Ciência Agronômica**. v. 50, n.2, p.267-275. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190031>.

VAN WYK, P.; SCARPA, J., 1999. Water quality and management. In: Van Wyk, P. Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida department of agriculture and consumer services, Tallahassee, cap. 8, p. 128-138.

VAN WYK, P., 2006. Production of *Litopenaeus vannamei* in recirculation aquaculture systems: management and design considerations. In: Proceedings of the 6th International Conference Recirculating. **Aquaculture**. Blacksburg, Virginia, p. 38-47.

XU, WU-JIE.; PAN, LU-QING, 2012. Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water

exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. **Aquaculture**. 356-357, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.05.022>.

WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B., 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology**. v. 53, p. 267-296. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01032.x>.

ZAPATA, K. P.L., et al., 2017. Cultivo de alevines de tilapia en sistema biofloc bajo diferentes relaciones carbono/nitrógeno. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, n.43(3), p.399-407. DOI: 10.20950/1678-2305.2017v43n3p399.

ZUFFO, T. I., et al., 2018. Parâmetros de qualidade da água em piscicultura – Temperatura: efeito da temperatura para curimatá. **Caderno Rural**.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de práticas que sejam ambientalmente positivas para produção de peixes surge como caminho alternativo para diminuir custos com a produção e causar o mínimo de impacto ambiental, uma vez que, um dos maiores problemas da piscicultura é a utilização demasiada de água e a eliminação de efluentes contaminados.

Visando uma produção com menor impacto e maior renda, onde se utiliza pouca ou nenhuma renovação de água, e é econômico pelo fato de diminuir a taxa de alimentação na produção, já que o sistema de bioflocos visa desenvolver o estímulo de uma comunidade microbiana que se torna uma fonte extra de alimento.

Desta forma o sistema de bioflocos demonstra ter muito a contribuir quanto a produção de organismos aquáticos, principalmente produção de peixes, pois além de melhorar o desempenho zootécnico, visa uma produção sustentável.

Entre os peixes nativos, a curimba se destaca por bom desempenho, rusticidade no manejo, alta taxa de fertilidade e por apresenta hábito alimentar iliófago e menor exigência nutricional em relação a quantidade de ração a ser disponibilizada. Deste modo a produção da curimba se torna interessante no sistema de bioflocos, pois apresentam características positivas para o cultivo.

A produção de peixes nativos está presente em praticamente todo país e cada dia mais aumenta a importância e desenvolvimento de novas tecnologias na produção. O aumento da oferta de peixes nativos oriundos de pisciculturas reduz a pesca predatória, conservando as populações de peixes do meio ambiente, contribuindo desta forma com a preservação ambiental das espécies.

Apesar de ser muito procurada para ser utilizada como isca viva na pesca e apresentar características zootécnicas desejáveis para produção em alta escala, em geral, a curimba não é uma espécie alvo de estudo. As pesquisas com essa espécie são escassas em relação a sua larvicultura, engorda e reprodução, e devem ser mais fomentadas buscando a produção intensiva que cause menor impacto ambiental e menor custo na produção.