

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA REPRODUÇÃO DE MACHOS DE LAMBARI-DO-
RABO-AMARELO (*Astyanax lacustris*)

LAIS SANTOS ROQUE

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2025

LAIS SANTOS ROQUE

**TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA REPRODUÇÃO DE MACHOS DE LAMBARI-DODO-
RABO-AMARELO (*Astyanax lacustris*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Bacharela em Zootecnia.

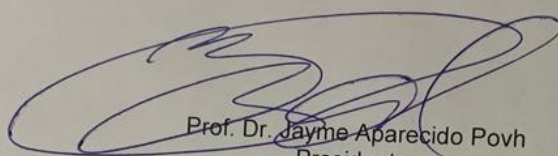
Orientador: Jayme Aparecido Povh

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

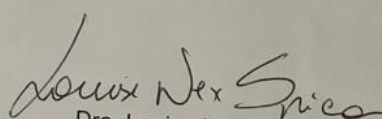
2025

LAIS SANTOS ROQUE

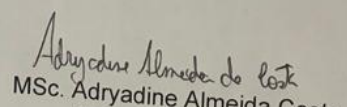
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 07 de novembro
de 2025, e aprovado pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh
Presidente



Dra. Louise Nex Spica
Membro da Banca



MSc. Adryadine Almeida Costa
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que foi alicerce em cada passo dessa caminhada. Foram cinco anos de entrega e sonhos, mas nunca caminhei sozinha — porque o apoio e amor deles tornaram leve o que poderia ter sido árduo. Essa conquista é nossa!

Agradeço os meus primos Kamilla Marques e Wellison Roque por todo companheirismo, paciência e por nunca desacreditarem que este momento chegaria.

Às minhas amigas Ana, Ellen, Letícia e Thamires, por todos os momentos de descontração, pelas risadas e pelos conselhos. Agradeço por sempre se interessarem em me ouvir falar sobre a faculdade e os meus planos, tornando essa jornada mais leve e cheia de boas memórias.

À Laura Ortega e ao Lorenzo Ribas, amigos que a universidade me presenteou, e que tornaram essa caminhada mais leve e repleta de risadas. Dedico esta conquista a vocês também — obrigada por fazerem parte da minha história.

Agradeço à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), minha segunda casa, pela oportunidade de realizar o sonho de me graduar no curso que escolhi com o coração.

Ao grupo de estudos AQUIMS, expresso minha profunda gratidão pelos ensinamentos compartilhados, pela dedicação à pesquisa e pela garra em mostrar que a ciência é, de fato, para todos. Obrigada por inspirarem com conhecimento, empenho e paixão aquilo que fazemos.

Ao meu professor e orientador, Jayme, deixo registrada minha eterna gratidão. Obrigada por me acolher desde 2021, por sua entrega ao ensino e por ser uma inspiração — tanto como profissional quanto como pessoa. Sua orientação me lembrou, em muitos momentos, o porquê de eu ter escolhido continuar. Obrigada por acreditar em mim e por fortalecer a minha jornada dentro da Zootecnia.

“Tudo que eu sou vem de quem veio antes de mim.

— **Djonga, Histórias da Minha Área (2020)**

RESUMO

A piscicultura brasileira vem apresentando crescimento significativo, com aumento de 40% na produção nacional entre 2014 e 2024. Apesar desse avanço, as espécies nativas neotropicais ainda enfrentam desafios, especialmente na reprodução, devido à carência de tecnologias adequadas e à dificuldade em replicar condições ambientais naturais de piracema em ambiente controlado. Entre essas espécies, destaca-se o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*), um peixe de ampla distribuição e importância econômica, utilizado tanto para consumo quanto como isca viva. Sua praticidade reprodutiva e desova parcelada tornam-no um modelo interessante para estudos reprodutivos em sistemas controlados. O presente estudo teve como objetivo avaliar as características seminais de machos de *A. lacustris* mantidos em dois sistemas de cultivo: tecnologias de bioflocos (BFT) e recirculação aquícola (RAS). O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Piscicultura da UFMS, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Foram analisadas variáveis biométricas (comprimento padrão, comprimento total e peso final) e reprodutivas (volume de sêmen, peso de gônadas vazias, motilidade espermática e número de espermatozoides), sendo os dados submetidos ao teste t no software SAS. Os resultados indicaram ausência de diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$) entre os sistemas para todas as variáveis analisadas. Assim, conclui-se que a tecnologia de bioflocos, na concentração de 20 mL L⁻¹ de sólidos sedimentáveis, mantém condições fisiológicas e reprodutivas semelhantes às do sistema RAS, representando uma alternativa sustentável e viável para o cultivo e reprodução de *Astyanax lacustris* em ambiente controlado.

Palavras-chave: bioflocos; lambari-do-rabo-amarelo; reprodução induzida; sistemas de cultivo; qualidade seminal.

ABSTRACT

Brazilian fish farming has shown significant growth, with a 40% increase in national production between 2014 and 2024. Despite this progress, native Neotropical species still face challenges, especially in reproduction, due to the lack of appropriate technologies and the difficulty of replicating natural spawning conditions (Piracema) under controlled environments. Among these species, the yellowtail lambari (*Astyanax lacustris*) stands out for its wide distribution and economic importance, being used both for human consumption and as live bait. Its reproductive practicality and fractional spawning make it an interesting model for reproductive studies in controlled systems. The present study aimed to evaluate the seminal characteristics of *A. lacustris* males maintained in two aquaculture systems: biofloc technology (BFT) and recirculating aquaculture systems (RAS). The experiment was conducted at the Experimental Fish Farming Station of the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), in a completely randomized design, with four replicates per treatment. Biometric variables (standard length, total length, and final weight) and reproductive variables (semen volume, empty gonad weight, sperm motility, and sperm count) were analyzed. Data were subjected to a t-test ($p < 0.05$) using SAS software. The results indicated no significant differences ($p > 0.05$) between systems for any variables analyzed. Conversely, reproductive variables such as sperm motility and semen volume exhibited high variability ($CV > 100\%$). Thus, it can be concluded that the biofloc technology at a concentration of 20 mL L⁻¹ of settleable solids maintains physiological and reproductive conditions similar to those observed in the RAS system, representing a sustainable and viable alternative for the cultivation and reproduction of *Astyanax lacustris* under controlled conditions.

Keywords: biofloc; yellowtail lambari; induced reproduction; aquaculture systems; seminal quality.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2.METODOLOGIA	12
2.1 Local do experimento	12
2.2 Procedência e período adaptativo	12
2.3 Unidades experimentais e manutenção	12
2.4 Alimentação	13
2.5 Qualidade de água e manutenção	13
2.6 Indução hormonal e coleta de sêmen	13
2.7 Variáveis avaliadas	14
2.7.1 Características morfométricas	14
2.7.2 Características reprodutivas	14
2.7.3 Análises computadorizadas	14
2.8 Análise estatística	15
3.RESULTADOS	15
4. DISCUSSÃO	16
5.CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS	19

1.INTRODUÇÃO

A produção de peixes no Brasil tem apresentado crescimento expressivo nas últimas décadas, passando de 579 mil toneladas em 2014 para 968 mil toneladas em 2024 (Peixe BR, 2025), o que representa um aumento de aproximadamente 40% em dez anos. Embora esse avanço evidencie o potencial produtivo do setor aquícola nacional, ele não tem ocorrido de forma equitativa entre as diferentes categorias de cultivo. Os peixes neotropicais sul-americanos, representados por espécies nativas de elevada importância econômica e ecológica, ainda enfrentam entraves significativos na cadeia produtiva. A carência de pacotes tecnológicos adequados voltados para essas espécies têm impactado negativamente os índices produtivos, resultando em uma redução de 1,81% na produção nos últimos anos (Peixe BR, 2025).

As principais espécies de interesse comercial de água doce são caracterizadas como peixes que necessitam realizar a Piracema para se reproduzir naturalmente, e entre os principais desafios da piscicultura de espécies nativas destaca-se a reprodução, sobretudo nessas espécies reofilicas ou migratórias, que dependem de condições ambientais específicas para iniciar o processo de maturação gonadal e liberação de gametas. Na região Neotropical, espécies de peixes que realizam longas migrações concentram seu período reprodutivo entre a primavera e o verão, sendo observado comportamentos reprodutivos mais intensos, correspondentes aos estímulos ambientais correlacionados ao período das cheias, entre os meses de novembro a janeiro (Gonçalves et al., 2006; Boncompagni Junior et al., 2013; Nunes et al., 2015).

A reprodução dos peixes nativos ocorre em períodos marcados por mudanças ambientais como chuvas mais intensas, temperatura elevada (Reynalte-Tataje et al., 2012), além de alterações na condutividade da água e aumento do nível e do fluxo dos rios (Welcomme, 1979; Vazzoler, 1996; Fernandes et al., 2009). variáveis que desencadeiam a migração rio acima e, conjuntamente, atuam sobre o sistema endócrino dos animais, permitindo a síntese e liberação de hormônios que atuam nas gônadas e possibilitam o aparecimento de espermátócitos nos machos e o desenvolvimento da vitelogênese dos oócitos nas fêmeas, permitindo, assim, a reprodução dos indivíduos mais aptos em ambiente natural (Dufour et al., 2000).

Entre as espécies de importância nacional, o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) possui boa aceitação no mercado, visto que sua demanda comercial é para consumo humano como petisco e como isca para pesca esportiva (Valladão et al., 2018).

Por vez, essa espécie pertence à família *Characidae*, é uma espécie amplamente distribuída na Bacia do Alto Rio Paraná (Langeani et al., 2007), possui pequeno porte e hábito alimentar onívoro, realiza migrações em curta distância (Graça & Pavanelli, 2007), atinge a maturidade sexual precocemente, por volta dos quatro meses de idade e é comumente encontrada em rios e reservatórios da região (Orsi et al., 2004).

Devido à considerável praticidade reprodutiva dessa espécie, a desova ocorre de forma parcelada, uma vez que os indivíduos apresentam capacidade de manter a vitelogênese durante todo ano, demonstrando fácil adaptação em habitats lóticos ou lênticos (Orsi 2010). Essa estratégia reprodutiva permite que a espécie deixe uma elevada quantidade de descendentes durante o ano todo, compensando a alta taxa de predação por outras espécies (Vidotto-Magnoni, 2009). A reprodução induzida foi implementada para espécies de lambari com o intuito de garantir um tamanho padrão, melhorar o planejamento reprodutivo, atender a demanda comercial, e otimizar a produção (Porto-Foresti et al., 2005; Gonçalves et al., 2014).

Devido à ampla gama de peixes neotropicais, replicar integralmente todas as condições naturais em unidades de piscicultura é inviável, tanto pelas limitações tecnológicas quanto pela complexidade das dinâmicas dos ecossistemas naturais e pelas respostas biológicas frequentemente imprevisíveis. Entretanto, com o avanço das pesquisas, têm sido desenvolvidas técnicas de indução hormonal, possibilitando o cultivo de espécies reofilicas (Murgas et al., 2012), ainda assim, não há pleno domínio sobre a reprodução de espécies nativas, visto que os protocolos hormonais disponíveis muitas vezes não são eficazes e, em várias circunstâncias, resultam na mortalidade dos peixes. Por outro lado, a escassez de informações referentes aos sistemas de produção voltados para a fase reprodutiva dessas espécies tem comprometido o desenvolvimento do setor, tornando imprescindível avaliar e desenvolver sistemas que atendam às necessidades dessas etapas (Senar, 2017).

Além disso, uma das principais vertentes para o aprimoramento de sistemas intensivos de produção aquícola está centrada na redução do uso de recursos hídricos para renovação e manutenção da qualidade da água, bem como na mitigação da emissão de efluentes gerados pela atividade, visto que as águas desses sistemas tradicionais deságuam diretamente em rios e córregos, sem tratamento prévio (Sipaúba-Tavares et al., 2002). A tecnologia de bioflocos (BFT) destaca-se como uma alternativa promissora para uma produção aquícola mais eficiente e ambientalmente sustentável (Ekasari; Maryam; 2012).

Essa técnica baseia-se na interação sinérgica entre microrganismos e os organismos aquáticos cultivados, promovendo simultaneamente a melhoria da qualidade da água e a geração de proteínas de alto valor nutricional dentro do próprio sistema produtivo (Mugwanya et al., 2021).

Na BFT, distinguem-se duas grandes categorias de bactérias: as heterotróficas e as quimioautotróficas. As bactérias heterotróficas utilizam a amônia como fonte de nitrogênio juntamente com um carboidrato como fonte de carbono para gerar biomassa bacteriana, sendo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica presente no meio. Já as bactérias quimioautotróficas, entre as quais se destacam os grupos nitrificantes, oxidam amônia em nitrito (como as do gênero *Nitrosomonas*) e em seguida nitrito em nitrato (como as do gênero *Nitrobacter*), completando assim a nitrificação (Manah., et al 2017). Por outro lado, a BFT depende de aeração constante para que a qualidade de água permaneça estável e mantenha os flocos sejam mantidos em suspensão, uma vez que a comunidade microbiológica presente no sistema é aeróbica e dependem do oxigênio dissolvido para realizar a decomposição de resíduos orgânicos (Mungwanya et al, 2021; Hargreaves, 2015).

Entretanto, a tecnologia de bioflocos tecnologia reduz o consumo hídrico e, conseqüentemente, minimiza os riscos de impactos ambientais. Além disso, o sistema proporciona maior produtividade — podendo atingir valores de 10 a 20 vezes superiores aos observados em sistemas semi-intensivos (Emerenciano et al., 2013) — e reduz os custos com alimentação, uma vez que o meio é composto por uma ampla diversidade de microrganismos vivos, como bactérias heterotróficas, fitoplâncton e zooplâncton, os quais podem conter até 50% de proteína bruta (PB), contribuindo significativamente para a nutrição dos organismos cultivados (Emerenciano et al., 2017). Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar as características seminais de do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax A. laustris*) mantidos em sistema de bioflocos (BFT). Os resultados desta pesquisa poderão elucidar os efeitos dessa tecnologia sobre as características na qualidade seminal dos peixes cultivados em BFT, em comparação com aqueles mantidos no sistema de recirculação aquícola (RAS), visando sua aplicação no manejo de reprodutores e subsidiando a adoção do BFT no cultivo da espécie.

2. METODOLOGIA

2.1 Local do experimento

O projeto foi conduzido na Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada na Cidade Universitária em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética no uso de animais da UFMS (CEUA 1.083/2019).

2.2 Procedência e período adaptativo

Foram coletados 100 exemplares de machos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) provenientes da Fazenda Escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos (latitude 20°26'34.31" S, longitude 54°50'27.86" W). Os peixes foram alocados em tanques de contenção de 1m³ durante um período adaptativo de 30 dias e posteriormente transferidos para as unidades experimentais, previamente ao período reprodutivo da espécie, e mantidos por um período adaptativo de sete dias.

2.3 Unidades experimentais e manutenção

Foram utilizadas oito unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliado dois tratamentos (sistemas de cultivo): (i) tecnologia de bioflocos; e (ii) sistema de recirculação aquícola (RAS), utilizado como grupo controle. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas de caixas de 30 litros (40 cm de comprimento; 30 cm de largura; 25 cm de altura), nas quais foram alocados dez machos em cada repetição (Figura 1).

O período experimental teve duração de trinta dias, sendo, ao final, realizadas as análises dos parâmetros reprodutivos dos machos de Lambari-do-rabo-amarelo em dois diferentes sistemas de cultivo: (i) tecnologia de bioflocos (BFT); e (ii) sistema de recirculação aquícola (RAS), utilizado como grupo controle. Na tecnologia de bioflocos, foi aplicado um tratamento correspondente a concentração de 20 mL L⁻¹ de sólidos sedimentáveis.

Para a formação de bioflocos foi utilizado melaço líquido como fonte de carbono na proporção 20:1 (C:N). Após a estabilização do sistema a proporção foi ajustada para 6:1 (C:N); para o sistema RAS foi necessário prévia maturação do filtro; utilizou-se um soprador responsável pela condução de oxigênio através de um sistema de encanamento, adaptado com mangueiras de silicone e reguladores individuais de fluxo para cada caixa, garantindo a aeração por meio de mangueiras porosas de 15 cm instaladas em seu interior. Nas unidades

experimentais em BFT utilizou-se a concentração de sólidos sedimentáveis de 20 ml/L, sendo que quando necessário ajustar essa concentração fosse realizada a clarificação conforme a metodologia de Ray et al. (2010)

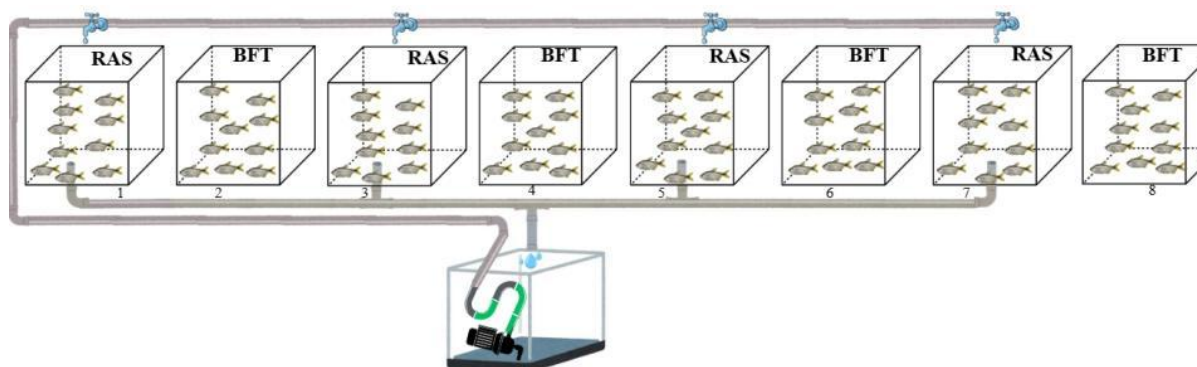


Figura 1. Esquematização da estrutura experimental (BFT - Tecnologia de bioflocos; RAS- Sistema de recirculação aquícola).

2.4 Alimentação

Os peixes foram alimentados com ração extrusada de 32% de proteína bruta, fornecida duas vezes ao dia, 07h30 e 16h00. Durante cada alimentação, a quantidade de ração fornecida foi ajustada de acordo com a saciedade aparente dos peixes (aproximadamente 1% do peso vivo), garantindo que não houvesse acúmulo de ração nos aquários.

2.5 Qualidade de água e manutenção

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados diariamente às 07:30 e às 16:00 horas com pHmetro digital (HI98107, Hanna Instruments®, EUA), oxigênio dissolvido e temperatura foram mensurados com oxímetro digital (HI98193, Hanna Instruments®, EUA), monitorados através do cone de Imhoff de 1 litro e a salinidade foi mensurada pelo refratômetro digital (HI98319, Hanna Instruments®, EUA). Os testes de compostos nitrogenados: nitrogênio amoniacal total - NAT (NH_3 e NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e alcalinidade foram realizados duas vezes por semana, utilizando kits colorimétricos comerciais (AlconPet®, Brasil), conforme Eaton et al. (2005). Sempre que necessário, realizavam-se manutenções para ajuste da alcalinidade e clarificação da tecnologia de bioflocos, bem como a reposição de água na BFT e trocas parciais de água nos sistemas RAS.

2.6 Indução hormonal e coleta de sêmen

O indutor hormonal utilizado foi o extrato de hipófise de carpa (EHC), os animais receberam 2,5 mg/kg de EHC/kg de peso vivo em dosagem única de 2,5 mg de EHC/kg de peso vivo via intraperitoneal sob a nadadeira peitoral direita (Yasui et al., 2015). Em seguida, os peixes foram devolvidos para as respectivas caixas, e mantidos até atingir as horas-grau necessárias para reprodução do lambari-do-rabo amarelo (entre 180 a 250 UTA; (Sato et al., 2003). Para os manejos de indução e coleta de sêmen, os peixes foram anestesiados com eugenol (50 mg / L) em um recipiente contendo 10 litros de água, até atingirem o estágio IV de anestesia, caracterizado por movimentos operculares reduzidos, ausência de natação e cauda flácida (Zimba et al., 2017).

2.7 Variáveis avaliadas

Foram avaliadas variáveis biométricas (comprimento padrão, comprimento total e peso final) e reprodutivas (volume de sêmen, peso de gônadas vazias e motilidade espermática).

2.7.1 Características morfométricas

As características morfométricas dos exemplares foram mensuradas com o auxílio de fita métrica e régua, sendo avaliados o comprimento padrão (cm) e o comprimento total (cm). O peso individual (g) foi determinado utilizando balança. Todas as medições foram realizadas em bancada, antes da coleta de sêmen.

2.7.2 Características reprodutivas

Após atingir as horas-graus específicas, o sêmen foi coletado de três reprodutores de forma aleatória com seringa graduada para mensuração do volume seminal, diluído em Beltsville Thawing Solution- BTS® na proporção de 1:1 em microtubos de eppendorf de 1.5 mL de acordo com a metodologia adaptada de Yasui et al. (2015) para avaliações laboratoriais. Após a coleta do sêmen, os exemplares foram anestesiados em solução de eugenol até a indução da mortalidade. Em seguida, procedeu-se à abertura da cavidade abdominal com o auxílio de bisturi, para a retirada das gônadas, que foram cuidadosamente removidas e pesadas em balança analítica digital, a fim de determinar o peso de gônadas vazias.

2.7.3 Análises computadorizadas

As análises computadorizadas foram realizadas por meio do CASA (Computer Assisted Sperm Analysis) em triplicata. Foram coletados vídeos de movimentação espermática sincronicamente à ativação com água destilada (50 µL de água para cada 1 µL de

sêmen) em microtubos de 1,5 mL. Após a ativação, 5 µL (sêmen + água destilada) foram depositados na câmara hematimétrica de Neubauer (0,1 mm de profundidade) e cobertos pela lamínula de vidro (24 x 24 mm) e em seguida levada a um microscópio de luz trinocular (LAB 180ITF) acoplado à uma câmera Sony DX4 configurada para a captura de imagens 100 frames por segundos com resolução de 640x360 pixels, conectada a um computador (sistema operacional Microsoft Windows 10®, processador CPU core ultra 7®, CPU 3,8 GHz e 16 Gb de memória Ram) com objetiva de 20x previamente focada.

O software utilizado para a gravação dos vídeos foi o OBS Studio v29.1.3 e a duração de cada vídeo foi de 30 segundos. Os vídeos foram convertidos para o formato adequado (.avi) no software Dumbobab v7.2.4, processados no software VirtualDub 1.10.4 de acordo com descrições de Wilson-Leedy e Ingermann (2006) e repartidos em sequências de 100 imagens (1s). Em seguida, as sequências de imagens foram salvas em diretório específico e posteriormente importadas pelo software ImageJ (www.imagej.nih.gov/ij/) e processadas a partir do plugin CASA (Computer-Assisted Sperm Analysis), utilizando-se as configurações adaptadas para peixes neotropicais brasileiros de Neumann et al. (2013)

2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados aplicando o procedimento de Modelos Lineares Generalizados do software SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2. Os valores médios foram avaliados pelo teste t a 5 % de probabilidade.

3.RESULTADOS

Neste presente estudo, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos submetidos (RAS e BFT 20 mg L⁻¹) para as variáveis analisadas. Assim, as variáveis biométricas (comprimento padrão, comprimento total e peso final) não apresentaram diferença significativamente entre os dois tratamentos avaliados (tabela 1). Em relação às variáveis de parâmetros reprodutivos (motilidade, volume e número de espermatozoides) também não apresentaram diferenças estatísticas entre ambos os tratamentos (P>0,005).

Tabela 01. Valores médios e desvio padrão das variáveis biométricas e reprodutivas de machos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) cultivados nos sistemas RAS (sistema de recirculação de água) e BFT. (Tecnologia de bioflocos).

Variáveis	RAS	BFT 20mg/L ⁻¹	CV%	P-valor
PF (g)	10,87	11,92	9,1967	0,2498
CP (cm)	8,78	8,88	2,7665	0,6208

CT (cm)	10,08	10,26	3,1444	0,4871
VOL (mL)	0,03	0,01	105,4997	0,8282
PGV (g)	0,32	0,30	13,8643	0,6302
MOT (%)	63,58	46,87	24,3778	0,1576
Nº ESPTZ	114,78	92,18	21,0028	0,2253

PF= Peso final, CP= Comprimento padrão, CT= Comprimento total, Vol= Volume seminal, PGV= Peso de gônada vazia, MOT%= Motilidade espermática, P-valor= P-valor da ANOVA. Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste t de student, ao nível de significância de 5%.

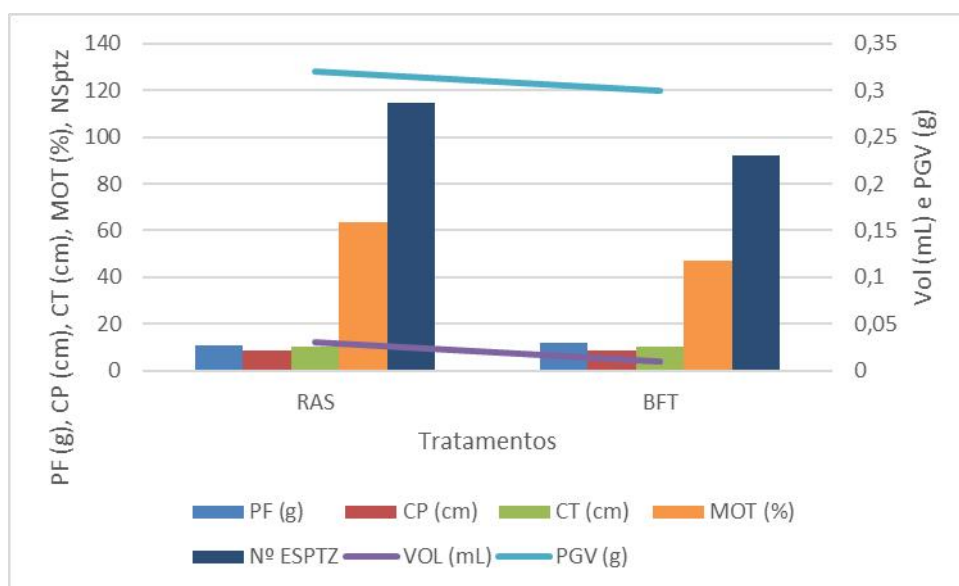


Figura 2. Comparação dos Parâmetros Morfológicos e Reprodutivos entre sistema de recirculação de água (RAS) e tecnologia de bioflocos (BFT).

4. DISCUSSÃO

As variáveis biométricas apresentaram mesmo resultado do sistema tradicionalmente utilizado (ras), o que é possivelmente devido ao aporte nutricional complementar proveniente da microbiota do sistema, rica em proteínas microbianas, ácidos graxos e vitaminas, o que favorece o balanço energético dos animais (Stringhetta et al., 2024; Emerenciano et al., 2017). Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2025), que não observaram diferenças estatísticas entre BFT e RAS, mas registraram maior biomassa, consumo alimentar e taxa de sobrevivência em peixes cultivados em bioflocos, sugerindo melhor desempenho produtivo nesse sistema. No presente estudo, embora a superioridade observada tenha sido discreta, ela corrobora pesquisas que indicam maior eficiência alimentar em ambientes com bioflocos, especialmente em espécies onívoras como o lambari (Lima et al., 2025). Além

disso, o baixo coeficiente de variação verificado nas variáveis biométricas demonstra que os peixes responderam de forma homogênea às condições experimentais, reforçando a adequação do manejo e a estabilidade dos sistemas avaliados.

Dentre os parâmetros qualitativos, a motilidade espermática destaca-se como uma das principais variáveis associadas a alta fecundação em peixes, apresentando correlação positiva com as taxas de fertilização e eclosão em diferentes espécies (Billard et al., 1995; Bobe & Labbé, 2010). Conforme descrito por Kowalski et. al (2019), a baixa motilidade espermática está relacionada a condições de manejo estressantes, bem como a fatores fisiológicos, como maturação gonadal incompleta e senescência dos reprodutores, sendo diretamente associada à integridade celular, ao metabolismo energético e ao balanço osmótico, o que influencia negativamente na capacidade de natação e consequentemente na motilidade dos espermatozoides. Esses fatores reforçam que a motilidade espermática é um dos parâmetros mais sensíveis às variações ambientais.

No presente trabalho, a motilidade não apresentou diferença significativa entre os animais mantidos nos diferentes tratamentos (RAS e BFT). Resultado semelhante foi descrito por Carneiro-Leite et al., (2020), que observaram baixa motilidade no sêmen fresco de machos de lambari-do-rabo-amarelo (*A. lacustris*) no valor de $76,6 \pm 11,2\%$, indicando que essa característica pode ser inerente à espécie e não necessariamente relacionada ao sistema de cultivo. De forma semelhante, pesquisas anteriores com *A. lacustris* relataram valores comparáveis de motilidade espermática sob diferentes condições de manejo, indicando que os resultados obtidos neste estudo, em ambos os sistemas (RAS e BFT), estão em conformidade com os padrões fisiológicos descritos na literatura para a espécie (Yasui et al., 2015; Zimba et al., 2017; Carneiro-Leite et al., 2020). Dessa maneira, esse resultado demonstra que a tecnologia de bioflocos representa uma alternativa viável para reprodução, visto que apresentou resultados semelhantes com o sistema de recirculação de água.

Além disso, a qualidade seminal de peixes de água doce mantidos em ambientes controlados apresenta grande variabilidade intra e interespecífica, sendo influenciada por fatores como idade, tamanho, estado nutricional, frequência de coleta, indução hormonal, época do ano e estágio reprodutivo (Costa et al., 2022). Portella et al. (2021) destacam que, mesmo em espécies com desova parcelada, como *A. lacustris*, a qualidade do sêmen tende a acompanhar picos reprodutivos naturais, que ocorrem principalmente entre setembro e março, período marcado por maior temperatura e pluviosidade. Esses aspectos ajudam a explicar o

elevado coeficiente de variação observado neste estudo para o volume de sêmen ($CV = 105,50$), indicando que os machos provavelmente não estavam sincronizados quanto ao estágio de maturação gonadal no momento da coleta. Assim, mesmo sob condições padronizadas de cultivo, diferenças individuais no desenvolvimento das gônadas são esperadas e podem resultar em maiores ou menores volumes de fluido seminal entre os reprodutores.

Esse resultado torna-se ainda mais relevante ao considerar que os lambaris não apresentam comportamento filtrador e que os aquários eram compostos exclusivamente por machos condições que podem elevar os níveis de estresse e intensificar a competição social, considerando que *A. Lacustris* possui um comportamento marcadamente agressivo (Faria et al., 2024; Goulart; Young, 2013). A correlação entre esses fatores e a variabilidade no volume de sêmen evidencia que os estímulos reprodutivos em espécies com desova parcelada possivelmente foram afetados. Assim, os machos podem alternar períodos de maior ou menor disponibilidade de sêmen ao longo da estação reprodutiva, sendo que reabsorção de gametas é uma estratégia que garante a recuperação da energia investida na reprodução quando não há sucesso reprodutivo (Besseau, L.; Faliex, E. 1994). Dessa forma, a diferença numérica observada entre RAS e BFT pode refletir não apenas o efeito do sistema de cultivo, mas também a própria dinâmica natural da reprodução da espécie.

Entre as variáveis avaliadas, o número de espermatozoides estimado pelo sistema CASA apresentou valores numericamente superiores no tratamento RAS, embora sem diferença estatística. Resultados semelhantes foram relatados por Lima et al. (2025), que observaram valores mais baixos para algumas variáveis seminais em peixes mantidos em BFT, possivelmente devido ao maior acúmulo de gordura corporal nesses animais, o que resultou em índices gonadosomáticos menores e menor mobilização de energia para o desenvolvimento das gônadas. Esse acúmulo pode estar associado ao alto aporte proteico e energético disponível no bioflocos somado à ração, já que dietas acima da demanda favorecem deposição de gordura visceral e muscular (NRC, 1993). Assim, no presente estudo, a discreta superioridade observada no RAS pode refletir uma condição nutricional mais equilibrada, com menor teor de extrato etéreo corporal, favorecendo o desenvolvimento gonadal. Ainda que sem significância estatística, os resultados sugerem que os peixes mantidos no RAS apresentaram desempenho reprodutivo ligeiramente superior ao do BFT, especialmente quanto ao número de espermatozoides.

Spica et al., (2025) relataram que o peso das gônadas de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) foram significativamente maiores em animais mantidos no BFT (2,68 g) em comparação com o PWR (1,03 g, $P = 0,027$), apesar dos pesos corporais semelhantes entre os dois sistemas (1,514 kg em PWR e 1,668 kg em BFT, $P = 0,096$). Essas variações destacam a influência do sistema de produção nos parâmetros reprodutivos de peixes. Em contrapartida, os lambaris mantidos em BFT (20 mL L⁻¹) e RAS apresentaram valores semelhantes de peso de gônadas e peso corporal, sem diferença estatística significativa entre os tratamentos. Esse resultado indica que essa concentração de bioflocos não promoveu alteração significativa no desenvolvimento gonadal dos lambaris, sugerindo que o BFT, nas condições testadas, manteve desempenho fisiológico equivalente ao observado no sistema de recirculação.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o sistema de bioflocos (BFT), sob a concentração de 20 mL L⁻¹ de sólidos sedimentáveis não exerceu efeito significativo sobre as variáveis morfológicas e fisiológicas de machos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*), apresentando desempenho semelhante ao observado no sistema de recirculação aquícola (RAS). Dessa forma, o BFT nessa concentração manteve condições fisiológicas adequadas e não comprometeu a qualidade seminal dos reprodutores, indicando que pode ser utilizado como alternativa viável e ambientalmente sustentável para a manutenção e reprodução da espécie em ambientes controlados.

6. REFERÊNCIAS

- BESSEAU, L.; FALIEUX, E. Reabsorção de gametas não emitidos em *Lithognathus mormyrus* (Sparidae, Teleostei): uma possível ação sinérgica de células somáticas e imunes. *Tecido Celular Research*, v. 276, p. 123–132, 1994.
- BILLARD, R.; COSSON, J.; PERCHEC, G.; LINHART, O. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. *Aquaculture*, v. 129, n. 1–4, p. 95–112, 1995
- BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, v. 165, n. 3, p. 535–548, 2010.

BONCOMPAGNI JÚNIOR, O.; NORMANDO, F. T.; BRITO, M. F. G.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) in São Francisco River, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 29, n. 1, p. 132–138, 2013.

CARNEIRO-LEITE, L.; BASHIYO-SILVA, C.; ARAÚJO OLIVEIRA, Y. A.; BORGES, L. P.; SANCHEZ, M. P.; SILVA, L. G.; et al. Seminal characteristics and sensitivity of *Astyanax lacustris* (Characiformes: Characidae) sperm to cryoprotective solutions based on dimethyl sulfoxide and methyl-glycol. *Neotropical Ichthyology*, v. 18, n. 3, e200039, 2020.

DA COSTA, B. B.; PÓVH, J. A.; SÁNCHEZ, E. A.; FREITAS, T. S.; MACHADO, T. L. F.; BENATO, J. L.; et al. Characterization of sperm quality in *Brycon hilarii*: how does morphology affect sperm movement? *Theriogenology Wild*, v. 1, n. 2, p. 100007, 2022.

DUFOUR, S.; HUANG, Y. S.; ROUSSEAU, K.; SBAIHI, M. L. E.; BELLE, N.; VIDAL, B.; QUÉRAT, B.; BURZAWA-GÉRARD, E.; CHANG, C. F.; SCHMITZ, M. Puberty in teleosts: new insights into the role of peripheral signals in the stimulation of pituitary gonadotropins. In: NORBERG, B.; KJESBU, O. S. (Eds.). *Puberty in Teleosts*. p. 234, 2000.

EMERENCIANO, M. G. C.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc Technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. In: *Biomass Now — Cultivation and Utilization*. Rijeka: IntechOpen, 2013.

EMERENCIANO, M. G. C. et al. Biofloc Technology (BFT): a tool for water quality management in aquaculture. In: TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. (Eds.). *Water Quality*. Rijeka: InTech, 2017. p. 92–109.

EKASARI, J.; MARYAM, S. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *Hayati Journal of Biosciences*, v. 19, n. 2, p. 73–80, 2012.

FARIA, N. P. V. M. de; ARAÚJO, B. C.; KIDA, B. M. S.; ABDALLA, R. P.; BRITO, D. d. S.; MOREIRA, R. G.; HONJI, R. M. “Can Aluminum Affect Social Behavior and Cortisol Plasma Profile in the Neotropical Freshwater Teleost *Astyanax lacustris* (Teleostei: Characidae)?” *Life*, v. 14, n. 12, p. 1697, 2024.

FAUVEL, C.; SUQUET, M.; COSSON, J. *Evaluation of fish sperm quality*. *Aquaculture Research*, v. 41, n. 5, p. 691–713, 2010.

FERNANDES, R.; AGOSTINHO, A. A.; FERREIRA, E. A.; PAVANELLI, C. S.; SUZUKI, H. I.; LIMA, D. P.; GOMES, L. C. Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, supl. 2, p. 669–680, 2009.

GOULART, V. D. L. R.; YOUNG, R. J. Selfish behaviour as an antipredator response in schooling fish. *Animal Behaviour*, v. 86, n. 2, p. 443–450, 2013.

GONÇALVES, L. U.; PARISI, G.; BONELLI, A.; SUSSEL, F. R.; VIEGAS, E. M. M. The fatty acid compositions of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti & Britski, 2000) broodstock. *Aquaculture Research*, v. 45, n. 2, p. 195–203, 2014.

GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Maringá: Eduem, 2007. 241 p.

GONÇALVES, T. L.; BAZZOLI, N.; BRITO, M. F. G. Gametogenesis and reproduction of the matrinxã *Brycon orthotaenia* (Günther, 1864) (Pisces: Characidae) in the São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, n. 2A, p. 513–522, 2006.

HARGREAVES, J. A. *Biofloc production systems for aquaculture*. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 2015. (SRAC Publication, n. 4503).

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropical*, v. 7, p. 181–197, 2007.

LÁZARO, T. M.; ROCHA, N. R. A.; MONZANI, P. S.; NAKAGHI, L. S. O.; SENHORINI, J. A.; YASUI, G. S.; NASCIMENTO, N. F. Sperm quality of spontaneously occurring gynogenetic males in the yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 37, p. 909–915, 2021.

LIMA, J. J. F. et al. Zootechnical and reproductive performance of juvenile male *Astyanax lacustris* (yellowtail lambari) cultivated in biofloc technology (BFT) and recirculating aquaculture system (RAS). *Animal Reproduction*, v. 22, n. 4, e20250015, 2025.

MANAN, H.; MOH, J. H. Z.; KASAN, N. A.; SURATMAN, S.; IKHWANUDDIN, M. H. D. Identification of biofloc microscopic composition as the natural bioremediation in zero water exchange of *Penaeus vannamei* culture in closed hatchery system. *Applied Water Science*, v. 7, n. 5, p. 2437–2446, 2017.

MURGAS, L. D. S.; DRUMOND, M. M.; PEREIRA, G. J. M.; FELIZARDO, V. O. Eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. *Ciência Animal*, v. 22, n. 1, p. 197–206, 2012.

MUGWANYA, M. A.; DAWOOD, F.; KIMERA, H.; SEWILAM. Sistemas de bioflocos para produção sustentável de espécies aquáticas de importância econômica: uma revisão. *Sustentabilidade*, v. 13, p. 7255, 2021.

NEUMANN, G.; BOMBARDELLI, R. A.; REBECHI DE TOLEDO, C. P.; SANCHES, E. A. *Análise espermática computadorizada em peixes de água doce: procedimentos para uso do aplicativo CASA em software livre*. Toledo: Os Autores, 2020.

NUNES, D. M. F.; MAGALHÃES, A. L. B.; WEBER, A. A.; GOMES, R. Z.; NORMANDO, F. T.; SANTIAGO, K. B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Influence of a large dam and importance of an undammed tributary on the reproductive ecology of the threatened fish matrinxã *Brycon orthotaenia* Günther, 1864 (Characiformes: Bryconidae) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 13, n. 2, p. 317–324, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of fish*. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1993. 102 p.

ORSI, M. L. *Estratégias reprodutivas de peixes da região média-baixa do Rio Paranapanema, reservatório de Capivara*. São Paulo: Blucher, 2010. 113 p.

PEIXEBR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. *Anuário PeixeBR da Piscicultura 2025: dados de produção do setor aquícola brasileiro*. Brasília: PeixeBR, 2025. p. 12.

PORTELLA, A. C.; ARSENTALES, A. D.; CAVALLARI, D. E.; SMITH, W. S. Efeito da sazonalidade na reprodução de peixes Characiformes em um rio Neotropical. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 111, e2021012, 2021.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R. B.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Eds.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. p. 105–120.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; NUÑER, A. P. O.; NUNES, M. C.; GARCIA, V.; LOPES, C. A.; ZANIBONI-FILHO, E. *Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the Upper Uruguay River, Brazil*. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 4, p. 829-835, 2012,

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. (Eds.). *Águas e peixes no São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p. 275–290.

SANTOS, A. C. A.; NOVAES, J. L. C. Estrutura populacional de duas espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Teleostei, Characidae) do Alto Rio Paraguaçu. *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*, v. 51, n. 1, p. 105–112, 2008.

KOWALSKI, R. K.; CEJKO, B. I. Sperm quality in fish: determinants and affecting factors. *Theriogenology*, v. 135, p. 94–108, 2019.

SILVA, J. L. et al. Lysine and methionine supplementation in diet of lambari (*Astyanax bimaculatus*) cultured in a biofloc technology (BFT). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 4, p. 1–12, 2025.

SPICA, L. N.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; EMERENCIANO, M. G. C.; SILVA, D. H. S.; BRASILEIRO, L. O.; SOUSA, R. M.; STRINGHETTA, G. R.; GOMES, J. B. S.; DA COSTA, A. A.; ROQUE, L. S.; PEDROSA, S. F.; POVH, J. A. *Successive seminal collections from *Piaractus mesopotamicus* in biofloc technology during the reproductive period*. *Animal Reproduction Science*, v. 276, p. 107821, 2025.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. *Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes nativos*. Brasília: SENAR, 2017.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FÁVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. Floating plant. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, n. 4A, p. 713–723, 2002.

STRINGHETTA, G. R.; POVH, J. A.; TEIXEIRA, S. A.; BRASILEIRO, L. O.; SPICA, L. N.; SOUSA, R. M.; SOARES, E. S. M.; EMERENCIANO, M. G. C.; CORRÊA-FILHO, R. A. C.

Growth and survival of *Betta splendens* fed microbial aggregates from ex-situ biofloc technology (BFT). *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, e278851, 2024.

SUÁREZ, Y. R.; SILVA, E. A.; VIANA, L. F. Reproductive biology of *Astyanax lacustris* (Characiformes: Characidae) in the southern Pantanal floodplain, upper Paraguay River basin, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 100, n. 7, p. 775–783, 2017. DOI: 10.1007/s10641-017-0604-3.

VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.

VIDOTTO-MAGNONI, A. P. *Ecologia trófica das assembleias de peixes do reservatório de Chavantes (Médio rio Paranapanema, SP/PR)*. 2009. Tese (Doutorado) – UNESP, Botucatu, 2009.

WELCOMME, R. L. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. London: Longman, 1979.

YASUI, G. S.; SENHORINI, J. A.; SHIMODA, E.; PEREIRA-SANTOS, M.; NAKAGHI, L. S. O.; FUJIMOTO, T.; ARIAS-RODRÍGUEZ, L.; SILVA, L. A. *Improvement of gamete quality and its short-term storage: an approach for biotechnology in laboratory fish*. *Animal*, v. 9, n. 3, p. 464-470, 2015. DOI: 10.1017/S1751731114002511.

ZIMBA, R. D.; SUSSEL, F. R.; OLIVEIRA, K. R. B.; SEGURA, J. G.; LIMA, C. G.; VIEGAS, E. M. M. Desempenho reprodutivo de lambaris alimentados com grãos secos de destilaria. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, p. 20–34, 2017.