

PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE TAMBAQUI SUBMETIDOS A RESTRIÇÃO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO PARA AQUICULTURA “RAS”

 <https://doi.org/10.56238/arev7n2-316>

Data de submissão: 28/01/2025

Data de publicação: 28/02/2025

Christiane Patrícia Feitosa de Oliveira

Engenheira de Pesca

Universidade Federal do Amazonas

E-mail: christiane@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-0380>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5903186582080296>

André Felipe Marques Holanda

Graduando em Engenharia de Pesca

Universidade Federal do Amazonas

E-mail: andrefelipeholanda@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6445-9660>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9581254006424701>

Aline da Cunha Ferreira

Graduanda em Engenharia de Pesca

E-mail: alineferreira876@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2014-5444>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9584512854602779>

Lian Valente Brandão

Engenheiro de Pesca

Instituto Federal do Pará

E-mail:lian.brandao@ifpa.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2571-2798>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2728614973665468>

Thiago Marinho Pereira

Engenheiro de Pesca

Universidade Federal do Oeste do Pará

E-mail: thiago.marinho@ufopa.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4340-0130>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5204637707676338>

Bruno Adan Sagratzki Cavero

Biólogo

Universidade Federal do Amazonas

E-mail: basc@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9445-8041>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1422693210228392>

RESUMO

Esse trabalho avaliou o efeito da restrição alimentar e de diferentes frequências alimentares sob os parâmetros hematológicos e bioquímicos do Tambaqui em sistema de recirculação para aquicultura RAS. A partir de um delineamento experimental em blocos casualizado, a restrição alimentar foi avaliada a partir de três grupos (blocos): TR1 (Controle) = alimentação diária sem restrição (7 vezes por semana); TR2 = alimentação seis dias seguidos com um dia de restrição (6 vezes por semana); TR3 = alimentação durante cinco dias seguidos com dois dias de restrição (5 vezes por semana). Para a frequência alimentar os grupos (tratamentos) foram: TF1 = 1x/dia (08:00); TF2 = 2x/dia (08:00 e 17:00); TF3 = 3x/dia (08:00, 12:00 e 17:00); TF4 = 4x/dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00). Ao final do período experimental de 30 dias, amostras de sangue foram coletados para determinação de parâmetros hematológicos e bioquímicos. Os peixes do TR3 apresentaram reduções em Hb, HT, VCM e HCM e um aumento na PRT em relação a TR1 e TR2 ($p<0,05$). Na condição de avaliação da frequência alimentar avaliados na condição de frequência alimentar apenas foi observado aumento no RBC do TF2 em relação ao TF3, na Gli do TF4 em relação ao TF1 e na PRT do TF2 em relação ao TF3($p<0,05$). No geral, estes resultados indicam que a alimentação diária e duas vezes por dia resultou em melhores resultados na hematologia e bioquímica do sangue, sendo a mais indicada para produção de tambaqui em sistema de cultivo intensivo na modalidade RAS.

Palavras-chave: Colossoma Macropomum. Sangue. Metabólicos Plasmáticos. Piscicultura. Manejo Alimentar.

1 INTRODUÇÃO

O custo com alimentação está entre os mais onerosos da piscicultura representando de 60 a 80% dos custos totais (Kubitza, 1997; Pereira et al., 2013). O uso de protocolos alimentares que promovam o uso racional da alimentação podem contribuir significativamente diminuir os custos e para melhorar a rentabilidade da piscicultura. Várias estratégias de manejo alimentar têm sido avaliadas entre elas composição do alimento, taxa de alimentação, restrição alimentar, frequência alimentar ótima; horários de alimentação e técnicas de distribuição (Pérez-Jiménez, 2007; Pereira-Filho et al., 2008; Santos et al., 2013; Melo et al., 2020; Caruso et al., 2012; Kondera et al., 2017; ElArabya; Amer; Kalil , 2020; Golçalvez-Júnior et al., 2021; Guilherme et al., 2022)

A estratégia de restrição alimentar é alicerçada no conhecimento de que, em seus ambientes naturais os peixes podem passar por longos períodos sem se alimentar, seja em decorrência da flutuação nos níveis das águas (enchentes/vazantes), da migração reprodutiva e/ou fase pré-desova ou dos meses de inverno (Shimeno; Kheyali; Takeda, 1990; Navarro e Gutierrez, 1995; Cho, 2005). A restrição alimentar e realimentação tem sido amplamente indicada no manejo de peixes como forma de proporcionar uma redução no consumo de ração e nos custos de produção sem prejuízos sobre desempenho produtivo (Abdel-Hakim et al., 2009; Santos et al., 2015; Santos et al., 2018; Paz; Pastrana; Brandão, 2018). A habilidade de crescimento compensatório que os peixes apresentam após um período de jejum e realimentação já é reconhecida (Ali; Nicieza; Wootton, 2003; Abdel-Tawwab et al., 2006; McCue, 2010). A relação entre restrição alimentar e o crescimento compensatório foi descrito para várias espécies de cultivo, incluído o tambaqui (Pereira-Filho et al., 2008; Barcellos et al., 2010; Arauco e Costa, 2012; Paz, Pastrana, e Brandão 2018; Assis et al., 2020; Garcez et al., 2023; Melo et al., 2024; Leal et al., 2024).

Outra forma de gestão racional na alimentação que tem atraído a atenção é a implementação de uma frequência alimentar ótima, que pode promover melhor crescimento e menor conversão alimentar, redução de desperdício de ração e melhoria na qualidade da água (Gao et al., 2022). Contudo, deve ser ter cautela em relação a frequência de alimentação, uma frequência de alimentação abaixo ou acima do ideal, para uma determinada espécie, pode prejudicar o desenvolvimento dos peixes, bem como interferir na qualidade da água e nos custos (Guilherme et al., 2022). Frequências ótimas de alimentação foram investigadas em uma ampla gama de espécies de peixes em sistemas de cultivo e os resultados variam entre as espécies (Dwyer et al., 2002; Souza et al., 2014; Gomes et al., 2019; Porto et al., 2020; Cadorin et al., 2021; Guilherme et al., 2022).

A estratégia alimentar adotada para uma determinada espécie pode interferir no bem-estar e na saúde dos peixes (McCue, 2010; Gonçalves-Junior et al., 2021). A análise de parâmetros

hematológicos e bioquímicos são práticas importante na avaliação do bem-estar dos peixes, pois refletem condições fisiológicas como estresse e saúde (Tavares-Dias e Moraes, 2004; Fazio et al., 2019; Petillo et al., 2025) e auxiliam na compreensão dos efeitos de diferentes manejos alimentares nos peixes.

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um peixe de água doce, natural das bacias dos rios Amazonas e Orinoco (Araújo-Lima; Goulding, 1998). Características como robustez, hábito alimentar onívoro, aceitação de rações artificiais, domínio das técnicas de reprodução em cativeiro, boas características zootécnicas e adaptabilidade à diferentes sistemas de cultivo (Val; Oliveira, 2021) faz desta espécie nativa uma das mais atrativas para produção na piscicultura nacional, colocando-a como a segunda mais produzida no Brasil (Anuário da Piscicultura, 2023). Em 2022, a produção desta espécie atingiu cerca de cerca de 109,7 mil toneladas (IBGE, 2023). Em decorrência da sua grande importância econômica na piscicultura nacional muitos são os esforços buscando melhorias no manejo e nos sistemas de produção de tambaqui com vistas a aumentar a produção e lucratividade da atividade (Silva; Gomes; Brandão, 2007; Souza et al., 2014; Porto et al., 2020; Guilherme et al., 2022; Garcez et al., 2023; Melo et al., 2024; Leal et al., 2024).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da restrição alimentar e de diferentes frequências alimentares sob os parâmetros hematológicos e bioquímicos do tambaqui em sistema de recirculação para aquicultura RAS.

2 METODOLOGIA

2.1 DECLARAÇÃO DE ÉTICA

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) registrado sob nº 23105.006372/2024-52.

2.2 EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura Experimental (LAqEx) da Faculdade de Ciências Agrárias FCA/UFAM. O experimento teve a duração de trinta (30) dias e foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados. Cada um deles (3) serviram para avaliar o efeito da restrição alimentar no desempenho zootécnico e nos parâmetros hematológicos e bioquímicos de juvenis de tambaqui. Dentro de cada bloco, foram testadas as frequências alimentares de 1, 2, 3 e 4 vezes ao dia.

A restrição alimentar foi avaliada a partir de três tratamentos (TR). TR1 = Controle alimentação diária sem restrição (7x/semana); TR2 = alimentação seis dias seguidos com um dia de

restrição (6x/semana); TR3 = alimentação durante cinco dias seguidos com dois dias de restrição (5x/semana). Com relação a frequência alimentar os tratamentos (TF) foram: TF1 = 1x/dia (08:00); TF2 = 2x/dia (08:00 e 17:00); TF3 = 3x/dia (08:00, 12:00 e 17:00); TF4 = 4x/dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00).

As unidades experimentais foram constituídas por 12 tanques de PVC com capacidade volumétrica de 310L, dos quais foram utilizados 250L de volume útil. A saída de água para as estruturas filtrantes ocorreu através da tubulação no centro dos tanques, enquanto a entrada de água tratada foi realizada pelas torneiras localizadas nas laterais dos tanques.

O sistema experimental e recirculação, de cada bloco, consistiu em um complexo de 4 caixas de produção, cada uma com capacidade de 250L, e uma caixa de estruturas filtrantes com capacidade de 500L, totalizando 1500L. A água foi proveniente de poço semiartesiano.

Em cada unidade experimental, foram estocados 35 peixes com peso médio de $3,5 \pm 0,14$ g, provenientes da Fazenda Santo Antônio, localizada em Rio Preto da Eva, AM. A alimentação dos peixes em todos os dias e horários foi realizada até a saciedade aparente com ração comercial do tipo Multi Peixe 32% (Multifós Nutrição Animal, Vilhena, RO, Brasil), contendo 32% de proteína bruta e pellets de 4 a 6 mm de diâmetro.

As biometrias foram realizadas em dois momentos, no início (dia 0) e no final (dia 30) do experimento. Sempre antes de cada procedimento biométrico, os animais foram anestesiados conforme Inoue et al. (2011).

A avaliação da qualidade da água foi realizada de forma sistemática ao longo do experimento. Diariamente, foram monitorados parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, condutividade, sólidos dissolvidos totais (TDS) e temperatura, utilizando um medidor multiparâmetro Akso AK88v2® (Akso Produtos Eletrônicos Ltda, São Leopoldo, RS, Brasil). Para a análise dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato), alcalinidade, dureza e sólidos totais, foram seguidos os métodos descritos por Macedo (2005). Adicionalmente, a turbidez foi verificada semanalmente por meio de um turbidímetro de bancada Alfakit AT10P® (Alfakit Ltda, Florianópolis, SC, Brasil).

Os indicadores de desempenho zootécnico foram determinados com base nas medições realizadas no início e no fim do experimento para os seguintes índices: Ganho de peso: (GP) = peso final – peso inicial; Ganho de biomassa: (GB) = ; Densidade Final: (DF) = ; Taxa de crescimento específico: (TCE) = $100 * (\ln \text{ Peso médio Final} - \ln \text{ Peso médio inicial}) / \text{tempo (dias)}$; Conversão alimentar aparente (CAA) = CMFi / (Peso médio final – Peso médio inicial); Eficiência alimentar aparente (EAA) = ; Sobrevida: (S) = $100 * (\text{nº de peixes no final do experimento} / \text{nº de peixes no início do experimento})$.

A coleta de sangue (punção do vaso caudal) foi feita por meio do uso de seringas com anticoagulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). O hematócrito (Ht, %) foi determinado por meio da técnica de microhematócrito. A concentração da hemoglobina (Hb, g.dL-1) foi determinada de acordo com o método da cianometahemoglobina. A contagem de células vermelhas (RBC, 106.mm-3) foi realizada em uma câmara de Neubauer por meio do uso de um microscópio óptico. Após as análises iniciais, os seguintes índices foram determinados: volume corpuscular médio (VCM, fL), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM, g.dL-1) (Winthrope, 1934).

Do plasma sanguíneo foram determinados os valores de glicose, colesterol total, triglicerídeos e proteínas totais com auxílio de kits comerciais Labtest® (Labtest Diagnóstica S/A, Lagoa Santa, MG, Brazil)

Os dados coletados relacionados ao crescimento dos animais, à qualidade de água e aos parâmetros fisiológicos e bioquímicos foram submetidos aos Testes de Normalidade de Homogeneidade para possibilitar o uso da Análise de Variância (ANOVA). Diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$) foram avaliadas pelo Teste de Tukey. Ambos os testes utilizaram $\alpha = 5\%$ (Bhujel, 2011).

3 RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro dos valores recomendados para a criação de tambaqui em sistemas intensivos (Lima et al., 2019; Costa et al., 2022). Apesar das variações significativas observadas para pH, OD, temperatura, condutividade, turbidez, alcalinidade, amônia e nitrato nos tratamentos de restrição alimentar (TR) (Tabela 1) e para turbidez e sólidos totais nos tratamentos de frequência alimentar (TF) (Tabela 2), todos os valores estavam dentro dos limites toleráveis para a espécie (Zaniboni Filho; Pedron; Ribolli, 2018).

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água do cultivo experimental de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a restrição alimentar em sistema de recirculação (RAS).

Sigla	Unidade	TR1	TR2	TR3
pH	[H ⁺]	5,44 ± 0,71 ^a	5,27 ± 0,63 ^b	5,59 ± 0,52 ^a
Cond.	µS cm ⁻¹	660,91 ± 94,15 ^b	701,97 ± 75,90 ^b	547,23 ± 69,89 ^a
Temp.	°C	28,07 ± 0,72	27,98 ± 0,70	28,07 ± 0,74
OD	mg L ⁻¹	7,19 ± 0,91 ^b	7,63 ± 0,64 ^a	7,72 ± 0,71 ^a
TDS	mg L ⁻¹	280,29 ± 40,79 ^b	356,49 ± 37,9 ^b	338,52 ± 40,10 ^a
Salt.	ppt	0,35 ± 0,05 ^b	0,44 ± 0,03 ^b	0,43 ± 0,03 ^a
Alc.	(mg CaCO L ⁻¹)	25,25 ± 19,75 ^c	10,23 ± 3,93 ^a	17,21 ± 8,66 ^a
Turb.	NTU	2,31 ± 1,27 ^a	3,12 ± 1,68 ^a	1,79 ± 1,16 ^b

NH ₃	mg L ⁻¹	7,71 ± 3,23	4,90 ± 1,59	3,42 ± 1,60
NO ₂	mg L ⁻¹	0,58 ± 0,55	1,12 ± 1,30	0,63 ± 0,63
NO ₃	mg L ⁻¹	29,67 ± 14,72 ^b	36,32 ± 7,39 ^a	20,29 ± 10,09 ^c
ST	mg L ⁻¹	428,33 ± 147,16	538,75 ± 11,82	507,50 ± 145,32

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos das unidades experimentais (01 caixa d'água = 01 réplica). Letras sobreescritas apenas nas linhas onde ocorreram diferenças estatísticas ($P < 0,05$). Legenda: Condutividade (Cond.); Temperatura (Temp.); Oxigênio Dissolvido (OD); Sólidos Dissolvidos Totais (TDS); Salinidade (Salt.); Alcalinidade (Alc.); Turbidez (Turb.); Amônia (NH₃); Nitrito (NO₂); Nitrito (NO₃); Sólidos Totais (ST).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água do cultivo experimental de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com várias frequências alimentares em sistema de recirculação (RAS).

Sigla	Unidade	TF1	TF2	TF3	TF4
pH	[H ⁺]	5,43 ± 0,18	5,47 ± 0,11	5,40 ± 0,19	5,42 ± 0,18
Cond.	µS cm ⁻¹	638,37 ± 81,25	638,63 ± 81,11	638,68 ± 80,79	638,33 ± 80,97
Temp.	°C	28,05 ± 0,05	28,05 ± 0,04	28,02 ± 0,05	28,04 ± 0,08
OD	mg L ⁻¹	7,63 ± 0,27	7,56 ± 0,22	7,50 ± 0,19	7,53 ± 0,21
TDS	mg L ⁻¹	327,39 ± 35,18	324,06 ± 41,08	323,94 ± 40,67	325,04 ± 42,46
Salt.	ppt	0,41 ± 0,05	0,41 ± 0,05	0,40 ± 0,04	0,41 ± 0,05
Alc.	(mg CaCO L ⁻¹)	21,22 ± 10,84	19,28 ± 12,51	13,25 ± 3,74	20,50 ± 10,48
Turb.	NTU	1,26 ± 0,53 ^a	1,70 ± 0,82 ^b	3,76 ± 0,67 ^d	2,83 ± 0,84 ^c
NH ₃	mg L ⁻¹	4,15 ± 4,33	5,90 ± 3,60	5,61 ± 0,48	7,46 ± 4,28
NO ₂	mg L ⁻¹	0,68 ± 0,80	0,83 ± 0,73	0,81 ± 0,93	1,25 ± 0,70
NO ₃	mg L ⁻¹	28,20 ± 9,32	28,06 ± 14,79	32,24 ± 10,39	27,05 ± 5,78
ST	mg L ⁻¹	371,67 ± 154,14 ^a	338,33 ± 50,08 ^a	608,33 ± 64,49 ^b	636,11 ± 125,94 ^b

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos das unidades experimentais (01 caixa d'água = 01 réplica). Letras sobreescritas apenas nas linhas onde ocorreram diferenças estatísticas ($P < 0,05$). Legenda: Condutividade (Cond.); Temperatura (Temp.); Oxigênio Dissolvido (OD); Sólidos Dissolvidos Totais (TDS); Salinidade (Salt.); Alcalinidade (Alc.); Turbidez (Turb.); Amônia (NH₃); Nitrito (NO₂); Nitrito (NO₃); Sólidos Totais (ST).

3.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

A taxa de sobrevivência não diferiu significativamente entre os tratamentos ($p > 0,05$). No entanto, os parâmetros peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), biomassa final (BF), ganho de biomassa (GB), densidade final (DF) e taxa de crescimento específico (TCE) apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos de restrição e frequência alimentar ($p < 0,05$) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Índices zootécnicos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a alimentação diária (TR1) e restrição alimentar de um dia por semana e realimentação (TR2) e dois dias consecutivos por semana e realimentação (TR3) durante 30 dias em sistema de recirculação (RAS).

Sigla	Unidade	TR1	TR2	TR3
PMI	g	5,86 ± 1,46	6,49 ± 1,57	4,62 ± 0,97
PMF	g	39,72 ± 1,03 ^a	32,94 ± 5,48 ^b	26,05 ± 6,11 ^c
GP	g	33,86 ± 2,32 ^a	26,45 ± 5,19 ^b	21,43 ± 5,67 ^c
BI	kg	0,21 ± 0,05	0,23 ± 0,05	0,16 ± 0,03

BF	kg	$1,39 \pm 0,04^a$	$1,15 \pm 0,19^b$	$0,91 \pm 0,21^c$
GB	kg	$1,19 \pm 0,08^a$	$0,93 \pm 0,18^b$	$0,75 \pm 0,20^c$
DI	kg m^{-3}	$0,792 \pm 0,21$	$0,908 \pm 0,22$	$0,647 \pm 0,14$
DF	kg m^{-3}	$5,56 \pm 0,14^a$	$4,61 \pm 0,77^b$	$3,65 \pm 0,14^c$
TCE	%	$6,45 \pm 0,82^a$	$5,45 \pm 0,84^b$	$5,73 \pm 0,82^b$
CAA	Razão	$1,08 \pm 0,16$	$1,00 \pm 0,13$	$1,00 \pm 0,09$
EAA	%	$94 \pm 0,15$	$101 \pm 0,13$	$101 \pm 0,10$
S	%	$99,0 \pm 0,2$	$87,0 \pm 0,24$	$100 \pm 0,0$

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos das unidades experimentais (01 caixa d'água = 01 réplica). Legenda: peso médio inicial (PMI); peso médio final (PMF); ganho de peso (GP); biomassa inicial (BI); biomassa final (BF); ganho de biomassa (GB); densidade inicial (DI); densidade final (DF); taxa de crescimento específico (TCE); Conversão alimentar aparente (CAA); Eficiência alimentar aparente (EAA); Sobrevivência (S).

Tabela 4. Índices zootécnicos do cultivo experimental de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados uma (TF1), duas (TF2), três (TF3) e quatro (TF4) vezes/dia durante 30 dias em sistema de recirculação (RAS)

Sigla	Unidade	TF1	TF2	TF3	TF4
PMI	g	$6,03 \pm 1,90$	$6,09 \pm 2,29$	$5,31 \pm 0,64$	$5,19 \pm 1,29$
PMF	g	$26,87 \pm 10,74^b$	$35,08 \pm 5,96^a$	$35,61 \pm 4,54^a$	$34,05 \pm 6,58^a$
GP	g	$20,84 \pm 8,85^b$	$29,00 \pm 5,60^a$	$30,29 \pm 5,09^a$	$28,86 \pm 5,80^a$
BI	kg	$0,21 \pm 0,07$	$0,21 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,05$
BF	kg	$0,94 \pm 0,38^b$	$1,23 \pm 0,21^a$	$1,25 \pm 0,16^a$	$1,19 \pm 0,23^a$
GB	kg	$0,73 \pm 0,3^b$	$1,01 \pm 0,20^a$	$1,06 \pm 0,18^a$	$1,01 \pm 0,20^a$
DI	kg m^{-3}	$0,84 \pm 0,27$	$0,85 \pm 0,32$	$0,74 \pm 0,09$	$0,73 \pm 0,18$
DF	kg m^{-3}	$3,76 \pm 1,50^b$	$4,91 \pm 0,83^a$	$4,98 \pm 0,64^a$	$4,77 \pm 0,92^a$
TCE	%	$4,91 \pm 0,28$	$5,96 \pm 1,07$	$6,34 \pm 0,79$	$6,29 \pm 0,56$
CAA	Razão	$0,89 \pm 0,03^a$	$0,98 \pm 0,10^a$	$1,12 \pm 0,11^b$	$1,11 \pm 0,06^b$
EAA	%	$113 \pm 0,04^a$	$103 \pm 0,11^a$	$90 \pm 0,9^b$	$90 \pm 0,5^b$
S	%	$100 \pm 0,0^a$	$84 \pm 0,28^a$	$99 \pm 0,64^a$	$98 \pm 0,02^a$

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos das unidades experimentais (01 caixa d'água = 01 réplica). Legenda: peso médio inicial (PMI); peso médio final (PMF); ganho de peso (GP); biomassa inicial (BI); biomassa final (BF); ganho de biomassa (GB); densidade inicial (DI); densidade final (DF); taxa de crescimento específico (TCE); Conversão alimentar aparente (CAA); Eficiência alimentar aparente (EAA); Sobrevivência (S).

A restrição alimentar influenciou significativamente os índices PMF, GP, BF, GB e DF, com os maiores valores observados em TR1, seguidos por TR2 e TR3 ($p < 0,05$). Os peixes submetidos a TR1 apresentaram os melhores resultados de taxa de crescimento específico (TCE) quando comparados a TR2 e TR3, que não diferiram entre si.

Na análise dos tratamentos de frequência alimentar (TF), os peixes do TF1 apresentaram os menores valores de PMF, GP, BF, GB e DF em comparação aos demais tratamentos. A conversão

alimentar aparente (CAA) foi menor em TF1 e TF2, enquanto a taxa de sobrevivência foi maior no TF2 ($p < 0,05$) (Tabela 4).

3.2 PARÂMETROS SANGUÍNEOS E BIOQUÍMICOS

Os peixes submetidos ao tratamento TR3 apresentaram os menores valores de hemoglobina (Hb), hematócrito (Ht), volume corpuscular médio (VCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM), além dos maiores níveis de proteínas totais (PRT) quando comparados aos demais tratamentos ($p < 0,05$) (Tabela 5). Os demais parâmetros RBC, CHCM, GLI, TRG e CLT não diferiram significativamente entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 5. Parâmetros sanguíneos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a alimentação diária (TR1) e restrição alimentar de um dia por semana e realimentação (TR2) e dois dias consecutivos por semana e realimentação (TR3) durante 30 dias em sistema de recirculação (RAS).

Parâmetro	Unidade	TR1			TR2			TR3				
Hb	g.dL ⁻¹	4,9	±	0,9 ^a		4,7	±	0,9 ^a		3,5	±	1,1 ^b
RBC	10 ⁶ .mm ⁻³	1,4	±	0,3		1,5	±	0,2		1,6	±	0,4
Ht	%	27,9	±	2,5 ^a		29,3	±	4,8 ^a		24,6	±	3,5 ^b
VCM	fL	200,5	±	35,4 ^a		192,9	±	31,7 ^a		158,3	±	38,2 ^b
HCM	pg	35,3	±	9,9 ^a		30,9	±	7,4 ^{ab}		24,4	±	10,4 ^b
CHCM	g.dL ⁻¹	17,5	±	2,9 ^a		16,2	±	3,8 ^{ab}		15,1	±	4,7 ^b
GLI	mg.dL ⁻¹	97,0	±	13,7		94,6	±	9,8		90,8	±	12,1
CLT	mg.dL ⁻¹	442,4	±	181,4		369,0	±	135,5		463,0	±	131,4
TRG	mg.dL ⁻¹	697,5	±	321,3		556,5	±	241,0		401,3	±	170,2
PRT	g.dL ⁻¹	1,18	±	0,7 ^a		1,25	±	0,8 ^a		2,10	±	1,4 ^b

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos dos peixes amostrados (n=15 por tratamento). Legenda: Hemoglobina (Hb); número de células vermelhas (RBC); Hematócrito (Ht); Volume Corpuscular Médio (VCM); Hemoglobina Corpuscular Média (HCM); Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM); Glicose Plasmática (GLI); Colesterol Total (CLT); Triglicerídeos (TRG); Proteínas Totais (PRT). Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Nos experimentos de frequência alimentar, houve um discreto aumento significativo no RBC do TF2 em relação ao TF3 ($p < 0,05$), indicando uma melhor condição fisiológica nesse grupo. Não foram observadas diferenças significativas para Hb, Ht, VCM, HCM e CHCM ($p > 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Parâmetros sanguíneos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados uma (TF1), duas (TF2), três (TF3) e quatro (TF4) vezes/dia durante 30 dias em sistema de recirculação (RAS)

Parâmetro	Unidade	TF1	TF2	TF3	TF4
Hb	g.dL ⁻¹	4,14 ± 1,37	4,16 ± 1,39	4,26 ± 0,9	4,37 ± 0,7
RBC	10 ⁶ .mm ⁻³	1,53 ± 0,2 ab	1,75 ± 0,4 a	1,41 ± 0,3 b	1,42 ± 0,3 b
Ht	%	26,9 ± 4,7	28,9 ± 3,9	26,2 ± 3,6	27,1 ± 4,3
VCM	fL	177,6 ± 36,0	172,9 ± 47,8	188,9 ± 26,9	195,9 ± 42,6

HCM	pg	25,5 ± 7,8	26,9 ± 11,1	35,4 ± 7,9	32,7 ± 7,1
CHCM	g.dL ⁻¹	15,7 ± 5,1	14,3 ± 4,4	17,7 ± 3,7	16,3 ± 2,6
GLI	mg.dL ⁻¹	87,0 ± 13,9 b	93,9 ± 7,8 ab	96,7 ± 10,9 ab	99,0 ± 12,3 a
CLT	mg.dL ⁻¹	486,2 ± 176,2	462,2 ± 129,4	368,5 ± 129,4	376,7 ± 148,2
TRG	mg.dL ⁻¹	473,1 ± 233,9	555,5 ± 273,8	377,2 ± 164,7	626,9 ± 314,8
PRT	g.dL ⁻¹	1,26 ± 0,7 ab	2,20 ± 1,4 a	1,03 ± 0,8 b	1,88 ± 2,0 ab

Os dados apresentados são compostos por médias ± desvio padrão obtidos dos peixes amostrados (n=15 por tratamento). Legenda: Hemoglobina (Hb); número de células vermelhas (RBC); Hematócrito (Ht); Volume Corpúscular Médio (VCM); Hemoglobina Corpúscular Média (HCM); Concentração de Hemoglobina Corpúscular Média (CHCM); Glicose Plasmática (GLI); Colesterol Total (CLT); Triglicerídeos (TRG); Proteínas Totais (PRT). Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ($p<0,05$).

A glicose plasmática (GLI) foi significativamente maior em TF4 em comparação com TF1, enquanto os níveis de PRT foram mais elevados em TF2 do que em TF3 ($p < 0,05$). CLT e TRG não foram afetados pela frequência alimentar ($p > 0,05$).

4 DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a qualidade da água manteve-se dentro dos níveis recomendados para a criação de tambaqui em sistemas intensivos (Lima et al., 2019; Costa et al., 2022), corroborando outros estudos que avaliaram diferentes estratégias de alimentação em sistemas de recirculação (Zaniboni Filho; Pedron; Ribolli, 2018).

A influência da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo observada no presente estudo reforça os achados de Garcez et al. (2023), que relataram melhores índices zootécnicos para tambaqui juvenis quando submetidos a alimentação diária em viveiros escavados. Resultados semelhantes foram encontrados em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas diariamente, que apresentaram maior ganho de peso e biomassa em comparação a grupos sob restrição alimentar (Arauco; Costa, 2012).

Entretanto, algumas pesquisas apontam benefícios da restrição alimentar parcial, como relatado por Assis et al. (2020), que recomendaram uma restrição de 1 dia/semana para tambaqui em sistemas de recirculação. Estratégias semelhantes foram aplicadas para pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (Favero et al., 2021) e para o híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) (Paz; Pastrana; Brandão, 2018), resultando em menor consumo de ração sem prejuízo significativo ao desempenho produtivo. No entanto, a redução de 2 dias/semana impactou negativamente a conversão alimentar e o crescimento no presente estudo, reforçando que a alimentação diária ainda é a estratégia mais eficaz para juvenis de tambaqui em sistemas RAS.

Em relação à frequência alimentar, o presente estudo sugere que alimentar os peixes duas vezes ao dia é a melhor estratégia para otimizar o desempenho zootécnico. Essa conclusão está

alinhada com os achados de Souza et al. (2014); Porto et al. (2020) e Leal et al. (2024), que observaram melhores taxas de crescimento e aproveitamento alimentar para tambaqui sob esse regime alimentar.

Do ponto de vista fisiológico, a restrição alimentar de 2 dias/semana impactou negativamente os parâmetros sanguíneos dos peixes, reduzindo significativamente Hb, Ht, VCM e HCM. Essa resposta sugere uma possível supressão no sistema hematopoiético ou uma adaptação ao estresse nutricional, como indicado por Fazio (2019). Pesquisas anteriores relataram reduções semelhantes nesses parâmetros para tambaqui em períodos prolongados de restrição (Assis et al., 2020; Roa et al., 2019). Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas no hematócrito e nas concentrações de hemoglobina para *P. brachypomus* (Favero et al., 2021) e *Hoplosternum littorale* (Rossi et al., 2015) após utilização de ambos os ciclos de restrição alimentar e realimentação.

De acordo com Ahmed, Reshi e Fazio (2020) as respostas fisiológicas variam com a espécie, idade, estado nutricional e fatores exógenos como temperatura da água, salinidade entre outros fatores. Portanto, os diferentes resultados nas variáveis hematológicas provavelmente se devem a diferenças entre espécies ou sistema de produção.

O aumento nos níveis plasmáticos de PRT dos peixes do TR3 em relação aos demais tratamentos sugere que os peixes privados de alimentação por 2 dias/semana usaram proteínas como fonte de energia, mantendo seus níveis de GLI, CLT e TRG sem alterações em relação ao TR1 e TR2. Conforme revisto por McCue (2010), em alguns animais os níveis de glicose não alteram em jejum devido os estoques de glicogênio serem reabastecidos através da gliconeogênese às custas das proteínas. Esse resultado contrasta com os obtidos por Hernández, Hurtado-Oliva e Peña (2019) e Assis et al. (2020) que não verificaram alterações nos níveis de PRT em peixes submetidos a restrição alimentar.

A estratégia metabólica que os peixes utilizam como fonte de energia sob jejum varia entre as espécies e depende também das condições ambientais, do estado fisiológico dos peixes, da utilização de nutrientes, incluindo carboidratos, lipídios e proteínas de diferentes órgãos do corpo. Portanto, enquanto algumas espécies de peixes utilizam lipídios após o esgotamento das reservas de glicogênio do fígado como fonte primária de energia, outras utilizam proteína muscular como principal fonte de energia (McCue 2010; Hernández; Hurtado-Oliva; Peña, 2019).

Esses resultados juntamente com a avaliação do desempenho zootécnico indicam que o ideal é a alimentação diária. Embora os parâmetros sanguíneos não tenham revelado diferenças significativas entre TR1 e TR2 ($p>0,05$) foi observado que TR1 demonstraram melhores índices de desempenho zootécnico que TR2.

Ao avaliar os resultados dos experimentos de frequência alimentar (TF) os peixes do TF1 mostraram os menores valores de PF, GP, BF, GB e DF comparados com os demais TR. Já em relação a CAA e EAA TF1 e TF2 demonstraram as menores CAA e enquanto que a sobrevivência foi maior no TF2 ($p<0,05$). A menor CAA ocorreu porque os peixes foram alimentados apenas uma vez ao dia. Contudo, em relação ao crescimento e ganho de peso apresentaram os piores resultados.

Assim como ocorre na condição de restrição alimentar, a frequência alimentar pode influenciar os parâmetros hematológicos e metabólicos dos peixes (Navarro; Gutiérrez, 1995; Silva et al., 2020; Gonçalves-Junior et al., 2021; Guilherme et al., 2022). Apesar da relevância dos estudos fisiológicos na avaliação dos efeitos das estratégias alimentares adotadas para peixes, a maioria das pesquisas desconsideram essas análises e centralizam seus esforços na avaliação dos efeitos sobre desempenhos zootécnico e econômico.

No presente estudo, foi observado um discreto aumento, porém significativo, no RBC do TF2 em relação ao TF3 ($p<0,05$) por 30 dias em RAS indicando uma melhor condição fisiológica deste grupo em relação aos demais, uma vez que um número maior de células vermelhas circulantes pode contribuir com um melhor transporte de oxigênio. Entretanto, não ocorreram alterações significativas ($p>0,005$) para Hb, Ht, VCM, HCM e CHCM. Em estudos anteriores, a submissão a diferentes frequências alimentares não influenciou nos parâmetros hematológicos Hb, HT e RBC dos juvenis de esturjão, *Acipenser stellatus* (Dicu et al., 2013), de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Hisano et al., 2020), de baiacu-tigre, *Takifugu rubripes* (Gao et al., 2022) e do Oscar, *Astronotus ocellatus* (Lopera-Barreto et al., 2024).

Em relação parâmetros bioquímicos foi constatado aumentos significativos ($p<0,05$) na Gli do TF4 em relação ao TF1 e na PRT do TF2 em relação ao TF3 ($p<0,05$). CLT e TRG não foram afetados pela frequência alimentar ($p>0,05$). Os maiores valores de glicose nos peixes alimentados 4x/dia em relação aos alimentados apenas 1x/dia é esperado devido a maior disponibilidade de alimento ao longo do dia anterior à coleta de sangue. Já em relação a PRT os peixes alimentados 2x/dia apresentaram melhor aproveitamento da proteína que os alimentados 3x/dia.

Os efeitos da restrição alimentar sobre os parâmetros bioquímicos aqui estudados variam de acordo com as espécies e sistema. Souza et al. (2014) não observaram diferenças nos níveis de glicose sanguínea de *C macropomum* alimentados 2, 4, 6 e 8x/dia. Silva et al. (2020) relataram para tainha (*Mugil liza*) que o aumento da frequência alimentar promoveu aumentos no conteúdo sanguíneo de proteínas totais, glicose, triglicerídeos e colesterol, possivelmente devido ao aumento da ingestão e absorção de nutrientes.

Dicu et al. (2013) obtiveram maiores valores de glicose em exemplares de *Acipenser stellatus* alimentados 2x/dia do que os alimentados 4x/dia, enquanto os demais parâmetros mantiveram-se são maiores alterações. Os valores de glicose, triglicerídeos e colesterol plasmáticos não alteraram *Astronotus acellatus* sob diferentes frequências alimentares (Lopera-Barreto et al., 2024). Contudo, apesar de não avaliarem os níveis de proteínas totais no plasma, esses últimos autores observaram aumentos significativos nos níveis séricos da albumina dos peixes alimentados 2 e 4x/dia.

Diante dos resultados obtidos para os parâmetros sanguíneos de tambaqui se pode sugerir que a frequência alimentar ideal é de duas vezes por dia. Esta sugestão corrobora com as já obtidas para tambaqui que indicam que quando alimentados 2x/dia essa espécie apresenta melhor desempenho produtivo (Souza et. al., 2014; Porto et al., 2020; Leal et al., 2024).

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados concluímos que a alimentação diária e duas vezes ao dia resultou em melhores resultados na hematologia e bioquímica do sangue, sendo a mais adequada para produção de tambaqui em sistema de cultivo intensivo na modalidade RAS.

AGRADECIMENTOS

Às equipes do Laboratório de Aquicultura Experimental (LAQEX/UFAM), do Laboratório de Monitoramento e Tratamento de Efluentes (LMTE/UFAM) e do Laboratório de Fisiologia e Biotecnologia de Organismos Aquáticos (LAFBOA/UFAM)

REFERÊNCIAS

- ABDEL-TAWWAB, M. et al. Compensatory growth, feed utilization, whole-body composition, and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Journal of Applied Aquaculture*, 18: 17-36, 2006.
- ABDEL-HAKIM, N. F. et al. Effect of feeding regimens on growth performance of juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5: 49-54, 2009.
- AHMED, I.; RESHI, Q. M.; FAZIO, F. The influence of endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review. *Aquaculture International*, 28: 869-899, 2020.
- ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2): 147-190, 2003.
- Anuário da Piscicultura, PeixeBR, 2023. Piscicultura Brasileira, uma atividade em constante expansão. Anuário da Piscicultura. Disponível em [https://www.peixebr.com.br/anuario2023/Anuari oPeixeBR2023.pdf](https://www.peixebr.com.br/anuario2023/AnuárioPeixeBR2023.pdf). Accessed 26 June 2024.
- ARAUCO, L. R. R.; COSTA, V. B. Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Comunicata Scientiae*, 3(2): 134-138, 2012.
- ARAÚJO-LIMA, C. A.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Sociedade Civil Mamirauá. Brasília-CNPq, Tefé, Amazonas. 1998, 186p.
- ASSIS, Y. P. A. S. et al. Feed restriction as a feeding management strategy in *Collossoma macropomum* juveniles under recirculating aquaculture system (RAS). *Aquaculture*, 529: 735689, 2020.
- BAR, N. Physiological and hormonal changes during prolonged starvation in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71: 1-12, 2014.
- BARCELLOS, L. J. G et al. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundiá *Rhamdia quelen*. *Aquaculture*, 300: 231-236, 2010.
- BHUJEL, R. C. Statistics for aquaculture. United States Aquaculture series. United States. John Wiley e Sons, 2011, 240p.
- CADORIN, D. I. et al. Interaction of feeding frequency and feeding rate on growth, nutrient utilization, and plasma metabolites of juvenile genetically improved farmed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 53:500-515, 2022.
- CARUSO, G. et al. Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758): Response of some haematological, biochemical and non specific immune parameters. *Marine Environmental Research*, 81: 18-25, 2012.

CHO, S. H., 2005. Compensatory growth of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* L. and changes in biochemical composition and body condition indices during starvation and after refeeding in winter season. Journal of the World Aquaculture Society, 36:508-514, 2005.

COSTA, O. T. F. et al. The effects of stocking density on the hematology, plasma protein profile and immunoglobulin production of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) farmed in Brazil. Aquaculture, 499: 260-268, 2019.

DICU, M. D. et al. The influence of feeding frequency on the haematological profile of *A. stellatus* (Pallas 1771), reared in a recirculating aquaculture system. Lucrări Științifice-Seria Zootehnie, 59: 242-246, 2013.

DWYER, K. S et al. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture, 213: 279-292, 2002.

El-Arabya, D. A.; Amer, S. A.; Kalil, A. A. Effect of different feeding regimes on the growth performance, antioxidant activity, and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 528: 73557, 2020.

FAVERO, G. C. et al. Effects of short feed restriction cycles in *Piaractus brachypomus* juveniles. Aquaculture, 536: 736465, 2021.

FAZIO, F. Fish hematologic analysis as an important tool of aquaculture: a review. Aquaculture, 500: 237–242. 2019.

GAO, X. Q. et al. Effects of different feeding frequencies on the growth, plasma biochemical parameters, stress status, and gastric evacuation of juvenile tiger puffer fish (*Takifugu rubripes*). Aquaculture, 548: 737718, 2022.

GARCEZ, J. R. et al. Efeito da restrição alimentar no crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) em sistema semi-intensivo. RECIMA 21, 4(8): 1-11, 2023.

GONCALVES-JUNIOR, L. P. et al. Feeding frequency on *Lophiosilurus alexandri*: performance, hematology and daily rhythms. Journal of Applied Aquaculture, 35(1): 1-18, 2021.

GUILHERME, H. O. Feeding, growth, and blood chemistry of the tambaqui (*Colossoma macropomum*) held under self-feeding and time-restricted automatic feeding conditions. Aquaculture International, 30: 323–339, 2022.

GOMES, A. C. L. Efeito da frequência alimentar na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) em condições experimentais. Ifes Ciência, 5(1): 198-207, 2019.

HERNÁNDEZ, C.; HURTADO-OLIVA, M. A.; PEÑA, E. 2019. Effect of short-term starvation on hematological and blood biochemical parameters in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Latin American Journal of Aquatic Research, 47(1): 9-17, 2019.

HISANO, H. et al. Effect of feeding frequency on water quality, growth, and hematological parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* reared using biofloc technology. Journal of Applied Aquaculture, 33: 96-110, 2020.

IBGE (Brazilian Geography and Statistics Institute), 2023. Produção da Aquicultura. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado> Accessed 26 June 2024.

INOUE, L. A. K. A. et al. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. *Acta Amazônica*, 41(2): 327-332, 2011.

KONDERA, L. E. et al. Haematological and haematopoietic effects of feeding different diets and starvation in common carp *Cyprinus carpio* L. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1): 623-628, 2017.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Ed. Acqua Supre. Jundiaí, SP. 2^a ed. 2003, 126 p.

LEAL, R. M. et al. Impacto da restrição alimentar e da frequência alimentar na criação do tambaqui em sistema de recirculação para aquicultura “RAS”. *Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana*, 22(6):1-17, 2024.

LOPERA-BARRETO, N. M. et al. Influence of feeding frequency on growth, hematology, blood biochemistry, liver histology, and intestinal microbiota in the Oscar (*Astronotus ocellatus*). *Semina Ciências Agrárias*, 45(3): 727-748, 2024.

LIMA, J. F. et al. Recirculating system using biological aerated filters on tambaqui fingerling farming. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54, e00294, 2019.

MACEDO, J. A. B. Águas e Águas: Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas. 3a. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2005, 302p.

McCUE, M. D. Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 156: 1-18, 2010.

NAVARRO, I.; GUTIERREZ, J. Fasting and starvation. *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, 4: 394–434, 1995.

PAZ, A. L.; PASTRANA, Y. M.; BRANDÃO, L. V. Food deprivation does not affect growth performance of juvenile tambacu. *Acta Amazônica*, 48(3): 207-210, 2018.

PEREIRA FILHO, M., FONSECA, F.A.L., SILVA, J.A.M.; BRANDÃO, L.V. Nutrição e boas práticas de manejo em aquicultura1. PUBVET, V.2, N.18, Mai1, 2008.

PEREIRA, G. P., PEREIRA, E. M. D. O., FILHO, M. P., BARBOSA, P. D. S., SHIMODA, E., & BRANDÃO, L. V. (2013). Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazonica*, 43(2), 217-226. <https://doi.org/10.1590/s0044-59672013000200013>

PÉREZ-JIMÉNEZ, A. et al. Metabolic responses to short starvation and refeeding in *Dicentrarchus labrax*. Effect of dietary composition. *Aquaculture*, 265: 325-335, 2007.

PETILLO, E.C.; FERREIRA, A.D.C.; OLIVEIRA, C.P.F.D.; BRANDÃO, L.V.; MARINHO-PEREIRA, T.; CAVERO, B.A.S. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) in RAS Technology: Zootechnical, Hematological, Biochemical and Kn Profiles at Different Stocking Densities During the Initial Grow-Out Phase. *Aquac. J.*, 5, 1. 2025.

PORTO, M. O. et al. Frequência alimentar para tambaquis *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados em um centro de pesquisa amazônico. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, 12(1): 108-121, 2020.

ROA, F. G. B. et al. Production performance of tambaqui juveniles subjected to short feed-deprivation and refeeding cycles. *Boletim do Instituto de Pesca*, 45(4), 2019.

SANTOS, E. L. et al. Desempenho de tambaquis (*Colossoma macropomum*) submetidos a restrição alimentar e a realimentação em tanques-rede. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(3): 931-938, 2018.

SANTOS, M. Q. C. et al. Feeding strategies and energy to protein ratio on tambaqui performance and physiology. *Boletim Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 955-961, 2013.

SANTOS, M. S. et al. Crescimento compensatório de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a jejum e realimentação. *Igapó*, 9(1), 2015.

SEABRA, A. G. L Influência da frequência alimentar durante a alevinagem do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). *Brazilian Journal of Development*, 6(2): 6789-6801, 2020.

SILVA, C. R.; GOMES, L. C; BRANDÃO, F. R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture*, 264:135-139, 2007.

SILVA, E. C. et al. Effect of feeding frequency on growth performance, blood metabolites, proximate composition and digestive enzymes of Lebranche mullet (*Mugil liza*) Juveniles. *Aquaculture Research*, 51:1162-1169, 2020.

SOUZA, R. C. et al. Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(3): 927-932, 2014.

SHIMENO, S.; KHEYYALI, D.; TAKEDA, M. Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, v. 56, p. 35-41, 1990.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Hematology of teleosts fish. 1. ed.: Villimpress, Ribeirão Preto, 2004. 144p (In Portuguese).

VAL, A. L.; OLIVEIRA, A. M. *Colossoma macropomum* - A tropical fish model for biology and aquaculture. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative physiology*, 1-10, 2021.

WINTROBE, M. M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica: Internationales Magazin fur Blutforschung*, 51: 32-49, 1934.

ZANIBONI FILHO, E.; PEDRON, J. S.; RIBOLLI, J. Opportunities and challenges for fish culture in Brazilian reservoirs: a review. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 30: e302, 2018.