

Restrição Alimentar para Tambaquis Destinados a Engorda



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
45**

**Restrição Alimentar para Tabaquis
Destinados a Engorda**

*Lorena Ianka Pontes da Silva
Gabriella Souza de Almeida
Adila Samara Frazão Meira
Cheila de Lima Bojjink
Jony Koji Dairiki*

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, AM
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7915
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Kátia Emídio da Silva

Secretária-Executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta
Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira*

Supervisão editorial e revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Jony Koji Dairiki

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Ocidental

Restrição alimentar para tambaquis destinados a engorda / Lorena Ianka Pontes
da Silva... [et al.]. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2022.

30 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 45).

1. Tambaqui. 2. *Colossoma macropomum*. 3. Peixe. 4. Jejum. 5. Nutrição
animal. I. Silva, Lorena Ianka Pontes da. II. Almeida, Gabriella Souza de.
III. Meira, Adila Samara Frazão. IV. Boijink, Cheila de Lima. V. Dairiki, Jony Koji.
VI. Série.

CDD 639.3

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	6
Metodologia	8
Resultados e Discussão	17
Considerações Finais.....	27
Agradecimentos.....	27
Referências	28

Restrição Alimentar para Tambaquis Destinados a Engorda¹

Lorena Ianka Pontes da Silva²

Gabriella Souza de Almeida³

Adila Samara Frazão Meira³

Cheila de Lima Boijink⁴

Jony Koji Dairiki⁵

Resumo – O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando seis tratamentos (0 – Alimentação diária; 1, 2, 3, 4 e 5 – Dias de jejum na semana) com quatro repetições. Foram utilizados 240 juvenis de tambaqui (43,33 g ± 8,34 g), distribuídos em 24 caixas d'água de 1.000 L (dez peixes/caixa), com renovação constante de água e aeração artificial, alimentados por um período de 280 dias. Ao final do experimento, foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico, as relações somáticas e a glicose sanguínea, e realizada uma análise de custo com alimentação. Houve diferença ($P < 0,05$) entre tratamentos, os melhores resultados de desempenho zootécnico foram registrados para os animais alimentados diariamente (0) e para aqueles com apenas 1 dia de restrição (1). Submeter tambaquis a mais de 2 dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico e as relações somáticas. Concomitantemente, na fase de engorda, a economia de ração é menos elevada, uma vez que a melhor redução foi de 9,19% (3 dias de jejum), entretanto o desempenho nesse tratamento não foi adequado. Diante dos resultados, recomendamos a restrição alimentar de apenas 1 dia para obter desempenho zootécnico satisfatório, com a possibilidade de diminuir a mão de obra na alimentação dos animais nessa fase.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, economia de ração, nutrição.

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen).

² Bolsista de apoio técnico, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³ Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Feeding Restriction for Tambaquis Intended for Fattenings

Abstract – The study was conducted in a completely randomized design (DIC), using six treatments (0 – Daily food, 1, 2, 3, 4 and 5 – fasting days per week) with four replications. A total of 240 juvenile tambaqui ($43.33 \text{ g} \pm 8.34 \text{ g}$) were used, distributed in 24 1,000 L water tanks (10 fish/box), with constant water renewal and artificial aeration, fed for a period of 280 days. At the end of the experiment, the parameters of zootechnical performance, somatic relationships and blood glucose were evaluated, in addition to an analysis of the cost of food. There was a difference ($P < 0.05$) between treatments, the best results of zootechnical performance were recorded for animals fed daily (0) and with only one day of restriction (1). Submitting tambaquis to more than two days of food restriction compromises zootechnical performance and somatic relationships. Concomitantly, in this phase, the feed economy is less prominent, since the best reduction was 9.19% (3 days fasting), however, the performance in this treatment was not adequate. In view of these results, we recommend a feed restriction of just one day to obtain satisfactory zootechnical performance with the possibility of reducing the manpower in feeding the animals at this stage.

Index terms: *Colossoma macropomum*, feed economy, nutrition.

Introdução

A produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) no Amazonas é relevante e contribui majoritariamente para elevar a produção estadual de peixes nativos. Em 2021, foram produzidas cerca de 21 mil toneladas de peixes nativos no estado. Para a consolidação e competitividade da produção estadual ainda é necessário melhorias, uma vez que o Amazonas é o quinto maior produtor de peixes nativos, perdendo posição para os estados de Rondônia, Mato Grosso, Maranhão e Pará (Associação Brasileira de Piscicultura, 2022). O tambaqui é uma espécie onívora, ou seja, na natureza, consome alimentos de origem vegetal, como frutos e sementes, e também alimentos de origem animal, como insetos, zooplâncton, caramujos, entre outros (Araújo-Lima;

Gomes, 2005; Froese, 2022). Esse hábito alimentar torna o tambaqui uma espécie facilmente adaptável à alimentação com base em rações completas, já existentes no mercado, em que há uma mistura de ingredientes que propiciam bom desempenho zootécnico e qualidade do pescado ao consumidor.

Em revisão bibliográfica recente, Hilsdorf et al. (2022) recomendam pesquisas sobre o aprimoramento das rações para tambaqui, que devem conter de 75% a 85% de proteína vegetal, e sobre melhoramento genético e otimização do sistema produtivo para alcançar a sustentabilidade da criação. Uma das carências observadas na literatura sobre a espécie está associada à falta de estudos com animais destinados a engorda, ou seja, animais em fase de terminação e preparação para o abate. Uma das possíveis explicações para essa situação pode estar relacionada à necessidade de despender maior recurso para adaptar as instalações experimentais e aumentar o tempo de experimentação, uma vez que animais destinados para essa finalidade precisam, ao menos, de 1 ano para atingir o peso para comercialização.

A formulação de dietas de alta eficiência alimentar e mínimo impacto ambiental deve ser a obsessão dos nutricionistas (Cyrino, 2012). Entretanto, no Amazonas, há falta de opções de ingredientes locais para compor tais dietas, além disso o preço das rações completas fabricadas fora do estado e dos ingredientes convencionais (farelo de soja, milho, farelo de trigo, entre outros) é encarecido pelo frete. Portanto, a necessidade iminente de se buscar soluções de pesquisa em que haja uma otimização do item que mais onera a produção de peixes no Amazonas: o custo da ração.

Uma das formas para se alcançar resultados satisfatórios é adotar estratégias de manejo alimentar. Nas literaturas nacional e internacional, existem trabalhos com diversas espécies de peixes que já evidenciam os benefícios da utilização da técnica intitulada “restrição alimentar” com “ganho compensatório animal” (Souza et al., 2003; Skalski et al., 2005; Camargo et al., 2008; Sevgili et al., 2012; Santos et al., 2016; Salomão et al., 2017; Dar et al., 2018; Mozanzadeh et al., 2021; Kim et al., 2022; Xiong et al., 2022; Zhu et al., 2022). Nessas pesquisas usam-se intervalos de alimentação em que o animal passa alguns dias ou períodos em jejum, e, ao ser realimentado, dependendo da espécie criada, há um ganho compensatório em que a ração fornecida é mais bem aproveitada pelo animal. Há ganhos atrelados a essa restrição, como, por exemplo, menos perda de ração e, conseqüentemente, menor poluição da água. Além disso, o animal não irá acumular reservas corporais na forma

de lipídios e, assim, a qualidade da carcaça não será depreciada, e o principal, haverá economia da ração ofertada.

A restrição seguida da realimentação pode desencadear mecanismos de ajuste metabólico para melhorar a utilização do alimento e propiciar aporte suficiente de energia para o crescimento, processo de maturação gonadal e composição corporal (Carvalho; Urbinati, 2005). A falta de informações detectada na consulta à literatura sobre tambaqui na fase de engorda também foi um dos motivadores da presente pesquisa.

Diante dessas justificativas, objetivou-se avaliar períodos de restrição alimentar, com base no fornecimento de ração até a saciedade aparente, no intuito de reduzir o custo da alimentação de tambaquis destinados a engorda.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental (Figura 1), localizado na cidade de Manaus, AM. Todos os procedimentos foram realizados conforme solicitação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais (Ceua) da Embrapa Amazônia Ocidental (Protocolo nº 07/2018 – Certificado de Aprovação) e obtiveram regularização para acesso ao patrimônio genético (animais envolvidos no experimento) por meio da inserção do cadastro A8E019E na plataforma do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Sisgen) do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN)/Ministério do Meio Ambiente (MMA).

As rações utilizadas no experimento foram adquiridas em casa agropecuária, na cidade de Manaus. Foram utilizadas rações extrusadas contendo 45% de proteína bruta (PB) com pellets de 4 mm (Figura 2) no período de adaptação (recria). O período de transição foi realizado antes do período experimental, no qual a ração inicial (45% de PB) foi substituída por outra contendo 32% de PB com pellets de 6 mm a 8 mm. Elas foram armazenadas no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes, em local livre de umidade e ao abrigo da luz.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 1. Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes e Fábrica de Ração Demonstrativa da Embrapa Amazônia Ocidental.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 2. Ração comercial extrusada utilizada no experimento.

Foram adquiridos juvenis de tambaqui provenientes de um piscicultor comercial do município de Rio Preto da Eva, AM. No laboratório, os peixes foram aclimatados e passaram pelo período de recria em caixas d'água de polietileno (1.000 L) abastecidas com água de poço artesiano e aeração artificial. O experimento teve duração de 280 dias, conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições cada. As unidades experimentais foram aleatorizadas utilizando-se a ferramenta eletrônica Edgar II (Brown, 2005). Foram destinados 240 tambaquis para a engorda (peso inicial de $43,33 \text{ g} \pm 8,34 \text{ g}$), distribuídos em 24 unidades experimentais que consistiam em caixas d'água de polietileno de capacidade de 1.000 L (Figura 3), cada uma com dez peixes (Figura 4). Na biometria inicial, os animais foram pesados e medidos com o auxílio de balança digital e uso de anestésico com solução de eugenol na dose de 0,4 mL por litro de água (Figura 5).

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 3. Caixas d'água de polietileno de 1.000 L (unidades experimentais).



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 4. Biometria inicial com a pesagem dos lotes de peixes (dez peixes por unidade experimental).



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 5. Materiais utilizados para realização das biometrias.

Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: 0 – Alimentação diária (controle); 1 – 1 dia de jejum por semana; 2 – 2 dias de jejum por semana; 3 – 3 dias de jejum por semana; 4 – 4 dias de jejum por semana; e 5 – 5 dias de jejum por semana. A frequência de alimentação utilizada no ensaio foi de apenas uma refeição por dia no horário das 10 horas, a quantidade de ração fornecida para cada tratamento foi baseada em 5% do peso do lote (porcentagem da biomassa), para isso foram realizadas biometrias mensais para correção e ajustes no fornecimento (Figura 6). Cada unidade experimental possuía sua quantidade de ração individualmente pesada e ajustada (Figura 7). Os parâmetros de qualidade de água: pH, temperatura e oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente com auxílio de pHmetro (modelo Hanna Checker MR1) e oxímetro (modelo YSI Ecosense DO20) digitais (Figura 8). Amostras de água coletadas durante o ensaio (Figura 9) foram analisadas para determinação dos parâmetros químicos, como amônia total, nitrito total, alcalinidade e dureza (por meio de análise laboratorial com o uso do espectrofotômetro – modelo Genesys 50).

Foto. Jony Koji Dairiki



Figura 6. Biometria para ajuste do fornecimento de ração no decorrer do ensaio.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 7. Início da alimentação (divisão dos tratamentos com repetições).



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 8. pHmetro e oxímetro digitais para monitoramento dos parâmetros de qualidade da água.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 9. Coleta de amostras de água para monitoramento dos parâmetros químicos de qualidade da água.

Na Tabela 1, são apresentados os principais dados coletados na biometria inicial. De acordo com esses dados e com a condição apresentada, os animais estavam saudáveis e aptos para a avaliação.

Tabela 1. Caracterização dos tambaquis submetidos a restrição alimentar no início do experimento.

Tratamentos	Médias*
Peso inicial unitário (g)	43,33 ± 8,34
Comprimento total (cm)	13,34 ± 0,92
Comprimento padrão (cm)	11,21 ± 0,75
Relação hepatossomática (%)	0,37 ± 0,20
Relação lipossomática (%)	0,02 ± 0,00
Relação viscerossomática (%)	1,69 ± 0,33
Glicose sanguínea (mg/dL)	87,17 ± 16,40

No final do período experimental foi realizada a biometria final e foram pesadas amostras representativas de fígado, gordura visceral e vísceras dos peixes para determinação das relações corporais, imprescindíveis para o monitoramento da qualidade da carcaça e verificação de possíveis desordens nutricionais: relação hepatossomática (RHS) = $(\text{peso do fígado} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$, lipossomática (RLS) = $(\text{peso da gordura intraperitoneal} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$ e viscerossomática (RVS) = $(\text{peso das vísceras} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$.

Avaliaram-se os seguintes parâmetros de desempenho zootécnico: peso final unitário (PFU); ganho de peso unitário (GPU) = $(\text{peso final}) - (\text{peso inicial})$; consumo de ração unitário (CRU); conversão alimentar aparente (CAA) = $(\text{consumo de ração}) \div (\text{ganho de peso})$ taxa de crescimento específico (TCE) = $\{[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \div \text{período}] \times 100\}$ e sobrevivência (S) = $(\text{número de animais final} \div \text{número de animais inicial}) \times 100$.

Além disso, foram coletadas amostras representativas de sangue por punção da veia caudal (Figura 10) para determinação da glicose sanguínea, com uso de glicosímetro digital (modelo Active Roche Accu-Chek®) (Figura 11). Os filés de tambaqui foram retirados e pesados para o cálculo do rendimento de filé (RF) (Figuras 12 e 13).

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 10. Coleta de amostra de sangue por punção da veia caudal do peixe.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 11. Medição da glicose sanguínea com o glicosímetro digital.

Foto: Gabriella Almeida



Figura 12. Retirada do filé de tambaqui para cálculo do rendimento.



Foto: Gabriella Almeida

Figura 13. Couro, filé e vísceras separados para pesagem.

Os dados foram tabulados em planilha Excel e submetidos à análise de variância ($\alpha=0,05$) e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$) pelo sistema computacional GraphPad INSTAT (versão 3). O custo para a produção de cada quilograma de peixe por tratamento foi efetuado a partir do custo do quilograma da ração para engorda utilizada em 2021 (a média de custo do saco de ração com 25 kg de 32% de PB era R\$ 106,00) multiplicado pelos valores de conversão alimentar aparente de cada tratamento. Com base no custo da alimentação diária foram calculadas as possíveis porcentagens de economia com a adoção de restrição alimentar.

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade da água, monitorados durante todo o período experimental, apresentaram os seguintes valores: temperatura: $27,18 \pm 0,36$ °C; pH: $5,38 \pm 0,5$, oxigênio dissolvido: $6,92$ mg/L $\pm 1,02$ mg/L, nitrito: $0,006$ mg/L, amônia: $0,79$ mg/L, alcalinidade: $4,59$ mg CaCO_3 /L e dureza: $4,96$ mg CaCO_3 /L. Todos de acordo com os sugeridos para a criação da espécie em ambiente tropical (Aride et al., 2004).

Ao término do período de alimentação de 280 dias, os lotes de tambaqui, previamente anestesiados com solução de eugenol na dose de 0,4 mililitro por litro de água, foram novamente pesados, medidos e contabilizados. Nas Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 apresenta-se uma repetição de cada tratamento.

Foto: Gabriella Almeida



Figura 14. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 0 – Controle).

Foto: Gabriella Almeida



Figura 15. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 1 – 1 dia de jejum).



Foto: Gabriella Almeida

Figura 16. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 2 – 2 dias de jejum).



Foto: Gabriella Almeida

Figura 17. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 3 – 3 dias de jejum).

Foto: Gabriella Almeida



Figura 18. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 4 – 4 dias de jejum).

Foto: Gabriella Almeida



Figura 19. Tambaquis ao término do ensaio (Tratamento 5 – 5 dias de jejum).

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados para as variáveis de desempenho zootécnico, e na Tabela 3 as relações corporais e glicose sanguínea. Houve diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis: peso unitário final, ganho de peso unitário, consumo unitário de ração, taxa de cresci-

Tabela 2. Variáveis de desempenho zootécnico dos tambaquis submetidos a restrição alimentar.

Tratamentos*	0	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias
Peso inicial unitário (g)	42,7 ± 0,7 ^a	43,1 ± 0,9 ^a	44,1 ± 0,9 ^a	43,9 ± 0,9 ^a	44,0 ± 0,8 ^a	43,5 ± 0,7 ^a
Peso final unitário (g)	492,8 ± 30,7 ^a	466,3 ± 62,8 ^a	376,4 ± 11,3 ^b	333,3 ± 17,8 ^{bcd}	275,1 ± 40,0 ^d	169,8 ± 17,8 ^e
Ganho de peso unitário (g)	450,2 ± 31,2 ^a	423,1 ± 62,5 ^a	332,3 ± 11,4 ^b	289,4 ± 18,0 ^{bcd}	231,1 ± 40,3 ^d	126,3 ± 17,7 ^e
Consumo unitário (g)	588,0 ± 0,0 ^a	586,0 ± 0,0 ^a	420,0 ± 0,0 ^b	345,3 ± 0,0 ^{bcd}	286 ± 0,0 ^d	172,7 ± 0,0 ^e
Conversão alimentar	1,3 ± 0,1 ^a	1,4 ± 0,1 ^a	1,3 ± 0,1 ^a	1,2 ± 0,1 ^a	1,2 ± 0,1 ^a	1,4 ± 0,2 ^a
Taxa cresc. específico (%/dia)	0,87 ± 0,03 ^a	0,84 ± 0,05 ^{ab}	0,76 ± 0,01 ^{bc}	0,72 ± 0,01 ^{cd}	0,65 ± 0,05 ^d	0,48 ± 0,02 ^e
Sobrevivência (%)	100,0 ± 0,0 ^a	87,5 ± 12,6 ^a	100,0 ± 0,0 ^a	97,5 ± 5,0 ^a	90,0 ± 14,1 ^a	97,5 ± 5,0 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Médias, ± desvio padrão.

*Tratamentos: 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem à quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente.

mento específico, comprimento total, comprimento padrão, relação hepatossomática, relação lipossomática e rendimento de filé.

Os maiores períodos de restrição alimentar por semana (2, 3, 4 e 5 dias) prejudicaram o desempenho animal, pois não houve ganho compensatório, e sim um decréscimo significativo no crescimento com o uso de jejum prolongado (Figura 20).

Uma das possíveis explicações para a perda de desempenho animal nessa fase de criação está relacionada à duração do experimento e, principalmente, ao tempo em que os animais ficaram em jejum (Tabela 4). Dessa forma, as restrições alimentares mais severas impactaram de forma acumulativa o desempenho produtivo, pois os animais destinados a engorda precisam ser alimentados para suprir suas necessidades de manutenção, ao mesmo tempo em que precisam ter nutrientes para construção e desenvolvimento de órgãos e tecidos. Segundo Nebo et al. (2018), a prática da restrição foi eficiente para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em situações de jejum de 1 a 3 semanas, porém com realimentação diária por 10 semanas

Tabela 3. Relações corporais e níveis de glicose sanguínea dos tambaquis submetidos a restrição alimentar.

Tratamentos*	0	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias
Comprimento total (cm)	28,5 ± 2,1 ^a	28,3 ± 1,9 ^a	26,1 ± 1,9 ^{bc}	25,1 ± 1,7 ^c	23,6 ± 1,6 ^d	20,0 ± 1,9 ^e
Comprimento padrão (cm)	24,5 ± 1,9 ^a	24,2 ± 1,5 ^a	22,3 ± 1,6 ^{bc}	21,4 ± 1,5 ^c	20,1 ± 1,5 ^d	17,2 ± 1,6 ^e
Relação hepatossomática (%)	0,9 ± 0,2 ^{bb}	1,3 ± 0,3 ^a	1,1 ± 0,3 ^{ab}	1,0 ± 0,2 ^{ab}	0,9 ± 0,1 ^b	0,9 ± 0,2 ^b
Relação viscerossomática (%)	^a 4,0 ± 1,6 ^a	4,3 ± 0,9 ^a	4,7 ± 0,9 ^a	4,7 ± 0,6 ^a	4,6 ± 0,6 ^a	5,4 ± 1,2 ^a
Rendimento de filé (%)	33,9 ± 2,1 ^a	35,2 ± 2,6 ^a	34,3 ± 1,8 ^a	29,8 ± 5,8 ^{ab}	32,8 ± 1,5 ^{ab}	28,5 ± 4,3 ^b
Análise sanguínea						
Glicose sanguínea (mg/dL)	63,6 ± 17,7 ^a	65,2 ± 16,0 ^a	58,5 ± 12,6 ^a	64,1 ± 10,8 ^a	59,8 ± 16,1 ^a	63,1 ± 13,5 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Médias, ± desvio padrão.

*Tratamentos: 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem à quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente.

consecutivas. Nessas condições, os animais apresentaram crescimento compensatório parcial. Em um primeiro momento, no jejum, os animais apresentam a mobilização das reservas lipídicas e do glicogênio hepático para manutenção das funções vitais. Com o aumento do período de jejum e o esgotamento dessas reservas, pode ocorrer a mobilização das proteínas musculares e da carcaça, o que, do ponto de vista fisiológico, prejudica o desenvolvimento animal. Trabalho recente de Kim et al. (2022) com juvenis de peixe leopardo mandarim (*Siniperca scherzeri*) comprovou que a prática da realimentação pós-privação alimentar foi suficiente para que os animais se recuperassem do período de jejum. Nesse caso específico, animais mantidos em jejum de 5 a 14 dias recuperaram o crescimento após realimentação diária por 4 semanas. No caso dos tambaquis, eles poderiam ser realimentados diariamente após determinado período de jejum para então apresentarem melhor ganho compensatório.

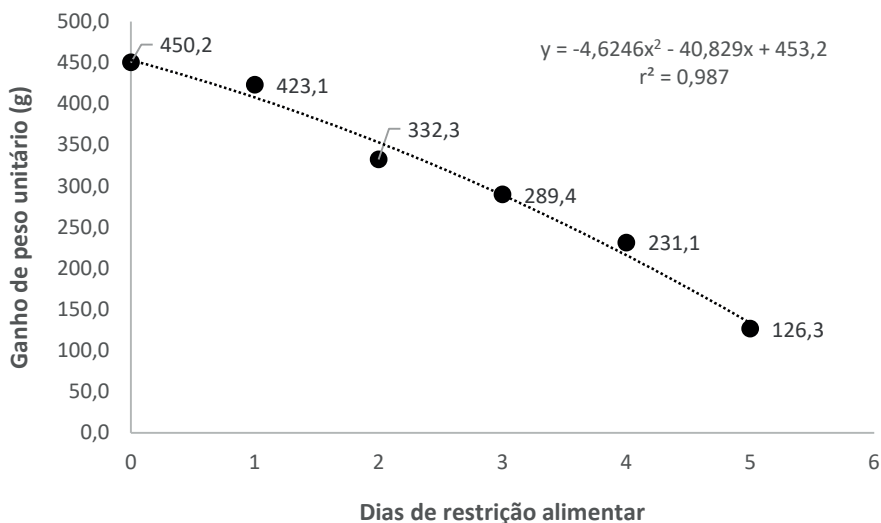


Figura 20. Ganho de peso unitário de juvenis destinados a engorda após restrição alimentar.

Tabela 4. Distribuição da alimentação dos tambaquis em relação aos tratamentos.

Tratamento	Dias de jejum	Dias de alimentação
0	0	280
1	40	240
2	80	200
3	120	160
4	160	120
5	200	80

O ganho compensatório provavelmente poderia ser obtido também se a forma como foi realizado o jejum houvesse sido diferente, “moderada”, como ocorreu no trabalho de Oliveira (2015), em que juvenis de tilápia-do-nylo com peso inicial de $137 \text{ g} \pm 3,0 \text{ g}$ foram alimentados em dias alternados, como foi realizado em um dos tratamentos, com alimentação nas segundas, quartas e sextas e jejum nos demais dias. No caso da tilápia-do-nylo, mesmo com 4 dias de restrição alimentar, houve ingestão compensatória, ou seja, em termos fisiológicos, os animais apresentaram rápida recuperação do jejum e boa homeostase do organismo, culminando, em termos de produção comercial, com

economia de mão de obra, possibilitada pela adoção da restrição alimentar moderada, com incremento da lucratividade da tilapicultura, principalmente quando o preço da ração aumentava.

Acerca das relações corporais e comprimentos, houve diferença ($p < 0,05$) para comprimento total, padrão, relação hepatossomática e lipossomática. Uma menor relação lipossomática é desejável, especialmente na fase de terminação dos peixes, com o fornecimento de animais com menor teor de gordura para o consumidor. Em trabalho de Villaroel et al. (2011) foi comprovado que o aumento do número de refeições diárias pode elevar o nível de gordura na carcaça de tilápias, o que é indesejável para a produção.

No ensaio com os tambaquis, a restrição alimentar provocou diminuições nos teores de lipídio, tanto visceral quanto da carcaça. Essa mesma tendência foi observada para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) avaliados por Souza et al. (2002), os quais possuíam peso médio inicial de 83,5 g e, durante 91 dias, foram submetidos a restrição alimentar e realimentação. Os autores recomendam o uso dessa técnica, especialmente nos períodos de inverno, nas regiões em que essa estação é mais comum (Centro-Oeste, Sudeste e Sul do País). Nessa situação, com a diminuição da temperatura, diminui-se também o metabolismo dos peixes. Então, a alimentação pode ser cessada para evitar perdas pela falta do consumo de ração. Noutro trabalho, em que salmões-do-atlântico (*Salmo salar*) foram mantidos em temperatura de 12 °C, o jejum não prejudicou o desenvolvimento dos peixes, inclusive desacelerou a maturação gonadal de animais adultos, uma prática considerada interessante para manejo dos animais (Hvas et al., 2022). Na Figura 21, na qual são apresentadas as médias de temperatura, oxigênio dissolvido e pH, monitoradas no decorrer do período experimental com os tambaquis, observa-se que a temperatura se mantém constante ao longo dos 280 dias, com isso o metabolismo dos peixes se manteve constante e, por essa razão, as restrições mais severas propiciaram o pior desempenho zootécnico dos peixes.

Sobre o rendimento de filé, outro parâmetro relevante quando se avaliam animais destinados à fase de terminação e engorda, os resultados obtidos no presente ensaio (Tabela 3) foram semelhantes aos publicados por Basso et al. (2011) com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) de diferentes classes de tamanho; por sua vez, os tambaquis com menor peso apresentaram pior rendimento de filé (28,5%), o que demonstra o efeito negativo da restrição alimentar severa (5 dias de jejum), pois provoca perda de peso do animal e ao mesmo tempo perda de peso do filé, característica indesejável para a produ-

ção. Lima et al. (2018) demonstraram que existem diferenças de rendimentos e de composição centesimal de tambaquis em relação ao tamanho de abate, e estas devem ser consideradas pela indústria processadora.

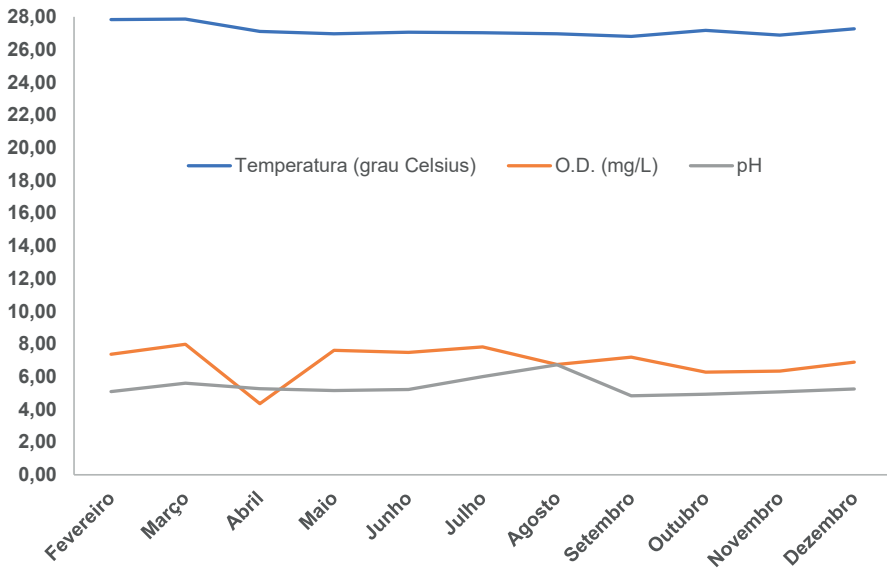


Figura 21. Médias de temperatura, oxigênio dissolvido e pH durante o período experimental.

Em relação à glicose sanguínea, parâmetro que pode indicar condições de estresse animal, os valores mensurados no início (Tabela 1) e ao término do ensaio (Tabela 3) estão dentro do padrão de referência da espécie determinado por Tavares-Dias (2015). Neste trabalho, o autor cita a faixa de referência de 31,7 mg/dL a 102,9 mg/dL, com a mediana de 57,9 mg/dL, para tambaquis mantidos em sistema de criação intensiva. Os valores médios do presente ensaio nos permitem inferir que os animais mantidos nas condições experimentais não apresentaram padrão de glicose sanguínea anormal que pudesse interferir no desempenho animal, mesmo nos animais mantidos em condições severas de jejum.

Não foram observados sinais negativos relacionados às interações sociais entre os animais avaliados. Em nenhuma das unidades experimentais detectaram-se condições de agressão e hierarquia na disputa por alimento, mesmo nos tratamentos em que a restrição alimentar foi mais severa. Essa condição é positiva para o tambaqui, ao contrário da tilápia-do-nilo, cujas in-

terações sociais podem afetar as respostas alimentares e assim prejudicar o desempenho zootécnico, o estado imunológico, entre outros fatores (Rodde et al., 2021).

Com relação ao cálculo do custo relacionado à quantidade de ração consumida para cada quilograma de tambaqui, a Tabela 5 apresenta as porcentagens de economia geradas com o emprego das restrições alimentares para a fase de engorda.

Tabela 5. Custo da quantidade de ração para produção de cada quilograma de tambaqui e suas respectivas porcentagens de economia.

Tratamento#	Custo médio da ração/kg (R\$)*	Conversão alimentar aparente	Custo da ração consumida/kg peixe (R\$)	% de economia*
0	4,24	1,31	5,55	0
1	4,24	1,39	5,89	0
2	4,24	1,26	5,34	3,78
3	4,24	1,19	5,04	9,19
4	4,24	1,24	5,26	5,22
5	4,24	1,39	5,89	0

*Valor em 2021 (ração extrusada com 32% PB – saco de 25 kg: R\$ 106,00).

#Dias de restrição alimentar.

*Em relação ao fornecimento diário (0 – Controle).

Neste estudo, a restrição alimentar de tambaquis destinados para engorda, quando submetidos a até 3 dias de restrição alimentar, pode diminuir em até 9,19% os custos com fornecimento de ração, se comparado ao arraçoamento diário (sem jejum). Nessa situação, houve redução de 43% da quantidade de ração ofertada, valor superior ao apresentado por Palma et al. (2010) para juvenis de tilápia, linhagem GIFT, em que 2 dias de restrição propiciaram redução de até 22,5% do fornecimento de ração. Santos et al. (2018) concluíram que a restrição alimentar de 2 dias se apresentou como a melhor ferramenta na redução de custos de produção sem prejuízo ao desempenho produtivo de juvenis de tambaqui estocados em tanques-rede de 0,5 m³.

Outra possível estratégia a ser utilizada para reduzir o custo do fornecimento de ração no estado pode estar relacionada ao uso de restrições alimentares menos agressivas (1 a 2 dias de jejum), com o fornecimento con-

trolado de ração (com base na porcentagem da biomassa do lote) aliado à redução do nível proteico da ração comercial, ou seja, ao invés de fornecer diariamente uma ração com 32% de PB, poderia ser ofertada uma ração com 28% de PB em alguns dias da semana. Em estudo recente, Asadi et al. (2021) apresentaram essa possibilidade na nutrição de juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), no qual animais que se alimentaram por intervalos de fornecimento de rações com 45% e 35% de PB apresentaram desempenho similar àqueles que ingeriram apenas ração com 45% de PB (esta mais onerosa, em razão de maior quantidade de proteína).

Considerações Finais

Tambaquis destinados a engorda e submetidos a até 1 dia de restrição alimentar podem apresentar crescimento compensatório parcial. Submeter tambaquis a mais de 2 dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico e as relações somáticas. Concomitantemente, nessa fase, a economia de ração é menor, uma vez que a maior redução foi de 9,19% (3 dias de jejum), entretanto o desempenho nesse tratamento não foi adequado. Diante dos resultados, recomendamos a restrição alimentar de apenas 1 dia para obter desempenho zootécnico satisfatório, com a possibilidade de diminuir a mão de obra na alimentação dos animais na fase de engorda.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, pela infraestrutura; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), por meio da concessão das bolsas de iniciação científica, apoio técnico e financeiro, por meio da aprovação do Processo: 062.01301/2018 do Edital n° 004/2018 – Amazonas Estratégico com o projeto intitulado: Estratégias de Manejo Alimentar e Monitoramento da Qualidade da Água Visando à Redução dos Custos de Produção do Tambaqui no Estado do Amazonas, coordenado pelo Dr. Jony Koji Dairiki.

Referências

- ARAÚJO-LIMA, L. D.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEREROTTO, B.; GOMES, L. C. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Water pH in central Amazon and its importance for tambaqui (*Colossoma macropomum*) culture. **World Aquaculture**, v. 35, n. 2, p. 2427, 2004.
- ASADI, M.; KENARI, A. A.; ESMAEILI, M. Restricted-protein feeding strategy decreased the protein consumption without impairing growth performance, flesh quality and non-specific immune parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 531, art. 735946, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2021**. São Paulo: ABP, 2022.
- BASSO, L.; FERREIRA, M. W.; SILVA, A. R. Efeito do peso ao abate nos rendimentos dos processamentos do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 5, p. 1260-1262, 2011.
- BROWN, J. **EDGAR**: choose a type of experimental design. Norwich, Inglaterra: John Innes Centre, 2005. Disponível em: <http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- CAMARGO, A. C. S.; ZAIDEN, S. F.; URBINATI, E. C. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas a restrição alimentar. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1105-1110, 2008.
- CARVALHO, E. G.; URBINATI, E. C. Crescimento, desenvolvimento gonadal e composição muscular de matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos à restrição alimentar e realimentação durante um ano. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 897-902, 2005.
- CYRINO, J. E. P. Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável. **Visão Agrícola**, n. 11, p. 73-76, 2012.
- DAR, S. A.; SRIVASTAVA, P. P.; VARGHESE, T.; RASOOL, S. I.; ANAND, G.; GUPTA, S.; GIREESH-BABU, P.; KRISHNA, G. Regulation of compensatory growth by molecular mechanism in (*Labeo rohita*) juveniles under different feeding regimes. **General and Comparative Endocrinology**, v. 261, p. 89-96, 2018.
- FROESE, R. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). **Fishbase**. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Colossoma-macropomum.html>. Acesso em: 4 abr. 2022.
- HILSDORF, A. W. S.; HALLERMAN, E.; VALLADÃO, G. M. R.; ZAMINHAN-HASSEMER, M.; HASHIMOTO, D. T.; DAIRIKI, J. K.; TAKAHASHI, L. S.; ALBERGARIA, F. C.; GOMES, M. E. S.; VENTURIERI, R. L. L.; MOREIRA, R. G.; CYRINO, J. E. P. The farming and husbandry of *Colossoma macropomum*: from Amazonian waters to sustainable production. **Reviews in Aquaculture**, v. 14, p. 993-1027, 2022.
- HVAS, M.; NILSSON, J.; VÅGSETH, T.; NOLA, V.; FJELLDAL, P. G.; HANSEN, T. J.; OPPEDAL, F.; STIEN, L. H.; FOLKEDAL, O. Full compensatory growth before harvest and no impact on fish welfare in Atlantic salmon after an 8-week fasting period. **Aquaculture**, v. 546, art. 737415, 2022.

KIM, Y. O.; OH, S. Y.; KIM, T. Effect of fasting and refeeding on juvenile leopard mandarin fish *Siniperca scherzeri*. **Animals**, v. 12, n. 7, art. 889, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12070889>.

LIMA, L. K. F.; NOLETO, S. S.; SANTOS, V. R. V.; LUIZ, D. B.; KIRSCHNK, P. G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 2, p. 223-235, 2018.

MOZANZADEH, M. T.; NAJAFABADI, M. Z.; TORFI, M.; SAFARI, O.; OOSOOLI, R.; MEHRJOOYAN, S.; PAGHEH, E.; HOSEINI, S. J.; SAGHAVI, H. S.; MONEN, J.; GISBERT, E. Compensatory growth of Sobaity (*Sparidentex hasta*) and yellowfin seabreams (*Acanthopagrus latus*) relative to feeding rate during nursery phase. **Aquaculture Nutrition**, v. 27, p. 468-476, 2021.

NEBO, C.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; OVERTURF, K.; DAL-PAI-SILVA, M.; PORTELLA, M. C. Depletion of stored nutrients during fasting in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 30, n. 2, p. 157-173, 2018.

OLIVEIRA, G. R. **Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água**. 2015. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2015.

PALMA, E. H.; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 421-426, 2010.

RODDE, C.; VANDEPUTTE, M.; TRINH, T. Q.; DOUCHET, V.; CANONNE, M.; BENZIE, J. A. H.; VERDAL, H. The effects of feed restriction and isolated or group rearing on the measurement of individual feed intake and estimation of feed conversion ratio in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) for selective breeding purposes. **Frontiers in Genetics**, v. 11, art. 596521, 2021.

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

SANTOS, E. L.; SOARES, E. C.; SILVA, T. J.; ALBUQUERQUE, I. C. M.; MOURA, S. C. S. Alimentary restriction on male betta fish (*Betta splendens*) performance. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/CS.v7i1.871>.

SANTOS, E. L.; SOARES, A. C. L.; TENÓRIO, O. L. D.; SOARES, E. C.; SILVA, T. J.; GUSMÃO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, E. L. Desempenho de tambaquis (*Colossoma macropomum*) submetidos a restrição alimentar e a realimentação em tanques-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 931-938, 2018.

SEVGILI, H.; HOŞSU, B.; EMRE, Y.; KANYILMAZ, M. Compensatory growth after various levels of dietary protein restriction in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 344-349, p. 126-134, 2012.

SKALSKI, G. T.; PICHA, M. E.; GILLIAM, J. F.; BORSKI, R. J. Variable intake, compensatory growth, and increased growth efficiency in fish: models and mechanisms. **Ecology**, v. 86, n. 6, p. 1452-1462, 2005.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; GONÇALVE, D. C.; SILVA, P. C. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, Characidae) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 533-540, 2002.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. I. E. G.; SILVA, P. C. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 19-28, 2003.

TAVARES-DIAS, M. Parâmetros sanguíneos de referência para espécies de peixes cultivados. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. S. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos: Editora Pedro & João, 2015. p. 11-30.

VILLAROEL, M.; ALAVRIÑO, J. M. R.; LÓPEZ-LUNA, J. Effect of feeding frequency and one day fasting on tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water quality. **The Israeli Journal of Aquaculture**, v. 63, p. p. 1-6, 2011.

XIONG, Y.; YU, G.; WANG, J.; WU, J.; WANG, D.; HE, Y.; MEI, J. Effects of feeding rate and dietary protein levels on the breeding performance of female yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). **Aquaculture Research**, v. 53, p. 243-254, 2022.

ZHU, J.; DU, R.; LIU, Q.; LUO, L.; LIN, S.; ZHANG, H.; CHEN, Y. Transcriptome analysis provides insights into the molecular mechanism of hepatocyte apoptosis in response to feeding restriction in juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Aquaculture**, v. 548, art. 737550, 2022.



Amazônia Ocidental