

Pré-engorda de Tambaquis em Sistema de Recirculação de Água



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
150**

**Pré-engorda de Tambaquis em
Sistema de Recirculação de Água**

*Roselany de Oliveira Corrêa
Luana de Nazaré dos Anjos Aires
Eraldo José Madureira Tavares
Viviana Lisboa
Rayette Souza da Silva
Amanda Reis Carvalho*

**Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2021**

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente
Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva
Luciana Gatto Brito

Membros
Alexandre Mehl Lunz, Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva, Laura Figueiredo Abreu, Luciana Serra da Silva Mota, Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana, Vitor Trindade Lôbo, Patrícia de Paula Ledoux Ruy de Souza

Supervisão editorial
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Revisão de texto
Izabel Cristina Drulla Brandão

Normalização bibliográfica
Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de Ilustrações e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa
Daniel Mangas

1ª edição
Publicação digital - PDF (2021)

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 Oriental

Pré-engorda de tambaquis em sistema de recirculação de água / Roselany de Oliveira Corrêa... [et al.]. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2021.

19 p. : il. ; (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 150).

1. Peixe. 2. Piscicultura. 3. Nutrição animal. 4. Engorda. 5. Água. 6. Tambaqui. 7. *Colossoma macropomum*. I. Corrêa, Roselany de Oliveira. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 21 ed. 639.31

Andréa Liliane Pereira da Silva (CRB-2/1166)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	16
Agradecimentos.....	16
Referências	16

Pré-engorda de Tambaquis em Sistema de Recirculação de Água

Roselany de Oliveira Corrêa¹

Luana de Nazaré dos Anjos Aires²

Eraldo José Madureira Tavares³

Viviana Lisboa⁴

Rayette Souza da Silva⁵

Amanda Reis Carvalho⁶

Resumo – O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais produzida no Brasil, onde o déficit entre produção e demanda estimula o aumento da produtividade em sistemas de criação sustentáveis. O Sistema de Recirculação de Água (SRA) pode ser uma alternativa, sobretudo durante a pré-engorda ou recria (< 50 g), período de maior susceptibilidade à predação, o que representa risco econômico ao produtor. Neste estudo de caso, o desempenho de tambaquis (5,26 g ± 0,94 g) em sistema de recirculação foi avaliado durante 97 dias e uma base de dados foi elaborada contendo o ganho de peso diário (GPD) e o peso médio (PM) deste estudo (referência para SRA) e de manuscritos técnico-científicos publicados entre 1991 e 2020 (referência para viveiros e tanques-rede), que somaram 95 observações. Estas foram ordenadas em seis classes de peso e apresentaram crescimento linear. Apesar do menor crescimento em SRA, comparações entre viveiro x recirculação e tanque-rede x recirculação não apontaram diferenças no crescimento. Variações nas condições experimentais das observações podem ter contribuído para este resultado. Para uma comparação consistente do crescimento em diferentes sistemas, a base de dados precisa ter maior número de observações por classe de peso.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, crescimento, produção, aquicultura.

¹ Bióloga, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

² Zootecnista, mestranda em Ciência Animal na Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA

³ Biólogo, doutor em Biosistemas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

⁴ Engenheira de Pesca, doutora em Oceanologia Biológica, professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

⁵ Engenheira de Pesca, doutora em Ciência Animal, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA

⁶ Graduanda em Zootecnia na Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

Pre-growing Phase of Tambaquis in a Recirculation Aquaculture System

Abstract – Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is the most produced native species in Brazil, where the deficit between production and demand stimulates increased productivity in sustainable farming systems. Recirculating Aquaculture System (RAS) can be an alternative, especially until pre-growing phase (< 50 g), a period of greater susceptibility to predation, which represents an economic risk to fish farmer. In this case study, the zootechnical performance of tambaqui ($5.26 \text{ g} \pm 0.94 \text{ g}$) in a recirculation system was evaluated for 97 days and a database was elaborated containing the daily weight gain (DWG) and the mean weight (MW) data from this study (reference to RAS) and from technical-scientific manuscripts published between 1991 and 2020 (references to ponds and net cages), which added up to 95 observations. The observations were ordered in six classes of weight and showed linear growth. Despite of the lower fish growth on RAS, comparison between pond x recirculation and net cage x recirculation did not show differences. Variations in experimental conditions of the observations may have contributed to this result. For a consistent comparison of growth in different systems, the database needs a greater number of observations per weight class.

Index terms: *Colossoma macropomum*, growth, production, aquaculture.

Introdução

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais criada no Brasil, ocupando o segundo lugar no ranking nacional, com uma produção total de 101.079,46 t (IBGE, 2019). A crescente produção da espécie na região está relacionada à disponibilidade de alevinos, seu elevado desempenho zootécnico em cativeiro (Pedroza Filho et al., 2016), plasticidade fisiológica que lhe confere tolerância às condições de hipóxia e acidez, típicas do habitat natural desta espécie (Wood et al., 2017, 2018).

No entanto, o déficit entre produção e demanda estimula o aumento da produtividade através da intensificação dos sistemas de criação, que vem acompanhada de maior pressão sobre os recursos naturais, impelindo a concepção de inovações sustentáveis. Neste contexto, uma alternativa ambientalmente amigável é o Sistema de Recirculação de Água (SRA), apropriada para condições em que o uso da água é restrito. O SRA baseia-se no reaproveitamento contínuo da água de cultivo, com reposição de até 5% do volume total para compensar a perda diária por evaporação e manejo do sistema. Se bem utilizado, também proporciona facilidade ao manejo, controle da reprodução dos organismos e biossegurança devido ao isolamento da produção (Crepaldi et al., 2006; Lima et al., 2015). Além disso, o maior controle do ambiente de cultivo garante um produto com padrão de crescimento previsível, favorecendo o escalonamento de sua produção e comercialização (Bregnballe, 2015).

Em geral, são utilizadas em SRA espécies com valor comercial atrativo e tolerantes a elevadas densidades de estocagem, a fim de maximizar a produtividade e o uso das instalações (Terjesen et al., 2013). Nos últimos anos, o SRA tem despertado o interesse de pequenos e médios produtores, que veem uma possibilidade de criar peixes em pequenos espaços rurais ou mesmo em ambientes urbanos, embora informações sobre a criação de peixes nativos neste sistema sejam escassas. Neste contexto, o tambaqui em pré-engorda foi selecionado como modelo neste estudo de caso, que tem por objetivo avaliar seu crescimento em sistema de recirculação e compará-lo com referências existentes para a criação em viveiros e tanques-rede.

Material e Métodos

Animais e procedimentos experimentais

O experimento, conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com duração de 97 dias, consistiu no acompanhamento do desempenho de tambaquis (~5 g a 50 g) em sistema de recirculação. Duzentos e cinquenta alevinos (5,26 g \pm 0,94 g, peso inicial) foram distribuídos em dez caixas de PVC (250 L), com aeração contínua (Figura 1). Durante o experimento, os indicadores de qualidade da água foram mantidos em condições adequadas à espécie (Araújo-Lima; Goulding, 2005), com o oxigênio dissolvido de 6,68 mg L⁻¹ \pm 0,40 mg L⁻¹, pH de 5,77 \pm 0,41, temperatura de 28,08 °C \pm 0,22 °C e amônia total de 0,32 mg L⁻¹ \pm 0,28 mg L⁻¹.

Foto: Roselany de Oliveira Corrêa



Figura 1. Caixas de PVC utilizadas como unidades de criação no Sistema de Recirculação de Água (SRA).

Durante esse período, os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, até a saciedade aparente, com uma ração experimental formulada para atender à exigência nutricional da espécie (Lima et al., 2016; Tabela 1), tomando o cuidado para não deixar sobras.

Tabela 1. Dieta experimental utilizada no arraaçoamento dos tambaquis (*Colossoma macropomum*) criados em SRA (base seca).

Ingrediente	(%)
Farelo de soja (44% PB ⁽¹⁾)	45,00
Farinha de peixe	28,57
Milho moído	21,13
Óleo de soja	2,00
Fosfato bicálcico	0,20
L-Lisina	2,00
DL-Metionina	0,50
Premix ⁽²⁾	0,60
Composição analisada	(%)
Proteína bruta	45,76
Extrato etéreo	5,72
Fibra bruta	4,68
Matéria mineral	10,88
Energia bruta ⁽³⁾ (kcal kg ⁻¹)	4.474,87

⁽¹⁾PB = proteína bruta.

⁽²⁾Premix vitamínico mineral (Nutract Agroindustrial Ltda.), por quilo de produto: Potássio, 2 mil miligramas; Magnésio, 600 mg; Cobre, mil miligramas; Ferro, 7,5 mil miligramas; Manganês, 2 mil miligramas; Selênio, 70 mg; Iodo, 250 mg; Cobalto, 30 mg; Colina, 80 g; Vitamina A, 2 mil UI; Vitamina D3, 600 mil UI; Vitamina E, 15 mil UI; Vitamina K3, 700 mg; Ácido nicotínico, 10 g; Ácido Pantotênico, 5 mil miligramas; Ácido fólico, 100 mg; Biotina, 50 mg; Vitamina B1, 2 mil miligramas; Vitamina B2, 4 mil miligramas; Vitamina B6, 5 mil miligramas; Vitamina B12, 10 mil miligramas; Vitamina C, 80 g; Inositol, 4 mil miligramas; Etoxiquina, mil miligramas; B.H.T., 5 mil miligramas.

⁽³⁾EB (kcal kg⁻¹) = PB*5,64 + EE*9,44 + ENN*4,11 (National Research Council, 2011), em que EB = energia bruta, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo e ENN = extrativo não nitrogenado.

No processamento da ração, os ingredientes práticos utilizados foram peneirados em malha de 0,2 mm, homogeneizados (macro e micronutrientes) em um misturador automático e pelletizados em matriz de 2 mm. Os péletes foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C, por 8 horas, sendo posteriormente armazenados em freezer (-20 °C) até sua utilização.

Para o acompanhamento zootécnico, foram realizadas biometrias mensais, nas quais todos os peixes foram pesados (g) e medidos (comprimento padrão, cm). Posteriormente foram calculados os seguintes indicadores de desempenho zootécnico:

- Ganho de Peso (GP, g) = peso final – peso inicial.
- Peso Médio do intervalo (PM, g) = (peso inicial + peso final)/2.
- Ganho de Peso Diário (GPD, g/dia) = GP/número de dias de experimento.
- Conversão Alimentar Aparente (CAA) = Quantidade de ração consumida/ GP.
- Taxa de sobrevivência (%) = (nº final de peixes/nº inicial de peixes) x 100.
- Taxa de Eficiência Proteica (TEP) = ganho de peso/proteína consumida.

Para comparar o potencial de crescimento dos tambaquis monitorados durante os 97 dias em SRA, com o crescimento em viveiros e tanques-rede, foi elaborada uma base de dados constituída por um total de 95 observações, entre dados gerados neste estudo (SRA, 32,99% do total) e registros de literatura obtidos de estudos técnico-científicos publicados entre 1991 e 2020 (Tabela 2) sobre a criação em viveiros (37,11% das observações) e tanques-rede (29,90% das observações). Também foram contabilizados, nestes registros, dados de experimentos executados anteriormente na Estação Experimental de Piscicultura Carlos Estevão de Oliveira, da Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA). Para a seleção das observações, foram considerados os seguintes critérios: peixes com peso médio (PM) de 0 g a 50 g; com registro mensal dos pesos; sem privação alimentar; média de três repetições, com exceção aos dados de Melo et al. (2001) e Brabo et al. (2016), que não tinham repetições.

Pesos inicial e final distribuídos a intervalos de 30 dias foram utilizados para estimar PM e Ganho de Peso Diário (GPD) para cada observação. A relação entre esses dois indicadores foi obtida a partir de médias das observações ordenadas em seis classes de peso (0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g e 50 g), considerando o “b” da regressão como fator fisiológico intrínseco e o “a” como a taxa de crescimento do tambaqui por unidade de peso (Hepher, 1988), responsiva a efeitos do ambiente (sistema de criação, ração, qualidade da água, entre outros) e utilizada como referência nas comparações.

Tabela 2. Lista de estudos (em ordem cronológica decrescente) utilizados para avaliar o crescimento dos tabaquis em viveiros e tanques-rede.

Viveiro	Tanque-rede
Silva et al. (2020)	Amancio et al. (2018)
Brabo et al. (2016)	Porto et al. (2018)
Santos et al. (2014)	Santos et al. (2018)
Terrazas et al. (2002)	Brabo et al. (2016)
Melo et al. (2001)	Silva e Fujimoto (2015)
Kohler et al. (1993)	Silva et al. (2013)
Ferrari et al. (1991)	Cunha e Santos Júnior (2011)
	Gomes et al. (2004)
	Merola e Souza (1988)

Análises químicas

A cada mês, três peixes de cada unidade experimental foram eutanasiados por overdose de anestésico (eugenol, 200 mg/L) para composição de carcaça (tabaquis inteiros). As análises foram feitas em triplicata para determinação de teores de umidade, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (Association of Official Analytical Chemists, 2000).

Análise estatística

Os dados obtidos foram previamente testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade de variância (Brown Forsythe); foram submetidos à análise de variância (one-way ANOVA) e teste Tukey para diferença entre as médias.

Para investigar a relação do ganho de peso diário (y) com o peso médio corporal (x) foi utilizado o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados, considerando a taxa de crescimento expressa pelo coeficiente a (intercepto y) da equação. Para comparar a inclinação das retas de regressão (viveiro \times recirculação; tanque-rede \times recirculação), foi utilizado o teste T de Student. As análises consideraram o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Durante o período acompanhado, os tambaquis juvenis ganharam um total de 39,66 g, sendo em média 11,81 g nos dois primeiros meses e 15,74 g no último mês. Não houve alteração do consumo ao longo dos meses ($250,27 \text{ g mês}^{-1} \pm 5,69 \text{ g mês}^{-1}$) e a conversão alimentar aparente (CAA) ficou, em média, $1,01 \pm 0,05$. A taxa de eficiência proteica (TEP) decresceu ao longo do tempo, variando de $2,62 \pm 0,13$ a $0,90 \pm 0,29$. A sobrevivência se manteve elevada durante todo o período de criação ($98,46\% \pm 1,36\%$).

Tabela 3. Indicadores mensais de desempenho de tambaquis em pré-engorda na recirculação (média \pm desvio padrão).

Indicador	Peso final (g) / Período de tempo (mês)		
	1	2	3
Peso final (g)	$15,93 \pm 1,65^c$	$28,72 \pm 3,11^b$	$44,45 \pm 5,45^a$
Ganho de peso (g)	$10,67 \pm 1,63^b$	$12,97 \pm 1,81^b$	$15,55 \pm 2,84^a$
Ganho de peso diário (g dia^{-1})	$0,27 \pm 0,04^b$	$0,43 \pm 0,06^a$	$0,52 \pm 0,09^a$
Conversão alimentar aparente	$0,98 \pm 0,11$	$0,98 \pm 0,10$	$1,08 \pm 0,12$
Taxa de eficiência proteica	$2,62 \pm 0,13^a$	$1,78 \pm 0,25^b$	$0,90 \pm 0,29^c$
Taxa de sobrevivência (%)	100	$97,39 \pm 5,5$	$98 \pm 2,58$

Letras distribuídas na mesma linha representam diferenças estatísticas ($P < 0,05$).

A relação entre as classes de PM e o GPD das observações utilizadas neste estudo apresentou tendência linear nesta fase do ciclo. Com base nessa investigação, não foram observadas diferenças no GPD de tambaquis nos diferentes sistemas de criação analisados em comparação com a recirculação, apesar da diferença numérica expressa no crescimento por unidade de peso, menor na recirculação ('a', Tabela 4). No entanto, a relação entre as variáveis analisadas foi fraca, ou seja, apenas 62,6% e 41,4% das variações observadas, respectivamente, em viveiro e tanque-rede, puderam ser explicadas pelo modelo.

Tabela 4. Relação entre o ganho de peso diário (GPD) e o peso médio (PM) de tambaquis em diferentes sistemas de criação.

Sistema de criação	n ⁽¹⁾	a	b	R ²
Viveiro ⁽²⁾	6	0,3458	0,0167	0,6258
Tanque-rede ⁽²⁾	6	0,3725	0,0065	0,4138
Recirculação ⁽³⁾	6	0,1630	0,0153	0,9680
Interações				P-valor
Viveiro × recirculação				0,3725
Tanque-rede × recirculação				0,4097

⁽¹⁾ Classes de peso utilizadas.

⁽²⁾ Dados de revisão.

⁽³⁾ Dados deste experimento.

Não houve variação no teor de umidade da carcaça no decorrer do experimento em comparação com a composição inicial, embora tenha sofrido redução ao longo do tempo relacionada à mobilização crescente de gordura na carcaça, sobretudo nos 2 últimos meses ($P < 0,05$). A deposição de proteína não sofreu alterações durante os 3 meses de acompanhamento (Tabela 5).

Tabela 5. Composição corporal (média ± desvio padrão) de tambaquis na pré-engorda em sistema de recirculação (base úmida).

Composição (%)	Tempo (dia)			
	Inicial	39	67	97
Umidade	73,31 ± 0,75 ^{ab}	75,53 ± 0,99 ^a	74,43 ± 0,80 ^{ab}	73,61 ± 1,13 ^b
Proteína bruta	14,90 ± 0,06	14,89 ± 0,31	15,29 ± 0,70	14,96 ± 0,52
Extrato etéreo	6,37 ± 0,07 ^a	3,83 ± 0,25 ^c	5,21 ± 0,34 ^b	5,99 ± 0,63 ^a

Letras distribuídas na mesma linha representam diferenças estatísticas.

Nas fases iniciais da criação do tambaqui em viveiros e tanques-rede, larvas e alevinos, susceptíveis à predação, são postos em berçários para reduzir a mortalidade (Lima et al., 2015), embora ainda permaneçam expostos a fatores ambientais, de difícil controle nestes sistemas. Durante a pré-engorda, peixes apresentam elevadas taxas de crescimento, sendo importante potencializar seu crescimento proporcionando um ambiente de criação seguro (água de qualidade, ausência de predadores e/ou vetores de doenças) e um manejo alimentar adequado à espécie. A vantagem da recirculação está justamente

na possibilidade de controle destes fatores e consequente redução de riscos, no entanto, existem poucas referências sobre a pré-engorda de tambaquis neste sistema.

Grande parte das referências técnicas existentes sobre o desempenho zootécnico do tambaqui nas fases iniciais são procedentes da criação em viveiros, onde alevinos (peso médio inicial = 7,65 g e 10,5 g) alimentados com ração comercial (45% PB) ganham 44,7 g e 49 g em 60 dias de criação e 124,7 g e 119 g em 90 dias (GP acumulado), com uma CAA de 1,2 (Melo et al., 2001; Brabo et al., 2016). Neste sistema, a fertilização dos viveiros pode proporcionar rico aporte de nutrientes através do alimento natural, que favorece o crescimento e contribui para uma melhor conversão alimentar (Wojnárovich; Van Anrooy, 2019).

Em tanques-rede ou em sistemas de recirculação, o espaço é limitado, assim como o acesso ao alimento natural, o que poderia ter efeito negativo sobre o crescimento. Silva e Fujimoto (2015) observaram que, ao final de 98 dias de criação, alevinos de tambaqui (0,35 g, peso inicial) apresentaram PM de 41,93 g, GPD de 0,85 g dia⁻¹ e CAA de 1,1 quando criados em tanques-rede a 50 peixes por metro cúbico. O contrário foi observado quando o espaço foi mais restrito (300 peixes por metro cúbico): os peixes cresceram menos (23,57 g, PM; 0,47 g dia⁻¹ GPD), apesar da melhor CAA (0,8). No mesmo sistema, Santos et al. (2018) avaliaram o desempenho de tambaquis (8,0 g, peso inicial; 17 g, PM; 10 peixes por metro cúbico) por 60 dias, alimentados com ração comercial (42% PB) e registraram GP de 18,89 g, GPD de 0,21 g dia⁻¹ e CAA de 4,14. Cunha et al. (2011) obtiveram melhor desempenho em 120 dias de criação, em que tambaquis (9 g, peso inicial; 40,3 g, PM) alimentados com ração comercial (40% PB), apresentaram GPD de 0,52 g dia⁻¹ e uma CAA de 2,92 quando criados a uma densidade de 50 peixes por metro cúbico, resultado semelhante ao descrito por Silva e Fujimoto (2015). A pior conversão alimentar observada em tanques-rede pode estar relacionada tanto com a qualidade das dietas utilizadas, limitação no acesso ao alimento natural, quanto com o possível desperdício de ração, que influencia negativamente na conversão.

O desempenho dos tambaquis em SRA, avaliado neste estudo de caso, foi comparável ao de registros existentes na literatura. Pereira-Júnior et al. (2013) registraram 0,41 g dia⁻¹ e CAA de 1,1 para tambaquis (21,9 g, PM) criados por 75 dias em sistema de recirculação na densidade de 57 peixes

por metro cúbico. No presente estudo, aos 67 dias de criação, foi obtido resultado semelhante (22,42 g, PM; 0,43 g dia⁻¹), com uma densidade de 100 peixes por metro cúbico. Aos 97 dias na recirculação, tambaquis com PM de 36,68 g apresentaram GPD de 0,52 g dia⁻¹ e CAA de 1,08, crescimento inferior ao relatado por Brabo et al. (2016) para tambaquis em viveiro (35 g, PM; 1 g dia⁻¹, GPD; 1,2, CAA), embora os valores de conversão estejam dentro da faixa ótima para tambaquis nesta fase do ciclo (0,9 a 1,8) de acordo com Medri et al. (2005). O maior controle do consumo na recirculação é uma vantagem importante neste sistema, pois além de proporcionar melhor conversão, também reduz a carga de resíduos no sistema de filtragem e o risco de problemas sanitários (Bregnballe, 2015).

Considerando as vantagens e desvantagens descritas, viveiros parecem proporcionar condições favoráveis ao maior crescimento de tambaquis. No entanto, a comparação do crescimento dos peixes (GPD por classe de PM) deste experimento com as observações da literatura não acusou diferença entre sistemas. O número de observações utilizadas em consonância com os critérios pré-estabelecidos foi insuficiente para a identificação de padrões de crescimento que pudessem estar relacionados ao sistema de criação. A enorme variação observada é decorrente de diferenças na qualidade da ração, densidades de estocagem, qualidade de água e outras condições ambientais que dificultaram a identificação de um padrão. Apesar disso, foi perceptível que tambaquis criados em viveiros e tanques-rede expressaram maior GPD por unidade de peso (intercepto 'a', Tabela 4) do que os criados na recirculação. A adição de novos critérios e o aumento no número de observações por classe de peso da base de dados utilizada poderá proporcionar resultados mais consistentes.

A TEP obtida neste estudo decresceu ao longo do período avaliado, indicando que, a partir de 67 dias de experimento, frações crescentes da proteína dietética podem ter sido utilizadas como fonte de energia, condição economicamente indesejável. O crescente GP observado ao longo do período acompanhado não refletiu alterações na deposição de proteína na carcaça, ao contrário da crescente deposição de gordura observada. Na desaminação dos aminoácidos dietéticos, seu esqueleto carbônico contém energia livre que pode ser convertida em reservas de gordura (National Research Council, 2011), fenômeno que pode explicar a deposição de gordura na carcaça e o decrescente aproveitamento da proteína consumida por unidade de peso,

considerando a baixa exigência proteica do tambaqui (0,35 g a 15,11 g), 31,57% PB (Lima et al., 2016) ou talvez o TEP observado seja, em parte, consequência de um desbalanço de aminoácidos na dieta utilizada.

Todavia, as elevadas taxas de sobrevivência registradas durante todo o período expressam as boas condições fisiológicas dos tambaquis. O equilíbrio nas condições do ambiente é fundamental para otimizar o potencial de crescimento do tambaqui (Lopes et al., 2018) e, neste aspecto, a condução da recria em sistema de recirculação permitiu manter tanto a qualidade da água quanto o manejo alimentar adequados, fatores que têm um impacto direto no bem estar dos peixes (Edwards, 2015).

Conclusão

Tambaquis em pré-engorda se adaptaram bem ao sistema de recirculação, no entanto seu crescimento, expresso no GPD por unidade de peso, foi menor que relatos encontrados na literatura para criações em viveiros e tanques-rede. Para uma comparação mais consistente do crescimento em diferentes sistemas, faz-se necessária a utilização de uma base de dados com maior número de observações por classe de peso.

Agradecimentos

Nutramix Soluções em Nutrição e Nutriforte Rações, pela doação de ingredientes.

Referências

AMANCIO, A. L. de L.; SILVA NETO, M. R.; JORDÃO FILHO, J.; FONSECA, S. B.; SILVA, J. H. V. Dietary protein requirements for tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) juvenile. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 2, p. 259-266, 2018. Doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190030>.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005. p. 175-202.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg, 2000. 2590 p.

BRABO, M. F.; VERAS, G. C.; ABREU, D.; CAMPELO, V.; WILLIAMS, J.; COSTA, P.; RABELO, L. P. **Piscicultura no estado do Pará: planejamento e estratégias de produção**. Bragança: Universidade Federal do Pará, Pró-Reitoria de Extensão, 2016. 24 f.

BREGBALLE, J. **A Guide to Recirculation Aquaculture**. [Rome]: FAO; [Manabí]: EUROFISH, 2015. 95 p.

CREPALDI, D. V.; FARIA, P. M. C.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L. P.; COSTA, A. A. P.; MELO, D. C.; CINTRA, A. P. R.; PRADO, S. A.; COSTA, F. A. A.; DRUMOND, M. L.; LOPES, V. E.; MORAES, V. E. A situação da aquacultura e da pesca no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3/4, p. 81-85, jul./dez. 2006.

CUNHA, V. V.; SANTOS JÚNIOR, A. Crescimento de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), em tanques-rede com diferentes densidades populacionais em Ji-Paraná. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, n. 12, p. 185-193, jan./jun. 2011.

EDWARDS, P. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. **Aquaculture**, v. 447, p. 2-14, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.001>.

FERRARI, V. A.; LUCAS, A. F. B.; GASPAR, L. A. Desempenho do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, em monocultura experimental sob condições de viveiro-estufa e viveiro convencional (1a fase) e em viveiro convencional (2a fase) no sudeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 4, n. 2, p. 23-37, 1991.

GOMES, L. D. C.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; FRABIZIO, M.; FERREIRA, B.; PAULA, N. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 111-113, 2004.

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388 p.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Tabela 3940**: produção da aqüicultura, por tipo de produto – ano 2019. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 17 ago. 2020.

KOHLER, C. C.; KOHLER, S. T.; JESUS, M. J. de; ALCÁNTARA, F.; TELLO, S. Development of sustainable pond aquaculture practices for *Colossoma macropomum* in the Peru. **PD/A CRSP Eighteenth Annual Technical Report**, v. 3, 1993.

LIMA, C. D. E.; BOMFIM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C.; RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), fingerlings. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n121rc>.

LIMA, J. F.; TAVARES-DIAS, M.; YOSHIOKA, E. T. O.; SANTOS, E. F.; DUARTE, S. S.; BASTOS, A. M.; MONTAGNER, D. **Sistema fechado simples de recirculação para recria de peixes ou camarões de água-doce**. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 8 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 136). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1026235/1/CPAFAP2015COMTEC136RecirculacaocamaraoV61.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

LOPES, I. G.; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; KOJIMA, J. T.; VAL, A. L.; PORTELLA, M. C. Predicted 2100 climate scenarios affects growth and skeletal development of tambaqui (*Colossoma macropomum*) larvae. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 20, p. 10039-10048, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.4429>.

- MEDRI, V.; MEDRI, W.; CAETANO FILHO, M. Desempenho de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de proteína de levedura de destilaria em tanques-rede. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 2, p. 221-227, 2005.
- MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. R. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).
- MEROLA, N.; SOUZA, J. H. de. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. **Aquaculture**, v. 71, n. 1-2, p. 15-21, June 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish and shrimps**. Washington, DC: National Academies Press, 2011. 376 p.
- PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura**, n. 7, p. 1-5, 2016. Disponível em: <https://www.aquamat.com.br/wp-content/uploads/informativos-tecnicos/livros-e-boletins/Dinamica-da-producao-de-tambaqui-e-demais-peixes-redondos-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 6 maio 2020.
- PORTO, M. O.; MACHADO, J. J.; CAVALI, J.; NUNES, N. N. dos S.; ALMEIDA, A. R.; FERREIRA, E. Performance of Juvenile tambaqui in cage, under different feed rates. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 2, p. 1-7, 2018.
- SANTOS, B. L. T.; ANDRADE, J. E.; SOUSA, R. G. C. Densidade de estocagem utilizada no desenvolvimento do tambaqui em fase de pré-engorda. **Scientia Amazonia**, v. 3, n. 3, p. 41-50, 2014.
- 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. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9891>.
- SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B.; BRUNO, A. M. S. S.; SOARES, E. C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 517-524, 2013.
- SILVA, C. A. da; FUJIMORO, R. Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 323-333, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402205>.
- SILVA, R. S.; LOPES, J. R. T.; ESPÍRITO SANTO, R. V.; SANTOS, M. A. S.; CORDEIRO, C. A. M.; YOSHIOKA, E. T. O.; CORRÊA, R. O.; MARTINS JUNIOR, H.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B. Palm kernel meal (*Elaeis guineensis*) as a substitute for corn (*Zea mays*) in diets of Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Research**, v. 51, n. 8, p. 3358-3366, 2020.
- TERRAZAS, W. D. M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. de. Efeito da farinha de resíduo de peixe e de frango no desempenho e na composição corporal de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**, v. 32, n. 1, p. 155-162, 2002.
- TERJESEN, B. F.; SUMMERFELT, S. T.; NERLAND, S.; ULGENES, Y.; FJÆRA, S. O.; MEGÅRD REITEN, B. K.; ÅSGÅRD, T. Design, dimensioning, and performance of a research facility for studies on the requirements of fish in RAS environments. **Aquacultural Engineering**, v. 54, n. 2, p. 49-63, 2013.

WOOD, C. M.; GONZALEZ, R. J.; FERREIRA, M. S.; BRAZ-MOTA, S.; VAL, A. L. The physiology of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*) at pH 8.0. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 188, n. 3, p. 393-408, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00360-017-1137-y>.

WOOD, C. M.; SOUZA NETTO, J. G.; WILSON, J. M.; DUARTE, R. M.; VAL, A. L. Nitrogen metabolism in tambaqui (*Colossoma macropomum*), a neotropical model teleost: hypoxia, temperature, exercise, feeding, fasting, and high environmental ammonia. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 187, n. 1, p. 135-151, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00360-016-1027-8>.

WOYNÁROVICH, A.; VAN ANROOY, R. **Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. [Rome]: FAO, 2019. 136 p. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 62).



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017020