

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO CORPORAL E VIABILIDADE
ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E HÍBRIDOS
TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) E TAMBACU
(*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*)

Ana Carla Carvalho Silva

CAMPO GRANDE, MS
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**DESEMPENHO PRODUTIVO, RENDIMENTO CORPORAL E VIABILIDADE
ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO TAMBACUI (*Colossoma macropomum*) E
HÍBRIDOS TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) E
TAMBACU (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*)**

Productive performance, body yield and economic viability of the production of tambacui (*Colossoma macropomum*) and tambatinga hybrids (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) and tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*)

Ana Carla Carvalho Silva

**Orientador: Prof. Dr. Jayme Aparecido Povh
Coorientador: Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho**

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutora em Ciência Animal. Área de Concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2022



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

ANA CARLA CARVALHO SILVA

Desempenho produtivo, rendimento corporal e viabilidade econômica da produção do tambaqui (*colossoma macropomum*) e híbridos tambatinga (*colossoma macropomum x piaractus brachypomus*) e tambacu (*colossoma macropomum x piaractus mesopotamicus*)

Productive performance, body yield and economic viability of the production of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and tambatinga hybrids (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) and tambacu (*Colossoma macropomum x Piaractus mesopotamicus*)

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 24-08-2022

BANCA EXAMINADORA:

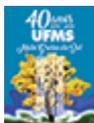
Dr. Jayme Aparecido Povh
(UFMS) – (Presidente)

Dra. Adriana Fernandes Barros
(UNEMAT)

Dra. Cristiane Fatima Meldau de Campos
(UEMS)

Dr. Darci Carlos Fornari
(UFRGS)

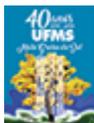
Dr. Ruy Alberto Caetano Correa Filho
(UFMS)



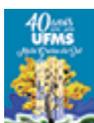
Documento assinado eletronicamente por **Adriana Fernandes de Barros, Usuário Externo**, em 22/09/2022, às 09:49, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



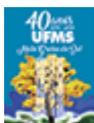
Documento assinado eletronicamente por **Jayme Aparecido Povh, Professor do Magisterio Superior**, em 23/09/2022, às 17:08, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ruy Alberto Caetano Correa Filho, Professor do Magisterio Superior**, em 26/09/2022, às 10:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Fátima Meldau de Campos Amaral, Usuário Externo**, em 26/09/2022, às 14:39, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Darci Carlos Fornari, Usuário Externo**, em 26/09/2022, às 14:44, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3570434** e o código CRC **5BC9429B**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Dedicatória

À minha amada mãe Alderice Rodrigues de Carvalho, por todo amor incondicional e suporte emocional durante minha jornada, que sempre me incentivou a lutar e ir atrás dos meus sonhos, sempre estando ao meu lado, me apoiando e me fortalecendo através de sua fé e paciência.

À minha família, em especial meu pai Luís Carlos Rodrigues da Silva, minha irmã Julia Maria Carvalho Silva, minha avó Lourdes Rodrigues de Carvalho e meu tio Wancley Charles Rodrigues de Carvalho, por todo amor e carinho, mesmo com a distância ao longo dos anos dispensados à pós-graduação, ao qual sempre foi meu maior anseio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado forças e fé para prosseguir em minhas metas, mesmo quando tudo parecia difícil e sem saída, nunca me desamparou.

Ao professor Dr. Jayme Aparecido Povh, por ter aceitado me orientar, pelo voto de confiança durante esse período juntos, auxiliando na minha formação com seu conhecimento científico e profissional, bem como a paciência e atenção dispensada ao longo do período do doutorado. Sou muito grata pela oportunidade.

Ao meu coorientador professor Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho, pela sua atenção, seu conhecimento e apoio científico, e por contribuir com análise estatística deste trabalho.

À minha amiga, professora Dra. Adriana Fernandes de Barros, por toda atenção, apoio e parceria durante minha jornada ainda na graduação, durante o mestrado e agora no doutorado, além de contribuir com análise econômica deste trabalho.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade da realização do curso de Doutorado. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e seus professores por estarem fazendo parte da minha formação acadêmica nesta etapa tão importante da minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo período de concessão de bolsa de estudos; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro do projeto; e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT).

À Delicious Fish pela concessão dos peixes e infraestrutura para realização do experimento.

Aos alunos voluntários, bolsistas e colaboradores, que auxiliaram de alguma forma na minha caminhada, meu muito obrigada.

A todos meus amigos, muitos distantes fisicamente, mas sempre perto do coração, por todo apoio, amor e amizade desinteressada.

A todas as pessoas que colaboraram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*“Você ganha força, coragem e confiança através de cada experiência em que você realmente
para e encara o medo de frente.”*

(Eleanor Roosevelt)

Resumo

SILVA, A.C.C. Desempenho produtivo, rendimento corporal e viabilidade econômica da produção do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e híbridos tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) e tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). 2022. 93 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

O grupo de organismos aquáticos comercialmente conhecido como “peixes redondos” (gênero *Colossoma*, *Piaractus* e seus híbridos) nos últimos anos, no Brasil, têm demonstrado elevado potencial de crescimento, ficando atrás somente da produção da tilápia. Isso ocorre, principalmente, devido à grande aceitabilidade destes peixes no mercado consumidor, e, por suas particularidades zootécnicas importantes, tais como, hábito alimentar onívoro e ganho de peso adequado, resultando na obtenção de bom desempenho produtivo em variados sistemas de produção. Dentre as espécies com maior relevância neste cenário, encontram-se o tambaqui, o pacu e a pirapitinga. Além disso, os híbridos interespecíficos dessas espécies, como a tambatinga e o tambacu, também são explorados com a finalidade de aproveitar a heterose para ganho em peso, devido ao programa de melhoramento genético para o tambaqui ainda ser recente e não estabelecido. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho produtivo, rendimento corporal e viabilidade econômica da produção do tambaqui e híbridos tambatinga e tambacu, em tanques-rede, durante três fases de criação. Os peixes foram alocados em nove tanques-rede de 6 m³ de volume útil, divididos em três fases de produção: Fase I (0-77 dias de criação – 600 peixes/tanque-rede); Fase II (77-264 dias de criação – 200 peixes/tanque-rede); e Fase III (264-402 dias de criação – 100 peixes/tanque-rede). No total, foram utilizados 5.400 peixes dos três grupos genéticos, que foram replicados três vezes. Foram avaliadas ao longo de todo experimento, variáveis de desempenho produtivo como, peso final (g), ganho de peso (g), ganho de peso diário (g dia⁻¹), biomassa final (kg e kg m⁻³), ganho de biomassa (kg), taxa de crescimento específico (%), e fator de condição de Fulton (g cm⁻³). Também foram mensuradas características morfológicas relacionadas com o comprimento padrão (cm), altura do corpo (cm), largura do corpo (cm) e comprimento da cabeça (cm). Para análise de projeção econômica, foi determinado o custo operacional total de produção dos grupos genéticos, a partir dos dados de desempenho produtivo obtidos durante o período experimental. Na Fase I, não foi observada diferença significativa para desempenho produtivo entre os grupos genéticos, exceto no fator de condição e altura do corpo que foram maiores ($p < 0,05$) na tambatinga, e taxa de crescimento específico e largura do corpo que foram maiores ($p < 0,05$) no tambaqui e tambatinga. Na fase II, o peso final foi maior ($p < 0,05$) nos grupos tambaqui (943,6 g) e tambatinga (686,8 g) em relação ao tambacu (276,4 g), ocorrendo o mesmo para demais características de desempenho produtivo, sendo maiores ($p < 0,05$) no tambaqui e tambatinga. Na fase III, foi observado maior ($p < 0,05$) peso final para o tambaqui (1764,1 g) em relação ao tambacu (654,8 g), enquanto o peso final da tambatinga (906,0 g) não diferiu destes grupos genéticos. Não foram observadas diferenças significativas nas percentagens de rendimento de carcaça entre os grupos genéticos, exceto no rendimento de ossos, que foi maior ($p < 0,05$) no grupo tambacu. Entre os grupos genéticos avaliados, o que demonstrou melhores indicadores econômicos foi o tambaqui, que resultou na diminuição do custo operacional total médio de produção em 47,5% e 33,2% comparado aos grupos tambacu e tambatinga respectivamente. Concluiu-se que na fase II de produção o grupo tambaqui apresentou resultados mais significativos para características morfológicas, quando comparado ao grupo tambatinga, e para desempenho produtivo em relação ao grupo tambacu;

enquanto na Fase III, o tambaqui demonstrou maior ganho de biomassa em comparação com a tambatinga, e melhor desempenho produtivo e características morfométricas quando relacionado ao grupo de tambacu, além de ter apresentado rendimento corporal semelhante aos demais grupos genéticos e indicadores econômicos mais atrativos, com menor custo operacional total médio de produção.

Palavras-chave: peixes nativos; peixes híbridos; produtividade aquícola; viabilidade econômica aquícola

Abstract

SILVA, A.C.C. Productive performance, body yield and economic viability of the production of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and tambatinga hybrids (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) and tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). 2022. 93 p. Thesis (Doctorate degree) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

The group of aquatic organisms commercially known as “round fish” (genus *Colossoma*, *Piaractus* and their hybrids) have shown high growth potential in recent years in Brazil, being second only to tilapia production. This is mainly due to the great acceptability of these fish by consumers, and due to their important zootechnical characteristics, such as omnivorous feeding habits and adequate weight gain, resulting in good production performance in various production systems. Among the most relevant species in this scenario are tambaqui, pacu and pirapitinga. In addition, interspecific hybrids of these species, such as tambatinga e tambacu, are also explored to take advantage of heterosis for weight gain, since the genetic improvement program for tambaqui is still recent and not yet established. Therefore, the objective of this work was to evaluate the productive performance, body yield and economic viability of the production of tambaqui and of the hybrids tambatinga and Tambacu, in net cages, during three production phases. The fish were allocated in nine net cages with 6 m³ of useful volume, divided into three production phases: Phase I (0-77 days of production – 600 fish/net cage); Phase II (77-264 days of production – 200 fish/net cage); and Phase III (264-402 days of production – 100 fish/net cage). In total, 5,400 fishes of the three genetic group were used, which were replicated three times. Production performance variables were evaluated during the experiment, such as, final weight (g), weight gain (g), daily weight gain (g d⁻¹), final biomass (kg and kg m⁻³), biomass gain (kg), specific growth rate (%), and Fulton condition factor (g cm⁻³). Morphometric characteristics related to standard length (cm), body height (cm), body width (cm), and head length (cm) were also measured. For the analysis of economic projection, the total operational cost of production of the genetic groups was determined, from the data of the productive performance obtained during the experimental period. In Phase I, no significant difference was observed for production performance between the genetic groups, except for the condition factor and body height which were higher ($p < 0.05$) in tambatinga, and specific growth rate and body width were higher ($p < 0.05$) for tambaqui and tambatinga. In Phase II the final weight was higher ($p < 0.05$) in the groups tambaqui (943.6 g) and tambatinga (686.8 g) in relation to tambacu (276.4 g), the same being true for other characteristics of production performance, being greater ($p < 0.05$) in tambaqui e tambatinga. In Phase III, a higher ($p < 0.05$) final weight was observed for tambaqui (1764.1 g) compared to tambacu (654.8 g), whilst the final weight of tambatinga (906.0 g) did not differ from these genetic groups. There were no significant differences in carcass yield percentages between the genetic groups, except for bone yield, which was higher ($p < 0.05$) in the group tambacu. Among the genetic groups evaluated, the one that showed best economic indicators was tambaqui, which resulted on the decrease of total mean operational cost of production into 47.5% and 33.2% compared to the groups tambacu and tambatinga respectively. It was concluded that in Phase II of production the tambaqui group presented more significant results for morphometric characteristics when compared to the tambatinga group, and for productive performance in relation to the tambacu group; while in Phase III, tambaqui demonstrated higher biomass gain compared to tambatinga, and better productive performance and morphometric characteristics when related to the tambacu group, in addition to having presented body yield similar to the other genetic groups and more attractive economic

indicators, with lower total mean operational cost of production.

Keywords: aquaculture productivity; aquaculture economic viability; hybrid fish; native fish

Lista de Figuras

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Figura 1. Dados de produção da piscicultura brasileira ao longo dos anos de 2014 a 2021..... | 16 |
| Figura 2. Dados da produção piscícola brasileira referente ao ano de 2021..... | 17 |
| Figura 3. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)..... | 18 |
| Figura 4. Mapa da Bacia Amazônica..... | 19 |
| Figura 5. Exemplares de tambaqui com coloração diferente devido à cor da água de cultivo dos animais | 20 |
| Figura 6. Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)..... | 23 |
| Figura 7. Mapa da Bacia do Prata (rios Paraná, Paraguai e Uruguai)..... | 23 |
| Figura 8. Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)..... | 25 |
| Figura 9. Mapa da bacia Araguaia-Tocantins..... | 26 |
| Figura 10. (a) Tambatinga (♀ <i>C. macropomum</i> x ♂ <i>P. brachypomus</i>); (b) Tambacu (♀ <i>C. macropomum</i> x ♂ <i>P. mesopotamicus</i>)..... | 29 |
| Figura 11. Produtos processados de peixes nativos (1: ventrecha de tambaqui, 2: costelinha de tambaqui; 3: suã de tambaqui; 4: lombo de tambaqui; 5: filé em cubos de tambaqui)..... | 39 |

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Figura 1. Médias da temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹) e pH da água da barragem de criação dos grupos genéticos tambaqui, tambatinga e tambacu produzidos até 510 dias de idade (402 dias de criação)..... | 61 |
|--|----|

Lista de Tabelas

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Indicadores de desempenho produtivo obtidos com a criação de diferentes grupos genéticos de peixes redondos.. 33

Tabela 2. Rendimento de carcaça de diferentes grupos genéticos de peixes redondos. 38

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Condições de produção dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) criados até 510 dias de idade (402 dias de criação)..... 57

Tabela 2. Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 185 dias de idade (fase experimental I: 0–77 dias de criação)..... 63

Tabela 3. Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 372 dias de idade (fase experimental II: 77–264 dias de criação). 65

Tabela 4. Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 510 dias de idade (fase experimental III: 264–402 dias de criação). 67

Tabela 5. Médias dos mínimos quadrados para as características de rendimento corporal dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 510 dias de idade (402 dias de criação). 68

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Estimativa dos indicadores zootécnicos da criação dos grupos genéticos de peixes redondos tambaqui, tambatinga e tambacu, produzidos em tanques-redes de 6 m⁻³ durante ciclo de 402 dias..... 87

Tabela 2. Estimativa da determinação do custo operacional total de produção e simulação dos indicadores econômicos dos grupos genéticos de peixes redondos tambaqui, tambatinga e tambacu, produzidos em tanques-rede de 6 m⁻³ durante ciclo de 402 dias..... 88

Lista de Abreviaturas e Siglas

| | |
|-----|--------------------------------|
| T | toneladas |
| PMF | peso médio final |
| GP | ganho de peso |
| GPD | ganho de peso diário |
| BF | biomassa final |
| GB | ganho de biomassa |
| TCE | taxa de crescimento específico |
| Kf | fator de condição de fulton |
| CP | comprimento padrão |
| AC | altura do corpo |
| LC | largura do corpo |
| CC | comprimento da cabeça |
| DE | densidade de estocagem |
| BE | biomassa de estocagem |
| MDO | mão-de-obra |
| QT | quantidade |
| P | participação |
| L | litros |
| PB | proteína bruta |
| COE | custo operacional efetivo |
| COT | custo operacional total |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS | 14 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 14 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.2. Peixes nativos | 17 |
| 2.2.1. Tambaqui | 17 |
| 2.2.2 Pacu | 22 |
| 2.2.3. Pirapitinga | 24 |
| 2.2.4. Híbridos de peixes redondos | 27 |
| 2.3. Desempenho produtivo, custo de produção e rendimento de carcaça | 31 |
| 2.3.1. Desempenho produtivo | 31 |
| 2.3.2. Custo de produção | 35 |
| 2.3.3. Rendimento de carcaça em peixes | 36 |
| REFERÊNCIAS | 40 |
| CAPÍTULO 2 – Produção do tambaqui e dos híbridos tambatinga e tambacu: desempenho, características morfométricas e rendimento corporal | 52 |
| 1. Introdução | 54 |
| 2. Material e métodos | 56 |
| <i>2.1 Peixes e local</i> | 56 |
| <i>2.2 Unidades experimentais</i> | 57 |
| <i>2.3 Avaliação de desempenho</i> | 57 |
| <i>2.4 Determinação do rendimento corporal</i> | 59 |
| <i>2.5 Análise estatística</i> | 60 |
| <i>2.6 Alimentação e análise de água</i> | 61 |
| 3. Resultados | 61 |
| 4. Discussão | 68 |
| 5. Conclusões | 76 |
| Agradecimentos | 76 |
| Referências | 77 |
| CAPÍTULO 3 – Custo de produção do tambaqui e híbridos tambatinga e tambacu | |

| | |
|--|-----------|
| durante diferentes fases de criação em tanques-rede | 83 |
| 1. Introdução | 85 |
| 2. Material e Métodos..... | 86 |
| 3. Resultados | 88 |
| 4. Discussão | 89 |
| Referências | 91 |

1 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

4 1. INTRODUÇÃO GERAL

6 O grupo de organismos aquáticos comumente chamados de “peixes redondos” se destacam
7 como um dos mais produzidos na América do Sul (COSTA et al., 2019; IBGE, 2022). No Brasil,
8 são representados principalmente pelas espécies tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier,
9 1818), pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*
10 Cuvier, 1818) e por híbridos como a tambatinga (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. brachypomus*),
11 tambacu (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. mesopotamicus*) e patinga (♀ *P. mesopotamicus* x ♂ *P.*
12 *brachypomus*). Estes peixes corresponderam em 2020 a 28,4% da produção, sendo a segunda maior
13 representação aquícola no país (28,4%; IBGE, 2022).

14 O grupo dos peixes redondos recebem este nome por apresentarem seu corpo mais alto,
15 conferindo formato rombóide (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2009). Em função das suas
16 características zootécnicas, este grupo demonstra grande potencial para produção na piscicultura
17 continental (MOURAD et al., 2018; ROA et al., 2018), como hábito alimentar onívoro, sendo
18 também considerados peixes filtradores, por conseguirem aproveitar o alimento natural disponível
19 no ambiente (COSTA et al., 2018); expressam bom crescimento e ganho de peso, fácil adaptação
20 às condições de criação (GUIMARÃES; MARTINS, 2015; MOURAD et al., 2018) e tolerância a
21 baixos níveis de oxigênio dissolvido e resistência a patógenos (MORAES et al., 2017; MOURAD
22 et al., 2018).

23 Além disso, são animais com boa aceitação no mercado consumidor (ROA et al., 2018),
24 devido sua carne de excelente qualidade e alto rendimento de carcaça (MOURAD et al., 2018).
25 Ademais, este grupo pode apresentar indicadores econômicos adequados (BARROS et al., 2016;
26 2021).

27 Devido à necessidade de aperfeiçoamento da cadeia de produção de peixes com aumento da
28 sua produtividade, o uso da hibridização tem sido empregado para criação de animais mais
29 eficientes no quesito de precocidade, rusticidade, maior taxa de crescimento, melhor qualidade de
30 carne e resistência às doenças (BARTLEY; RANA; IMNINK, 2000; PORTO-FORESTI et al.,
31 2018; SILVA et al., 2018). Isso ocorre principalmente considerando que o programa de
32 melhoramento genético para o tambaqui ainda é recente (MARCOS et al., 2016, 2020b; SILVA et
33 al., 2020). Dessa forma, muitos produtores optam por utilizar empiricamente a heterose

34 proporcionada pela hibridização nas espécies de peixes redondos (SERAPHIM et al., 2020). Além
35 disso, a demanda do mercado consumidor também apresenta importância na produção de peixes
36 híbridos, visto que a aparência deste animal (cabeça de comprimento menor, coloração prateada e
37 escamas pequenas) são preferência de consumidores de algumas regiões, como é o caso da baixada
38 cuiabana.

39 A hibridação é uma das ferramentas aplicadas geneticamente para elevar os rendimentos
40 produtivos, visto que a heterose ou vigor do híbrido objetiva a produção de progênies com
41 desempenho superior à média dos parentais (PORTO-FORESTI et al., 2018; SILVA et al., 2018).
42 Esta pode ocorrer dentro de uma única espécie (intraespecífica), chamada de cruzamento entre
43 linhagens, ou ainda ser interespecífica, quando o acasalamento é realizado com espécies distintas
44 (HILSDORF et al., 2011; SILVA et al., 2018), como acontece com a tambatinga e o tambacu.
45 Todavia, existem poucos trabalhos científicos considerando o desempenho produtivo,
46 características morfométricas, rendimento de carcaça e viabilidade econômica da produção do
47 tambaqui e dos híbridos tambatinga e tambacu nas mesmas condições de produção, principalmente,
48 em circunstâncias apropriadas para crescimento da espécie pura.

49 Ademais, há ausência de informações quanto à produção de peixes redondos (tambaqui e
50 seus híbridos) em fases de criação distintas, como é verificado em trabalhos com outras espécies,
51 como a tilápia-do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) (GARCIA et al., 2013). Sendo
52 assim, objetivou-se com esse estudo avaliar o desempenho produtivo, características
53 morfométricas, rendimento corporal e determinar o custo de produção de três grupos genéticos de
54 peixes redondos, tambaqui, tambatinga e tambacu, produzidos em tanques-rede durante diferentes
55 fases de produção: Fase I (0-77 dias de criação); Fase II (77-264 dias de criação) e; Fase III: (264-
56 402 dias de criação), em condições de temperatura adequada para peixes de clima tropical ao longo
57 do período produtivo.

58

59

60 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

61

62 **2.1. Panorama da piscicultura brasileira**

63

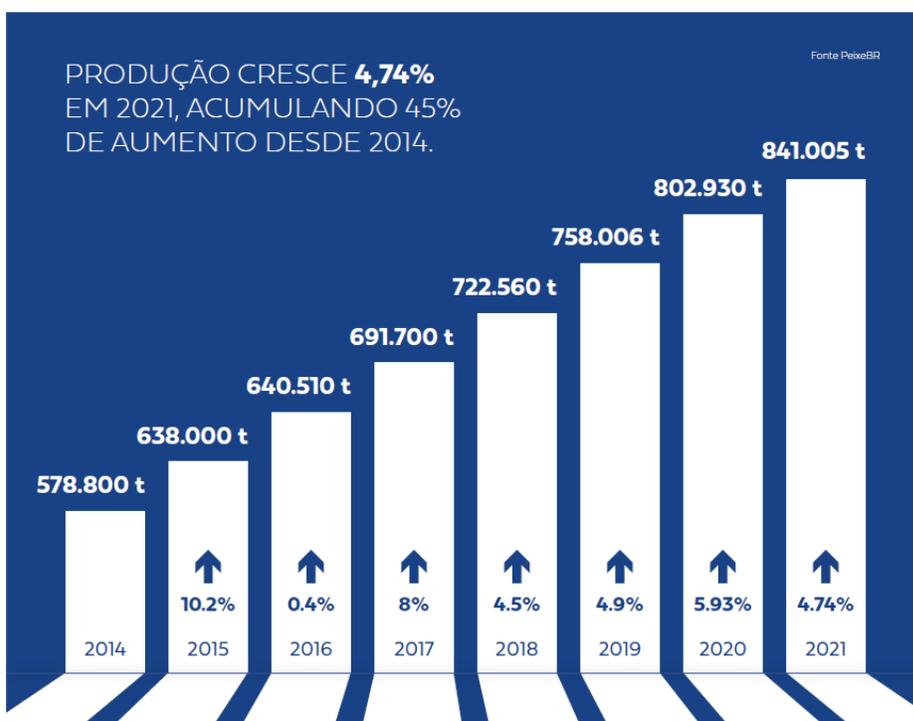
64

65 A aquicultura é o setor mais emergente dentro do contexto agropecuário, que registra a cada
66 ano taxa média de 8% de crescimento, no qual a América Latina colabora com cerca de 4% da

67 produção global da aquicultura e 15% da produção da pesca (SEAFOOD BRASIL, 2021). Ainda
 68 segundo a Seafood Brasil (2021), a procura por pescado é decorrente de alguns fatores importantes,
 69 como aumento do poder aquisitivo dos consumidores; maior disponibilidade de oferta de espécies
 70 com apresentações variadas; maior consciência social referentes as vantagens do consumo do
 71 pescado para a saúde humana; e crescimento significativo populacional, o que eleva a demanda por
 72 proteína de alta qualidade (FAO, 2020).

73 O Brasil atualmente configura como o 13º produtor mundial de peixes no ranking geral
 74 (FAO, 2020), totalizando produção de 841.005 toneladas (t), com aproximadamente 4,7% de
 75 crescimento no ano de 2021 (PEIXE BR, 2022; Figura 1). Assim, a piscicultura brasileira
 76 consolida-se como uma das atividades em constante expansão, representando o principal segmento
 77 dentro do setor aquícola (BARROS et al., 2020a).

78



79

80 Figura 1. Dados de produção da piscicultura brasileira ao longo dos anos de 2014
 81 a 2021.

82

82 Fonte: PEIXE BR (2022).

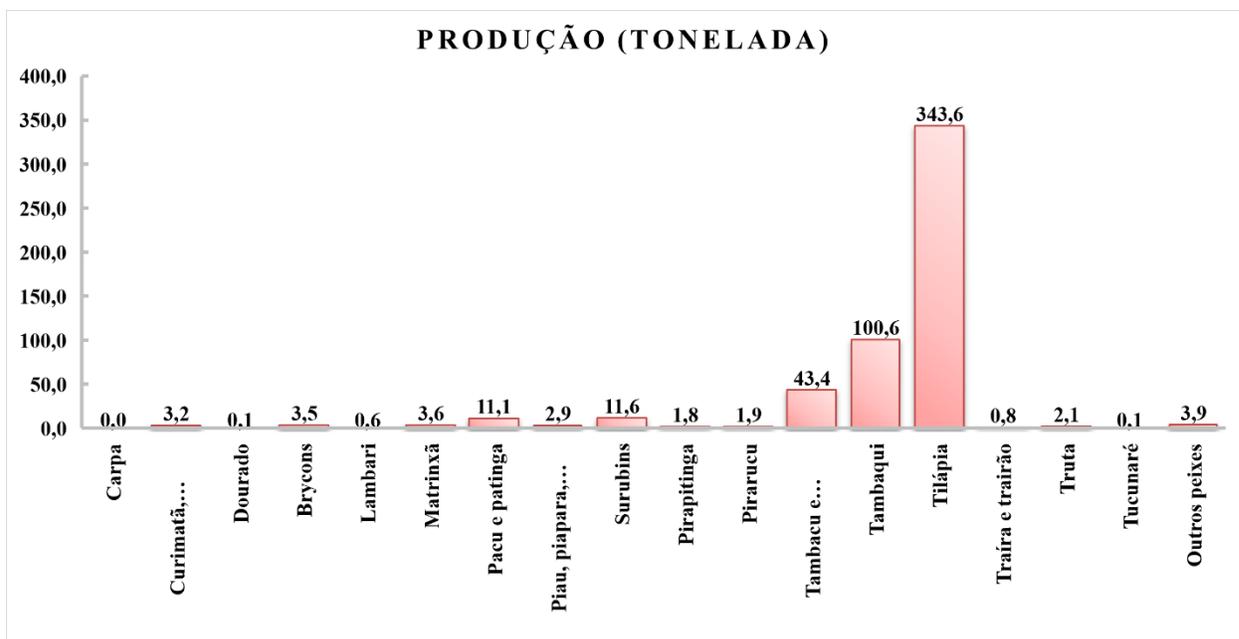
83

84

85

85 A espécie mais produzida no Brasil foi a tilápia (*Oreochromis niloticus*), com 534.005 t em
 86 2021, apresentando crescimento de 9,8%, que correspondeu em 63,5% da produção total dos peixes

87 (PEIXE BR, 2022). Os dados da PEIXE BR (2022) ainda mostram que, os peixes nativos, por sua
 88 vez, ficaram em segundo lugar no segmento de produção em 2021, com 262.370 t (31,2%), estando
 89 presentes em todos os Estados do país (com exceção do Ceará), e sendo representados
 90 principalmente pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*) e demais espécies da subfamília
 91 Serrasalminae, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), e
 92 seus híbridos tambatinga (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. brachypomus*), tambacu (♀ *C. macropomum*
 93 x ♂ *P. mesopotamicus*) e patinga (♀ *P. mesopotamicus* x ♂ *P. brachypomus*) (IBGE, 2022; Figura
 94 2).
 95



96
 97 Figura 2. Dados da produção piscícola brasileira referente ao ano de 2021.

98 Fonte: Adaptado de IBGE (2022).
 99

100 2.2. Peixes nativos

101 2.2.1. Tambaqui

102
 103
 104 O tambaqui (*Colossoma macropomum*; Figura 3) é um dos peixes nativos mais importantes
 105
 106 da América do Sul, também conhecido como cachama (Venezuela), gamitama (Peru) e cachama-
 107 negra (Colômbia) (COSTA et al., 2019; MARCOS et al., 2020a). Esta espécie é autóctone da bacia
 108

109 Amazônica (Figura 4), sendo amplamente distribuída na região tropical da América do Sul e
110 Amazônia Central, especialmente nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (TAPHORN, 1992;
111 GOMES; SIMÕES; ARAUJO-LIMA, 2020). Está classificada taxonomicamente da seguinte
112 maneira (GOMES; SIMÕES; ARAUJO-LIMA, 2020):

113

114 Reino Animalia

115 Filo Chordata

116 Classe Osteichthyes

117 Ordem Characiformes

118 Subfamília Serrasalminae

119 Família Characidae

120 Gênero *Colossoma*

121 Espécie *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818).

122



123

124 Figura 3. Tambaqui (*Colossoma macropomum*).

125 Fonte: [https://vet.ufmg.br/noticias/exibir/6405/venha_conhecer_o_tambaqui_especie_im](https://vet.ufmg.br/noticias/exibir/6405/venha_conhecer_o_tambaqui_especie_importante_para_a_aquacultura_do_br)
126 [portante_para_a_aquacultura_do_br](https://vet.ufmg.br/noticias/exibir/6405/venha_conhecer_o_tambaqui_especie_importante_para_a_aquacultura_do_br).

127



128

129

Figura 4. Mapa da Bacia Amazônica.

130

Fonte: <http://geoconceicao.blogspot.com/2011/08/bacias-hidrograficas-do-brasil.html>.

131

132

133

134

Em ambiente natural, o tambaqui pode pesar até 30,0 kg e apresentar 1,0 m de comprimento, sendo considerado o segundo maior peixe de escamas, ficando atrás do pirarucu (*Arapaimas gigas*) (SILVA et al., 2018; GOMES et al., 2019). O peso comercial dessa espécie é de aproximadamente 2,0 kg (GOMES; SIMÕES; ARAUJO-LIMA, 2020; LIMA et al., 2018; SILVA et al., 2020), com exceção da região Norte do país, no qual o peso de abate pode alcançar entre 3,0 e 4,0 kg (BEZERRA NETO et al., 2017; FEITOZA; SONODA; SOUZA, 2018; GOMES; SIMÕES; ARAUJO-LIMA, 2020).

141

São peixes que vivem em águas com temperatura entre 25 e 34°C e demonstram resistência a baixos teores de oxigênio dissolvido, em concentrações inferiores a 1 mg L⁻¹, pois demonstram adaptação morfo-anatômica, com aumento do lábio inferior, objetivando trazer para a região branquial a camada superficial de água com mais oxigênio (SAINT-PAUL, 1986; RODRIGUES, 2014; GOMES; SIMÕES; ARAUJO-LIMA, 2020). Embora esta espécie tolere baixos níveis de oxigênio, o ideal para o adequado desenvolvimento dos peixes de clima tropical no cultivo é que a

146

147 concentração fique acima de 5 mg L⁻¹ (BOYD, 1998).

148 O tambaqui tem o corpo redondo e alto, e quando adulto, lateralmente este torna-se mais
149 alongado e ligeiramente comprimido, também chamado de romboidal (ARAÚJO-LIMA;
150 GOULDING, 1998; PENNA et al., 2005). Sua coloração nas formas adultas comumente apresenta-
151 se parda na metade superior e preta na metade inferior do corpo, porém pode variar conforme a cor
152 da água em que os peixes vivem, para mais clara ou mais escura (ARAÚJO-LIMA; GOULDING,
153 1998; SOUZA, 2019; Figura 5). Além disso, o tambaqui não possui espinho pré-dorsal,
154 apresentando nadadeira adiposa curta e raiada (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998).

155



156

157



158

159 Figura 5. Exemplos de tambaqui com coloração diferente devido à cor da
160 água de cultivo dos animais.

161 Fonte: [https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-](https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4644001/tambaqui)
162 [/midia/4644001/tambaqui;](https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4644001/tambaqui) [https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-](https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1544001/tambaqui)
163 [/midia/1544001/tambaqui.](https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1544001/tambaqui)

164

165

166 Com relação ao comportamento alimentar, o tambaqui é considerado peixe filtrador de fito e
167 zooplâncton, devido a presença de longos rastros branquiais (GOULDING; CARVALHO, 1982;
168 RODRIGUES, 2014). No período das cheias dos rios, essa espécie costuma-se alimentar de
169 sementes e frutas, por apresentarem lábios grossos e dentes molariformes robustos adaptados a
170 quebra de alimentos duros, ao passo que, na época da seca, consomem especificamente
171 zooplâncton, sendo, dessa forma, classificados como animais de hábito alimentar onívoro
172 (GOULDING; CARVALHO, 1982; RODRIGUES, 2014).

173 O tambaqui atinge a maturidade sexual aos quatro anos de idade (GOMES; SIMÕES;
174 ARAUJO-LIMA, 2020). São considerados peixes reofílicos (piracema) em habitat natural, sem
175 cuidado parental. Essa espécie apresenta desova total com fecundação externa em sincronia com
176 alguns estímulos ambientais, como período chuvoso e temperaturas mais elevadas (outubro-
177 março), em que efetuam grandes migrações (ZANUI; CARRILLO, 1987; GOMES; SIMÕES;
178 ARAUJO-LIMA, 2020). Em pisciculturas comerciais, os reprodutores de tambaqui necessitam de
179 indução hormonal e fertilização artificial para se reproduzirem, com uso de hormônios sintéticos
180 ou extrato de hipófise (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; GOMES; SIMÕES; ARAUJO-
181 LIMA, 2020).

182 Por serem animais rústicos, o tambaqui pode ser produzido em sistemas semi-intensivo como
183 tanques escavados e barragens; e sistemas intensivos, como tanques-rede e tanques escavados com
184 aeração mecânica (CÔRREA; SOUSA; MARTINS JUNIOR, 2018). Este peixe demonstra boa
185 adaptação a alimentação com rações comerciais apresentando elevado crescimento, sendo sua
186 carne de excelente sabor e alta qualidade (MORAES et al., 2017; VIEIRA, 2017). Além disso, essa
187 espécie apresenta importância econômica e cultural relevante em algumas regiões do Brasil, como
188 a Amazônica (GUIMARÃES; MARTINS, 2015). Em ambiente natural, a expectativa de vida do
189 tambaqui é estimada entre 13 e 14 anos (ISAAC; RUFFINO, 1996).

190 É importante ressaltar que, para o tambaqui, há um pequeno número de informações
191 referentes ao seu desempenho produtivo ao longo de um ciclo de produção completo (até atingir

192 peso de abate) em alguns desses sistemas de produção, como tanques escavados (COSTA et al.,
 193 2018; SILVA et al., 2020), tanques-redes (CHAGAS et al., 2007; SOUZA et al., 2014) e barragens
 194 (MELO; IZEL; RODRIGUES, 2001). Dessa forma, demonstra-se a importância de mais estudos
 195 trazendo dados sobre o desempenho produtivo do tambaqui, bem como seu comparativo com
 196 demais espécies e híbridos do gênero *Colossoma* e *Piaractus* em variados sistemas produtivos e
 197 diferentes fases de produção.

198

199

200 **2.2.2 Pacu**

201

202 O pacu (*Piaractus mesopotamicus*; Figura 6), também conhecido como caranha, pacu-
 203 caranha ou pacu-guaçu é um peixe oriundo das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai (Figura
 204 7), comercialmente empregado para a produção de carne e pesca esportiva (URBINATI;
 205 GONÇALVES; TAKAHASHI, 2018). No ambiente natural, pode atingir até 20 kg de peso vivo
 206 (RIBEIRO et al., 2017) com no máximo 82 cm de comprimento (MOREIRA; VARGAS;
 207 RIBEIRO, 2001). Comercialmente, o pacu é vendido com peso médio final entre 1,0 kg a 1,5 kg
 208 no primeiro ano de criação (SERAFINI, 2010; SERAPHIM et al., 2020; URBINATI;
 209 TAKAHASHI, 2020).

210 São considerados peixes rústicos, que apresentam hábito alimentar onívoro com tendência à
 211 frugívoros, alimentando-se desde semente e frutos até insetos, moluscos e peixes, e assim,
 212 apresentam dentição particularizada para fragmentar e triturar os alimentos duros (RIBEIRO et al.,
 213 2017; URBINATI; TAKAHASHI, 2020). Taxonomicamente está classificado da seguinte forma
 214 (URBINATI; TAKAHASHI, 2020):

215

216 Reino Animalia

217 Filo Chordata

218 Classe Actinopterygii

219 Ordem Characiformes

220 Subfamília Serrasalminae

221 Família Myleinae

222 Gênero *Piaractus*

223 Espécie *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887).

224

225

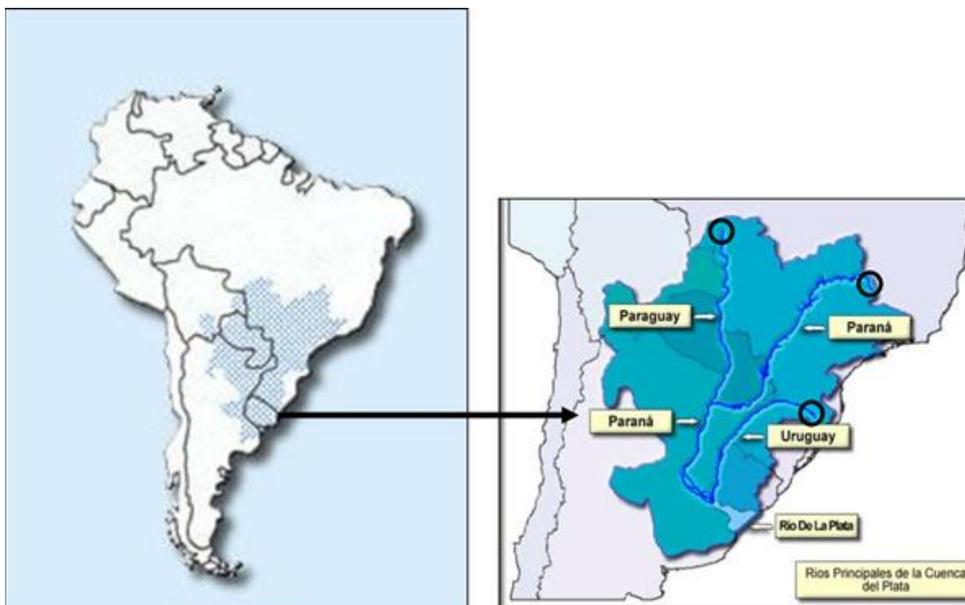


226

227 Figura 6. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*).228 Fonte: [https://criapeixe.blogspot.com/2013/04/engorda-de-pacu-na-regiao-norte-](https://criapeixe.blogspot.com/2013/04/engorda-de-pacu-na-regiao-norte-do.html)229 [do.html](https://criapeixe.blogspot.com/2013/04/engorda-de-pacu-na-regiao-norte-do.html).

230

231



232

233 Figura 7. Mapa da Bacia do Prata (rios Paraná, Paraguai e Uruguai).

234 Fonte: <https://www.gelmekhealth.com/index.phpwyncmynadmindedfcnhalswi932091>.

235

236

237

Em ambientes controlados de produção, o pacu apresenta características relevantes para a

238 piscicultura, como boa adaptação aos sistemas de produção e ao consumo de alimento artificial,
239 além de demonstrarem facilidade no manejo com rápido crescimento (JOMORI et al., 2003). Essa
240 espécie é considerada de grande porte, apresentando o corpo arredondado, e sua coloração varia do
241 cinza escuro ao castanho, com o ventre mais claro (VAZ; TORQUATO; BARBOSA, 2000).

242 O pacu tolera melhor as condições de menor temperatura (23-29°C) em relação a algumas
243 outras espécies da mesma subfamília, como o tambaqui, o que torna este peixe mais apropriado
244 para produção em determinadas regiões do Brasil, tais como o Sul e o Sudeste (LOPERA-
245 BARRERO et al., 2011; URBINATI; TAKAHASHI, 2020). Esta espécie é considerada importante
246 fonte de proteína animal para o consumo humano, sendo de fácil manipulação para processamento
247 dos seus filés, além de apresentar elevada aceitação por parte dos consumidores devido a sua
248 consistência, coloração e sabor de sua carne (LIMA; MUJICA; LIMA, 2012).

249 Com relação à reprodução, da mesma forma que o tambaqui, o pacu também é um peixe
250 reofílico, que realiza migrações (outubro a fevereiro) no meio natural, e, em ambientes de
251 produção, necessitam de indução hormonal para se reproduzirem (COSTA; MATEUS, 2009;
252 URBINATI; TAKAHASHI, 2020). Ademais, segundo os autores citados anteriormente, este peixe
253 apresenta fecundação externa, sem cuidado parental e atingem maturidade sexual aos três anos de
254 idade.

255 Embora alguns trabalhos encontrados na literatura demonstrem desempenho produtivo
256 semelhante (SERAPHIM et al., 2020) e até superior (REIS NETO et al., 2020) do pacu em relação
257 aos seus híbridos (patinga e tambacu), ainda existe a carência de mais informações comparativas
258 com os demais espécies e híbridos de peixes redondos, especialmente em condições de alta
259 temperatura e no mesmo sistema de produção.

260

261

262 **2.2.3. Pirapitinga**

263

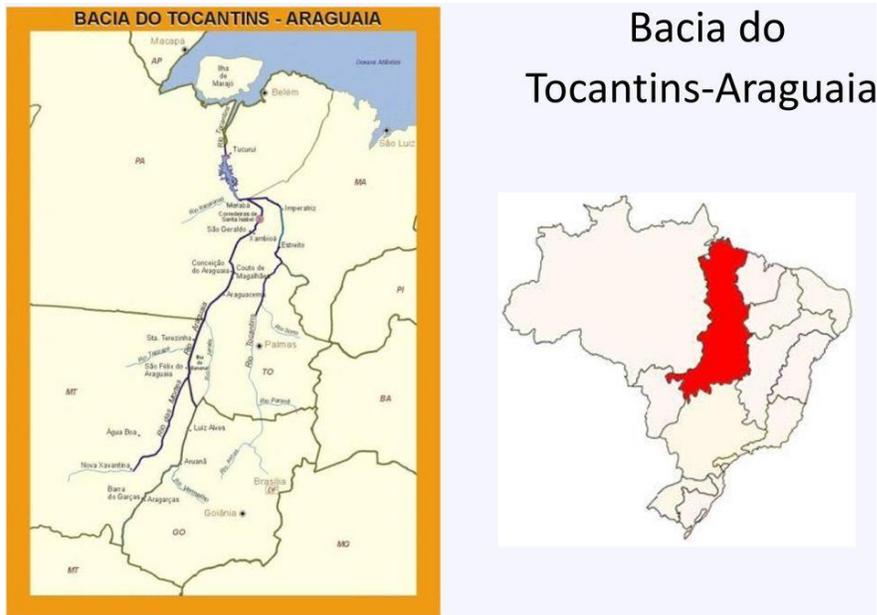
264 A pirapitinga (*Piaractus brachypomus*; Figura 8) é originária da bacia Amazônica (Figura 4)
265 e Araguaia-Tocantins (Figura 9), e tem características semelhantes ao pacu (LOPERA-BARRERO
266 et al., 2011), podendo ser conhecida como cachama blanca na Colômbia, moco-roto na Venezuela
267 e pacu no Peru (VOLKOFF, 2015). Sendo assim, está classificada taxonomicamente (CORDOVIL,
268 2014):

269

270 Reino Animalia
271 Filo Chordata
272 Classe Actinopterygii
273 Ordem Characiformes
274 Subfamília Serrasalminae
275 Família Characidae
276 Gênero *Piaractus*
277 Espécie *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818).
278



279
280 Figura 8. Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*).
281 Fonte: [http://pescariamadora.blogspot.com/2011/06/peixes-de-agua-doce-](http://pescariamadora.blogspot.com/2011/06/peixes-de-agua-doce-pirapitinga.html)
282 [pirapitinga.html](http://pescariamadora.blogspot.com/2011/06/peixes-de-agua-doce-pirapitinga.html).
283
284



285
286 Figura 9. Mapa da bacia Araguaia-Tocantins.

287 Fonte: <https://docplayer.com.br/8537701-Aguas-continentais-do-brasil-capitulo-11.html>.

288

289

290 A pirapitinga é considerada o terceiro maior peixe de escamas da Amazônia, alcançando até
291 20 kg de peso e 80 cm de comprimento (YOSHIOKA, 2014). Essa espécie apresenta hábito
292 alimentar onívoro, alimentando-se de micro crustáceos, folhas, frutas e sementes (SOBRINHO et
293 al., 1984; RIBEIRO et al., 2016). São animais com características corporais atraentes ao mercado
294 consumidor, com o opérculo e regiões peitorais com coloração avermelhada e o restante do corpo
295 prateado, além de demonstrarem menores dimensões de cabeça (RIBEIRO et al., 2016).

296 A pirapitinga revela potencial para a piscicultura devido suas características produtivas como
297 rusticidade, rápido crescimento (NASCIMENTO et al., 2010), tolerância a elevadas temperaturas
298 da água e a baixos teores de oxigênio (RIBEIRO et al., 2016). Essa espécie também evidencia
299 resistência a enfermidades e apresenta alta taxa de conversão alimentar aparente (TORRES, 2001).

300 Além disso, a pirapitinga demonstra carne saborosa e de excelente qualidade
301 (NASCIMENTO et al., 2010), no qual os principais produtos valorizados pelos consumidores são
302 o peixe inteiro eviscerado e filé com costela (RIBEIRO et al., 2019). A pirapitinga, da mesma
303 forma que o tambaqui e o pacu, também é uma espécie migradora, de piracema, que necessita de
304 técnicas de indução hormonal para desova, com uso de hormônios naturais e sintéticos para
305 reprodução artificial (TORRES, 2001) em ambientes de produção da piscicultura.

306 Com a pirapitinga também existe a ausência de informações relacionadas ao seu desempenho

307 produtivo durante todo o ciclo de produção, especialmente quando comparados com demais
308 espécies do gênero *Colossoma* e *Piaractus* e seus híbridos nos mesmos sistemas de produção. Essa
309 carência de dados ressalta a relevância de trabalhos considerando a produção comparativa de
310 diferentes espécies/híbridos do grupo de peixes redondos, sendo estes cultivados em fase única de
311 produção (sistema monofásico), caracterizado quando os peixes na forma de juvenis são colocados
312 nos tanques de engorda e permanecem nestes até serem retirados para o abate (BRABO et al.,
313 2021); ou em diferentes fases de produção (sistema bifásico ou trifásico), descrito pela utilização
314 de tanques próprios para realizar a fase da cria e/ou recria e, posteriormente, sendo os peixes
315 transferidos para tanques de engorda (BRABO et al., 2021), como ocorre com a criação da tilápia
316 (GARCIA et al., 2013; TROMBETA; BUENOS; MATTOS, 2017).

317

318

319 **2.2.4. Híbridos de peixes redondos**

320

321 A hibridação ou hibridização é uma ferramenta utilizada para aumento da produtividade dos
322 peixes (PAULA, 2009), principalmente na ausência de programas de melhoramento genético
323 consolidado, tal como observado para os peixes redondos (SERAPHIM et al., 2020). Essa técnica
324 consiste em cruzamentos entre linhagens diferentes dentro de uma mesma espécie, chamada de
325 cruzamento intraespecífico; ou acasalamento de indivíduos de espécies diferentes (cruzamento
326 interespecífico), que objetiva o aproveitamento do possível vigor do híbrido ou heterose
327 (BARTLEY; RANA; IMNINK, 2000; SENHORINI et al., 1988). Essa ferramenta é utilizada para
328 plantas e animais, voltadas à produção de organismos com características desejáveis dos parentais,
329 de forma a melhorar e/ou aumentar o seu desempenho produtivo, tais como, taxa de crescimento e
330 ganho de peso, qualidade de carne, resistência a doenças e flexibilidade às variações ambientais
331 (BARTLEY; RANA; IMNINK, 2000; PORTO-FORESTI et al., 2018). Dito isso, a heterose é
332 empregada na representação de ocorrência de superioridade de determinada característica, como
333 ganho de peso, quando combinada geneticamente em hibridações (BASTOS et al., 2003).

334 Em peixes, a hibridação é mais facilitada em comparação a outros animais vertebrados, visto
335 que estes demonstram particularidades próprias como fertilização externa, disputa por locais de
336 desova, sobrevivência em ambientes restritos e variedade de espécies de peixes (CAMPTON,
337 1987). Porém, é importante ressaltar que é devido à intervenção humana que a hibridação é tão
338 recorrente na piscicultura, com uso da fertilização artificial (SCRIBNER; PAGE; BARTRON,

339 2001).

340 No entanto, a biologia reprodutiva desses animais ainda é pouco conhecida, especialmente a
341 influência que esses podem causar na natureza, como a competição por alimento e espaço com os
342 estoques presentes no ambiente, além da possível contaminação genética que pode ocorrer
343 (BARTLEY; RANA; IMMINK, 2000), visto que alguns híbridos podem ser férteis (SANCHES et
344 al., 2021). Contudo, vale destacar que, o escape de qualquer peixe, sendo híbrido ou não, pode
345 trazer potenciais impactos para a integridade genética tanto das espécies parentais desses peixes
346 quanto das populações selvagens.

347 Dessa forma, a predição da produção de peixes híbridos na piscicultura deve ser somente em
348 casos em que estes demonstrarem melhor desempenho produtivo em relação as espécies puras
349 (SERAPHIM, 2017). Porém, na literatura são poucos os estudos que evidenciam o comparativo do
350 crescimento e ganho de peso das espécies de peixes redondos com seus híbridos nas mesmas
351 condições de criação. Mesmo assim, alguns híbridos dos peixes redondos são bastante empregados
352 na piscicultura brasileira, como a tambatinga e tambacu (Figura 10), com a finalidade de aproveitar
353 a heterose em razão do cruzamento de seus parentais. Além disso, o uso desses híbridos na
354 piscicultura é devido, principalmente, o programa de melhoramento genético do tambaqui ser
355 recente e ainda não solidificado (MARCOS et al., 2016; SILVA et al., 2020).

356

357



358

359

360 Figura 10. (a) Tambatinga (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. brachypomus*); (b)361 Tambacu (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. mesopotamicus*).362 Fonte: [https://portalamazonia.com/amazonia/tambacu-e-tambatinga-](https://portalamazonia.com/amazonia/tambacu-e-tambatinga-conheca-dois-peixes-hibridos-criados-a-partir-do-tambaqui-da-amazonia)363 [conheca-dois-peixes-hibridos-criados-a-partir-do-tambaqui-da-amazonia;](https://portalamazonia.com/amazonia/tambacu-e-tambatinga-conheca-dois-peixes-hibridos-criados-a-partir-do-tambaqui-da-amazonia)364 [https://www.pisciculturavivapeixe.com.br/especie/tambacu.](https://www.pisciculturavivapeixe.com.br/especie/tambacu)

365

366

367

A tambatinga (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. brachypomus*), por exemplo, pode apresentar

368 filamentos branquiais mais desenvolvidos, o que possibilita melhor eficiência no processo de
369 filtragem do plâncton (FLORES et al., 1992) e crescimento acelerado, ambos herdados do parental
370 tambaqui; maior resistência a doenças, coloração clara, com as extremidades das nadadeiras anal e
371 caudal mais avermelhadas, provenientes do parental pirapitinga (CRUZ et al., 2005; LIMA, 2014).
372 O primeiro registro de uso deste híbrido foi por Darmont e Salaya em 1984 na Venezuela
373 (KUBITZA, 2004). Esse grupo genético dispõe de rusticidade, sendo tolerante a alterações de
374 temperatura e níveis de oxigênio dissolvido (SILVA-ACUÑA; GUEVARA, 2002; HASHIMOTO
375 et al., 2012).

376 A tambatinga é um peixe onívoro, principalmente frugívoro, de caráter oportunista, que pode
377 alcançar até 80 cm de comprimento e 15 kg de peso vivo (CRUZ et al., 2005). Visando aproveitar
378 a heterose proporcionada pela hibridação, muitos produtores, especialmente no estado do Mato
379 Grosso, optam por utilizar este híbrido empiricamente alegando melhores resultados produtivos
380 (MORAES et al., 2017), porém sem informações científicas e qualificação profissional (MACENA
381 et al., 2017). Dessa maneira, é necessário maiores evidências científicas de melhor desempenho
382 produtivo deste híbrido com relação aos seus parentais tambaqui e pirapitinga, principalmente no
383 mesmo ambiente e com as mesmas condições de criação.

384 O tambacu (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. mesopotamicus*), foi originado pela primeira vez no
385 início de 1985 no Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura (CEPTA/IBAMA -
386 Pirassununga, SP; BERNARDINO et al., 1987), com objetivo de combinar a rusticidade e
387 tolerância a temperaturas mais frias do pacu com a precocidade e potencial de crescimento do
388 tambaqui (SILVA et al., 2000; SILVA et al., 2018; REIS NETO et al., 2020). Este peixe apresenta
389 hábito alimentar onívoro e o formato do seu corpo, porte e coloração cinza são semelhantes com
390 seu parental tambaqui (SOUZA, 1998; GONÇALVES et al., 2010).

391 O tambacu é um dos híbridos mais utilizados pelos piscicultores de peixes redondos
392 (BARROS et al., 2019), com resultados produtivos e econômicos satisfatórios (REIS NETO et al.,
393 2020). Todavia, ainda é necessário maiores fundamentos científicos com relação a real ocorrência
394 de heterose perante as espécies parentais. O uso de peixes híbridos de forma empírica pelos
395 produtores pode trazer problemas futuros decorrentes da questão da falta de supervisão dos
396 estoques, pois estes são produzidos sem nenhum controle quanto aos seus parentais e,
397 notoriamente, não existe um padrão constante nos acasalamentos dos animais que possa se repetir
398 nos próximos cruzamentos para se ter maior domínio da técnica. Dessa forma é necessário avaliar

399 se a heterose por si só é mais adequada do que um programa de melhoramento genético de espécies
400 nativas. No Brasil, existe somente um programa de melhoramento genético em fase inicial para o
401 tambaqui (Programa AquaBrasil), que já demonstrou resultados satisfatórios de desempenho
402 produtivo para a espécie, como observado nos estudos de Marcos et al. (2016; 2020a) e Silva et al.
403 (2020).

404 Além disso, o uso de peixes híbridos pode garantir ou não a heterose positiva. Isso depende
405 de uma série de fatores, como diferentes condições ambientais, como temperatura da água correta
406 para a espécie pura ou ao peixe híbrido (MOURAD et al., 2018; SILVA et al., 2020); diferenças
407 nutricionais na dieta dos peixes (REIS NETO et al., 2020); capacidade de suporte distinta dos
408 ambientes de produção; maior ou menor vazão da água dos ambientes de criação (RIBEIRO, 2001);
409 e a densidade de estocagem final adotada (RODRIGUES et al., 2016; LIU; LIANG; FANG, 2017;
410 FRISSO et al., 2020).

411 Isso pode ser exemplificado no estudo de Mourad et al. (2018), em que os autores verificaram
412 desempenho produtivo superior (peso final) do tambacu em relação aos seus parentais tambaqui e
413 pacu. Ao mesmo tempo, Seraphim et al. (2020) não encontraram diferenças significativas na curva
414 de crescimento do pacu e seu híbrido patinga. Em contrapartida, Reis Neto et al. (2020) ao
415 avaliarem o desempenho produtivo do pacu e do híbrido tambacu, evidenciaram superioridade do
416 pacu em relação ao híbrido.

417

418

419 **2.3. Desempenho produtivo, custo de produção e rendimento de carcaça**

420

421 **2.3.1. Desempenho produtivo**

422

423 O desempenho produtivo de peixes, de forma geral, é mensurado a partir de indicadores
424 zootécnicos ao longo de todo ciclo de criação, que estão relacionados com a produção, tais como,
425 peso final, ganho de peso e conversão alimentar aparente (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Outros
426 índices como, taxa de sobrevivência e biomassa final também apresentam importância na avaliação
427 do desempenho produtivo dos animais.

428 O crescimento dos peixes é uma variável que demonstra a velocidade na qual os peixes
429 ganham peso ao longo de um período específico (PAULA, 2009), em que informações referentes
430 ao seu peso, ganho de peso e características morfométricas são de grande relevância para

431 acompanhamento do controle do crescimento dos animais nas suas diversas fases de vida (LEAL
432 et al., 2020). Além disso, o peso médio dos peixes também pode ser empregado como ferramenta
433 para mensurar o rendimento do filé, auxiliando como estimativa de seus respectivos pesos
434 (SANTOS et al., 2000).

435 No entanto, é importante ressaltar que comumente os trabalhos com peixes redondos são
436 realizados em fases menores, com duração entre 30 e 170 dias em média (PORTO et al., 2018;
437 RAMÍREZ-MORA et al., 2019; REIS NETO et al., 2020). Dessa forma, apenas alguns estudos
438 trazem avaliação do desempenho produtivo em ciclo completo, pois o período de criação é mais
439 longo (entre 9 a 12 meses) (BARROS et al., 2020a; SILVA et al., 2020) comparativamente com a
440 tilápia-do-Nilo (GARCIA et al., 2013; 2016), principal espécie atualmente produzida no Brasil
441 (PEIXE BR, 2022) e terceiro peixe mais produzido no mundo (FAO, 2020).

442 Outro aspecto relevante que deve ser levado em consideração na produção dos distintos
443 grupos genéticos de peixes redondos é em relação aos diferentes ambientes de criação, visto que
444 algumas espécies e híbridos desse grupo em questão toleram condições de menor temperatura,
445 como o pacu e o tambacu (MOURAD et al., 2018). Na Tabela 1 estão demonstrados os principais
446 indicadores zootécnicos das espécies e híbridos de peixes redondos em variados ambientes e locais
447 de produção.

448 Tabela 1. Indicadores de desempenho produtivo obtidos com a criação de diferentes grupos genéticos de peixes redondos.

| Nome comum | Região | Sistema de produção | DE | T°C | Tempo (dias) | Nº peixes | PMF (g) | GPD (g dia ⁻¹) | BF (kg) | CAA | TS (%) |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|--------------|-----------|---------|----------------------------|---------|-----|--------|
| Tambaqui ¹ | Porto Velho-RO | Tanques escavados | 0,6 peixes m ⁻² | 30,01±1,3 | 184 | 600 | 1568,7 | 4,9 | 941,2 | 2,2 | - |
| | | | | | | 600 | 1416,4 | 4,2 | 849,8 | 3,6 | - |
| | | | | | | 600 | 1446,0 | 4,4 | 867,6 | 3,0 | - |
| Tambaqui ² | Aracaju-SE | Tanques-rede | 20 peixes m ⁻³ | 29,1±1,4 | 270 | 20 | 1028,5 | 3,5 | 20,6 | 2,1 | 100,0 |
| | | | | | | 40 | 901,8 | 3,1 | 36,1 | 2,3 | 100,0 |
| | | | | | | 60 | 812,0 | 2,7 | 48,7 | 2,4 | 100,0 |
| Pacu ³ | Colatina-ES | Tanques escavados | 1,5 peixes m ⁻² | 26,1 | 271 | 100 | 928,4 | 3,4 | 92,8 | - | - |
| Paqui ³ | | | | | | 100 | 797,8 | 2,9 | 79,8 | - | - |
| Tambacu ³ | | | | | | 100 | 1243,6 | 4,6 | 124,4 | - | - |
| Tambaqui ³ | | | | | | 100 | 1056,8 | 3,9 | 105,7 | - | - |
| Tambatinga ⁴ | Táchira-Venezuela | Tanques escavados | 0,5 peixes m ⁻² | 28,7±0,9 | 154 | 360 | 847,7 | 5,4 | 305,2 | 1,9 | 100,0 |
| Piraqui ⁴ | | | | | | 360 | 892,6 | 5,7 | 321,3 | 1,7 | 100,0 |
| Tambaqui ⁵ | Cuiabá-MT | Tanques escavados | 0,4 peixes m ⁻² | 28,4 | 270 | 150 | 1881,0 | 7,0 | 282,2 | 1,9 | 83,1 |
| | | | | | | 150 | 1965,0 | 7,3 | 295,8 | 1,9 | 90,0 |
| Pacu ⁶ | Campo Grande-MS | Tanques escavados | 0,7 peixes m ⁻² | 21,0 - 28,3 | 295 | 150 | 625,9 | 2,1 | 76,3 | - | - |
| Patinga ⁶ | | | | | | 150 | 727,1 | 2,4 | 76,3 | - | - |
| Pacu ⁷ | Pariquera Açu-SP | Tanques-rede | 12,5 peixes m ⁻³ | 27,4±3,8 | 167 | 300 | 874,1 | 5,2 | 43,7 | - | - |
| Tambacu ⁷ | | | | | 167 | 300 | 735,1 | 4,4 | 36,8 | - | - |

449 Fonte: Adaptado de ¹Fernandes; Doria; Menezes (2010); ²Silva; Fujimoto (2015); ³Mourad et al. (2018); ⁴Ramírez-Mora et al. (2019);450 ⁵Silva et al. (2020); ⁶Seraphim et al. (2020); ⁷Reis Neto et al. (2020).

451 DE: densidade de estocagem; PMF: peso médio final; GPD; ganho de peso diário; BF: biomassa final; CAA: conversão alimentar
452 aparente; TS: taxa de sobrevivência.
453

454 Considerando que existe grande quantidade de híbridos de peixes redondos, produzidos
455 empiricamente, no Brasil, visando aproveitar a possível heteroses proporcionada por esses animais
456 ainda são poucos ou escassos, na literatura, os trabalhos comparativos do tambaqui com seus
457 diferente híbridos, demonstrando carência do meio científico quanto à produção de dados e
458 divulgação dessas informações, de suma importância para o setor produtivo.

459

460 **2.3.2. Custo de produção**

461

462 Através do controle do desempenho produtivo é viável a obtenção e avaliação dos
463 indicadores econômicos de toda a produção, com compilação de informações que proporcionam
464 mais bem tomadas de decisões sobre os investimentos, diminuindo a chance de ocorrência de erros,
465 o que torna a atividade mais atrativa (BARROS et al., 2010; BARROS et al., 2020b). A
466 rentabilidade da piscicultura está relacionada com a eficiência técnica do sistema de produção
467 empregado, preços de venda dos produtos e administração correta dos indicadores zootécnicos, no
468 qual este último pode ser afetado pela densidade de estocagem dos peixes, crescimento dos animais
469 e a taxa de sobrevivência (MARTIN et al., 1995).

470 De forma geral, o custo de produção tem como função auxiliar no gerenciamento da
471 atividade, na escolha do melhor sistema de criação, seleção das espécies mais adequadas a serem
472 produzidas e das práticas que irão ser efetuadas, como determinação dos preços mínimos de vendas
473 e utilidade de uso de crédito externo. Sendo esta última considerada ferramenta imprescindível à
474 viabilidade de empreendimentos piscícolas (COSTA et al., 2018).

475 Devido à atual necessidade de assistência econômica para piscicultores e maior eficiência na
476 produção, alguns estudos práticos e teóricos têm sido efetuados, visando fornecer informações a
477 respeito de dados referentes ao custo de produção de peixes redondos em diferentes localidades do
478 Brasil, como a avaliação da produção de tambaqui em tanques escavados, realizada por Costa et
479 al. (2018), em que os autores analisaram oito propriedades na região de Manaus e obtiveram custo
480 operacional de produção médio de R\$5,50 kg⁻¹, no qual o tambaqui foi vendido em variados canais
481 de comercialização com diferentes preços de venda (frigoríficos: R\$4,10 kg⁻¹; feiras: R\$7,30 kg⁻¹;
482 consumidor direto: R\$10,00 kg⁻¹; supermercados: R\$6,20 kg⁻¹; e intermediários: R\$5,50 kg⁻¹), e de
483 maneira geral, tornou a produção desta espécie rentável nesse tipo de sistema produtivo com suas
484 diversas formas de comércio.

485 Ao passo que, Barros et al. (2020b) realizaram a análise da criação da tambatinga em sistema
486 de policultivo com pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma* spp. x *Leiarius marmoratus*) e piaçu
487 (*Leporinus* spp.), produzidos em tanques escavados no Estado do Mato Grosso e alcançaram menor
488 custo operacional de produção médio da tambatinga (R\$2,94 kg⁻¹; preço de venda: R\$5,00 kg⁻¹)
489 devido ao sistema de policultivo utilizado, em que os preços de comercialização das espécies
490 secundárias (pintado: R\$7,77 kg⁻¹; piaçu: R\$6,86 kg⁻¹) proporcionaram a maximização da receita
491 do produtor, que remunerou todos os fatores de produção e viabilizou economicamente a atividade
492 a longo prazo.

493 A análise da produção dos híbridos tambatinga e pintado da Amazônia em piscicultura
494 arrendada na microrregião do Alto Pantanal-MT, elaborada por Barros et al. (2021), demonstrou
495 que o custo operacional total médio de produção da tambatinga foi menor (R\$4,99 kg⁻¹) quando
496 comparado com a produção do pintado da Amazônia (R\$6,36 kg⁻¹). Isso ocorreu devido ao preço
497 dos insumos relacionados a produção da tambatinga serem menores, como a aquisição de alevinos
498 e uso de ração com menor teor de proteína bruta, demonstrando que a escolha em produzir a
499 tambatinga é mais vantajosa nessas condições, pelo dispêndio de capital ser menor.

500 Enquanto, no estudo de Brabo et al. (2021), com a viabilidade econômica de uma piscicultura
501 familiar com tambaqui produzido em sistema monofásico e bifásico no Estado do Pará, esta
502 apresentou custo operacional total médio de produção de R\$6,13 kg⁻¹ (sistema bifásico) e R\$6,55
503 kg⁻¹ (sistema monofásico), sendo estes valores obtidos devido a preços de investimentos diferentes,
504 valores de aquisição de insumos diversos, que podem apresentar variação de região para região,
505 assim como o preço de comercialização do quilograma do pescado. No entanto, o preço de venda
506 praticado na região deste estudo foi de R\$7,50 kg⁻¹, o que viabilizou economicamente a produção,
507 especialmente no sistema bifásico, que demonstrou uma otimização do processo produtivo.

508 Todavia, ainda são escassos os trabalhos existentes na literatura com esclarecimentos a
509 respeito do custo de produção comparando espécies e híbridos dos grupos genéticos de peixes
510 redondos no mesmo ambiente de produção. Isso mostra a necessidade de maiores pesquisas e
511 geração de informações nesse âmbito de estudo.

512

513

514 **2.3.3. Rendimento de carcaça em peixes**

515

516 O rendimento de carcaça de peixes pode ser determinado a partir de dados morfométricos do

517 animal, com a finalidade de estimar o peso de abate mais adequado junto com seus rendimentos
518 corporais padronizados de acordo com cada espécie (MARCOS, 2018). Na indústria do pescado,
519 o rendimento de carcaça consiste na obtenção das partes comestíveis dos peixes de interesse ao
520 público consumidor, desde o início da preparação do produto, começando pelo abate do peixe, até
521 o completo processamento, finalizando com a apresentação ao consumidor em diferentes tipos de
522 corte (SOUZA et al., 1999a). Para maiores ou menores rendimentos desses cortes é importante
523 considerar o tamanho do peixe para o abate, no qual alguns fatores relacionados à matéria-prima
524 podem influenciar no resultado, como tamanho da cabeça; peso das vísceras e demais resíduos;
525 peso de abate; sexo; idade; e estágio de maturação gonadal (SOUZA et al., 1999b; RUTTEN et al.,
526 2004; ADAMES et al., 2014).

527 Posto isso, é necessário a padronização das técnicas empregadas na industrialização e
528 rendimentos das partes comestíveis, especialmente relacionadas ao filé. Para o processamento
529 adequado do filé, além do citado no parágrafo anterior, deve-se ressaltar também a forma anatômica
530 da espécie do peixe, a capacidade das máquinas filetadoras e a eficiência do operador. Além disso,
531 a maneira como a pele é retirada dos peixes também devem ser analisadas, sendo considerado de
532 alta relevância para o piscicultor e para indústria do processamento (CONTRERAS-GUZMÁN,
533 1994; SOUZA et al., 1999b).

534 As características morfométricas, como comprimento da cabeça, largura e altura do corpo,
535 auxiliam na definição da forma corporal, e ajudam na predição dos rendimentos corporais, visto
536 que estas características influenciam no peso corporal e, conseqüentemente, no rendimento do filé.
537 Isso ocorre em razão da capacidade distinta do acúmulo de massa muscular em determinados
538 pontos do corpo do peixe durante seu crescimento (TURRA et al., 2010).

539 Para os peixes redondos, a largura do corpo é uma das medidas morfométricas mais
540 importantes para o rendimento do filé, em que, quanto maior for sua largura, maior será a obtenção
541 desse corte, posto que estes animais apresentam elevada concentração de massa corpórea no início
542 do primeiro raio da nadadeira dorsal, em que são estimadas a largura e a altura do corpo (COSTA,
543 2011). De maneira geral, o rendimento de filé varia entre 25% e 42% do peso bruto nas espécies
544 de peixes (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Na Tabela 2, estão apresentados os valores de
545 rendimentos de carcaça dos diferentes peixes redondos encontrados na literatura.

546

547

548 Tabela 2. Rendimento de carcaça de diferentes grupos genéticos de peixes redondos.

| Nome comum | Peso ao abate (g) | Eviscerado (%) | Rendimento de filé (%) | Rendimento de cabeça (%) |
|-------------------------|-------------------|----------------|------------------------|--------------------------|
| Pacu ¹ | 1320,3 | 84,5 | 25,2 | 20,8 |
| Tambaqui ² | 1069,5 | 91,3 | 25,7 | 28,0 |
| Pacu ² | 907,6 | 89,2 | 31,9 | 17,4 |
| Tambacu ² | 1273,1 | 89,2 | 26,1 | 22,6 |
| Paqui ² | 846,6 | 90,2 | 27,4 | 23,3 |
| Tambaqui ³ | 1730,6 | 90,8 | 30,2 | - |
| Tambatinga ³ | 1504,5 | 90,0 | 28,9 | - |
| Tambaqui ⁴ | 2108,0 | 89,7 | 48,7 | 22,6 |
| | 1242,0 | 91,1 | 44,6 | 24,1 |
| | 410,0 | 91,4 | 57,5 | 24,3 |
| Tambacu ⁵ | 735,1 | 89,9 | 32,6 | - |
| Tambatinga ⁶ | 12,3 | 89,4 | - | 23,0 |

549 Fonte: Adaptado de ¹Lima; Mujica; Lima (2012); ²Reis Neto et al. (2012); ³Moraes (2016); ⁴Lima
550 et al. (2018); ⁵Reis Neto et al. (2020); ⁶Sousa et al. (2020).

551

552

553 O processamento da carcaça dos peixes redondos ainda é emergente, necessitando de maior
554 padronização dos seus cortes e valorização pelos consumidores, visto que grande parte da produção
555 ainda é comercializada na forma de peixe fresco eviscerado. Dessa forma, é imprescindível a
556 definição de novos tipos de cortes, de forma a diversificar a oferta de produtos, com agregação de
557 valor comercial (LIMA et al., 2018). Alguns exemplos de cortes de peixes redondos que
558 recentemente começaram a ser explorados por parte das indústrias que processam peixes nativos
559 no Brasil, são: postas ou ventrechas, costelinhas, filé e filé em cubos, banda, suã e lombo (CASA
560 DO PEIXE, 2021; Figura 11).

561



562
 563 Figura 11. Produtos processados de peixes nativos (1: ventrecha de tambaqui, 2: costelinha de
 564 tambaqui; 3: suã de tambaqui; 4: lombo de tambaqui; 5: filé em cubos de tambaqui).
 565 Fonte: <https://casadopeixemt.com.br/nossos-produtos/>.
 566

567

568 De forma geral, é evidente a necessidade de estudos que demonstrem valores de rendimento
 569 de carcaça comparativo de espécies e híbridos de peixes redondos produzidos nas mesmas
 570 condições de criação. Isso porque nem sempre ocorrerá a heterose proporcionada pelo uso de
 571 animais híbridos e nem sempre resultará em melhor produtividade, e por conseguinte, em maior
 572 rendimento das partes comestíveis.

REFERÊNCIAS

573
574

- 575 ADAMES, M. S.; KRAUSE, R. A.; DAMASCENO, D. Z.; PIANA, P. A.; OLIVEIRA, J. D. S. de;
576 BOMBARDELLI, R. A. Morphometric characteristics, yields of processing and centesimal
577 composition of barbado's flesh. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 40, n. 2, p. 251-260, 2014.
- 578 ARAÚJO-LIMA, C. A.; GOULDING, M. Os frutos do tabaqui: ecologia, conservação e cultivo
579 na Amazônia. Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá: Brasília: MCT-CNPq, 1998.
- 580 BARROS, A. F. de; MARTINS, M. I. E. G.; ABREU, J. S. de; AMARAL, C. M. de C. 2010. In:
581 Investimento com implantação e custo de produção em pisciculturas no Estado de Mato Grosso.
582 1. ed. Ed UNEMAT. Cáceres, 55 p.
- 583 BARROS, A. F. de; MAEDA, M. M.; MAEDA, A.; SILVA, A. C. C.; ANGELI, A. J. Custo de
584 implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso,
585 Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v. 65, n. 249, p. 21-28, 2016.
- 586 BARROS, F. A. L.; BRITO, M. A. da S. B.; SILVEIRA, D. S. da; BRABO, M. F.; CORDEIRO, C.
587 A. M. Características morfológicas, rendimentos de cortes e composição centesimal do híbrido
588 tambacu. *Revista Agrarian*, v. 12, n. 43, p. 89-96, 2019.
- 589 BARROS, A. F. de; LIMBERGER, D. R. L.; SILVA, A. C. C.; SANTO, P. R. J.; SANTOS, I. de S.
590 Custo de implantação, planejamento zootécnico e econômico de pisciculturas de pequeno porte.
591 *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 27545-27564, 2020a.
- 592 BARROS, A. F. de; SILVA, A. C.C.; SANTO, P. R. J.; BARROS, O. F. de. Investimento e custo
593 de produção de peixes nativos em sistema de policultivo e monocultivo-Estudo de caso. *Brazilian*
594 *Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 16342-16359, 2020b.
- 595 BARROS, A. F. de; SILVA, A. C. C.; NAVA, L. G. dos S.; MACEDO, F. F. Análise econômica da
596 produção de peixes nativos em piscicultura arrendada na microrregião do Alto Pantanal, Estado
597 do Mato Grosso. *Informações Econômicas*, v. 51, p. 1-12, 2021.
- 598 BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and
599 fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 10, n. 3, p. 325-337, 2000.
- 600 BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BURNQUIST, W.; BRESSIANI, J. A.;
601 SILVA, F. L. da. Análise dialéctica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v. 62, n. 2, p. 199-
602 206, 2003.
- 603 BERNARDINO, G.; LUCAS, A. F. B.; PERET, A. C.; VERANI, R.V. Efeito da temperatura e
604 oxigênio dissolvido na água no crescimento, conversão alimentar e sobrevivência do pacu,

- 605 *Piaractus mesopotamicus* em viveiros. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 9, Sete Lagoas,
606 1987.
- 607 BEZERRA NETO, E. B.; PRADO, G. F.; PRADO, G. A. F.; SOUSA, R. G. C. Engorda de tambaqui
608 (1 a 3 kg) arraçoados com dietas contendo 22 a 28% de proteína bruta. *Scientia Amazonia*, v. 6,
609 n. 1, p. 1-8, 2017.
- 610 BRABO, M. F.; SILVA, G. A. da; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C.; BEZERRA, A. S.;
611 SANTOS, M. A. S. dos. Production strategy influence on the economic viability of a family fish
612 farm in Pará state, Amazon, Brazil. *International Journal for Innovation Education and Research*,
613 v. 9, n. 1, p. 540-549, 2021.
- 614 BOYD, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Series., no. 43 Research and Development
615 (Ed.). Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station. Alabama.
- 616 CAMPTON, D. E. Natural hybridization and introgression in fishes: methods of detection and
617 genetic interpretations. In: RYMAN, N.; UTTER, F. (Eds.). *Population genetics and fishery*
618 *management*. 1. ed. Seattle: Washington, University of, 1987. p. 161–192.
- 619 CASA DO PEIXE. Casa do Peixe-Produtos. Disponível em: <[https://casadopeixemt.com.br/nossos-](https://casadopeixemt.com.br/nossos-produtos/)
620 [produtos/](https://casadopeixemt.com.br/nossos-produtos/)>. Acesso em 24 nov 2021.
- 621 CHAGAS, E. C.; GOMES, L. de C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de
622 tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, v. 37, n. 4,
623 p. 1109-1115, 2007.
- 624 CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. *Bioquímica de pescados e derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994,
625 409 p.
- 626 CORDOVIL, A. R. Análise de viabilidade econômica do cultivo de pirapitinga, *Piaractus*
627 *brachypomus* (Cuvier, 1818) em tanque-rede no baixo Tocantins, Estado do Pará. 2014. 70 f.
628 Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) - Universidade Federal
629 Rural da Amazônia, Belém, 2014.
- 630 CÔRREA, R. de O.; SOUSA, A. R. B. de; MARTINS JUNIOR, H. Criação de Tambaquis. Brasília:
631 Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 24 p. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/amazonia-](http://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes)
632 [oriental/publicacoes](http://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes)>. Acesso em: 29 abr. 2020.
- 633 COSTA, R. M. R. da; MATEUS, L. A. de F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus*
634 (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil.
635 *Neotropical Ichthyology*, v. 7, n. 3, p. 447-458, 2009.

- 636 COSTA, A. C. Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu
637 *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui *Colossoma macropomum*. 2011. 64 f. Dissertação
638 (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- 639 COSTA, J. I.; GOMES, A. L. S.; BERNARDINO, G.; SABBAG, O. J.; MARTINS, M. I. E. G.
640 Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in excavated fishponds,
641 Manaus, Brazil. Revista Agro@mbiente on-Line, v. 12, n. 3, p. 234-244, 2018.
- 642 COSTA, A. C.; BOTELHO, H. A.; GOMES, R. C. da S.; CAMPOS, S. A. de S.; REIS NETO, R.
643 V.; BALESTRE, M.; PRADO, F. D. do; HASHIMOTO, D. T.; MARTINS, D. G.; PORTO-
644 FORESTI, F.; LIMA, M.; FREITAS, R. T. F. de. General and specific combining ability in
645 Serrasalminidae. Aquaculture Research, v. 50, p. 717-724, 2019.
- 646 CRUZ, A. G.; MELO, A. E. F. de; SOBREIRA, C. B.; MAZETO, M. D.; NAOE, L. K. Densidade
647 x Biomassa Piscicultura. Palmas: SEAGRO-TO / UNITINS, 2006.13 p. (SEAGRO Boletim
648 Técnico, 2).
- 649 FAO. The State of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action. 2021. Disponível
650 em: < <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf> >. Acesso em 04 jul 2022.
- 651 FEITOZA, D. L. S.; SONODA, D. Y.; SOUZA, L. A. de. Risco da rentabilidade em pisciculturas
652 de tambaqui nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima. Revista IPecege, v. 4, n. 4, p. 40-
653 53, 2018.
- 654 FERNANDES, T. R. C.; DORIA, C. R. da C.; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e
655 parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes
656 tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. Boletim do Instituto de Pesca, v. 36, n.
657 1, p. 45-52, 2010.
- 658 FLORES, H. G.; BOCANEGRA, F. A.; RIVEIRO, H. S.; QUIROZ, S. A. Hibridacion de paco,
659 *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)
660 en Iquitos - Peru. Folia Amazonica, v. 4, n. 1, p. 107-114, 1992.
- 661 FRISSE, R. M.; MATOS, F. T. de; MORO, G. V.; MATTOS, B. O. Stocking density of Amazon
662 fish (*Colossoma macropomum*) farmed in a continental neotropical reservoir with a net cages
663 system. Aquaculture, v. 529, p. 1-8, 2020.
- 664 GARCIA, F. ROMERA, D. M.; GOZI, K. S.; ONAKA, E. M.; FONSECA, F. S.; SCHALCH, S. H.
665 C.; CANDEIRA, P. G.; GUERRA, L. O. M.; CARMO, F. J.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS,
666 M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric

- 667 reservoir. *Aquaculture*, v. 410-411, p. 51-56, 2013.
- 668 GARCIA, F. ROMERA, D. M.; SOUSA, N. S.; PAIVA-RAMOS, I.; ONAKA, E. M. The potential
669 of periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. *Aquaculture*, v. 464, p.
670 229-235, 2016.
- 671 GOMES, F; WATANABE, L.; VIANEZ-JÚNIOR, J. L. da S. G.; NUNES, M. R. T.; CARDOSO,
672 J. F.; LIMA, C.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I. Comparative analysis of the transcriptome of
673 the Amazonian fish species *Colossoma macropomum* (tambaqui) and hybrid tambacu by next
674 generation sequencing. *PLoS ONE*, v. 14, n. 2, p. 1-23, 2019.
- 675 GOMES, L. DE C.; SIMÕES, L. N.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui. In:
676 BALDISSEROTTO, B. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 3. ed. Santa Maria:
677 UFSM, 2020. p. 147-168.
- 678 GONÇALVES, A. C. S.; MURGAS, L. D. S.; ROSA, P. V. e; NAVARRO, R. D.; COSTA, D. V.
679 da; TEIXEIRA, E. de A. Desempenho produtivo de tambacus alimentados com dietas
680 suplementadas com vitamina E. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v. 45, n. 9, p. 1005-1011,
681 2010.
- 682 GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma*
683 *macropomum*, Characidae); an important amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*,
684 v. 1, n. 2, p. 107-133, 1982.
- 685 GUIMARÃES, I. G.; MARTINS, G. P. Nutritional requirement of two Amazonian aquacultured
686 fish species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus brachypomus* (Cuvier,
687 1818): A mini review. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 31, n. 4, p. 57-66, 2015.
- 688 HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish
689 hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture*,
690 v. 4, p. 108-118, 2012.
- 691 HILSDORF, A.; WAGNER SILVA; ORFÃO, L. H. Aspectos gerais do melhoramento genético em
692 peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 317–324, 2011.
- 693 IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2022. Disponível em:
694 <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>>. Acesso em 04 jul 2022.
- 695 ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. Population dynamics of tambaqui, *Colossoma macropomum*
696 Cuvier, in the lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, v. 3, p. 315-333, 1996.
- 697 JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Growth and survival

- 698 of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different
699 initial larviculture periods indoors. *Aquaculture*, v. 221, p. 277-287, 2003.
- 700 KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros
701 peixes redondos. 2004. Disponível em: <Coletânea e Informações aplicadas ao cultivo do
702 tambaqui, do pacu e outros peixes redondos (Parte 1) Revista Panorama da Aqüicultura
703 (panoramadaaquicultura.com.br)>. Acesso em 14 abr 2021.
- 704 LEAL, V. G. B.; FREITAS; R. A. de; HIPY, A. da S.; ALMEIDA, F. F. L.; OLIVEIRA, A. T. de;
705 ARIDE, P. H. R.; PANTOJA-LIMA, J. Avaliação do desempenho zootécnico de linhagens
706 melhoradas de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) na Amazônia central. *Revista*
707 *Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 5, p. 227-236, 2020.
- 708 LIMA, M. de M.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M. Caracterização química e avaliação do rendimento
709 em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 4, p.
710 41-46, 2012.
- 711 LIMA, M. C. de C. Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum*, *Piaractus*
712 *brachypomus* e do híbrido tambatinga. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -
713 Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- 714 LIMA, L. K. F. de; NOLETO, S. dos S.; SANTOS, V. R. V. dos; LUIZ, D. de B.; KIRSCHNIK, P.
715 G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes
716 cortes e categorias de peso. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 12, n. 2, p. 223-
717 235, 2018.
- 718 LIU, L.; LIANG, X. F.; FANG, J. The optimal stocking density for hybrid of *Siniperca chuatsi* (♀)
719 x *Siniperca scherzeri* (♂) mandarin fish fed minced prey fish. *Aquaculture Research*, v. 48, p.
720 1342-1345, 2017.
- 721 LOPERA-BARRERO, N. M.; RIBEIRO, R. P.; POVH, J. A.; VARGAS, L. D. M.; POVEDA-
722 PARRA, A. R. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. 1ed.
723 Guaíba: Agrolivros, 2011. 320 p.
- 724 MACENA, O. M. C. F. Carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga (*Colossoma*
725 *macropomum* x *Piaractus brachypomus*) para produção de hambúrguer. 2017. 128 f. Tese
726 (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de
727 Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2017.
- 728 MARCOS, R.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; OLIVEIRA, C. A. L de; RIBEIRO, R. P.; LOPERA-

- 729 BARRERO, N. M.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; ABREU, J. S. de; MURARI, P. J. F. Weight
730 gain and morphometric growth of genetically improved tambaqui (*Colossoma macropomum*).
731 Semina: Ciências Agrárias, v. 37, n. 4, p. 2521-2528, 2016.
- 732 MARCOS, R. Curvas de crescimento e rendimento de carcaça de tambaqui (*Colossoma*
733 *macropomum*) geneticamente melhorados produzidos em diferentes ambientes. 2018. 59 p. Tese
734 (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande,
735 2018.
- 736 MARCOS, R.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; ABREU, J. S. de; SERAPHIM, G. N.; SILVA, A. C.
737 C.; FORNARI, D. C.; RIBEIRO, R. P.; FERREIRA, Y. A.; GAMA, K. F. S.; POVH, J. A.
738 Weight and body yield of selectively bred tambaqui (*Colossoma macropomum*) farmed in
739 different environments. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 92, p. 1-9, 2020a.
- 740 MARCOS, R.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; ABREU, J. S. de; SERAPHIM, G. N.; SILVA, A. C.
741 C.; FORNARI, D. C.; RIBEIRO, R. P.; PIRES, L. B.; MARTINS, T. X.; POVH, J. A. Growth
742 curve of selectively bred tambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in different environments.
743 Journal of Agricultural Studies, v. 8, n. 3, p. 585-600, 2020b.
- 744 MARTIN, N. B.; SCORVO FILHO, J. D.; SANCHES, E. G.; NOVATO, P. F. C.; AYROSA, L. M.
745 da S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. Informações Econômicas, v. 25, n. 1, p. 9-
746 47, 1995.
- 747 MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. Criação de Tambaqui (*Colossoma*
748 *macropomum*) em Viveiros de Argila/Barragens no Estado do Amazonas. Amazonas. Manaus:
749 Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 36 p. (Documentos, 18).
- 750 MORAES, T. C. H. de. Parâmetros zootécnicos e fisiológicos de tambaqui (*Colossoma*
751 *macropomum*) e híbrido tambatinga (fêmea de *C. macropomum* x macho de *P. brachypomus*)
752 durante cultivo em viveiros escavados. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -
753 Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.
- 754 MORAES, T. C. H. de; FERREIRA, C. M.; GAMA, K. F. da S.; HOSHIBA, M. A.; POVH, J. A.;
755 ABREU, J. S. de. Routine exposure to biometric procedures in fish farming reveals differences
756 in stress response in tambaqui and hybrid tambatinga. Boletim do Instituto de Pesca, v. 44, p. 1-
757 10, 2017.
- 758 MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P. Fundamentos da moderna aquicultura.
759 Canoas: ULBRA, 2001. 200 p.

- 760 MOURAD, N. M. N.; COSTA, A. C.; FREITAS, R. T. F.; SERAFINI, M. A.; REIS NETO, R. V.;
- 761 FELIZARDO, V. O. Weight and morphometric growth of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*),
- 762 Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and their hybrids from spring to winter. Pesquisa
- 763 Veterinaria Brasileira, v. 38, n. 3, p. 544-550, 2018.
- 764 NASCIMENTO, A. F.; MARIA, A. N.; PESSOA, N. O.; CARVALHO, M. A. M. VIVEIROS, A.
- 765 T. M. Out-of-season sperm cryopreserved in different media of the Amazonian freshwater fish
- 766 pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Animal Reproduction Science, v. 118, p. 324-329, 2010.
- 767 OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Piscicultura: fundamentos e técnica de manejo. Guaíba:
- 768 Agropecuária. 1998. 211 p.
- 769 PAULA, F. G. de. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus*
- 770 *brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em
- 771 viveiros fertilizados na fase de engorda. 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)
- 772 - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- 773 PEIXE BR. Anuário 2022 Peixe BR da Piscicultura. Disponível em:
- 774 <<https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>>. Acesso em 05 jul. 2022.
- 775 PENNA, M. A. H.; VILLACORTA-CORRÊA, M. A.; WALTER, T.; PETRERE-JR, M. Growth of
- 776 the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) (Characiformes: Characidae): which is the best
- 777 model? Brazilian journal of biology, v. 65, n. 1, p. 129-139, 2005.
- 778 PORTO, M. O.; MACHADO, J. J.; CAVALI, J.; NUNES, N. N. dos S.; ALMEIDA, A. R.;
- 779 FERREIRA, E. Performance of juvenile tambaqui in cage, under different feed rates. Boletim
- 780 do Instituto de Pesca, v. 44, n. 2, p. 1-7, 2018.
- 781 PORTO-FORESTI, F.; HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F. Hibridação em
- 782 piscicultura: monitoramento e perspectivas. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Ed.).
- 783 Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2018. p. 579–
- 784 596.
- 785 RAMÍREZ-MORA, J. N.; USECHE, M. C.; NIÑO, P. A.; LEAL, C.; BALDISSEROTO, B.
- 786 Production of cachama reciprocal hybrids in earth ponds. Ciencia Rural, v. 49, n. 11, p. 1-6,
- 787 2019.
- 788 REIS NETO, R. V.; SERAFINI, M. A.; FREITAS, R. T. F. de; ALLAMAN, I. B.; MOURAD, N.
- 789 M. N.; LAGO, A. de A. Performance and carcass traits in the diallel crossing of pacu and
- 790 tambaqui. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 12, p. 2390-2395, 2012.

- 791 REIS NETO, R. V.; HASHIMOTO, D. T.; CORRÊA, C. F.; ENKE, D. B. S.; GERVAZ, W. R.;
792 LATTANZI, G. R. Performance of tambacu hybrid (σ^7 *Piaractus mesopotamicus* x f *Colossoma*
793 *macropomum*) and its parental pacu (*Piaractus mesopotamicus*) evaluated in cages under
794 different feeding programmes. *Aquaculture Reports*, v. 17, p. 1-7, 2020.
- 795 RIBEIRO, R.P., 2001. Construção de tanques, in: MOREIRA, H.L.M., VARGAS, L., RIBEIRO,
796 R.P., ZIMMERMANN, S. (Eds.), *Fundamentos da moderna Aquicultura*. Editora ULBRA,
797 Canoas, pp. 45–52.
- 798 RIBEIRO, F. M.; FREITAS, P. V. D. X.; SANTOS, E. O. dos; SOUSA, R. M. de; CARVALHO,
799 T. A.; ALMEIDA, E. M. de; SANTOS, T. O. dos; COSTA, A. C. Alimentação e nutrição de
800 Pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*): Revisão.
801 *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecniaia e Zootecnia*, v. 10, n. 12, p. 873-882, 2016.
- 802 RIBEIRO, F. M.; SANTOS, E. O. dos; ALMEIDA, E. M. de; FREITAS, P. V. D. X.; RIBEIRO, T.
803 B.; CARVALHO, T. A. Alimentação e nutrição de pacu (*Piaractus mesopotamicus*): revisão de
804 literatura. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 10, n. 1, p. 4936-4943, 2017.
- 805 RIBEIRO, F. M.; LIMA, M.; COSTA, P. A. T. da; PEREIRA, D. M.; CARVALHO, T. A.; SOUZA,
806 T. V. de; BOTELHO, H. A.; SILVA, F. F. e; COSTA, A. C. Associations between morphometric
807 variables and weight and yields carcass in Pirapitinga *Piaractus brachypomus*. *Aquaculture*
808 *Research*, v. 50, p. 2004-2011, 2019.
- 809 ROA, F. G. B.; SILVA, S. dos S.; HOSHIBA, M. A.; SILVA, L. K. S. da; BARROS, A. F. de;
810 ABREU, J. S. de. Production performance of tambaqui juveniles subjected to short feed-
811 deprivation and refeeding cycles. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n. 4, p. 1-9, 2019.
- 812 RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Boletim*
813 *do Instituto de Pesca*, v. 40, n. 1, p. 135-145, 2014.
- 814 RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; MACIEL, P. O.; SANTOS, P. R. R. dos; FLORES, R. M. V.;
815 SILVA, A. P. da. Stocking density during the initial grow-out phase of tambatinga in net pens.
816 *Ciência Rural*, v. 46, n. 1, p. 163-168, 2016.
- 817 RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body
818 measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, v. 231, p.
819 113-122, 2004.
- 820 SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review.
821 *Aquaculture*, v. 54, p. 205-240, 1986.

- 822 SANCHES, E. A.; SIQUEIRA-SILVA, D. H. de; SOUZA, G. B. de; VASCONCELOS, A. C. N.;
823 POVH, J. A.; STREIT JR, D. P. Tecnologias aplicadas à reprodução de peixes amazônicos. In:
824 MATTOS, B. O. de; PANTOJA-LIMA, J.; OLIVEIRA, A. T. de; ARIDE, P. H. R. (Eds.).
825 Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias. 1. ed. Ponta
826 Grossa: Atena Editora, 2021. p. 222-239.
- 827 SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, M. B. Composição química e
828 rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). Revista da FZVA, v. 7/8, n. 1, p. 140-150,
829 2000.
- 830 SANTOS, G. M. dos; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. Peixes comerciais de Manaus.
831 Manaus: INPA, 2. ed, 2009. 144 p.
- 832 SCRIBNER, K. T.; PAGE, K. S.; BARTRON, M. L. Hybridization in freshwater fishes: a review of
833 case studies and cytonuclear methods of biological inference. Reviews in Fish Biology and
834 Fisheries, v. 10, p. 293-323, 2001.
- 835 SEAFOOD BRASIL. 7º Anuário Seafood Brasil. 2021. Disponível em:
836 <<https://www.seafoodbrasil.com.br/revista/seafood-brasil-40-7th-yearbook-7-anuario>>. Acesso
837 em 14 mai 2022.
- 838 SENHORINI, J. A.; FIGUEIREDO, G. M. de; FONTES, N. A.; CAROLSFELD, J. Larvicultura e
839 alevinagem do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG 1887), tambaqui, *Colossoma*
840 *macropomum* (CUVIER, 1818) e seus respectivos híbridos. Boletim Técnico CEPTA, v. 1, n. 2,
841 p. 19-30, 1988.
- 842 SERAFINI, M. A. Cruzamento dialético interespecífico entre pacu *Piaractus mesopotamicus* e
843 Tambaqui *Colossoma macropomum*. 2010. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade
844 Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- 845 SERAPHIM, G. D. N. Curva de crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e do híbrido
846 patinga (*P. mesopotamicus* x *P. brachypomus*). 2017. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciência
847 Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017.
- 848 SERAPHIM, G. do N.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; NUNES, A. L.; PIRES, L. B.; SILVA, T. G.
849 da; FERREIRA, Y. A.; ALMEIDA, L. C. de; MARTINS, T. X.; LOPERA-BARRERO, N. M.;
850 SPICA, L. N.; POVH, J. A. Growth curve of pacu and the patinga hybrid farmed in a semi-
851 intensive system. Semina: Ciências Agrárias, v. 41, n. 5, p. 2285-2296, 2020.
- 852 SILVA, P. C.; PÁDUA, D. M.C.; FRANÇA, A. F. de S.; PÁDUA, J. T.; SOUZA, V. L. Milheto

- 853 (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de
854 tambaqui (híbrido *Colossoma macropomum* fêmea X *Piaractus mesopotamicus* macho). ARS
855 Veterinaria, v. 16, n. 2, p. 146-153, 2000.
- 856 SILVA-ACUÑA, A.; GUEVARA, M. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento
857 del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Zootecnia Tropical, v. 20, n.
858 4, p. 449-459, 2002.
- 859 SILVA, C. A. da; FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de
860 estocagem em tanques-rede. Acta Amazonica, v. 45, n. 3, p. 323-332, 2015.
- 861 SILVA, G. F. da; SHIOTSUKI, L.; TEIXEIRA, R. de A.; DIAS, L. T.; VILLELA, L. C. V.;
862 FREITAS, L. E. L. de; KIRSCHNIK, L. N. G.; VARELA, E. S. Programas de melhoramento
863 genético na piscicultura. Palmas TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2018. 58 p. (Documentos,
864 37).
- 865 SILVA, A. C. C.; BARROS, A. F. de; MENDONÇA, F. M. F.; GAMA, K. F. da S.; MARCOS, R.;
866 POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; HOSHIBA, M.; ABREU, J. S. de. Performance and economic
867 viability of tambaqui, *Colossoma macropomum*, selectively bred for weight gain. Acta
868 Amazonica, v. 50, n. 2, p. 108-114, 2020.
- 869 SOBRINHO, A.; SILVA, A.; MELO, F. Resultados de um experimento de policultivo da pirapitinga
870 *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818, com o híbrido de tilápias (*Oreochromis homorum*
871 *niloticus*). Boletim Técnico do DNOCS, v. 42, n. 1, p. 91-115, 1984.
- 872 SOUZA, V. L. Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no crescimento e metabolismo
873 energético de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). 1998. 118 f. Tese
874 (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- 875 SOUZA, M. L. R. de; LIMA, S.; FURUYA, W. M.; PINTO, A. A.; LOURES, B. T. R. R.; POVH,
876 J. A. Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso.
877 Acta Scientiarum, v. 21, n. 3, p. 637-644, 1999a.
- 878 SOUZA, M. L. R. de; MACEDO-VIEGAS, E. M.; KRONKA, S. do N. Influência do método de
879 filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilapia-do-Nilo
880 (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 1, p. 1-6, 1999b.
- 881 SOUZA, R. A. de; PADUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P. de C.; MAIA, T. C. B. Análise econômica
882 da criação de tambaqui em tanques-rede: estudo de caso em assentamento da reforma agrária.
883 Custos e @gronegocio on line, v. 10, n. 1, p. 253-268, 2014.

- 884 SOUZA, S. R. dos S. Tambaqui. Embrapa Amazônia Ocidental. 2019. Disponível em:
885 <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4644001/tambaqui>>. Acesso em 19 jul
886 2022.
- 887 SOUSA, R. M.; SILVA, R. R. dos S.; SANTOS, A. S. dos; SILVA, C. V. da; MAGALHÃES, J. A.;
888 FOGAÇA, F. H. dos S.; LOPES, J. M. Tambatinga juveniles performance in a recirculation
889 aquaculture system with different stocking densities. *Research, Society and Development*, v. 9,
890 n. 5, p. 1-17, 2020.
- 891 TAPHORN, D. C. The characiform fishes of the apure river drainage, Venezuela. Caracas:
892 BioLlania, 1992. 537 p.
- 893 TORRES, W. V. Exigências de proteína, gordura e carboidratos em dietas para crescimento de
894 juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus*. 2001. 74 p. Tese (Doutorado em Biologia
895 Tropical e Recursos Naturais) - Universidade do Amazonas, Manaus, 2001.
- 896 TROMBETA, T. D.; BUENO, G. W.; MATTOS, B. O. Análise econômica da produção de tilápia
897 em viveiros escavados no Distrito Federal, 2016. *Informações Econômicas*, v. 47, n. 2, p. 42-49,
898 2017.
- 899 TURRA, E. M.; OLIVEIRA, D. A. A.; TEIXEIRA, E. A.; PRADO, S. A.; MELO, D. C.; SOUSA,
900 A. B. Uso de medidas morfométricas no melhoramento genético do rendimento de filé da tilápia
901 do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 34, n. 1, p. 29-
902 36, 2010.
- 903 URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D.; TAKAHASHI, L. S. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*).
904 In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*.
905 2. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2018. p. 195-234.
- 906 URBINATI, E. C.; TAKAHASHI, L. S. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTTO,
907 B. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 3o ed. Santa Maria: Editora da UFMS,
908 2020. p. 169-200.
- 909 VAZ, M. M.; TORQUATO, V. C.; BARBOSA, N. D. de C. Guia ilustrado de peixes da bacia do
910 Rio Grande. Belo Horizonte: CEMIG: CETEC, 2000, 141 p.
- 911 VIEIRA, J. L. M. Níveis de proteína bruta no desempenho de juvenis de tambaqui criados em
912 tanques- rede durante a fase de recria. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 14, n. 2, p. 5038-5045,
913 2017.
- 914 VOLKOFF, H. Cloning and tissue distribution of appetite-regulating peptides in pirapitinga

- 915 (*Piaractus brachypomus*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 99, n. 5, p.
916 987–1001, 2015.
- 917 YOSHIOKA, E. T. O. Cuidados essenciais no manejo alimentar de peixes redondos cultivados no
918 Estado do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá. 2014. 6 p. (Comunicado Técnico, 97).
- 919 ZANUI, S.; CARRILLO, M. La reproducción de los teleosteos y su aplicación en acuicultura. In:
920 MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. Reproduccion en Acuicultura. 1° ed. Madri: Imprime
921 Industrias Gráficas España, S. L., 1987, p. 1-102. 11
922

923

924 **CAPÍTULO 2 – Produção do tambaqui e dos híbridos tambatinga e**925 **tambacu: desempenho, características morfométricas e rendimento**926 **corporal**

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

Artigo Publicado

937

Aquaculture – 2022 volume 554

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958 **Produção do tambaqui e dos híbridos tambatinga e tambacu: desempenho,**
959 **características morfológicas e rendimento corporal**

960 **Resumo**
961

962 Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho produtivo, características
963 morfológicas e o rendimento corporal do tambaqui e dos híbridos tambatinga e
964 tambacu produzidos em tanques-rede de 6 m³ de volume útil durante as seguintes fases
965 de produção: (I) 0-77 dias de criação (600 peixes/tanque-rede); (II) 77-264 dias de
966 criação (200 peixes/tanque-rede); (III) 264-402 dias de criação (100 peixes/tanque-
967 rede). No total, 5.400 peixes dos três grupos genéticos foram utilizados em cada grupo
968 experimental (replicado três vezes). Na Fase I, não foi observada diferença
969 significativa no desempenho produtivo entre os grupos genéticos, exceto para o fator
970 de condição e altura do corpo, que foram maiores ($p < 0,05$) na tambatinga; e taxa de
971 crescimento específico e largura do corpo, que foram maiores ($p < 0,05$) para o
972 tambaqui e tambatinga. Na Fase II, o peso final foi maior ($p < 0,05$) nos grupos
973 tambaqui (943,6 g) e tambatinga (686,8) em relação ao tambacu (276,4 g). O mesmo
974 ocorreu para demais características de desempenho produtivo; enquanto as
975 características morfológicas foram maiores ($p < 0,05$) para o tambaqui. Durante a
976 fase III, o tambaqui apresentou maior peso final (1764,1 g; $p < 0,05$) comparado ao
977 tambacu (654,8 g), enquanto o peso final da tambatinga (906,0 g) não diferiu dos
978 demais grupos genéticos. Ao passo que, nesta mesma fase, as características
979 morfológicas foram maiores ($p < 0,05$) no tambaqui em relação ao tambacu. As
980 percentagens de rendimento corporal avaliadas foram semelhantes entre os grupos
981 genéticos, com exceção para o rendimento de ossos, que foi maior ($p < 0,05$) no
982 tambacu. Os resultados mostraram que, durante a fase II, o tambaqui foi superior à
983 tambatinga com relação às suas características morfológicas, e que superou o

984 tambacu no desempenho e características morfométricas. Na fase III, o tambaqui
985 obteve maiores ganhos de biomassa que a tambatinga e teve melhor desempenho e
986 características morfométricas do que o tambacu. O rendimento corporal (com exceção
987 dos ossos) foi semelhante à tambatinga e ao tambacu.

988

989 **Palavras-chave:** *Colossoma macropomum*; Desempenho dos peixes; *Piaractus*
990 *brachypomus*; *Piaractus mesopotamicus*; Peixe híbrido.

991

992

993 1. Introdução

994 Tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*),
995 pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e os híbridos provenientes destas espécies estão
996 entre os principais peixes produzidos em muitos países da América do Sul (Costa et
997 al., 2019). No Brasil, formam um grupo que configura entre os principais peixes
998 produzidos nos últimos anos (IBGE, 2021), comumente chamados de “peixes
999 redondos”.

1000 Esses peixes possuem características fisiológicas e zootécnicas que contribuem
1001 para sua produção, incluindo rápido crescimento, tolerância a baixos níveis de
1002 oxigênio dissolvidos e fácil aceitação de alimentação artificial (Moraes et al., 2017).
1003 Ademais, apresentam ainda resistência à patógenos (Mourad et al., 2018), e dispõem
1004 de atributos sensoriais e nutricionais em sua carne que atraem consumidores (Costa et
1005 al., 2020), além da sua importância econômica e cultural (Guimarães e Martins, 2015).

1006 Embora o tambaqui seja mais produzido nos últimos anos comparativamente à
1007 criação de pacu, pirapitinga e híbridos oriundos destas espécies, observa-se que muitos
1008 produtores têm explorado a produção de tambatinga ($\text{♀ } C. \text{ macropomum} \times \text{♂ } P.$

1009 *brachypomus*) e do tambacu (♀ *C. macropomum* × ♂ *P. mesopotamicus*) (IBGE,
1010 2021), principalmente objetivando aproveitar uma possível heterose proporcionada
1011 pelo cruzamento desses animais (Seraphim et al., 2020). Isso sobretudo em razão do
1012 programa de melhoramento genético para o tambaqui ser bem recente e ainda não
1013 consolidado (Marcos et al., 2016, 2020; Silva et al., 2020).

1014 Estudos anteriores avaliaram o desempenho produtivo de peixes puros e
1015 híbridos. Para peixes híbridos provenientes do cruzamento com tambaqui, foi
1016 demonstrado em alguns trabalhos a superioridade dos animais puros em relação aos
1017 híbridos (Costa et al., 2019; Reis Neto et al., 2020). Ao mesmo tempo, em outros
1018 estudos realizados para análise de peso e características morfométricas, têm sido
1019 observado heterose no cruzamento de tambaqui com pacu (Reis Neto et al., 2012a;
1020 Mourad et al., 2018), com superioridade do híbrido tambacu em relação ao tambaqui
1021 e ao pacu.

1022 No entanto, em condições ambientais distintas pode não ocorrer essa heterose,
1023 devido a interação genótipo-ambiente (Fantini et al., 2019). Isso é evidenciado na
1024 avaliação do crescimento do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e seu híbrido (*I.*
1025 *punctatus* x *I. furcatus*) em tanques escavados (Mischke et al., 2019), e na produção
1026 de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e seu híbrido cachapinta (*P. reticulatum* x
1027 *P. corruscans*) em tanques-rede (Fantini et al., 2017; 2019), em que os autores não
1028 evidenciaram superioridade dos híbridos, os quais apresentaram desempenho
1029 semelhante aos animais puros.

1030 Posto isso, faltam informações científicas quanto ao desempenho produtivo,
1031 características morfométricas e de rendimento corporal da produção do tambaqui
1032 comparativamente aos híbridos tambatinga e tambacu em condições de produção
1033 semelhantes, principalmente em circunstâncias satisfatórias de crescimento para

1034 peixes de clima tropical. Além disso, existe a carência de dados comparativos em
1035 diferentes fases de produção do tambaqui e dos híbridos obtidos a partir desta espécie,
1036 como é observado em trabalhos com outras espécies de peixes, como a tilápia-do-Nilo
1037 (*Oreochromis niloticus*) (Garcia et al., 2013, 2016). Objetivou-se com esse estudo
1038 avaliar o desempenho produtivo, características morfométricas e rendimento corporal
1039 do tambaqui e dos híbridos tambatinga e tambacu durante três fases de produção: (I)
1040 0-77 dias de criação, (II) 77-264 dias de criação e (III) 264-402 dias de criação.

1041

1042 **2. Material e métodos**

1043 *2.1 Peixes e local*

1044 O experimento foi realizado em uma piscicultura comercial na região Centro-
1045 Oeste do Brasil (Latitude -12°51'56,40'' S e Longitude -55°50'03,30'' W), durante
1046 período de 402 dias. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo
1047 Comitê de Ética no Uso de Animais da UFMS (parecer nº 1.058/2019 – CEUA,
1048 FAMEZ, UFMS).

1049 Os peixes dos grupos genéticos tambaqui, tambatinga e tambacu foram obtidos
1050 a partir da reprodução induzida de três machos e três fêmeas de cada grupo genético
1051 (Tambaqui: 3 ♀tambaqui × 3 ♂tambaqui; Tambatinga: 3 ♀tambaqui × 3 ♂pirapitinga;
1052 e Tambacu: 3 ♀tambaqui × 3 ♂pacu). Para isso, foi utilizado o protocolo de
1053 reprodução induzida com extrato de hipófise de carpa (Woynarovich e Horváth, 1983;
1054 Pires et al., 2018). Os peixes de cada grupo genético foram alocados separadamente
1055 em tanques de 1000 m², com renovação diária da água em 10%. Estes receberam
1056 inicialmente ração farelada (40% de proteína bruta) e, posteriormente, ração extrusada
1057 (40% de proteína bruta) até a saciedade aparente.

1058 Foram selecionados 1.800 juvenis de cada grupo genético, com a intenção de

1059 formar grupos genéticos de tamanho uniforme, eliminando animais extremos. Isso
 1060 resultou em um total de 5.400 peixes (tambaqui: peso de $73,3 \pm 28,9$ g e comprimento
 1061 padrão de $23,5 \pm 1,7$ cm; tambatinga: peso de $121,3 \pm 35,0$ g e comprimento padrão de
 1062 $24,0 \pm 2,3$ cm; e tambacu: peso de $66,2 \pm 24,8$ g e comprimento padrão de $21,9 \pm 1,7$ cm),
 1063 todos com 108 dias de idade.

1064

1065 2.2 Unidades experimentais

1066 Foram utilizadas nove tanques-rede de 6 m^3 de volume útil, com malha de 20
 1067 mm e sistema de flutuação constituídos por boias plásticas, fixadas em cabo de aço no
 1068 sentido horizontal (um ao lado do outro), distribuídos em uma barragem de 100
 1069 hectares, com espaçamento de 2 m entre os tanques em uma única linha. Os peixes
 1070 foram avaliados em três diferentes estágios de produção (Tabela 1). Foram utilizadas
 1071 três repetições para cada grupo experimental, totalizando nove unidades
 1072 experimentais. Cada tanque-rede foi considerado uma unidade experimental.
 1073 Considerou-se atingir biomassa final de 25 kg m^{-3} em cada fase de produção.

1074

1075 **Tabela 1** Condições de produção dos diferentes grupos genéticos (tambaqui,
 1076 tambatinga e tambacu) criados até 510 dias de idade (402 dias de criação).

| Característica | Fase I | Fase II | Fase III |
|---|--------|---------|----------|
| Idade inicial (dias) | 108 | 185 | 372 |
| Idade final (dias) | 185 | 372 | 510 |
| Dias de criação | 0-77 | 77-264 | 264-402 |
| Quantidade de peixes (total) | 5.400 | 1.800 | 900 |
| Densidade/tanque-rede | 600 | 200 | 100 |
| Biomassa inicial (kg m^{-3}) | | | |
| Tambaqui | 7,3 | 9,2 | 16,5 |
| Tambatinga | 12,1 | 11,5 | 9,5 |
| Tambacu | 6,6 | 7,7 | 5,8 |

1077

1078 2.3 Avaliação de desempenho

1079 As biometrias foram realizadas mensalmente (~30 dias entre cada medição)
1080 durante 402 dias de produção. Para analisar o desempenho produtivo e as
1081 características morfométricas, foram considerados as medições biométricas iniciais e
1082 finais de cada fase de produção. Foi estabelecido jejum de 24 horas anterior ao dia da
1083 biometria. Antes do manejo, os peixes foram anestesiados em uma solução de eugenol
1084 (50 mg L^{-1}), e em cada fase de produção foi mensurada uma amostra de 10% dos peixes
1085 alocados nos tanques-rede por repetição. Em cada biometria, foram registradas cinco
1086 variáveis-chave: peso (g), comprimento padrão (aferido a partir da extremidade
1087 anterior da cabeça à inserção da nadadeira caudal, em cm), altura do corpo (medida
1088 transversalmente na região mais alta do corpo, à frente do 1º raio da nadadeira dorsal,
1089 em cm), largura do corpo (medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal, em cm), e
1090 comprimento da cabeça (medido da extremidade anterior da cabeça à borda caudal do
1091 opérculo, em cm).

1092 Ao final de cada fase de produção, foram calculadas sete características de
1093 desempenho produtivo: ganho de peso (peso médio final – peso médio inicial)
1094 expresso em g; ganho de peso diário [(peso médio final – peso médio inicial) / período
1095 em dia], expresso em g dia^{-1} ; biomassa final total [(peso médio final x nº de peixes
1096 final) / 1000], apresentado em kg; biomassa final por m^{-3} {[peso médio final x nº de
1097 peixes final) / 1000] / m^{-3} fase}, apresentado em kg m^{-3} ; ganho de biomassa (biomassa
1098 final – biomassa inicial), expresso em kg; taxa de crescimento específico {[Ln (peso
1099 médio final) – Ln (peso médio inicial)] / período em dia} x 100, expresso em
1100 percentagem; e fator de condição de Fulton (Kf: relação entre o peso e o comprimento
1101 padrão dos peixes em um determinado período de tempo, ou seja, $\text{peso/comprimento}^3$,
1102 g cm^{-3}).

1103

1104 *2.4 Determinação do rendimento corporal*

1105 Ao final do período experimental, 10 exemplares de peixes de cada grupo
1106 experimental e de cada repetição (totalizando 90 animais) foram abatidos para
1107 mensuração das percentagens do rendimento de diferentes partes do corpo. Os peixes
1108 dos três grupos genéticos foram eutanasiados por alta concentração anestésica e,
1109 posteriormente, decapitados. Em seguida, foram removidas e pesadas as partes dos
1110 peixes (bandas, cabeça, ossos, vísceras, pele e barriga). Todas as partes processadas
1111 dos peixes foram pesadas individualmente para determinar o rendimento corporal. O
1112 processamento foi realizado de forma manual, de acordo com as condições higiênicas-
1113 sanitárias similares à da indústria de pescado, com higienização anterior do local e dos
1114 equipamentos utilizados no processo.

1115 Foram determinadas as seguintes percentagens de rendimento corporal, das
1116 diferentes partes do corpo, em relação ao peso de abate: (1) rendimento da carcaça
1117 (peso total do peixe, após retirada das vísceras, gordura celomática e nadadeiras); (2)
1118 rendimento das bandas (peso das bandas laterais do peixe, as quais são resultantes
1119 quando se separa a cabeça, a pele, os ossos centrais e os dois filés de barriga); (3)
1120 rendimento da cabeça (peso da cabeça, seccionada do corpo na altura da junção com a
1121 coluna vertebral, incluindo as brânquias); (4) rendimento dos ossos (peso dos ossos
1122 centrais: espinha central com carne aderida e nadadeiras); (5) rendimento das vísceras
1123 (peso do conteúdo da cavidade celomática, sem as brânquias); (6) rendimento da pele
1124 (peso da pele com escamas); e (7) rendimento da barriga (peso dos dois filés sem pele
1125 e sem ossos, obtidas em dois cortes laterais localizados na região abdominal junto à
1126 base da nadadeira peitoral). Todas as variáveis de rendimento corporal foram expressas
1127 em percentagem.

1128

1129 *2.5 Análise estatística*

1130 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com
1131 três grupos experimentais (grupos genéticos: tambaqui, tambatinga e tambacu) e três
1132 repetições (cada tanque-rede foi considerado uma repetição). Os dados sobre o
1133 desempenho produtivo e características morfométricas (peso final, comprimento
1134 padrão, altura do corpo, largura do corpo, comprimento da cabeça, ganho de peso,
1135 ganho diário de peso, biomassa final total, biomassa final por m⁻³, ganho de biomassa,
1136 taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton) e os dados de rendimento
1137 corporal (percentagem de carcaça, bandas, cabeça, ossos, vísceras, pele e barriga)
1138 foram submetidos aos testes Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade e
1139 homogeneidade das variâncias, respectivamente.

1140 Foram verificadas as pressuposições (normalidade e homoscedasticidade), em
1141 seguida as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) utilizando-se
1142 de um modelo com uma variável independente (ANOVA – One way), e
1143 posteriormente de múltiplas comparações entre os grupos genéticos pelo teste t de
1144 Student, utilizando o pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*). Para as
1145 variáveis peso final, comprimento padrão, ganho de peso e ganho de peso diário, foi
1146 incluído no modelo o efeito do *peso inicial* durante a fase I como covariável nas
1147 análises de todas as fases. Para as variáveis biomassa final total, biomassa final por
1148 tanque-rede e ganho de biomassa, foi incluído no modelo o efeito da *biomassa inicial*
1149 durante a fase I como covariável nas análises de todas as outras fases. Para a variável
1150 taxa de crescimento específico, foi incluído no modelo o efeito do *Logaritmo*
1151 *Neperiano de peso inicial* durante a fase I como covariável nas análises de todas as
1152 fases de produção. As variáveis foram analisadas independentemente em cada fase e o
1153 nível de significância utilizado em todos os testes foi $p < 0,05$.

1154

1155 *2.6 Alimentação e análise de água*

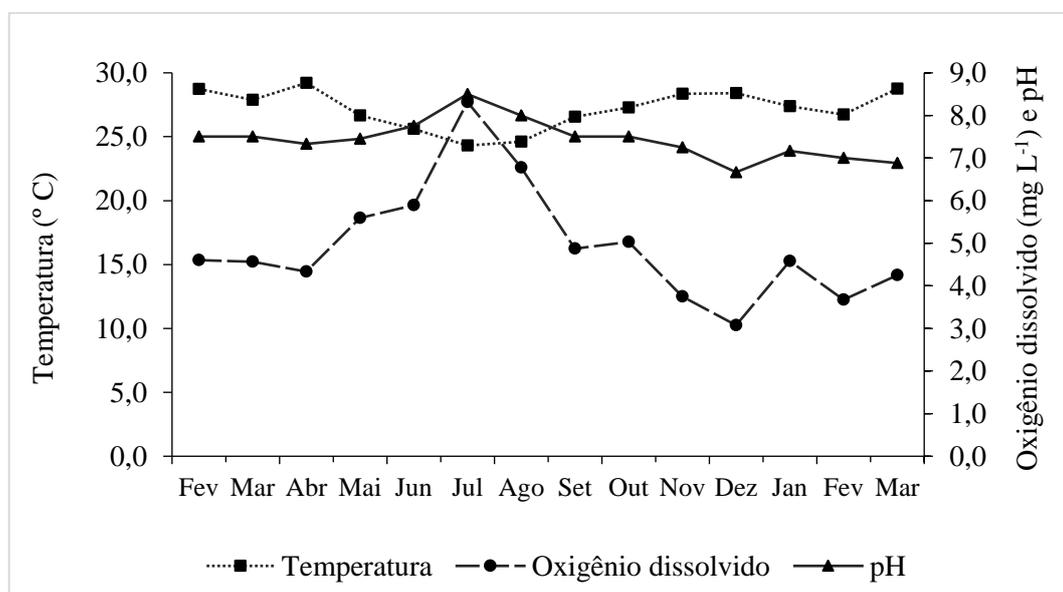
1156 A alimentação foi realizada até a saciedade aparente, duas vezes por dia (8:00 e
 1157 16:00) com ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta. Durante todo
 1158 o experimento, realizou-se o monitoramento da qualidade da água semanalmente (no
 1159 período da manhã), sendo mensurado as características de temperatura (°C) e oxigênio
 1160 dissolvido (mg L^{-1}) com oxímetro (YSI Professional Plus oximeter, Yellow Springs,
 1161 USA), pH (pHmetro Quimis), alcalinidade ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) e nitrogênio amoniacal
 1162 total (mg L^{-1}), ambos medidos com kit comercial (ALFAKIT, Florianópolis, Brasil).

1163

1164 **3. Resultados**

1165 Durante o período experimental, o oxigênio dissolvido oscilou entre 3,1 e 8,3 mg
 1166 L^{-1} , enquanto o pH diferiu entre 6,7 e 8,5. A temperatura da água apresentou variação de
 1167 máxima de 29,2 °C em abril (outono) e mínima de 24,3 °C em julho (inverno) (Figura 1).
 1168 A média da alcalinidade e o nitrogênio amoniacal total foi de $38,3 \pm 7,6 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e
 1169 $0,6 \pm 0,5 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente.

1170



1171

1172 **Figura 1.** Médias da temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e pH da água da
1173 barragem de criação dos grupos genéticos tambaqui, tambatinga e tambacu produzidos
1174 até 510 dias de idade (402 dias de criação).

1175

1176

1177 Durante a fase I de produção (0-77 dias de criação), o peso final, ganho de peso,
1178 ganho diário de peso, biomassa final total, biomassa final por m^{-3} , ganho de biomassa,
1179 comprimento padrão e comprimento da cabeça não diferiram ($p > 0,05$) entre os grupos
1180 genéticos. A taxa de crescimento específico e a largura do corpo foram maiores ($p <$
1181 $0,05$) nos grupos genéticos tambaqui e tambatinga comparado ao tambacu. O fator de
1182 condição e a altura do corpo foram maiores ($p < 0,05$) na tambatinga em relação aos
1183 demais grupos (Tabela 2).

1184 **Tabela 2** Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características
 1185 morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 185 dias
 1186 de idade (fase experimental I: 0–77 dias de criação).

| Variável | Grupo genético | | | CV (%) ¹ | <i>p</i> -valor ² |
|---|------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------------------|
| | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | | |
| Peso final (g) | 266,0 | 367,2 | 216,0 | 8,7 | 0,0829 |
| Ganho de peso (g) | 179,0 | 280,2 | 129,0 | 12,6 | 0,0829 |
| Ganho de peso diário (g) | 2,3 | 3,6 | 1,7 | 12,6 | 0,0814 |
| Biomassa final total(kg) | 159,6 | 220,3 | 129,6 | 8,7 | 0,0829 |
| Biomassa final (kg m ⁻³) | 26,6 | 36,7 | 21,6 | 8,7 | 0,0829 |
| Ganho de biomassa (kg) | 107,4 | 168,1 | 77,4 | 12,6 | 0,0829 |
| Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹) | 1,5 ^a | 1,9 ^a | 1,3 ^b | 6,3 | 0,0353 |
| Fator de condição (g cm ⁻³) | 2,1 ^b | 2,5 ^a | 2,2 ^b | 5,2 | 0,0154 |
| Comprimento padrão (cm) | 19,2 | 21,8 | 17,7 | 6,2 | 0,3313 |
| Altura do corpo (cm) | 9,6 ^b | 11,0 ^a | 9,7 ^b | 2,6 | 0,0010 |
| Largura do corpo (cm) | 2,9 ^a | 2,9 ^a | 2,5 ^b | 3,7 | 0,0063 |
| Comprimento de cabeça (cm) | 6,0 | 5,9 | 5,5 | 3,9 | 0,0829 |

1187 Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem significativamente com base no teste t de

1188 Student (5%).

1189 ¹CV: coeficiente de variação.

1190 ²*p*-valor da análise de variância para os grupos genéticos.

1191 Na fase II (77-264 dias de criação), as variáveis de desempenho produtivo como
1192 peso final, ganho de peso, ganho diário de peso, biomassa final total, biomassa final
1193 por m⁻³, ganho de biomassa, taxa de crescimento específico e fator de condição foram
1194 maiores ($p < 0,05$) nos grupos genéticos tambaqui e tambatinga comparados ao grupo
1195 tambacu. O comprimento padrão, altura do corpo, largura do corpo e comprimento da
1196 cabeça foram maiores ($p < 0,05$) no tambaqui em relação à tambatinga e tambacu.
1197 Estas características morfométricas também diferiram entre os grupos tambatinga e
1198 tambacu, sendo maiores ($p < 0,05$) para a tambatinga (Tabela 3).
1199

1200 **Tabela 3** Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características
 1201 morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 372 dias
 1202 de idade (fase experimental II: 77–264 dias de criação).

| Variável | Grupo genético | | | CV (%) ¹ | p-valor ² |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | | |
| Peso final (g) | 943,6 ^a | 686,8 ^a | 276,4 ^b | 9,7 | 0,0001 |
| Ganho de peso (g) | 856,6 ^a | 599,8 ^a | 189,4 ^b | 11,3 | 0,0001 |
| Ganho de peso diário (g) | 3,2 ^a | 2,3 ^a | 0,7 ^b | 11,2 | 0,0001 |
| Biomassa final total (kg) | 188,7 ^a | 137,4 ^a | 55,3 ^b | 9,7 | 0,0001 |
| Biomassa final (kg m ⁻³) | 31,5 ^a | 22,9 ^a | 9,2 ^b | 9,7 | 0,0001 |
| Ganho de biomassa (kg) | 136,5 ^a | 85,2 ^a | 3,1 ^b | 16,5 | 0,0001 |
| Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹) | 0,9 ^a | 0,8 ^a | 0,5 ^b | 4,0 | 0,0001 |
| Fator de condição (g cm ⁻³) | 2,4 ^a | 2,3 ^a | 2,0 ^b | 2,9 | 0,0012 |
| Comprimento padrão (cm) | 29,3 ^a | 25,1 ^b | 20,7 ^c | 2,5 | <,0001 |
| Altura do corpo (cm) | 13,9 ^a | 12,1 ^b | 10,3 ^c | 3,7 | 0,0002 |
| Largura do corpo (cm) | 3,7 ^a | 3,0 ^b | 2,6 ^c | 3,0 | <,0001 |
| Comprimento de cabeça (cm) | 8,9 ^a | 7,1 ^b | 6,2 ^c | 3,6 | <,0001 |

1203 Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem significativamente com base no teste t de

1204 Student (5%).

1205 ¹CV: coeficiente de variação.

1206 ²p-valor da análise de variância para os grupos genéticos.

1207 Na fase de produção III (264-402 dias de criação), o desempenho produtivo para
1208 o peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, biomassa final total, biomassa final
1209 por m^{-3} e taxa de crescimento específico foram maiores ($p < 0,05$) no tambaqui em
1210 relação ao tambacu. A tambatinga não diferiu ($p > 0,05$) dos grupos tambaqui e
1211 tambacu para determinadas variáveis analisadas, como peso final, ganho de peso,
1212 ganho de peso diário, biomassa final (kg e $kg m^{-3}$) e taxa de crescimento específico. O
1213 ganho de biomassa foi maior ($p < 0,05$) no tambaqui, enquanto o fator condição não
1214 diferiu significativamente ($p > 0,05$) entre os três grupos avaliados (Tabela 4).

1215 Ainda na fase III, o comprimento padrão foi maior ($p < 0,05$) no tambaqui
1216 comparado ao tambacu. A altura do corpo foi igual ($p > 0,05$) entre os grupos tambaqui
1217 e tambatinga, sendo maiores ($p < 0,05$) em relação ao tambacu. Ao mesmo tempo, a
1218 largura do corpo e o comprimento da cabeça foram maiores ($p < 0,05$) no tambaqui
1219 comparado à tambatinga e o tambacu, que também apresentaram diferenças para estas
1220 duas variáveis, sendo maiores ($p < 0,05$) no grupo tambatinga (Tabela 4).

1221

1222 **Tabela 4** Médias de mínimos quadrados para as variáveis de desempenho produtivo e características
 1223 morfométricas dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu) produzidos até 510 dias
 1224 de idade (fase experimental III: 264–402 dias de criação).

| Variável | Grupo genético | | | CV (%) ¹ | <i>p</i> -valor ² |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | | |
| Peso final (g) | 1764,1 ^a | 906,0 ^{ab} | 654,8 ^b | 24,7 | 0,0102 |
| Ganho de peso (g) | 1677,1 ^a | 819,0 ^{ab} | 567,9 ^b | 26,8 | 0,0102 |
| Ganho de peso diário (g) | 4,2 ^a | 2,0 ^{ab} | 1,4 ^b | 26,7 | 0,0101 |
| Biomassa final total (kg) | 176,4 ^a | 90,6 ^{ab} | 65,5 ^b | 24,7 | 0,0102 |
| Biomassa final (kg m ⁻³) | 29,4 ^a | 15,1 ^{ab} | 10,9 ^b | 24,6 | 0,0101 |
| Ganho de biomassa (kg) | 124,2 ^a | 38,4 ^b | 13,3 ^b | 46,6 | 0,0102 |
| Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹) | 0,8 ^a | 0,6 ^{ab} | 0,5 ^b | 10,0 | 0,0082 |
| Fator de condição (g cm ⁻³) | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 7,7 | 0,5549 |
| Comprimento padrão (cm) | 36,6 ^a | 28,7 ^{ab} | 25,6 ^b | 5,6 | 0,0013 |
| Altura do corpo (cm) | 16,3 ^a | 14,6 ^a | 11,8 ^b | 7,9 | 0,0077 |
| Largura do corpo (cm) | 4,6 ^a | 3,7 ^b | 3,2 ^c | 6,1 | 0,0008 |
| Comprimento de cabeça (cm) | 10,5 ^a | 8,6 ^b | 7,2 ^c | 4,0 | <,0001 |

1225 Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem significativamente com base no teste t de

1226 Student (5%).

1227 ¹CV: coeficiente de variação.

1228 ²*p*-valor da análise de variância para os grupos genéticos.

1229 Para o rendimento corporal, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os
 1230 grupos genéticos para as percentagens de carcaça, bandas, cabeça, vísceras, pele e barriga.
 1231 Enquanto, o rendimento de ossos foi maior ($p < 0,05$) no tambacu comparado aos grupos tambaqui
 1232 e tambatinga (Tabela 5).

1233

1234 **Tabela 5** Médias de mínimos quadrados para as características de rendimento
 1235 corporal dos diferentes grupos genéticos (tambaqui, tambatinga e tambacu)
 1236 produzidos até 510 dias de idade (402 dias de criação).

| Característica | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | CV (%) ¹ | <i>p</i> -valor ² |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| Peso final (kg) | 1732,0 ^a | 1051,5 ^b | 506,5 ^c | 15,7 | 0,0004 |
| Carcaça (%) | 90,9 | 92,1 | 93,9 | 1,3 | 0,0543 |
| Bandas (%) | 49,5 | 49,7 | 49,3 | 1,9 | 0,9110 |
| Cabeça (%) | 21,2 | 21,9 | 22,6 | 3,3 | 0,1223 |
| Ossos (%) | 12,1 ^b | 12,7 ^b | 14,8 ^a | 4,8 | 0,0045 |
| Vísceras (%) | 9,1 | 7,9 | 6,2 | 14,8 | 0,0582 |
| Pele (%) | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 2,6 | 0,1503 |
| Barriga (%) | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 8,7 | 0,5887 |

1237 Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem significativamente com
 1238 base no teste t de Student (5%).

1239 ¹CV: coeficiente de variação.

1240 ²*p*-valor da análise de variância para os grupos genéticos.

1241

1242 4. Discussão

1243 O desempenho superior do tambaqui e tambatinga sobre tambacu foi evidenciado na fase II
 1244 (77-264 dias de criação). Durante a fase III (264-402 dias de criação), o tambaqui manteve
 1245 melhores resultados de produção em comparação com o tambacu, e superou a tambatinga em
 1246 termos de ganho de biomassa. Esse resultado é contrastante ao que tem sido observado em alguns
 1247 estudos comparativos entre peixes puros e híbridos, possivelmente devido as diferentes condições

1248 ambientais e de produção. Isso indica que, dependendo do ambiente de criação pode ocorrer ou
1249 não heterose, mas que em condições adequadas de qualidade da água para o desenvolvimento, o
1250 tambaqui não demonstrará desempenho inferior em relação aos híbridos tambatinga e tambacu.

1251 A temperatura da água ao longo do período experimental (13,4 meses) ficou em grande parte
1252 (10 meses) acima de 26,0 °C, considerada dentro da faixa adequada para o crescimento de peixes
1253 de clima tropical (Boyd, 1998). Além disso, na estação do inverno (final de junho a final de
1254 setembro), a temperatura também esteve próxima do intervalo considerado apropriado para a
1255 produção de peixes de clima tropical (25-32 °C; Boyd, 1998). A alcalinidade de carbonatos,
1256 nitrogênio amoniacal total e pH também permaneceram dentro da amplitude classificada como
1257 adequada para a criação de peixes de clima tropical (Alcalinidade: >20,0 mg CaCO₃ L⁻¹; Nitrogênio
1258 amoniacal total: <1 mg L⁻¹; e pH: 6,5-9,0; Boyd, 1998).

1259 O nível de oxigênio dissolvido oscilou ao longo do período experimental, sendo que em
1260 alguns meses este apresentou valores pouco abaixo do considerado ideal (~5 mg L⁻¹; Boyd, 1998).
1261 No entanto, esta característica foi igual para todos os grupos genéticos avaliados e não deve ter
1262 favorecido nenhum destes grupos, principalmente considerando a densidade de estocagem utilizada
1263 no sistema de produção.

1264 Na fase de produção I (0-77 dias de criação), os três grupos genéticos demonstraram
1265 desempenho produtivo semelhante, com ganho de peso diário esperado para peixes de clima
1266 tropical, tais como observado para peixes redondos produzidos em tanques-rede por 60 dias (pacu:
1267 120,0-393,0 g e tambacu: 118,0-241,4 g; 12,5 peixes m⁻³), que apresentaram ganho de peso diário
1268 de 2,9-4,6 g dia⁻¹ (pacu) e 1,8-2,0 g dia⁻¹ (tambacu) (Reis Neto et al., 2020); e ao observado para o
1269 tambaqui alimentado com diferentes taxas de arraçoamento durante 60 dias (33,0-315,0 g; 9 peixes
1270 m⁻³) em tanques-rede, em que o ganho de peso diário foi de 2,0-5,0 g dia⁻¹ (Porto et al., 2018). Os
1271 resultados do presente trabalho corroboram os descritos nesses estudos anteriores mencionados.

1272 A taxa de crescimento específico é um indicador de desempenho que apresenta correlação
1273 direta com o ganho de peso dos peixes, em que maiores valores nesta variável podem estar
1274 relacionados com maiores resultados de ganho de peso final, conforme relatado em alguns estudos
1275 com avaliação do desempenho produtivo em peixes redondos (Bicudo et al., 2010; Rodrigues et
1276 al., 2016; Sousa et al., 2020). No presente estudo, o tambaqui e a tambatinga apresentaram taxas
1277 de crescimento específico maiores do que o grupo tambacu na fase I de produção. Apesar disso,
1278 essas taxas mais elevadas não resultaram em maior peso final ou ganho de peso.

1279 O fator de condição (relação entre peso e comprimento) reflete o grau de bem-estar/higidez
1280 do peixe, sendo uma importante medida da sua condição fisiológica (Le Cren, 1951; Guidelli et al.,
1281 2011). Estudos anteriores descreveram fatores de condição durante a fase inicial de crescimento
1282 variando de $1,9 \text{ g cm}^{-3}$ (184,7 g; Andrade et al., 2014) para tambatinga produzida em tanques
1283 escavados; e entre 2,0 e $3,8 \text{ g cm}^{-3}$ (216,00-287,00 g; Bicudo et al., 2010) para pacus criados em
1284 sistema fechado de tanques circulares.

1285 No presente estudo, os resultados para fator de condição apresentados pelos três grupos
1286 genéticos estavam dentro do intervalo dos valores observados por estes autores. Interessante
1287 observar que houve destaque para a tambatinga, a qual apresentou maior expressão ($2,5 \text{ cm}^{-3}$) deste
1288 indicador na fase de produção I. Cada espécie/grupo genético tem um fator de condição específico
1289 e, portanto, o comparativo desta medida precisa ser interpretado com cautela, visto que variações
1290 encontradas podem ocorrer devido à qualidade dos ambientes de produção/criação distintos
1291 (Guidelli et al., 2011), sexo, estágio gonadal dos animais e alimentação adequada dos peixes (Le
1292 Cren, 1951; Pervin e Mortuza, 2008).

1293 O maior desempenho produtivo do tambaqui e tambatinga na fase II (77-264 dias de criação)
1294 demonstra que o tambacu não se desenvolveu na mesma magnitude que os demais grupos genéticos
1295 em condições de maior densidade e/ou em temperatura mais elevada da água ao longo de todo

1296 período de produção. Neste estudo, o ganho de peso diário do tambacu foi inferior ao observado
1297 por Reis Neto et al. (2020) também para este híbrido (3,0-4,4 g dia⁻¹; 167 dias de produção em
1298 tanque-rede; 119,0-851,0 g); por Andrade et al. (2014) para tambatinga (4,6 g dia⁻¹; 182 dias de
1299 produção em tanques escavados; 37,7-874,1 g); e por Costa et al. (2020) para tambaqui (4,9 g dia⁻¹;
1300 196 dias de produção em tanques escavados; 54,6-1016,4 g). Isso ressalta o quanto as diferenças
1301 existentes entre os sistemas produtivos utilizados, taxas de densidades e/ou biomassas de
1302 estocagem empregadas interferem no desempenho produtivo dos diferentes grupos. Ademais, os
1303 fatores ambientais das diversas regiões também podem influenciar no ganho de peso dos peixes.

1304 Ainda que não tenham sido encontradas diferenças significativas nas variáveis de
1305 desempenho produtivo entre os grupos tambaqui e tambatinga na fase II, a biomassa final por m⁻³
1306 observada para o tambaqui (31,5 kg m⁻³) pode ter representado a capacidade de suporte do tanque-
1307 rede, o que significaria que a partir desse valor, o desempenho individual do tambaqui deve ter
1308 sido prejudicado comparativamente à performance da tambatinga (biomassa final: 22,9 kg m⁻³).

1309 Além disso, evidencia-se que o ganho de biomassa superior do tambaqui observado nessa
1310 fase de produção refletiu em melhor desempenho produtivo deste grupo perante o híbrido
1311 tambatinga. A biomassa para produção de peixes em tanques-rede depende da vazão de água do
1312 sistema, da oxigenação suplementar e da biomassa presente na barragem ao entorno dos tanques,
1313 podendo representar entre 30 e 100 kg de peixe m⁻³ (Ribeiro, 2001). Na literatura, os maiores
1314 valores de biomassa de estocagem relatados acerca do crescimento do tambaqui são de 45,8 kg m⁻³
1315 (Gomes et al., 2006), 48,7 kg m⁻³ (Silva e Fujimoto, 2015) e 75,0 kg m⁻³ (Brabo et al., 2017), em
1316 tanques-rede dispostos em lagos/lagoas com baixa renovação de água.

1317 Embora o tambaqui e a tambatinga tenham apresentado desempenho produtivo semelhantes,
1318 todas as características morfométricas foram maiores no primeiro grupo em comparação com a
1319 tambatinga e o tambacu na fase II. No entanto, algumas medidas morfométricas maiores podem

1320 não ser adequadas, uma vez que refletem em menor rendimento de carcaça. Entre estas, o
1321 comprimento da cabeça tem apresentado relação negativa com o rendimento das partes comestíveis
1322 em peixes (Costa, 2011; Reis Neto et al., 2012b). Todavia, este fator não foi identificado no
1323 presente estudo, visto que não houve diferenças significativas entre os grupos genéticos para o
1324 rendimento de carcaça.

1325 De acordo com a fase anterior, na fase de produção III (264-402 dias de criação), o tambaqui
1326 apresentou desempenho superior ao tambacu. Entretanto, o tambacu melhorou seu desempenho
1327 nesta fase comparativamente à fase II de produção, pois este foi semelhante à performance da
1328 tambatinga no último período de produção. Ao mesmo tempo, a tambatinga reduziu seu
1329 desempenho produtivo em relação à fase II. Apesar dos parâmetros zootécnicos semelhantes entre
1330 tambaqui e tambatinga, o ganho de biomassa da espécie pura nesta fase de avaliação foi cerca 3,2
1331 vezes maior ao do híbrido tambatinga, e aproximadamente 9,3 vezes maior que o híbrido tambacu.

1332 O maior resultado de ganho diário de peso na fase III para o tambaqui em relação ao grupo
1333 tambacu evidencia a superioridade genética desde comparativamente aos híbridos. Isso pode ser
1334 atribuído às condições adequadas de ambiente, principalmente de temperatura da água durante todo
1335 o período de produção, o que permitiu aos peixes dos diferentes grupos genéticos expressarem seu
1336 potencial de crescimento. Ademais, para o tambaqui, o ganho de peso diário pode ser ainda maior
1337 quando associado ao melhoramento genético, como averiguado por Marcos et al. (2016) com
1338 diferentes famílias da primeira geração de tambaqui melhorado geneticamente produzidos em
1339 sistema semi-intensivo (6,3-9,1 g dia⁻¹), e por Silva et al. (2020) para duas famílias de tambaqui
1340 (11,3 e 10,8 g dia⁻¹) da segunda geração de melhoramento genético para ganho de peso, em
1341 condições de produção semelhantes às do estudo anterior.

1342 Os resultados deste trabalho destacam a importância da avaliação do desempenho ao longo
1343 de todo ciclo de criação, pois em determinada fase de produção, o desempenho produtivo obtido

1344 pode ser diferente das demais fases. A biomassa final (kg m^{-3}) da tambatinga na fase I foi alta (36,7
1345 kg m^{-3}), inclusive com 10,1 kg m^{-3} a mais do que a biomassa do tambaqui, enquanto nas fases II
1346 (22,9 kg m^{-3}) e III (15,1 kg m^{-3}) esta variável foi bastante reduzida, principalmente quando
1347 comparada aos resultados do tambaqui. Por outro lado, o grupo tambaqui apresentou desempenho
1348 consistente durante as três fases de avaliação, evidenciado pela biomassa semelhante em todas as
1349 fases (fase I: 26,6 kg m^{-3} ; fase II: 31,5 kg m^{-3} ; fase III: 29,4 kg m^{-3}). Além disso, o tambaqui foi o
1350 único grupo genético que atingiu peso comercial (1764,1 g) ao final do terceiro período de
1351 produção.

1352 Estudos utilizando peixes híbridos têm sido destacados na literatura, como observado no
1353 trabalho de Mourad et al. (2018), os quais verificaram peso final (1224,6 g) superior no tambacu
1354 comparado aos seus parentais (tambaqui e pacu). Em contrapartida, outros trabalhos não têm
1355 demonstrado diferenças entre peixes puros e híbridos, como retratado por Seraphim et al. (2020),
1356 em que o pacu apresentou desempenho semelhante ao híbrido patinga. Ao mesmo tempo, Costa et
1357 al. (2019) e Reis Neto et al. (2020) constataram superioridade das espécies puras em relação aos
1358 híbridos ao avaliar grupos genéticos de peixes redondos. Essa diferença também tem sido
1359 observada em outras espécies, como peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, em que Oliveira et al.
1360 (2014) encontraram superioridade no híbrido cachapinta (*Pseudoplatystoma fasciatum* ×
1361 *Pseudoplatystoma corruscans*) comparado à cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), enquanto
1362 Fantini et al. (2017) não evidenciaram heterose para o peixe híbrido (cachapinta).

1363 As hipóteses para estes resultados contrastantes entre os diferentes estudos podem ser
1364 atribuídas à diversas questões, tais como: (i) condições ambientais distintas, principalmente
1365 temperatura da água ideal para a espécie pura ou ao peixe híbrido (Mourad et al., 2018; Silva et al.,
1366 2020); (ii) densidade e/ou biomassa de estocagem final utilizada no sistema (Rodrigues et al., 2016;
1367 Liu et al., 2017; Frisso et al., 2020; Sousa et al., 2020); (iii) capacidade de suporte desigual dos

1368 ambientes de criação; (iv) vazão de água distinta (ou seja, quanto maior a vazão, maior a
1369 oxigenação e eliminação de compostos nitrogenados, permitindo maximizar a produção) (Ribeiro,
1370 2001); e (v) aspecto nutricional dos animais (Reis Neto et al., 2020). Além da falta de informação
1371 quanto as diferentes fases de produção (seja em uma única fase ou mais fases – como no presente
1372 estudo), existe também a carência de dados quanto ao efeito do local de produção em condições
1373 ambientais distintas ao longo do crescimento dos peixes, como foi observado neste estudo,
1374 especialmente para o híbrido tambatinga.

1375 Durante a fase final de produção, dentre os grupos genéticos avaliados, o tambaqui exibiu
1376 maior comprimento da cabeça, o que poderia resultar em menor rendimento da costela, rendimento
1377 de filé e rendimento de filé com costela (Reis Neto et al., 2012b), uma vez que a cabeça é um
1378 resíduo do processamento do pescado. No entanto, os resultados de rendimento corporal dos três
1379 grupos genéticos ao final do experimento não demonstraram que houve diferença significativa
1380 entre eles para rendimento da cabeça, o que poderia ser explicado pela maior largura do corpo do
1381 tambaqui, que compensou esta distinção do comprimento da cabeça. Isso ocorre porque algumas
1382 medidas morfométricas como largura e altura do corpo em peixes redondos estão associados a um
1383 maior rendimento de carcaça (Costa, 2011; Allaman et al., 2013).

1384 Ainda na fase III de produção, os grupos tambaqui e tambatinga apresentaram maior altura
1385 do corpo comparado ao tambacu. Segundo Reis Neto et al. (2012b), a altura do corpo também está
1386 correlacionada com maiores rendimentos de filé, junto à menores comprimentos de cabeça, como
1387 foi observado na tambatinga, o que poderia indicar que este seria o grupo genético mais
1388 recomendado para o processamento industrial. Entretanto, os resultados de rendimento corporal
1389 evidenciaram que os três grupos genéticos não apresentaram diferenças significativas para
1390 praticamente todos os parâmetros de rendimentos avaliados, inclusive o percentual de carcaça.
1391 Geralmente, quanto maior o peso de abate, menor deve ser o rendimento de carcaça e maior o

1392 rendimento de vísceras, porém o tambaqui obteve um peso de abate maior com rendimento de
1393 carcaça e vísceras semelhantes aos demais grupos, o que classifica ele como o melhor grupo
1394 genético nas condições do presente estudo.

1395 O menor rendimento de ossos para o tambaqui e tambatinga em comparação ao tambacu
1396 pode estar inversamente relacionado ao seu peso médio final, no qual o tambacu foi o grupo
1397 genético que apresentou menor tamanho nesse parâmetro, visto que esse grupo não se desenvolveu
1398 na mesma magnitude que o tambaqui e a tambatinga nas condições experimentais do presente
1399 estudo. Variados fatores como alimentação, sexo, saúde, ambiente e genética interferem
1400 diretamente nas proporções dos tecidos e demais constituintes corporais que são depositados ao
1401 longo do crescimento (Lohman, 1971; Bastianelli e Sauvant, 1997).

1402 Os valores de rendimento de carcaça obtidos para os três grupos genéticos estão próximos
1403 do observado em outros estudos avaliando demais grupos genéticos de peixes redondos (pacu,
1404 pirapitinga, tambaqui, paqui e tambacu) (Reis Neto et al., 2012b; Costa et al., 2019; Reis Neto et
1405 al., 2020). Todavia, Lima et al. (2012) na análise de rendimento em filés de pacu alcançaram
1406 percentagem de rendimento de carcaça menor, de 84,6%, e maior rendimento de vísceras (15,5%).
1407 Os resultados do presente estudo foram melhores provavelmente devido ao menor rendimento de
1408 vísceras obtido (tambaqui: 9,1%; tambatinga: 7,9%; e tambacu: 6,2%) para os grupos genéticos. É
1409 importante ressaltar que a ausência de exigências nutricionais definidas para estes peixes também
1410 é um fator relevante a ser considerado tanto no desempenho produtivo, como no rendimento de
1411 carcaça dos animais após o abate.

1412 Evidencia-se que a indústria de peixes redondos ainda tem como premissa o peso corporal
1413 para pagamento do quilograma do pescado, desconsiderando demais características morfológicas
1414 (Reis Neto et al., 2012b; Costa et al., 2019). Dessa forma, o tambaqui, com as condições de
1415 produção (ex. temperatura, densidade de peixes e sistema de criação) apresentadas neste estudo,

1416 consiste na melhor escolha para produção considerando o desempenho ao longo das três fases de
1417 produção, principalmente pelo maior ganho de biomassa na fase final e por ser o único grupo que
1418 alcançou o peso comercial. O tambacu, apesar de ter apresentado rendimento de carcaça
1419 semelhante ao tambaqui, de forma geral, não apresentou resultados satisfatórios para o desempenho
1420 produtivo, possivelmente em função da influência das condições naturais do ambiente de produção,
1421 visto que tem sido relatado superioridade deste híbrido ao tambaqui em condições de menor
1422 temperatura, conforme observado em algumas pesquisas (Fernandes et al., 2018; Mourad et al.,
1423 2018).

1424

1425 **5. Conclusões**

1426 O desempenho produtivo e características morfométricas do tambaqui e dos híbridos
1427 tambatinga e tambacu diferem durante as fases de produção em tanques-rede. Durante a fase I (0-
1428 77 dias de criação), o desempenho produtivo e características morfométricas foram relativamente
1429 semelhantes entre os três grupos genéticos. Durante a fase II (77-264 dias de criação), o tambaqui
1430 e tambatinga apresentaram melhor desempenho produtivo, enquanto o primeiro grupo demonstrou
1431 características morfométricas superiores. Finalmente, durante a fase III (264-402 dias de criação),
1432 o tambaqui apresentou maiores ganhos de biomassa comparado à tambatinga e desempenho
1433 produtivo superior e características morfométricas maiores em relação ao tambacu; no entanto,
1434 seus principais parâmetros de rendimento corporal foram semelhantes aos dos dois híbridos.

1435

1436 **Agradecimentos**

1437 Este estudo foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
1438 - Brasil (CAPES) - Código financeiro 001; pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

1439 e Tecnológico (CNPq); pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS); pela Fundação
1440 de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT); e pela fazenda Delicious Fish.

1441

1442 **Referências**

1443 Allaman, I.B., Reis Neto, R.V., Freitas, R.T.F. de, Freato, T.A., Lago, A.A. de, Costa, A.C., Lima,
1444 R.R. de, 2013. Weight and morphometric growth of different strains of tilapia (*Oreochromis* sp).
1445 Rev. Bras. Zootec. 42, 305–311. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000500001>.

1446 Andrade, F.T., Abreu, M.L.T. de, Lopes, J.B., Figueiredo, A.V. de, Araripe, M. de N.B.A., Ferreira,
1447 A.H.C., 2014. Ichthyometry and electrical bioimpedance analysis to estimate the body
1448 composition of tambatinga. Acta Amaz. 44, 279–286. [https://doi.org/10.1590/S0044-](https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200014)
1449 59672014000200014.

1450 Bastianelli, D., Sauvant, D., 1997. Modelling the mechanisms of pig growth. Livest. Prod. Sci. 51,
1451 97–107.

1452 Bicudo, A.J.A., Sado, R.Y., Cyrino, J.E.P., 2010. Growth performance and body composition of pacu
1453 *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels.
1454 Aquac Nutr. 16, 213–222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00653.x>.

1455 Boyd, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Series., no. 43 Research and Development
1456 (Ed.). Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station. Alabama.

1457 Brabo, M.F., Natividade Junior, L.de S., Dias, C.L., Barbosa, J., Campelo, D.A.V., Veras, G.C., 2017.
1458 Viabilidade econômica da produção familiar de tambaqui em gaiolas flutuantes no Oeste paraense,
1459 Amazônia, Brasil. Custos @gronegocio, On-Line 13, 275–293.

1460 Costa, A.C., 2011. Medidas morfométricas na avaliação de pesos e rendimentos corporais de pacu
1461 *Piaractus mesopotamicus*, 64p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras.

1462 Costa, A.C., Botelho, H.A., Gomes, R.C. da S., Campos, S.A. de S., Reis Neto, R.V., Balestre, M.,

- 1463 Prado, F.D., Hashimoto, D.T., Martins, D.G., Porto-Foresti, F., Lima, M., Freitas, R.T.F., 2019.
- 1464 General and specific combining ability in Serrasalminae. *Aquac Res.* 50, 717–724.
- 1465 <https://doi.org/10.1111/are.13913>.
- 1466 Costa, A.C., Serafini, M.A., Neto, R.V.R., Santos, P.F., Marques, L.R., Rezende, I.R. de, Mendonça,
- 1467 M.A.C., Allaman, I.B., Freitas, R.T.F. de, 2020. Similarity between *Piaractus mesopotamicus*,
- 1468 *Colossoma macropomum* and their interspecific hybrids. *Aquaculture* 526, 2018–2021.
- 1469 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735397>.
- 1470 Fantini, L.E., Kinjo Junior, G.N., Pereira, R.S., Pires, L.B., Corrêa Filho, R.A.C., Povh, J.A., 2017.
- 1471 Production performance of cachara and hybrid cachapinta. *Bol. Inst. Pesca* 43, 107–112.
- 1472 <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.107.112>.
- 1473 Fantini, L.E., Corrêa Filho, R.A.C., Martins, T.X., Laice, L.M., Seraphim, G.N., Silva, A.L.N.,
- 1474 Hanson, T., Povh, J.A., 2019. Growth curve comparison of native fish cachara (*Pseudoplatystoma*
- 1475 *reticulatum*) and cachapinta hybrid (*P. reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*). *Aquaculture*
- 1476 506, 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.020>.
- 1477 Fernandes, E.M., Almeida, L.C.F. de, Hashimoto, D.T., Lattanzi, G.R., Gervaz, W.R., Leonardo,
- 1478 A.F., Reis Neto, R.V., 2018. Survival of purebred and hybrid Serrasalminae under low water
- 1479 temperature conditions. *Aquaculture* 497, 97–102.
- 1480 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.030>.
- 1481 Frisso, R.M., Matos, F.T. de, Moro, G.V., Mattos, B.O. de, 2020. Stocking density of Amazon fish
- 1482 (*Colossoma macropomum*) farmed in a continental Neotropical reservoir with a net cages system.
- 1483 *Aquaculture* 529. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735702>.
- 1484 Garcia, F., Romera, D.M., Gozi, K.S., Onaka, E.M., Fonseca, F.S., Schalch, S.H.C., Candeira, P.G.,
- 1485 Guerra, L.O.M., Carmo, F.J., Carneiro, D.J., Martins, M.I.E.G., Portella, M.C., 2013. Stocking
- 1486 density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture* 410–411, 51–56.

- 1487 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.010>.
- 1488 Garcia, F., Romera, D.M., Sousa, N.S., Paiva-Ramos, I., Onaka, E.M., 2016. The potential of
1489 periphyton-based cage culture of Nile tilapia in a Brazilian reservoir. *Aquaculture* 464, 229–235.
1490 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.031>.
- 1491 Gomes, L. de C., Chagas, E.C., Martins-Junior, H., Roubach, R., Ono, E.A., Lourenço, J.N. de P.,
1492 2006. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake.
1493 *Aquaculture* 253, 374–384. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.020>.
- 1494 Guidelli, G., Tavechio, W.L.G., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C., 2011. Relative condition factor
1495 and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Vet.*
1496 *Parasitol.* 177, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.11.035>.
- 1497 Guimarães, I.G., Martins, G.P., 2015. Nutritional requirement of two Amazonian aquacultured fish
1498 species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): A
1499 mini review. *J. Appl. Ichthyol.* 31, 57–66. <https://doi.org/10.1111/jai.12976>.
- 1500 IBGE, 2021. Pesquisa Pecuária Municipal. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940> (acesso 25 de Março,
1501 2021).
- 1502 Le Cren, E., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition
1503 in the length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch.
1504 *Br. Ecol. Soc.* 20, 201–219.
- 1505 Lima, M.D.M., Mujica, P.I.C., Lima, A.M., 2012. Caracterização química e avaliação do rendimento
1506 em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). *Braz. J. Food Technol.* 15, 41–46.
1507 <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000031>.
- 1508 Liu, L., Liang, X.F., Fang, J., 2017. The optimal stocking density for hybrid of *Siniperca chuatsi* (♀)
1509 × *Siniperca scherzeri* (♂) mandarin fish fed minced prey fish. *Aquac Res.* 48, 1342–1345.
1510 <https://doi.org/10.1111/are.12892>.

- 1511 Lohman, T.G., 1971. Biological variation in body composition. *J. Anim. Sci.* 32, 647–653.
- 1512 Marcos, R., Povh, J.A., Fornari, D.C., Antonio, C., Oliveira, L. de, Ribeiro, R.P., Lopera-Barrero,
1513 N.M., Côrrea Filho, R.A.C., Abreu, J.S. de, Juliana, P., Murari, F., 2016. Weight gain and
1514 morphometric growth of genetically improved tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Semin.*
1515 *Cienc. Agrar.* 37, 2521–2528. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2521>.
- 1516 Marcos, R., Corrêa Filho, R.A.C., Abreu, J.S. de, Seraphim, G.D.N., Silva, A.C.C., Fornari, D.C.,
1517 Ribeiro, R.P., Pires, L.B., Martins, T.X., Povh, J.A., 2020. Growth curve of selectively bred
1518 tambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in different environments. *J. Agric. Stud.* 8, 585–600.
1519 <https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16379>.
- 1520 Mischke, C.C., Filbrun, J.E., Li, M.H., Chatakondi, N., 2019. Quantifying the contribution of
1521 zooplankton to channel catfish and hybrid catfish growth in nursery ponds. *Aquaculture* 510, 51–
1522 55. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.037>.
- 1523 Moraes, T.C.H., Ferreira, C.M., Gama, K.F. da S., Hoshiba, M.A., Povh, J.A., Abreu, J.S. de, 2017.
1524 Routine exposure to biometric procedures in fish farming reveals differences in stress response in
1525 tambaqui and hybrid tambatinga. *Bol. Inst. Pesca* 44, 1–10. [https://doi.org/10.20950/1678-
1526 2305.2017.1.10](https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017.1.10).
- 1527 Mourad, N.M.N., Costa, A.C., Freitas, R.T.F., Serafini, M.A., Reis Neto, R.V., Felizardo, V.O., 2018.
1528 Weight and morphometric growth of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma*
1529 *macropomum*) and their hybrids from spring to winter. *Pesqui. Vet. Bras.* 38, 544–550.
1530 <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4808>.
- 1531 Oliveira, A.M. da S., Oliveira, C.A.L. de, Rodrigues, R.A., Sanchez, M.S. dos S., Nunes, A.L.,
1532 Fantini, L.E., Campos, C.M. de, 2014. Crescimento de juvenis de *Pseudoplatystoma reticulatum*
1533 e *Pseudoplatystoma* spp. em viveiro. *Semin. Agrar.* 35, 1091–1097. [https://doi.org/10.5433/1679-
1534 0359.2014v35n2p1091](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n2p1091).

- 1535 Pervin, M.R., Mortuza, M.G., 2008. Notes on length-weight relationship and condition factor of fresh
1536 water fish, *Labeo boga* (Hamilton) (Cypriniformes: Cyprinidae). Rajshahi Univ. J. Zool. 27, 97–
1537 98.
- 1538 Pires, L.B., Corrêa Filho, R.A.C., Sanches, E.A., Romagosa, E., Silva, T.G. da, Rech, S., Streit Jr,
1539 D.P., Povh, J.A., 2018. *Colossoma macropomum* females can reproduce more than once in the
1540 same reproductive period. Anim. Reprod. Sci. 196, 138–142.
1541 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.07.006>.
- 1542 Porto, M.O., Machado, J.J., Cavali, J., Nunes, N.N. dos S., Almeida, A.R., Ferreira, E., 2018.
1543 Performance of juvenile tambaqui in cage, under different feed rates. Bol. Inst. Pesca 44, 1–7.
1544 <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2018.308>.
- 1545 Reis Neto, R.V., Freitas, R.T.F. de, Serafini, M.A., Costa, A.C., Freato, T.A., Rosa, P.V., Allaman,
1546 I.B., 2012a. Interrelationships between morphometric variables and rounded fish body yields
1547 evaluated by path analysis. Rev. Bras. Zootec. 41, 1576–1582. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700004)
1548 [35982012000700004](https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000700004).
- 1549 Reis Neto, R.V., Serafini, M.A., Tadeu, R., Freitas, F. de, Allaman, I.B., Michele, N., Mourad, N.,
1550 Lago, A.D.A., 2012b. Performance and carcass traits in the diallel crossing of pacu and tambaqui.
1551 Rev. Bras. Zootec. 41, 2390–2395. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001200002>.
- 1552 Reis Neto, R.V., Hashimoto, D.T., Corrêa, C.F., Enke, D.B.S., Gervaz, W.R., Lattanzi, G.R., 2020.
1553 Performance of tambacu hybrid ($\sigma^{\text{Piaractus mesopotamicus}}$ x ♀ *Colossoma macropomum*) and
1554 its parental pacu (*Piaractus mesopotamicus*) evaluated in cages under different feeding
1555 programmes. Aquac Rep. 17, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100355>.
- 1556 Ribeiro, R.P., 2001. Construção de tanques. In: Moreira, H.L.M., Vargas, L., Ribeiro, R.P.,
1557 Zimmermann, S. (Eds.), Fundamentos da moderna Aquicultura. Editora ULBRA, Canoas, pp. 45–
1558 52.

- 1559 Rodrigues, A.P.O., Lima, A.F., Maciel, P.O., Santos, P.R.R. dos, Flores, R.M.V., Silva, A.P. da,
1560 2016. Stocking density during the initial grow-out phase of tambatinga in net pens. *Cien. Rural*.
1561 46, 163–168. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150164>.
- 1562 Seraphim, G. do N., Corrêa Filho, R.A.C., Nunes, A.L., Pires, L.B., Silva, T.G. da, Ferreira, Y.A.,
1563 Almeida, L.C. de, Martins, T.X., Lopera-Barrero, N.M., Spica, L.N., Povh, J.A., 2020. Growth
1564 curve of pacu and the patinga hybrid farmed in a semi-intensive system. *Semina: Ciênc. Agrar.*
1565 41, 2285–2296. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5Sup1p2285>.
- 1566 Silva, C.A. da, Fujimoto, R.Y., 2015. Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de
1567 estocagem em tanques-rede. *Acta Amaz.* 45, 323–332. [https://doi.org/10.1590/1809-](https://doi.org/10.1590/1809-4392201402205)
1568 4392201402205
- 1569 Silva, A.C.C., Barros, A.F. de, Mendonça, F.M.F., Gama, K.F. da S., Marcos, R., Povh, J.A., Fornari,
1570 D.C., Hoshiba, M.A., Abreu, J.S. de, 2020. Performance and economic viability of tambaqui,
1571 *Colossoma macropomum*, selectively bred for weight gain. *Acta Amaz.* 50, 108–114.
1572 <https://doi.org/10.1590/1809-4392201901992>.
- 1573 Sousa, R.M., Silva, R.R. dos S., Santos, A.S. dos, Silva, C.V. da, Magalhães, J.A., Fogaça, F.H. do
1574 S., Lopes, J.M., 2020. Tambatinga juveniles performance in a recirculation aquaculture system
1575 with different stocking densities. *Res. Soc. Dev.* 9, 1–17. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3317>.
- 1576 Woynarovich, E., Horváth, L.A., 1983. A propagação artificial de Peixes de águas tropicais: Manual
1577 de extensão. Food and Agriculture Organization/CODEVASF/CNPq. Brasília.
1578

1579

1580 **CAPÍTULO 3 – Custo de produção do tabaqui e híbridos tambatinga e tabacu**
1581 **durante diferentes fases de criação em tanques-rede**

1582

1583

1584

1585

1586

1587

1588

1589

1590

1591

1592

1593

1594

1595

1596

1597

1598

1599

1600

1601

1602

1603

1604

1605

1606

1607

1608

1609

1610

1611

1612

1613

1614

1615

1616 Esse capítulo foi redigido para submissão no periódico Tropical Animal Health and Production

1617

1618

1619

1620

1621 **Custo de produção do tambaqui e híbridos tambatinga e tambacu durante diferentes fases**
1622 **de criação em tanques-rede**

1623

1624 **Resumo**

1625 O objetivo deste estudo foi avaliar o custo de produção de três grupos genéticos de peixes
1626 redondos, tambaqui e híbridos tambatinga e tambacu produzidos em tanques-rede alocados em
1627 uma barragem de 100 hectares de lâmina d'água, para determinar qual espécie/híbrido dentre
1628 esses apresentasse resultados mais favoráveis. Para isso, foi realizada uma simulação baseada
1629 no setor produtivo, considerando 54 unidades de tanques-rede de 6 m⁻³ divididos entre os três
1630 grupos genéticos. A simulação foi baseada em um experimento de 402 dias, em que foram
1631 usados inicialmente 03, 09 e 18 tanques-rede na Fase I, Fase II e Fase III respectivamente, para
1632 cada grupo genético. A partir dos indicadores zootécnicos obtidos, foi determinado o custo
1633 operacional total de produção para cada grupo genético. Entre os grupos avaliados, a produção
1634 do tambaqui resultou no custo operacional total médio de produção menor em 48,2% em relação
1635 ao tambacu e 32,3% menor quando comparado com a tambatinga. Conclui-se que o tambaqui
1636 obteve menor custo de produção em função da sua melhor produtividade, sendo considerado o
1637 grupo genético mais promissor no sistema avaliado.

1638

1639 **Palavras-chave:** *Colossoma macropomum*, Peixe híbrido, *Piaractus brachypomus*, *Piaractus*
1640 *mesopotamicus*, Viabilidade econômica

1641

1642 **Financiamento:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de
1643 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento
1644 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Universidade

1645 Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato
1646 Grosso (FAPEMAT) e da piscicultura Delicious fish.

1647

1648 **1. Introdução**

1649 Tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pirapitinga
1650 (*Piaractus brachypomus*), e os híbridos tambatinga (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. brachypomus*)
1651 e tambacu (♀ *C. macropomum* x ♂ *P. mesopotamicus*) constituem significativa parte da
1652 produção aquícola de nativos no Brasil (IBGE 2022) e em outros países da América do Sul
1653 (Costa et al. 2019). Este grupo de peixes apresenta importância econômica (Guimarães &
1654 Martins 2015) e boa aceitação do mercado consumidor, principalmente devido ao seu
1655 desempenho produtivo (Silva et al. 2020) e pelas suas características nutricionais e sensoriais
1656 desejáveis (Costa et al. 2020).

1657 Os híbridos provenientes do cruzamento de fêmea de tambaqui com macho de pacu ou
1658 com macho de pirapitinga têm ganhado destaque na piscicultura, sobretudo devido à ausência
1659 de programas de melhoramento genético consolidado das espécies puras. No momento, existe
1660 apenas um programa de melhoramento genético em fase inicial para tambaqui (Marcos et al.
1661 2016; Silva et al. 2020), o que tem levado produtores a buscar explorar empiricamente a possível
1662 heterose dos híbridos (Costa et al. 2019).

1663 Além disso, existe ainda a necessidade de trabalhos científicos quanto a viabilidade
1664 econômica destes híbridos e das espécies puras nas mesmas condições de criação. A obtenção
1665 de informações sobre a composição dos custos é imprescindível para maior compreensão de
1666 como estes podem ser diluídos, de forma a maximizar produtividade (Silva et al. 2020), com
1667 melhores tomadas de decisões sobre sua produção, o que pode garantir maior estabilidade na
1668 atividade (Costa et al. 2018), e diminuir os riscos do empreendimento. O objetivo deste estudo

1669 foi analisar o custo de produção dos grupos genéticos tambaqui, tambatinga e tambacu
1670 produzidos em tanques-rede, alocados sob a mesma condição dentro de uma barragem de 100
1671 hectares de lâmina d'água, e verificar qual destes grupos apresentou resultados mais favoráveis
1672 ao longo do período de cultivo.

1673

1674 **2. Material e Métodos**

1675 Para determinação do custo de produção do tambaqui e dos híbridos tambatinga e
1676 tambacu, foi realizado o levantamento dos indicadores de desempenho produtivo obtidos em
1677 sua criação em tanques-rede durante 402 dias (Silva et al. 2022). Para isso, foram utilizadas
1678 planilhas eletrônicas do Programa Microsoft Excel®.

1679 Os peixes foram avaliados em três fases de engorda diferentes: Fase I (período de 2,6
1680 meses); Fase II (ciclo de 6,2 meses); e Fase III (período de 4,6 meses), totalizando 13,4 meses
1681 de criação. Foram utilizados inicialmente nove tanques-rede de 6 m³ (2.0x2.0x1.5m)
1682 distribuídos em uma barragem de 100 hectares de lâmina d'água. O número de tanques-rede foi
1683 aumentado nas fases II (vinte e sete tanques-rede) e III (cinquenta e quatro tanques-rede)
1684 divididos entre os três grupos genéticos, em função da repicagem que foi realizada para manter
1685 a biomassa de estocagem final adequada de acordo com as condições do ambiente de cultivo
1686 (em torno de 25 kg m⁻³).

1687 Com base nessas informações, os valores de outras variáveis de desempenho necessárias
1688 para a projeção econômica foram simulados para os três grupos genéticos, como quantidade
1689 inicial e final de peixes (nº), conversão alimentar aparente (kg), taxa de sobrevivência (%) e
1690 produção total (kg), sendo estes extrapolados pela quantidade de tanques-rede adicionados pela
1691 repicagem na segunda e terceira fase de criação, considerando a taxa de mortalidade média de
1692 8,0% nas três fases para cada grupo genético, conforme descrito na Tabela 1.

1693
1694
1695
1696

Tabela 1. Estimativa dos indicadores zootécnicos da criação dos grupos genéticos de peixes redondos tambaqui, tambatinga e tambacu, produzidos em tanques-rede de 6 m³ durante ciclo de 402 dias.

| Ciclo de produção | Fase | I | II | III | Total |
|--------------------------------|--------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Indicadores zootécnicos | Un. | Tambaqui | | | |
| Peso médio inicial | kg | 0,073 | 0,266 | 0,944 | 0,073 |
| Quantidade de peixes inicial | n° | 1.953 | 1.855 | 1.818 | 1.953 |
| Peso médio final | kg | 0,266 | 0,944 | 1,764 | 1,764 |
| Quantidade de peixes final | n° | 1.855 | 1.818 | 1.800 | 1.800 |
| Peso total despescado | kg | 493 | 1.716 | 3.175 | 3.175 |
| Biomassa de estocagem final | kg m ⁻³ | 27,41 | 31,77 | 29,49 | 29,49 |
| Conversão alimentar aparente | kg | 1,26 | 1,92 | 1,92 | 1,85 |
| Quantidade de ração | kg | 441 | 2.352 | 2.808 | 5.601 |
| Tambatinga | | | | | |
| Peso médio inicial | kg | 0,121 | 0,367 | 0,687 | 0,121 |
| Quantidade de peixes inicial | n° | 1.953 | 1.855 | 1.818 | 1.953 |
| Peso médio final | kg | 0,367 | 0,687 | 0,906 | 0,906 |
| Quantidade de peixes final | n° | 1.855 | 1.818 | 1.800 | 1.800 |
| Peso total despescado | kg | 681 | 1.249 | 1.631 | 1.631 |
| Biomassa de estocagem final | kg m ⁻³ | 37,85 | 23,12 | 15,10 | 15,10 |
| Conversão alimentar aparente | kg | 1,26 | 1,92 | 1,92 | 1,71 |
| Quantidade de ração | kg | 560 | 1.092 | 735 | 2.387 |
| Tambacu | | | | | |
| Peso médio inicial | kg | 0,066 | 0,216 | 0,276 | 0,066 |
| Quantidade de peixes inicial | n° | 1.953 | 1.855 | 1.818 | 1.953 |
| Peso médio final | kg | 0,216 | 0,276 | 0,655 | 0,655 |
| Quantidade de peixes final | n° | 1.855 | 1.818 | 1.800 | 1.800 |
| Peso total despescado | kg | 401 | 502 | 1.179 | 1.179 |
| Biomassa de estocagem final | kg m ⁻³ | 22,26 | 9,31 | 10,91 | 10,91 |
| Conversão alimentar aparente | kg | 1,26 | 1,92 | 1,92 | 1,75 |
| Quantidade de ração | kg | 342 | 196 | 1.301 | 1.839 |

1697 Densidade de estocagem (peixes m⁻³) fase I: 108, fase II: 34, e fase III: 17.

1698

1699

Para análise econômica, foram utilizados preços médios de mercado praticados no mês de

1700

junho de 2020 (considerando para fins de conversão R\$ 5,44 = US\$ 1,00). A metodologia

1701

utilizada foi a de cálculo do custo operacional total (COT) de produção proposta por Matsunaga

1702

et al. (1976), que corresponde ao cálculo de todas as despesas efetivadas durante o ciclo, mais

1703

o valor de depreciação, equipamentos e benfeitorias. Dessa maneira, foram obtidos os custos

1704

operacionais efetivos médios (COEMe) e custos operacionais totais médios (COTMe) de

1705 produção dos três grupos genéticos, demonstrados pela relação entre os custos e a quantidade
 1706 produzida (Q), ou seja, CMe/Q, expresso em R\$ kg⁻¹.

1707

1708 3. Resultados

1709 Na tabela 2 estão descritos os itens relacionados à estimativa do custo operacional total de
 1710 produção dos grupos genéticos. Dentre os itens com maior relevância na composição do custo
 1711 operacional efetivo, destaca-se mão-de-obra, aquisição de ração e compra de alevinos.

1712

1713 **Tabela 2.** Estimativa da determinação do custo operacional total de produção e simulação dos
 1714 indicadores econômicos dos grupos genéticos de peixes redondos tambaqui, tambatinga e tambacu,
 1715 produzidos em tanques-rede de 6 m³ durante ciclo de 402 dias.

| | Especificações | QT (Ciclo ¹) | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | P (%) |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------|
| MDO + encargos (R\$) | 1,2 salários/mês | 13,4 | 6.287,33 | 6.287,33 | 6.287,33 | 43,2 |
| MDO eventual (R\$) | Diária | 20 | 599,94 | 599,94 | 599,94 | |
| Combustível (R\$) | Gasolina (L) | 362 | 496,82 | 496,82 | 496,82 | 3,1 |
| Juvenis (milheiro 15-20 cm) (R\$) | Tambaqui | 2,0 | 878,82 | - | - | 5,5 |
| | Tambatinga | 2,0 | - | 878,82 | - | |
| | Tambacu | 2,0 | - | - | 878,82 | |
| Ração onívoro (kg) (R\$) | 32% PB (4-6mm) | 1.343 | 820,83 | 1.041,25 | 636,33 | 38,2 |
| | 32% PB (6-8mm) | 3.639 | 4.373,83 | 2.030,56 | 364,12 | |
| | 32% PB (10-12mm) | 4.845 | 5.223,57 | 1.367,63 | 2.420,02 | |
| Despesas eventuais (R\$) | 2% desembolso | | 373,62 | 254,05 | 233,67 | 1,8 |
| Manutenção (R\$) | Meses | 13,4 | 1.303,12 | 1.303,12 | 1.303,12 | 8,2 |
| COE (R\$) | | | 20.357,88 | 14.259,51 | 13.220,17 | 100,0 |
| Depreciação (R\$) | Meses | 13,4 | 4.871,13 | 4.871,13 | 4.871,13 | |
| COT (R\$) | | | 25.229,01 | 19.130,64 | 18.091,30 | |
| Indicadores | Unidade | | Tambaqui | Tambatinga | Tambacu | |

| econômicos | | | | | |
|-------------------|-------|----------------------|------|-------|-------|
| | COEMe | R\$ kg ⁻¹ | 6,41 | 8,74 | 11,22 |
| | COTMe | R\$ kg ⁻¹ | 7,95 | 11,73 | 15,35 |

1716 QT: quantidade total; MDO: mão-de-obra; P: participação; COE: custo operacional efetivo;
 1717 COT: custo operacional total.

1718

1719 Com base na produção estimada a partir dos dados de desempenho produtivo, o tambaqui
 1720 foi o que apresentou maior volume de produção com 3.175 kg, seguido da tambatinga com 1.631
 1721 kg e tambacu com 1.179 kg. A avaliação da projeção econômica apontou que o tambaqui
 1722 apresentou melhores indicadores econômicos comparado aos demais grupos genéticos
 1723 estudados, com menor custo operacional total médio de produção. Ao passo que, o tambacu foi
 1724 o grupo que demonstrou maiores custos médios de produção (Tabela 2).

1725

1726 4. Discussão

1727 O cultivo de tambaqui apresentou menor custo de produção comparativamente aos grupos
 1728 tambatinga e tambacu nas condições ambientais do presente estudo, não havendo vantagem na
 1729 produção dos híbridos perante a espécie tambaqui, que apresentou maior volume de peso total
 1730 despescado e, conseqüentemente, maior produtividade ao final do período de criação. O custo
 1731 operacional total médio do tambaqui foi menor em 48,2% e 32,32% em relação aos grupos
 1732 tambacu e tambatinga, respectivamente, sendo estes valores expressivos dentro do setor de
 1733 produção, indicando que a espécie pura é mais viável economicamente nas condições
 1734 apresentadas, por apresentar menor custo no seu processo de produção comparado aos peixes
 1735 híbridos.

1736 Não há até o momento trabalhos comparativos de viabilidade econômica avaliando o
 1737 tambaqui em relação aos híbridos tambatinga e tambacu em tanques-rede ou tanques escavados
 1738 com troca parcial de água, e, portanto, os resultados deste estudo poderão ser úteis ao setor

1739 produtivo. No entanto, outros trabalhos em diferentes situações e/ou sistemas de produção são
1740 importantes para corroborar as informações deste artigo, pois em condições distintas de
1741 produção, os resultados podem ser diferentes, tal como observado por Mourad et al. (2018), que
1742 encontraram resultados de melhor desempenho produtivo do tambacu, o qual pode representar
1743 melhor viabilidade econômica comparativamente ao tambaqui (análise não realizada pelos
1744 referidos autores).

1745 O preço de comercialização do quilograma dos peixes dos grupos genéticos deste estudo,
1746 pode apresentar variação de região para região. Mas, caso fossem vendidos a R\$ 8,00 kg⁻¹ (preço
1747 médio praticado no Estado de Mato Grosso) somente o tambaqui apresentaria lucro,
1748 assegurando manutenção da atividade. Outra maneira de obter maior lucratividade seria o uso
1749 de diferentes canais de comercialização, que remuneram melhor o preço do pescado (Costa et
1750 al. 2018). Para o tambaqui, tambatinga, tambacu e demais peixes do gênero *Colossoma* e
1751 *Piaractus*, existem maior disponibilidade de formas de comercialização e maior estabilidade e
1752 facilidade de escoamento desses produtos, sendo este ponto importante para produção dessas
1753 espécies (Barros et al. 2016). Além do mais, é importante enfatizar que, os peixes desses grupos
1754 genéticos podem ser vendidos como produtos processados, na forma de bandas, ventrechas,
1755 lombos, filés, suã, entre outros, que acabam por gerar valor agregado no produto final.

1756 Conclui-se que, entre os grupos genéticos avaliados, que o cultivo do tambaqui nas
1757 condições avaliadas apresenta menor custo operacional total de produção comparados aos
1758 híbridos tambatinga e tambacu, sendo mais viável economicamente, o que ressalta sua
1759 importância para a piscicultura.

1760

1761 **Aprovação ética:** Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em
1762 Experimentação Animal da UFMS (aprovação nº 1.058/2019), de acordo com a Legislação
1763 Brasileira para pesquisa e experimentação com animais.

1764

1765 **Referências**

1766 BARROS, A.F. de, MAEDA, M.M., MAEDA, A., SILVA, A.C.C. and ANGELI, A.J., 2016.

1767 Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato

1768 Grosso, Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 65, 21–28

1769 COSTA, J.I. DA, GOMES, A.L.S., BERNARDINO, G., SABBAG, O.J. and MARTINS,

1770 M.I.E.G., 2018. Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in

1771 excavated fishponds, Manaus, Brazil. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, 12, 234–244

1772 COSTA, A.C., BOTELHO, H.A., GOMES, R.C. da S., CAMPOS, S.A. de S., REIS-NETO,

1773 R.V., BALESTRE, M., PRADO, F.D. do, HASHIMOTO, D.T., MARTINS, D.G., PORTO-

1774 FORESTI, F., LIMA, M. and FREITAS, R.T.F. de, 2019. General and specific combining

1775 ability in *Serrasalminidae*. *Aquaculture Research*, 50, 717–724

1776 COSTA, A.C., SERAFINI, M.A., REIS-NETO, R.V., SANTOS, P.F., MARQUES, L.R.,

1777 REZENDE, I.R. de, MENDONÇA, M.A.C., ALLAMAN, I.B. and FREITAS, R.T.F. de,

1778 2020. Similarity between *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* and their

1779 interspecific hybrids. *Aquaculture*, 526, 2018–2020

1780 GUIMARÃES, I.G.; MARTINS, G.P., 2015. Nutritional requirement of two Amazonian

1781 aquacultured fish species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus*

1782 *brachypomus* (Cuvier, 1818): A mini review. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 57–66

1783 IBGE, 2022. Pesquisa da Pecuária Municipal 2020. Disponível em:

1784 <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>>. Acesso em: 30 Mar. 2022

- 1785 MARCOS, R., POVH, J.A., FORNARI, D.C., OLIVEIRA, C.A.L. de, RIBEIRO, R.P.,
1786 LOPERA-BARRERO, N.M., ALBERTO, R., CORRÊA FILHO, R.A.C., ABREU, J.S. de
1787 and MURARI, P.J.F., 2016. Weight gain and morphometric growth of genetically improved
1788 tambaqui (*Colossoma macropomum*). Semina: Ciências Agrárias, 37, 2521–2528
- 1789 MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P.F., TOLEDO, P.E.N. de, DULLEY, R.D., OKAWA,
1790 H. and PEDROSO, I.A., 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA.
1791 Agricultura em São Paulo, 23, 123–139
- 1792 MOURAD, N.M.N., COSTA, A.C., FREITAS, R.T.F., SERAFINI, M.A., REIS-NETO, R.V.,
1793 FELIZARDO, V.O. 2018. Weight and morphometric growth of Pacu (*Piaractus*
1794 *mesopotamicus*), Tambaqui (*Colossoma macropomum*) and their hybrids from spring to
1795 winter. Pesquisa Veterinária Brasileira, 38, 544-550
- 1796 SILVA, A.C.C., BARROS, A.F. de, MENDONÇA, F.M.F., GAMA, K.F. da S., MARCOS, R.,
1797 POVH, J.A., FORNARI, D.C., HOSHIBA, M.A. and ABREU, J.S. de, 2020. Performance
1798 and economic viability of tambaqui, *Colossoma macropomum*, selectively bred for weight
1799 gain. Acta Amazonica, 50, 108–114
- 1800 SILVA, A.C.C.; CÔRREA FILHO, R.A.C., FORNARI, D.C., ABREU, J.S. de, BIGNARDI,
1801 A.B., SEVERINO, M. de F.G., AMORIM, L.F. dos S., ALBUQUERQUE, L.V.,
1802 CARNEIRO, I.L. and POVH, J.A., 2022. Production of tambaqui and of the tambatinga and
1803 tambacu hybrids: Performance, morphometric traits, and body yield. Aquaculture, 554, 1–7
1804