



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

GABRYELLE GUIMARAES CASTRO DE SOUSA

**DIMORFISMO SEXUAL NO DESEMPENHO DO TAMBAQUI COLOSSOMA
*MACROPOMUM (TELEOSTEI: SERRASALMIDAE)***

**PALMAS-TO
2023**

GABRYELLE GUIMARAES CASTRO DE SOUSA

**DIMORFISMO SEXUAL NO DESEMPENHO DO TAMBAQUI *COLOSSOMA*
*MACROPOMUM (TELEOSTEI: SERRASALMIDAE)***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia Agronômica do Instituto
Federal do Tocantins – *Campus* Palmas,
como exigência à obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Agronômica.

Orientador: Prof. Dr. Alysson Soares da
Rocha

Coorientadora: Dra. Luciana Shiotsuki

PALMAS-TO

2023

S725d Sousa, Gabryelle Guimaraes Castro de
DIMORFISMO SEXUAL NO DESEMPENHO DO TAMBAQUI COLOSSOMA MACROPOMUM
(TELEOSTEI: SERRASALMIDAE) /
Gabryelle Guimaraes Castro de Sousa. – Palmas, TO, 2023.
31 f. : il. color.

Orientador: Dr. Alysson Soares da Rocha
Coorientadora: Dra. Luciana Shiotsuki

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

GABRYELLE GUIMARAES CASTRO DE SOUSA

**DIMORFISMO SEXUAL NO DESEMPENHO DO TAMBAQUI COLOSSOMA
MACROPOMUM (TELEOSTEI: SERRASALMIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia Agrônômica do Instituto
Federal do Tocantins – *Campus* Palmas,
como exigência à obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 23/10/2023

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **ALYSSON SOARES DA ROCHA**
Data: 09/11/2023 08:23:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alysson Soares da Rocha (Orientador)

IFTO – *Campus* Palmas

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA SHIOTSUKI**
Data: 07/11/2023 11:20:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Luciana Shiotsuki (Coorientadora)

EMBRAPA - Pesca e Aquicultura

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO CARLOS SILVEIRA GONCALVES**
Data: 12/11/2023 15:59:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Carlos Silveira Gonçalves

IFTO – *Campus* Palmas

Documento assinado digitalmente
 **CLAUBER ROSANOVA**
Data: 09/11/2023 20:12:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Clauber Rosanova

IFTO – *Campus* Palmas

À minha família: meus pais José e Wesilá,
aos meus irmãos, minhas tias Maria do
Socorro e Rosiane e aos meus padrinhos
Wesley e Ana Maria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Trindade Santa por todo o amor que me inebriou ao longo desta trajetória e me direcionou ao caminho reto, juntamente com Maria Santíssima, minha protetora e fonte de toda consolação.

À minha família, meus pais José e Wesilá, meus irmãos Giovana e Antônio Neto, aos meus avós, primos e a todos os dez tios que fazem esta família numerosa ser tudo o que se precisa que ela seja, à Maria do Socorro, Ana Maria e Rosiane que foram como mães nestes cinco anos.

Aos docentes e funcionários administrativos do IFTO Campus *Palmas*, que acreditam no poder transformador da educação, por possibilitarem que jovens não só aprendam uma profissão, mas sejam mecanismos para a evolução da sociedade.

À Embrapa Pesca e Aquicultura, e aos meus supervisores e colegas, Dra. Luciana Shiotsuki, Dr. Fabrício Rezende, Dra. Luciana Ganeco, Dr. Lucas Torati, Francisco José, Sebastiana Ribeiro, MSc. Geovana Andrade e MSc. André Silvério por compartilharem comigo tantos aprendizados e experiências cruciais para o meu desenvolvimento humano, estudantil e profissional.

Aos meus orientadores Dr. Alysson Soares da Rocha e Dra. Luciana Shiotsuki por toda paciência e compromisso em me auxiliar na escrita de um documento a ser entregue à comunidade científica, tendo como um dos objetivos principais o impacto positivo no mundo.

Aos meus colegas de turma que iniciaram e findam este ciclo comigo, em especial à Ana Paula Sobrinho que foi mais do que se espera de uma melhor amiga, que me escutou e foi meu porto seguro nos momentos mais difíceis, com quem eu pude contar nas madrugadas mais sombrias.

Ao grupo de jovens Ágape por estarem firmados no compromisso de me levar ao céu com eles e que juntamente com Ana Paula, salvaram minha vida mais vezes do que sou capaz de contar, e renovaram minha esperança e meus motivos para viver, além de apenas sobreviver.

*Eu aceito com gratidão os espinhos que
estão misturados com as flores.*

Santa Terezinha do Menino Jesus

RESUMO

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é o principal peixe de água doce na aquicultura nativa do Brasil. No entanto, poucas informações quanto ao crescimento e maturidade sexual de animais adultos têm sido relatadas. Para o presente trabalho, objetivou-se identificar a existência de uma possível diferença entre o peso de machos e fêmeas adultos para promover estratégias, de forma a aumentar a produtividade do plantel, caso um dos sexos tenha um desempenho maior no ganho de peso em detrimento do outro. Foram avaliadas informações de 2.360 peixes oriundos de 25 famílias diferentes, alocados na forma de lotes mistos em 10 viveiros escavados. Todos os animais nasceram entre 15 de janeiro a 15 de fevereiro de 2019 estando, portanto, com 36 meses de idade na época da avaliação. Os exemplares foram identificados individualmente, permitindo a agnição por radiofrequência durante as biometrias. A identificação sexual dos animais foi realizada por canulação no período de reprodução da espécie juntamente com a realização da biometria. O peso corporal utilizado no presente trabalho foi tomado utilizando balança eletrônica, pesando individualmente os animais anestesiados e vivos. A partir de uma análise criteriosa acerca dos parâmetros observados e formulação de gráficos comparativos, observou-se que numa mesma família (mesmo pai e mesma mãe), e mesmo grupo contemporâneo (mesma idade e mesmas condições ambientais) as fêmeas de tambaqui alcançaram maior ganho de peso em relação aos machos. Identificou-se que, aos 36 meses de idade, as fêmeas adultas são mais pesadas que os machos, indicando a possibilidade de se viabilizar protocolos de reversão sexual para o cultivo de uma população monossexuada feminina que poderia impactar positivamente no lucro do produtor, caso a idade de abate seja de 36 meses. Vale ressaltar que o presente trabalho não avaliou as diferenças entre machos e fêmeas após o processamento e não leva em consideração o rendimento de filé, assim as propriedades organolépticas da carne.

Palavras-chave: *C. macropomum*. Desempenho. Peixe Nativo. Sexo.

ABSTRACT

Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is the main freshwater fish in native fish aquaculture in Brazil. However, little information about the growth and sexual maturity of adult animals has been reported. For the present work, the objective was to identify the existence of a possible difference between the weight of adult males and females to promote strategies, in order to increase the productivity of the herd, if one of the sexes has a greater performance in weight gain to the detriment of do another one. Information from 2,360 fish from 25 different families was evaluated, allocated in the form of mixed lots in 10 excavated ponds. All animals were born between January 15th and February 15th, 2019, therefore being 36 months old at the time of evaluation. The specimens were specific, allowing radiofrequency agnition during biometrics. The sexual identification of the animals was carried out by cannulation during the species' reproduction period together with biometrics. The body weight used in the present study was taken using an electronic scale, weighing the anesthetized and live animals individually. From a careful analysis of the observed parameters and the formulation of comparative graphs, we observed that in the same family (same father and mother), and the same contemporary group (same age and same environmental conditions) tambaqui females achieved greater weight gain compared to males. It was identified that, at 36 months of age, adult females are heavier than males, reducing the possibility of making sexual reversal protocols viable for the cultivation of a female monosexual population that could have a positive impact on the producer's profit, if the slaughter age is 36 months. It is worth mentioning that the present work did not evaluate the differences between males and females after processing and does not take into account the fillet yield, as well as the organoleptic properties of the meat.

Keywords: *C. macropomum*. Performance. Native Fish. Sex.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Médias dos parâmetros de qualidade de água.	19
Tabela 2- Classificação de peso médio do desempenho para fêmeas.....	20
Tabela 3- Classificação de melhores desempenhos para machos.	21
Tabela 4- Classificação da vantagem de fêmeas em relação aos machos de uma mesma família.	25
Tabela 5- Variações estatísticas com relação às médias dos sexos.	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2.1 Parâmetros recomendados da qualidade de água.....	13
2.2 Espécie em estudo.....	13
2.3 Cultivo de tambaqui	14
2.4 Maturação sexual	15
2.5 Dimorfismo sexual em peixes.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Declaração de ética.....	17
<u> 3.2 Permissão do uso de dados</u>	<u>17</u>
3.3 Amostragem e identificação	17
3.4 Manutenção do plantel	17
3.5 Biometria e sexagem	18
3.6 Análise de dados.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXO A – Certificado da CEUA/CNPASA protocolo nº 11/2018	31

1 INTRODUÇÃO

A ascensão da aquicultura nos últimos anos tem sido notável, com um crescimento acelerado que supera a pesca de captura em termos de expansão. As projeções futuras sinalizam um progresso ainda mais marcante nesse setor. No ano de 2020, a produção animal aquícola atingiu a expressiva marca de 87,5 milhões de toneladas, representando um aumento notável de 6% em comparação a 2018. Em contraste, a produção proveniente da pesca de captura registrou uma redução de 4,0% em relação à média observada nos três anos anteriores (FAO, 2022).

No cenário da aquicultura brasileira, destaca-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que é a espécie nativa mais cultivada no Brasil (BALDISSEROTTO e GOMES, 2010, Anuário PeixeBR, 2023). Esse destaque se deve à sua adaptabilidade aos diferentes ambientes de cultivo em cativeiro, hábito alimentar onívoro, capacidade de filtragem, além de sua notável robustez e docilidade em ambiente de cultivo. Além disso, o tambaqui demonstra tolerância a condições de hipóxia, adaptando-se morfologicamente através do prolapso labial, para viver em ambientes que naturalmente têm baixas concentrações de oxigênio (ARAÚJO-LIMA e GOMES, 2005). Com crescimento rápido e elevada aceitação no mercado doméstico, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, o tambaqui tem desempenhado um papel crucial no setor de aquicultura (BARÇANTE, 2015).

No ano de 2022, a produção de tambaqui alcançou a marca de 109,8 mil toneladas, correspondendo a 14,44% da produção total de pescado no Brasil, de acordo com os dados do IBGE. Enquanto a produtividade do mesmo ano para tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi 3,7 vezes maior, segundo a mesma pesquisa. Esse diferencial deve-se, em parte, ao conhecimento técnico-científico e aos pacotes tecnológicos desenvolvidos para espécies como a tilápia (FILHO et al., 2016).

Deste modo, no presente trabalho objetivou-se identificar a existência de uma possível diferença entre o peso de machos e fêmeas adultos para promover estratégias de forma a aumentar a produção do plantel, caso um dos sexos tenha um desempenho maior no ganho de peso em detrimento do outro. Contribuindo para o avanço das tecnologias de cultivo, promovendo a conservação da espécie e, consequentemente, amplificando de maneira sustentável os níveis de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Parâmetros recomendados da qualidade de água

A qualidade da água na piscicultura desempenha um papel fundamental, influenciando diretamente o sucesso da produção de peixes. Para garantir o bem-estar e o máximo potencial de desempenho dos animais, é essencial monitorar e manter os parâmetros de qualidade da água dentro de limites aceitáveis. Os fatores que compõem a qualidade da água, como pH, amônia, dureza, nitrito e nitrato, devem ser adequadamente controlados (TAVARES-DIAS et al., 2013; TATAGIBA et al., 2022).

O tambaqui, como espécie de peixe utilizada na piscicultura, possui faixas específicas de parâmetros de qualidade da água que são essenciais para o seu bem-estar e desempenho ótimo. Para essa espécie, é fundamental manter o pH da água entre 6,5 e 8,5, com concentrações de amônia situando-se entre 0,6 mg/L e 2,0 mg/L, nitrito não excedendo 0,5 mg/L e nitrato dentro da faixa de 5,0 mg/L. Além disso, a alcalinidade ideal é de 20,0 mg/L, e a temperatura deve ser rigorosamente controlada, mantendo-se entre 25 °C e 32 °C. Estas faixas de parâmetros são cruciais para garantir o bem-estar do tambaqui, promovendo um ambiente saudável e adequado para o seu desenvolvimento na piscicultura (KUBITZA, 1999; SILVA & CARNEIRO, 2007; GUIMARÃES, 2008).

2.2 Espécie em estudo

O tambaqui (*Colossoma macropomum*, *Teleostei*, *Serrasalminidae*, Cuvier, 1818) é o maior representante da ordem *Characiforme* na Bacia Amazônica, nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, com uma presença significativa em toda a Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005). Na natureza, o tambaqui pode atingir dimensões impressionantes, chegando a cerca de 100 centímetros de comprimento e até 30 quilogramas de peso, como relatado por Araújo-Lima e Goulding em 1998.

Sua morfologia caracteriza-se por um corpo arredondado, com uma coloração parda na metade superior e preta na metade inferior. Possui uma boca terminal com dentes molariformes e incisivos robustos, que desempenham um papel

crucial durante os períodos de inundação das florestas, permitindo-lhe quebrar sementes e frutos de seringueiras e palmeiras (GRAÇA & PAVANELLI, 2007).

Este peixe é considerado uma espécie de piracema, logo ele realiza uma migração sazonal para reprodução. Isso é importante tanto para a conservação da espécie quanto para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos onde vivem. Portanto, a regulamentação adequada e a proteção durante a piracema são medidas cruciais para garantir a sobrevivência dessa espécie e a saúde dos ecossistemas aquáticos (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005).

2.3 Cultivo de tambaqui

A criação de peixes em cativeiro e sua alimentação têm sido práticas realizadas pelo ser humano ao longo de muitos anos. Inicialmente, no Egito antigo, aqueles que eram abastados e possuíam poder o faziam para desfrutar de peixe fresco, capturando-os e mantendo em lagos e, talvez, por entretenimento. Já as pessoas de recursos mais limitados o faziam para preservar a abundância de uma estação e utilizar posteriormente durante períodos de escassez. A aquicultura surgiu quando as comunidades rurais perceberam que a criação de peixes era uma parte valiosa de sua estratégia para garantir sua sobrevivência e subsistência (FAO, 2009).

Entre os peixes nativos do Brasil, o tambaqui é o mais amplamente cultivado, esta posição de destaque se deve à sua notável adaptação aos ambientes de cultivo, acabando por deter uma grande parcela do mercado regional de peixes. Além disso, a consolidação do cultivo da espécie em questão é impulsionada pela disponibilidade da tecnologia de reprodução artificial e por uma cadeia produtiva bem estabelecida, como evidenciado por estudos anteriores (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; PARENTE et al., 2003; NUNES et al., 2006).

Esta posição do tambaqui é seguida de perto por seus híbridos, o tambacu (resultante do cruzamento de uma fêmea de tambaqui com um macho de pacu) e a tambatinga (obtida do cruzamento entre uma fêmea de tambaqui e um macho de pirapitinga) (RESENDE, 2009). O interesse em produzir esses híbridos surge principalmente devido à carência de um programa de melhoramento genético consolidado para a espécie, que possa oferecer material genético de desempenho superior, uniforme e de alta qualidade. A falta de pacotes tecnológicos bem estabelecidos é uma preocupação em relação às espécies nativas. Portanto, devido

à falta de alternativas viáveis e com o objetivo de tornarem-se mais competitivos, os criadores de tambaqui optaram por cultivar híbridos interespecíficos (RESENDE, 2009).

Vale ressaltar que contínuo progresso da piscicultura em viveiros requer sistemas de produção que abranjam as diferentes fases do cultivo (cria, recria e engorda) e que possibilitem a rápida recirculação do capital investido na atividade. Isso não apenas devido aos riscos inerentes a qualquer empreendimento zootécnico, mas também para garantir sua sustentabilidade econômica (IZEL et al., 2004).

2.4 Maturação sexual

O início do processo de maturação sexual do tambaqui em sistemas de produção de viveiros escavados com aeração é um fenômeno de grande importância no manejo dessa espécie. Segundo estudos conduzidos por IZEL et al. em 2013, observou-se que essa maturação ocorre em momentos diferentes para machos e fêmeas.

No caso dos machos, esse processo tem início surpreendentemente cedo, a partir dos 6 meses de idade, o que destaca a precocidade dessa fase em seu desenvolvimento. Por outro lado, nas fêmeas, o início da maturação sexual é observado de forma mais tardia, ocorrendo geralmente por volta dos 12 meses de idade (IZEL et al., 2013)

Essa discrepância no momento da maturação sexual entre os sexos é um aspecto relevante a ser considerado no planejamento e na gestão de sistemas de produção de tambaqui, influenciando a seleção de animais para reprodução e outros aspectos do manejo. A compreensão desses padrões de desenvolvimento sexual é fundamental para o sucesso na criação e reprodução dessa espécie em cativeiro (ALMEIDA, 2013).

2.5 Dimorfismo sexual em peixes

Dentro da ordem dos peixes, várias espécies se destacam por exibir características morfológicas que possibilitam a distinção entre machos e fêmeas durante o período de reprodução, sem a necessidade de uma análise mais detalhada de suas gônadas. Entre essas características, a variação no tamanho do corpo, as diferenças na morfologia da cabeça, a configuração dos dentes e a presença de

órgãos acessórios envolvidos na reprodução provavelmente representam as categorias mais comuns de dimorfismo sexual (GRAMITTO & COEN, 1997; MCMILLAN, 1999). No entanto, é importante notar que, no caso específico do tambaqui (*Colossoma macropomum*), as diferenças morfológicas entre machos e fêmeas não são visíveis externamente

Em linhas gerais, nas espécies de peixes migradores, é comum quanto à variação no tamanho do corpo que, as fêmeas sejam maiores do que os machos. Por outro lado, em peixes residentes (que não migram para se reproduzir), os machos podem ser os maiores da espécie. Existem também diferenças nas características sexuais secundárias, como coloração, a presença de tubérculos na cabeça, a presença de glândulas cutâneas e outras características distintivas. Por exemplo, em certas espécies, os machos podem ter uma papila genital com uma saliência pronunciada, enquanto em outras, os raios das nadadeiras anais podem ser modificados em órgãos intromitentes (PEREIRA, 2007).

No pirarucu (*Arapaima gigas*), espécie de característica residente, o desenvolvimento muscular é afetado pelos hormônios sexuais, particularmente pela testosterona, sugerindo que este hormônio pode desempenhar um papel importante no dimorfismo sexual relacionado ao crescimento muscular durante a fase de engorda (LIMA, 2020).

Enquanto que no tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie migradora, na qual o desenvolvimento gonadal dos machos já se encontra avançado aos 4 meses de idade, e o das fêmeas inicia-se aos 7 meses, as fêmeas ficam maiores e mais pesadas que os machos a partir deste período (SOUZA & O'SULLIVAN, 2012). Portanto, mesmo que as diferenças morfológicas não sejam visíveis externamente no tambaqui, essas variações internas no desenvolvimento reprodutivo ainda resultam em dimorfismo sexual. Isso destaca a complexidade das adaptações reprodutivas dentro das diferentes espécies de peixes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Declaração de ética

Este estudo foi conduzido estritamente de acordo com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA nº 11/2018) da Embrapa Pesca e Aquicultura, CNPASA, Palmas, TO, Brasil.

3.2 Permissão do uso de dados

Os dados empregados durante o desenvolvimento deste estudo foram obtidos por meio de um experimento conduzido nas instalações da Embrapa Pesca e Aquicultura, localizada em Palmas, TO, Brasil. Após a coleta inicial, os dados foram devidamente tabulados e analisados, permitindo a sua utilização no presente estudo. Importante ressaltar que a utilização desses dados recebeu autorização formal, e durante todo o processo de elaboração do estudo pelo autor deste documento, houve a orientação de um pesquisador vinculado à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

3.3 Amostragem e identificação

Foram utilizados dados de 2.360 tambaquis, sendo 1.102 machos e 1.258 fêmeas, aos 12 e 36 meses de idade, nascidos entre 15 de janeiro a 15 de fevereiro de 2019, oriundos de 25 famílias, alocados na forma de lotes mistos em 10 viveiros escavados (600 m²), no município de Palmas, Tocantins. Os animais foram identificados individualmente com microchips (PIT-tags) permitindo sua identificação ao longo das biometrias.

3.4 Manutenção do plantel

Para aumentar a capacidade de indivíduos por viveiro, evitando o estresse metabólico e a hipóxia, todos os viveiros possuíam aerador de fluxo ascendente (tipo chafariz), ligado entre 17h e 19h e entre 22 e 8h do dia seguinte, servindo como

produtor da reserva de oxigênio que o ecossistema aquático local necessitava para manutenção noturna.

Durante o período de terminação, em que os animais estavam alocados nos tanques houve arraçoamento com a taxa de 1% de peso vivo por dia, todos os 7 dias da semana e 0,5% de biomassa, 3 vezes na semana aos 36 meses. Análises semanais de qualidade de água foram realizadas com a aferição dos parâmetros de pH, temperatura da água, níveis de transparência, nitrito e alcalinidade, através de sonda multiparâmetro e reagentes com indicadores colorimétricos.

As análises proporcionaram, deste modo, um maior controle do ambiente onde estavam confinados os peixes, principalmente quanto à administração da amplitude do pH, com foco em mínima oscilação diária e manutenção entre 6,8 e 7,4, preferencialmente. Caso a volubilidade ultrapassasse o valor de 0,6, o tratamento para regularização deu-se pela utilização de calcário dolomítico na dose de 50 kg/500 m².

3.5 Biometria e sexagem

Foram realizadas biometrias quando os peixes estavam com 12 meses e 36 meses de idade, a coleta de dados sucedeu-se da mesma forma em ambas as épocas, com exceção da sexagem que foi realizada, unicamente, quando os peixes estavam com 44 meses de idade.

A identificação sexual dos animais foi realizada em 12/2021 (período reprodutivo), por canulação (fêmeas) ou visualização de sêmen mediante compressão abdominal (machos) (INOUE et al., 2003). O peso corporal de todos os animais foi obtido utilizando-se uma balança eletrônica (0,00 kg) em biometrias realizadas em 12/2021 e 05/2022.

3.6 Análise de dados

Os dados foram analisados e passaram por um teste T de Tukey (5%) no sistema SAS (conjunto de software estatístico desenvolvido pelo SAS *Institute* para gerenciamento de dados e análise avançada), resultando na formulação de gráficos e tabelas de análise simplificada e descritiva das informações que puderam ser utilizadas para a comparação das médias de peso entre/intra famílias e entre/intra sexos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais foram mantidos nos parâmetros de qualidade de água indicados como adequados pela literatura (Tabela 1), de forma que o ambiente de cultivo foi propício para o desenvolvimento dos animais em todas as fases.

Tabela 1- Médias dos parâmetros de qualidade de água.

T (°C)	OD(mg/L)	pH	TR (cm)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₃ (ppm)	GH (ppm CaCO ₃)
28,6±1,5	5,98±1,0	6,8±1,1	34,5±4,5	0,25±0,25	0,003±0,002	50

Legenda: T (°C) – Temperatura em graus Celsius; OD (mg/L) – Oxigênio dissolvido em miligramas por litro; TR (cm) – Transparência em centímetros; NO₂⁻ (mg/L) – Nível de nitrito em miligramas por litro; NH₃ – Amônia tóxica em partes por milhão; GH (ppm CaCO₃) – Dureza Total em partes por milhão de CaCO₃.

Fonte: Autor, 2023.

Aos 12 meses de idade, pode-se notar que há grande variação de pesos dentro e entre famílias de tambaqui (Gráfico 1A). Nessa idade, verifica-se que há diferença estatística no desempenho de peso entre as famílias, por outro lado, não houve diferença estatística do peso corporal entre machos e fêmeas da mesma família e a classificação dos melhores desempenhos de peso foi definido exclusivamente pela variação entre famílias.

Já aos 36 meses, foi possível identificar que a família e o sexo interferiram significativamente no peso corporal para essa idade (Gráfico 1B). Na Tabela 2 é possível identificar a classificação da média de desempenho para as fêmeas e na Tabela 3 a mesma classificação para os machos. O peso médio das fêmeas foi 6,45 Kg, enquanto que o dos machos é de 4,83 Kg. Assim, o peso das fêmeas foi pouco mais de 25% maior que o dos machos.

Tabela 2- Classificação de peso médio do desempenho para fêmeas.

FAMÍLIA	PESO MÉDIO (Kg)
3	7,46
4	6,83
19	6,83
22	6,68
7	6,66
1	6,60
24	6,60
5	6,54
6	6,49
21	6,49
13	6,48
20	6,47
15	6,26
25	6,26
16	6,25
11	6,14
12	5,96
18	5,87
10	5,82
17	5,76
23	5,72
2	5,51

Tabela 3- Classificação de melhores desempenhos para machos.

FAMÍLIA	PESO MÉDIO (Kg)
20	6,34
21	6,04
22	5,43
24	5,32
7	5,29
3	5,17
19	5,13
4	5,05
1	5,00
25	4,92
11	4,84
23	4,82
13	4,80
17	4,79
10	4,70
5	4,69
18	4,63
6	4,59
15	4,42
2	4,34
12	4,32
16	4,32

Fonte: Autor, 2023.

Ressalta-se que a biometria foi realizada em período reprodutivo, quando as fêmeas estavam ovadas, e nesse período as gônadas e ovócitos podem representar 8% do peso vivo do animal, o que afeta negativamente a eficiência e o rendimento da carcaça (EMBRAPA, 2014).

Figura 1A- Interação da distribuição de peso de machos (1- azul) e fêmeas (2- vermelho) nas famílias

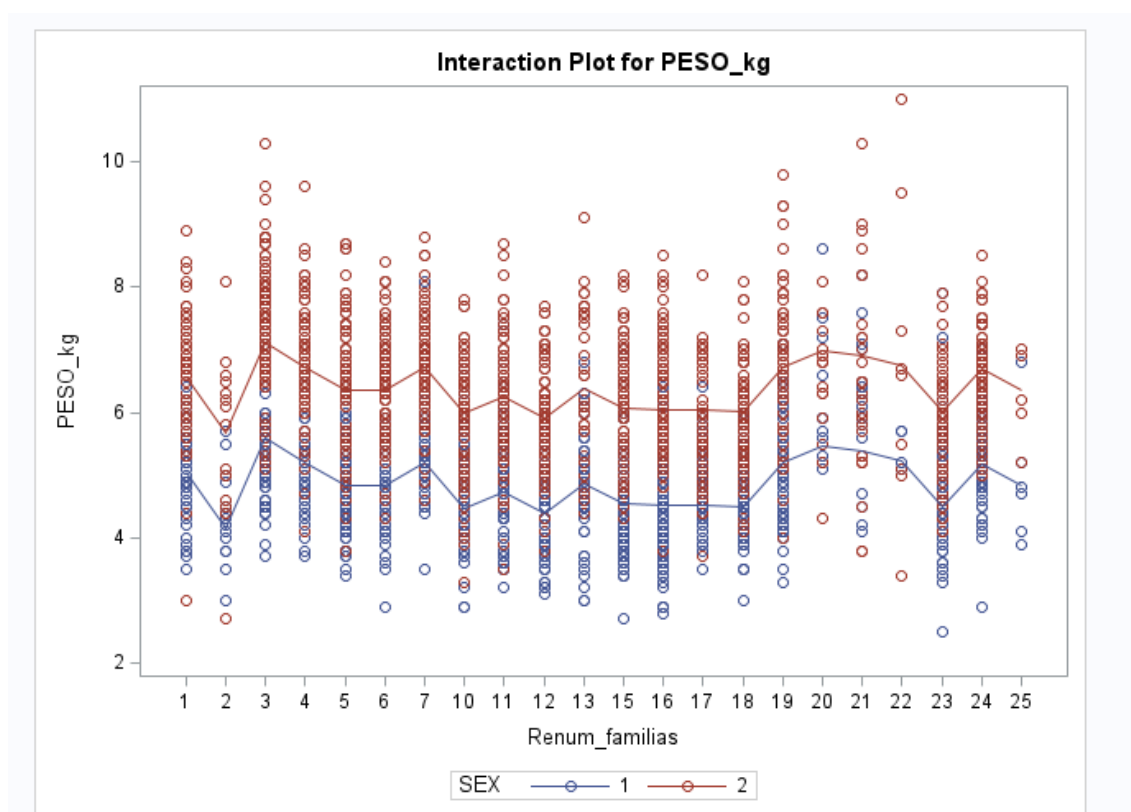
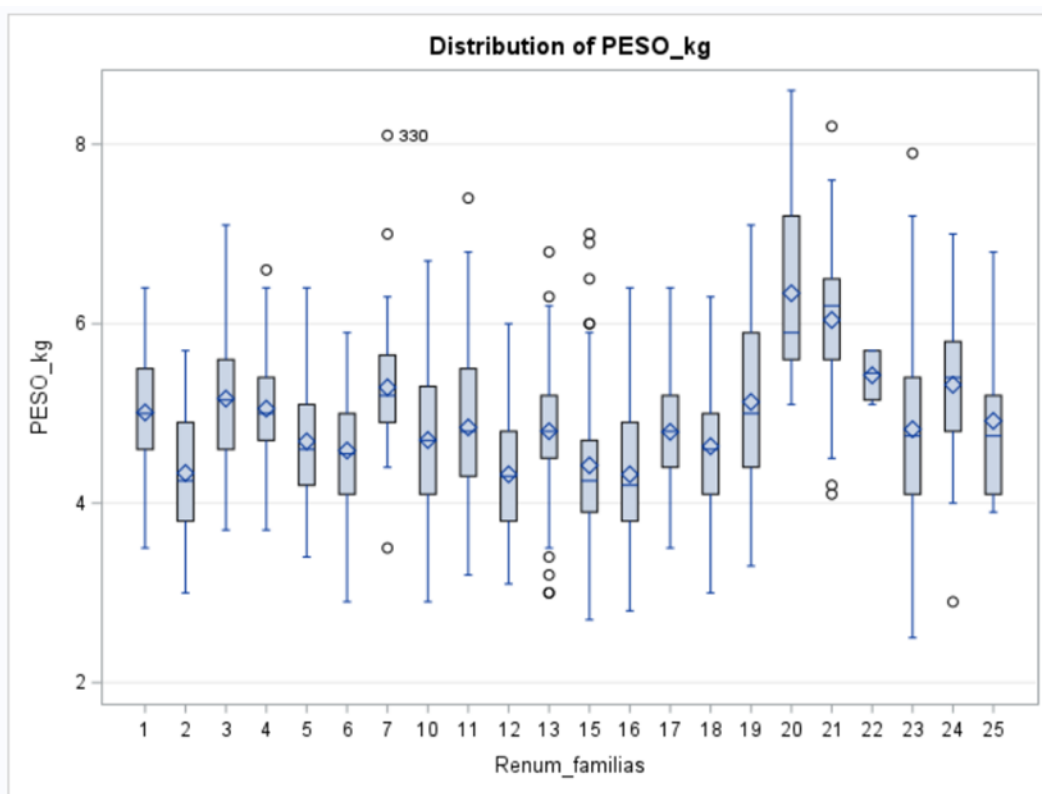


Figura 1B- Amplitude de distribuição de peso nas famílias

No que cerne a avaliação geral das famílias, verificou-se que o peso médio das fêmeas com 36 meses é de 6,45 Kg, enquanto que o dos machos é de 4,83 Kg. Isto representa uma diferença absoluta de 1,62 Kg, e uma diferença relativa de 25,21% em relação ao peso das fêmeas e 33,71% em relação ao peso dos machos.

No estudo de Almeida et al., 2016, a média analisada de superioridade das fêmeas de tambaqui foi de 16%, enquanto que na atual pesquisa a vantagem média das fêmeas em relação aos machos observada foi de 28,18%.

Foi observado também que em 91% das famílias, as fêmeas apresentaram um peso superior ao dos machos, conforme evidenciado na tabela 4 em quilogramas e em termos percentuais. Essa diferença excedeu os 8% do peso vivo, valor considerado crítico para o desenvolvimento das gônadas, como indicado na literatura pela EMBRAPA em 2014. É importante destacar que essa análise de biometria foi realizada durante o período reprodutivo mencionado anteriormente.

Em todas as famílias o peso médio das fêmeas foi superior ao peso médio dos machos, em algumas não sendo uma diferença significativa, mas, chegando a

mais de 2 Kg em outras, estas maiores representam grande vantagem em um sistema produtivo.

No caso do tambaqui, Mello et al. (2015) não identificaram diferenças significativas entre machos e fêmeas até atingirem 2 kg de peso vivo em relação ao crescimento em peso, mas a partir desse ponto até a maturidade sexual, as fêmeas apresentaram um peso maior, assim como no presente estudo.

Tendo em vista os resultados obtidos, vale ressaltar a possibilidade de trabalhos de seleção para famílias de tambaqui com as menores diferenças de peso entre fêmeas e machos, já que, nestas não há necessidade significativa de se cultivar populações monossexo de fêmeas.

Uma vez que a fêmea apresenta maior peso em relação ao macho (conforme apontado por Almeida et al., 2016), a promoção do aumento da lucratividade na atividade poderia ser alcançada através do incremento da produção de população monossexuada feminina. Contudo, os mecanismos subjacentes que regulam o desenvolvimento do fenótipo sexual na espécie ainda não foram esclarecidos (MORAIS et al., 2020).

Tabela 4- Classificação da vantagem de fêmeas em relação aos machos de uma mesma família.

FAMÍLIA	PESO MÉDIO	(F-M) (Kg)	(F-M) (%)
16	5,29	1,93	36,48
3	6,31	2,29	36,32
6	5,54	1,91	34,40
15	5,34	1,84	34,37
5	5,61	1,85	32,94
12	5,14	1,64	31,87
4	5,94	1,78	29,95
13	5,64	1,68	29,73
19	5,98	1,70	28,42
1	5,81	1,59	27,43
25	5,59	1,34	24,03
2	4,92	1,17	23,78
11	5,49	1,30	23,65
18	5,25	1,23	23,47
7	5,98	1,37	22,98
24	5,96	1,28	21,44
10	5,26	1,11	21,18
22	6,05	1,25	20,71
17	5,28	0,96	18,25
23	5,27	0,90	17,01
21	6,27	0,45	7,20
20	6,41	0,13	2,05

Legendas: F – M (Kg): Diferença entre o peso médio das fêmeas e o peso médio dos machos em quilogramas; F – M (%): Diferença entre o peso médio das fêmeas e o peso médio dos machos em relação à média de peso da família.

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 5- Variações estatísticas com relação às médias dos sexos.

SEXO	N	PESO MÉDIO (Kg)	DP (Kg)	CV(%)
Macho	1.102	4,83	0,85	18,76
Fêmea	1.258	6,45	1,08	16,75

Legenda: N – número de indivíduos; DP- Desvio padrão; CV (%) – Coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Autor, 2023.

Após a mensuração, os dados passaram por uma avaliação quanto a variabilidade para a verificação da confiabilidade destes dados, chegando a um

coeficiente de variação (CV) de 18,76% para os machos e 16,75% para as fêmeas definidos na tabela 5, gerando um CV médio de 17,76% para o experimento descrito.

Após a corroboração da análise de variabilidade, evidencia-se um marcante dimorfismo sexual no crescimento dos tambaquis. As fêmeas apresentaram consistentemente um peso médio significativamente superior em comparação com os machos, com essa diferença sendo especialmente notável aos 36 meses de idade. Isso sugere que o gênero desempenha um papel crítico no desenvolvimento muscular desses peixes.

Além disso, o estudo revelou que ocorre variação no desempenho de peso entre as famílias dos tambaquis já aos 12 meses, embora em níveis inferiores. Isso indica que fatores genéticos ou familiares podem influenciar de forma substancial o crescimento desses peixes, sugerindo oportunidades para futuras pesquisas sobre a hereditariedade dessas características.

5 CONCLUSÃO

Identificou-se que, aos 36 meses de idade, as fêmeas adultas apresentam um peso superior em relação aos machos. Essa descoberta sugere que é possível considerar a implementação de protocolos de reversão sexual para criar uma população composta exclusivamente por fêmeas, o que poderia ter um impacto positivo nos lucros dos produtores, se o abate ocorrer aos 36 meses. No entanto, é importante ressaltar que este estudo não analisou as diferenças entre machos e fêmeas após o processamento dos peixes, com o descarte das vísceras (juntamente com o aparelho reprodutivo), nem levou em conta o rendimento de filé ou as características organolépticas da carne. E esses fatores adicionais também devem ser considerados ao tomar decisões sobre a produção e comercialização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. L. et. al. **Early puberty of farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*): Possible influence of male sexual maturation on harvest weight.** *Aquaculture*, v. 452, p. 224-232, 2016.
- ALMEIDA, F. L. **Endocrinologia aplicada na reprodução de peixes.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 37, n. 2, p. 174-180, 2013.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Aproveitamento do potencial hidráulico para geração de energia elétrica.** *Caderno de Recursos Hídricos*, v. 8, 2005.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOMES, L.C. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*).** Em: BALDISSEROTTO, B., GOMES, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Editora UFMS p. 175-202, 2005.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: MCT-CNPq, 1998.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A. FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. **Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros.** *Rev. Brasil. Zoot.*, 31:1059-1069, 2002.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** 2.ed. Santa Maria: Ed UFSM, 2010.
- DE MELLO, F. et al. **Estimation of genetic parameters for body weight and morphometric traits to tambaqui *Colossoma macropomum*.** *Journal of Fisheries Sciences. com*, v. 10, n. 2, p. 96, 2016.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **The state of world fisheries and aquaculture 2008.** Roma: FAO, 2009.
- FERREIRA, A. M., et. al. **Viabilidade econômica do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados abastecidos com e sem bombeamento.** Em *Viabilidade econômica e aspectos produtivos de peixes nativos da Amazônia*, 2021
- GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná e áreas adjacentes.** Maringá: EDUEM, 2007.
- GRAMITTO, M. E.; COEN, B. **New records of *Bellottia apoda* (Bythitidae) in the Adriatic Sea with notes on morphology and biology.** *Cybiurn*, 21 (2): 163-172, 1997.
- GRISI, P. A. et. al. **Dimorfismo sexual na produção de codornas de corte (*Coturnix*).** *Manejo, Nutrição e Produção animal: Tópicos atuais em pesquisa*, v. 1, n. 1, p. 41-57, 2023.
- GUIMARÃES, C. E. P. et. al. **Avaliação da qualidade de água de viveiros utilizados para cultivo de tambaqui no CERAQUA/CODEVASF.** 33ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, p. 01, 2008.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Consulta ao Sidra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- INOUE, L. A. K. A.; CECARELLI, P.; SENHORINI, J. **Larvicultura e alevinagem do pintado e cachara.** *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 15-21, 2003.
- IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas.** 2004.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** Esalq-USP. Jundiaí, 97p. 1999.

- KUBTIZA, F. **Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos**. Panorama da Aquicultura, v.14, p. 27-39, 2004.
- LEIRA, M.H. et al. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**. Pubvet, v.11, n.1, p.11-17, 2017.
- LIMA, T. D. C. **Caracterização das diferenças no desempenho Zootécnico, rendimento de carcaças e crescimento muscular entre Machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, durante a fase de engorda**, 2020.
- MARTIN, T. N. et. al. **Sistemas de produção agropecuária**. UTFPR, 2008.
- MARTINS, A. M. C.; HIPOLITO, M.; CATROXO, M. H. B. **A importância da piscicultura e algumas doenças virais e bacterianas píceas**. São Paulo: Instituto Biológico. (Comunicado técnico, 156), 2011.
- MCMILLAN, P. J. **New grenadier fishes of the genus *Coryphaenoides* (Pisces; Macrouridae), one from off New Zealand and one widespread in the southern Indo West pacific and Atlantic Oceans**. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 33 (3): 481-489, 1999.
- MORAIS, I. D. S.; REIS, V. R.; ALMEIDA, F. L. **The influence of the water pH on the sex ratio of tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818)**. Aquaculture Reports, 17, 100334. 2020.
- MORO, G. V. et. al. **Espécies de peixe para piscicultura**. Em: RODRIGUES, A. P. O. et. al. (Eds). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, Embrapa, 2013.
- NUNES, E. S. S. et. al. **Enzimas digestivas exógenas na alimentação do tambaqui**. Pesq. Agrop. Brasil., 41:139-143, 2006.
- PARENTE, V. M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. **Potencialidades regionais: estudo de viabilidade econômica: Sumário executivo**. Manaus: Superintendência da Zona Franca de Manaus, 2003.
- PEIXEBR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2023**. Veículo oficial da Associação Brasileira da Piscicultura, 2023.
- PEREIRA, H. **Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção**. Rev Bras Reprod Anim, v. 31, n. 3, p. 3515-360, 2007.
- RESENDE, E. K. **Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil**. Aquabrazil. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 52-57, 2009.
- SILVA, C. A. & CARNEIRO, P. **Qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação de água**. Embrapa, 2007.
- SILVA, C. A. et. al. **Boas práticas de manejo e gestão ambiental para o sistema de produção de tambaqui em viveiro escavado no Nordeste: nova rotina do Aquisys**. 2023.
- SILVA, C. A.; FUJIMOTO, R. Y. **Crescimento de tambaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede**. Acta Amazonica, v. 45, p. 323-332, 2015.
- SIQUEIRA-SILVA, D. H. et al. **Dimorfismo sexual secundário em fêmeas *Cichla kelberi* (Teleostei, Perciformes, Cichlidae)**. 2009.
- SOUZA, J., & O'SULLIVAN, F. L. A. **Desenvolvimento gonadal de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2012.
- TATAGIBA, S. D. et. al. **Qualidade limnológica da água em ambiente de criação de tambaqui em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Scientific Electronic Archives, v. 15, n. 2, 2022.

TAVARES-DIAS, M. et. al. **Sanidade do tambaqui *Colossoma macropomum* nas fases de larvicultura e alevinagem.** 2013.

ZARDIN, A. M. S. O. et. al. **Growth curves by Gompertz nonlinear regression model for male and female Nile tilapias from different genetic groups.** Aquaculture, v. 511, p. 7342-43, 2019.

ANEXO A – Certificado da CEUA/CNPASA protocolo nº 11/2018



Embrapa Pesca e Aquicultura

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO DA CEUA/CNPASA

Certificado Nº.: 45

Instituição onde será desenvolvida a atividade/projeto: **Aquicultura Fazenda São Paulo**

Certificamos que o projeto intitulado “**Caracterização produtiva e reprodutiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**”, protocolo nº **11/2018** sob a responsabilidade de **Luciana Shiotsuki Belchior** e que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS da Embrapa Pesca e Aquicultura (CEUA/CNPASA) em reunião de **29/10/2018**.

Palmas, 01 de novembro de 2018.

Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos

Presidente da CEUA/CNPASA

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa científica
Vigência da autorização	26/04/2016 a 25/04/2020
Espécie / linhagem/ raça	Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)
Nº de animais	7380 (machos e fêmeas)
Peso /Idade	0 a 7 anos (4 kg em média), ovócitos, embriões e larvas
Sexo	M + F
Origem	Aquicultura Fazenda São Paulo Ltda-ME, inscrita no CNPJ/MF sob nº 11.505.174/0001-22
Observação	Este formulário substitui o de nº 19 emitido em 29/04/2016, em função da inclusão de avaliações com ovócitos, embriões e larvas, não previstas anteriormente.