



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS *CAMPUS* PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

STÉRFFANE ALVES FERREIRA

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*): A
importância da avaliação da vesícula germinativa nos ovócitos**

**PALMAS - TO
2025**

STÉRFFANE ALVES FERREIRA

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*): A
importância da avaliação da vesícula germinativa nos ovócitos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de
Bacharelado em Zootecnia do *Campus* Palmas
do Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Silveira
Gonçalves
Coorientadora: Dra. Luciana Nakaghi Ganeco
Kirschnik

PALMAS - TO

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

F383e Ferreira, Stérrffane Alves
 Eficiência reprodutiva em tabaqui (*Colossoma macropomum*):: A
 importância da avaliação da vesícula germinativa nos ovócitos / Stérrffane Alves
 Ferreira. – Palmas, TO, 2026.
 32 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Palmas, TO,
2026.

Orientador: Dr. Antônio Carlos Silveira Gonçalves.
Coorientadora: Dra. Luciana Nakaghi Ganeco Kirschnik

1. Tabaqui. 2. Reprodução. 3. Maturação ovocitária. I. Gonçalves, Antônio
Carlos Silveira. II. Kirschnik, Luciana Nakaghi Ganeco. III. Título.

CDD 636

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO TOCANTINS *CAMPUS* PALMAS- TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ZOOTECNIA

STÉRFFANE ALVES FERREIRA

**EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*): A
importância da avaliação da vesícula germinativa nos ovócitos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas, Palmas/TO, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2025.

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Antônio Carlos Silveira Gonçalves
(Orientador)
IFTO *Campus* Palmas – TO

Prof. Dr. Alysson Soares da Rocha
IFTO *Campus* Palmas – TO

Dr. Lucas Simon Torati
Embrapa Pesca e Aquicultura

Documento assinado digitalmente
gov.br LUCAS SIMON TORATI
Data: 20/01/2026 10:04:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Luciana Nakaghi Ganeco Kirsch

(Coorientadora)

Embrapa Pesca e Aquicultura



Documento assinado digitalmente

LUCIANA NAKAGHI GANECO KIRSCHNIK

Data: 20/01/2026 17:26:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Carlos Silveira Gonçalves, Servidor**, em 16/12/2025, às 12:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alysson Soares da Rocha, Servidor**, em 17/12/2025, às 10:22, conforme horário oficial de Brasília, 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 http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3011973** e o código CRC **0CE07460**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021- 090 Palmas/TO - portal.ifto.edu.br — reitoria@ifto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.025327/2025-92

SEI nº 3011973

Dedico este trabalho à minha mãe, Marta Maria, que mesmo com pouco estudo sempre lutou e incentivou para que a filha dela estivesse formada. Ao meu namorado e melhor amigo Gustavo, que esteve comigo em toda essa trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças para não desistir mesmo diante de várias turbulências.

À minha mãe, Marta Maria por estar sempre presente mesmo longe, por me apoiar e me incentivar a continuar seguindo os meus sonhos. Seu suor e dedicação me fizeram chegar até aqui, me tornei o que sou graças a tudo que a senhora fez e continua fazendo por mim.

Ao meu namorado Gustavo, quem eu escolhi para viver todos os momentos comigo, sejam bons ou ruins. Obrigada por todo apoio e por nunca me deixar desistir.

À minha coorientadora Luciana Ganeco, por todo apoio antes, durante e depois da realização deste trabalho. Sua calma e paciência foram cruciais para a o andamento desta pesquisa. Obrigada por todo o conhecimento e aprendizado a mim repassados durante esses 3 anos de orientação, que com toda certeza contribuíram para a minha formação profissional.

Ao meu orientador professor Antônio Carlos, obrigada por todas as sugestões e ensinamentos dentro e fora da sala de aula. Seu comprometimento e dedicação foram de suma importância para o encaminhamento deste trabalho. Obrigada por todas as palavras de apoio e por tornar esse processo de escrita mais leve.

Agradeço também às minhas amigas Wendy e Rayane, que me aguentaram durante todos esses anos de faculdade. Obrigada por todas as risadas, brincadeiras, papos sérios e por todos os trabalhos que fizemos juntas. Vocês realmente tornaram o processo mais leve durante esses cinco anos. Obrigada, meninas!

Agradeço a todos os meus professores que fizeram parte dessa minha jornada. Em especial ao professor Alysson por todo o conhecimento, esforço e dedicação que moldaram meus caminhos na piscicultura. Ao professor Otávio por me acolher na ‘família Labalim’, obrigada por toda a orientação e ensinamentos.

Agradeço imensamente a toda a equipe da Embrapa Pesca e Aquicultura em especial a equipe da reprodução, que me acolheu e proporcionou todo conhecimento e suporte ao longo desses anos. Ao pesquisador Lucas Torati por sempre estar disposto a ajudar nas análises estatísticas de todos os meus trabalhos. À Janaína Valandro por ler e me ajudar na organização das ideias do meu trabalho.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a minha formação e desenvolvimento deste trabalho. Essa é apenas uma etapa da minha vida que espero continuar construindo degrau por degrau. Obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

RESUMO

A seleção adequada de matrizes é uma etapa fundamental para o sucesso da reprodução induzida em peixes neotropicais, especialmente no tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie de grande relevância para a aquicultura brasileira. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do estágio de maturação final, determinado pela porcentagem de ovócitos com vesícula germinativa (VG) migrada, sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas submetidas à indução hormonal. Foram avaliadas 44 fêmeas mantidas em viveiros escavados, inicialmente selecionadas por características externas indicativas de maturação gonadal. A análise superficial dos ovócitos, realizada após clareamento em Líquido de Serra por 3 minutos, permitiu identificar 21 fêmeas com quantidade superior de ovócitos com VG migrada, consideradas aptas para a indução. Entre essas, apenas duas não desovaram. Após a análise aprofundada e estimativa do percentual de ovócitos com VG migrada realizada pelas fotografias das amostras, foi constatado que ambas apresentavam menos de 40% de ovócitos com VG migrada. As matrizes com $\geq 45\%$ de VG migrada apresentaram melhores taxas de desova. Observou-se ainda mortalidade de três fêmeas após o procedimento, sendo duas que não desovaram e uma que desovou, mas não houve sobrevivência das larvas. Os resultados demonstram que a posição da VG pode ser um dos marcadores confiáveis da maturação ovocitária. A aplicação deste método pode reduzir falhas hormonais, otimizar o uso de insumos e melhorar o rendimento reprodutivo do tambaqui.

Palavras-chave: *C. macropomum*. Maturação ovocitária. Reprodução.

ABSTRACT

Proper broodstock selection is a fundamental step for the success of induced reproduction in neotropical fish, especially tambaqui (*Colossoma macropomum*), a species of great importance to Brazilian aquaculture. This study aimed to evaluate the influence of the final maturation stage, determined by the percentage of oocytes with migrated germinal vesicles (GV), on the reproductive performance of females subjected to hormonal induction. Forty-four females kept in excavated ponds were evaluated, initially selected based on external characteristics indicative of gonadal maturation. Superficial analysis of the oocytes, performed after clearing in Líquido de Serra for 3 minutes, identified 21 females with a higher number of oocytes with migrated GV, considered suitable for induction. Among these, only two did not spawn. After in-depth analysis and estimation of the percentage of oocytes with migrated VG based on photographs of the samples, it was found that both presented less than 40% of oocytes with migrated VG. Broodstock with $\geq 45\%$ migrated VG showed better spawning rates. Mortality of three females was also observed after the procedure; two were non-responsive and one spawned but did not produce larvae. The results demonstrate that the position of the VG can be one of the reliable markers of oocyte maturation. The application of this method can reduce hormonal failures, optimize the use of inputs, and improve the reproductive performance of tambaqui.

Keywords: *C. macropomum*. Oocyte maturation. Reproduction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Tabaqui.....	12
2.2 Reprodução induzida do tabaqui.....	13
2.3 Fatores que influenciam o sucesso reprodutivo do tabaqui.....	14
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Comissão de ética.....	15
3.2 Local do experimento.....	15
3.3 Delineamento experimental e seleção das matrizes.....	16
3.4 Coleta e processamento dos ovócitos.....	17
3.5 Análise dos dados e parâmetros avaliados.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Seleção das fêmeas.....	19
4.2 Resposta reprodutiva e relação com o percentual de VG migrada.....	21
5 CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) é a espécie nativa mais produzida no Brasil, amplamente utilizada na aquicultura devido ao seu rápido crescimento em sistemas de produção, adaptabilidade e valor nutricional. No ano de 2024, a espécie representou aproximadamente 16,7% da produção pesqueira nacional, totalizando mais de 120 mil toneladas e gerando um valor de produção de R\$ 1,5 bilhão (IBGE, 2025). Esses dados ressaltam o tambaqui, não apenas como um peixe nativo de grande importância ecológica, mas também como um recurso econômico essencial para o Brasil, principalmente no que diz respeito ao povoamento de reservatórios e à produção de alevinos para aquicultura.

Em ambiente natural, o tambaqui se reproduz durante a estação das chuvas, quando efetua migrações reprodutivas, conhecida como piracema. A maturação gonadal e desova dos peixes neotropicais está ligada principalmente à fatores abióticos, como temperatura (YU *et al.*, 2018; MYLONAS *et al.*, 2010), fotoperíodo (BROMAGE *et al.*, 2001), pluviosidade e Ph da água (BYE, 1984; MUNIZ, 2006). Na aquicultura, tanto o tambaqui quanto várias outras espécies reofílicas enfrentam grandes desafios para se reproduzirem de forma natural, tendo em vista que os sistemas de criação não dispõem dos estímulos ambientais (variações de correnteza, temperatura e nível de água) adequados para favorecer a maturação gonadal e a desova espontânea (LIMA *et al.*, 2013).

Como uma solução para esses entraves, são necessárias aplicações de técnicas de indução hormonal, usando protocolos já estabelecidos, a fim de garantir o sucesso reprodutivo dentro de ambientes controlados de criação (MELO; STIPP, 2001). Entre os principais hormônios utilizados, podemos destacar o extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC), a gonadotrofina coriônica humana (HCG) e análogos do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), cujo sucesso depende do manejo, seleção e estágio de desenvolvimento gonadal dos animais (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005).

Embora essas técnicas sejam eficazes, a correta seleção das fêmeas reprodutoras é fundamental para que a reprodução induzida tenha sucesso, uma vez que administrar hormônios em fêmeas inaptas, resulta na diminuição acentuada nas taxas de desova e fertilização, além de causar desperdício de insumos, elevar os custos operacionais e aumentar o risco de mortalidade das matrizes, que possuem alto valor genético (BRZUSKA, 1979; MURGAS *et al.*, 2011). Conforme Romagosa *et al.* (2000b), para que a criação de peixes seja bem-sucedida, é fundamental ter um conhecimento aprofundado sobre a biologia reprodutiva da espécie em questão, especialmente no que se refere à determinação do momento certo de induzir a

reprodução. Por isso, é essencial criar métodos práticos e confiáveis que permitam avaliar a qualidade dos ovócitos e selecionar as fêmeas com maior potencial reprodutivo.

Nesse contexto, um dos critérios mais utilizados para essa avaliação é a posição da vesícula germinativa (VG), também conhecida como núcleo, dos ovócitos. De acordo com Zaniboni e Weingartner (2007), os ovócitos que se encontram na fase final de maturação têm a VG migrada para a periferia da célula, o que sinaliza que estão prontos para a fertilização, enquanto os ovócitos imaturos têm a vesícula germinativa centralizada, indicando que a maturação ainda não foi finalizada. Já os ovócitos atrésicos são aqueles que interrompem o seu desenvolvimento normal e passam por um processo de degeneração dentro do ovário (NAGAHAMA, 1994). Esse processo, conhecido como atresia ovocitária, ocorre quando os ovócitos não atingem condições adequadas para completar a maturação e a ovulação, podendo ser influenciado por fatores hormonais, ambientais e de manejo (PATIÑO; SULLIVAN, 2002).

Compreender a relação entre a localização da VG nos ovócitos e a capacidade reprodutiva das fêmeas de tambaqui é, portanto, essencial para o avanço das técnicas de reprodução induzida. Segundo Andrade e Yasui (2003), para que os programas de povoamento e repovoamento de peixes sejam eficazes, é essencial melhorar as técnicas de indução hormonal, incluindo a definição do momento ideal para a aplicação dos hormônios e a determinação do período de latência mais apropriado.

Assim, este trabalho tem como foco investigar a relação entre o estágio de maturação final dos ovócitos, determinado pela porcentagem de ovócitos que apresentam vesícula germinativa migrada, e a eficiência dos procedimentos de reprodução induzida em tambaqui (*Collossoma macropomum*), visando aprimorar os critérios de seleção de matrizes. É esperado que os resultados obtidos contribuam para o aprimoramento das técnicas de manejo reprodutivo, reduzindo custos, aumentando a produção de alevinos e fortalecendo a cadeia produtiva do tambaqui.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar a influência do estágio de maturação final medida pela porcentagem de ovócitos com vesícula germinativa (VG) migrada, no sucesso da desova induzida com EBHC no tambaqui (*Collossoma macropomum*).

1.1.2 Objetivos específicos

- Padronizar um método prático que determina as matrizes aptas para indução hormonal;
- Quantificar, para cada fêmea, a porcentagem de ovócitos com VG migrada, VG central e ovócitos atrésicos;
- Determinar a porcentagem de matrizes selecionadas que desovaram após a indução hormonal e observar correlação com a migração da VG dos ovócitos selecionados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 1), é uma espécie de peixe nativa da bacia Amazônica encontrada de forma expressiva nos rios Solimões, Amazonas e Orinoco. Trata-se de um peixe de grande porte, podendo chegar ao comprimento total de 90 cm e peso superior a 30 kg na natureza (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998), destacando-se como uma das mais importantes para a piscicultura no Brasil.

Figura 1 — Exemplar adulto de Tambaqui (*Colossoma macropomum*)



Fonte: Adaptado de: celeirodobrasil.com.br (2017).

Segundo Araujo-Lima e Goulding (1998), o tambaqui desempenha um papel ecológico significativo na dispersão de sementes e apresenta características zootécnicas que o tornam apropriado para cultivo, incluindo acelerado crescimento, resistência e eficiente conversão alimentar. Por essas razões, a espécie se tornou o peixe nativo mais cultivado no Brasil, representando 16,7% da produção nacional de peixes em 2024 (IBGE, 2025).

A biologia reprodutiva do tambaqui é influenciada por fatores abióticos e endógenos, apresentando reprodução sazonal e migração reprodutiva, conhecida como piracema, que ocorre durante a temporada de chuvas, de novembro a fevereiro (VAL *et al.*, 2000). Essa espécie atinge a primeira maturação sexual por volta dos três anos de idade, com aproximadamente 60 cm de comprimento padrão (CASTAGNOLLI, 1992). A espécie é classificada como de desova total, liberando todos os ovócitos maduros em um único ciclo reprodutivo (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005). Essa característica ressalta a necessidade de selecionar corretamente as fêmeas qualificadas, uma vez que a aplicação de hormônios em matrizes imaturas pode resultar em complicações na desova e em perdas financeiras significativas (VIVEIROS *et al.*, 2013).

Além de ser comercialmente valioso, o tambaqui tem importância ecológica e conservacionista, pois desempenha papéis essenciais nos ecossistemas amazônicos, particularmente na dispersão de sementes de plantas típicas de várzea (ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1998). Portanto, entender sua biologia reprodutiva e melhorar as técnicas de manejo reprodutivo são essenciais para garantir não só a expansão da produtividade aquícola, mas também a preservação genética da espécie (ROMAGOSA *et al.*, 2000b).

2.2 Reprodução induzida do tambaqui

A reprodução induzida é uma técnica comumente empregada que envolve a aplicação de hormônios exógenos que induzem a ovulação e a espermiacção, possibilitando o controle da reprodução e a produção de alevinos em grande escala (SANCHES *et al.*, 2015).

Os hormônios mais empregados na indução hormonal do tambaqui é o extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC) e a gonadotrofina coriônica humana (HCG), administrados de maneira isolada ou em combinação, de acordo com protocolos já definido (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005). A resposta ao tratamento hormonal está diretamente relacionada ao estágio de maturação gonadal das matrizes, tornando fundamental a seleção apropriada dos reprodutores antes da indução (MURGAS *et al.*, 2011).

Um dos maiores desafios da reprodução induzida em peixes reofílicos é a escolha de fêmeas aptas, pois a análise e seleção visual externa, que se baseia no abaulamento abdominal e na abertura urogenital intumescida, saliente e avermelhada é subjetiva e nem sempre indica com precisão o estágio real de maturação dos ovócitos (SOUZA 2012). Essa restrição pode resultar em problemas de ovulação, diminuição da taxa de fertilização e desperdício de

hormônios, afetando diretamente a eficiência da produção (ROMAGOSA *et al.*, 2000a; ISAÚ *et al.*, 2013).

No estágio final de amadurecimento dos ovócitos, diversas alterações morfológicas e bioquímicas ocorrem, resultando na movimentação da VG da parte central para a periferia, em direção à micrópila, uma pequena abertura no envelope externo do ovócito (córion), cuja principal função é facilitar a entrada do espermatozoide durante o processo de fertilização (LEMANOVA; SAKUN, 1975). Ao contrário dos mamíferos, que têm vários locais potenciais de penetração, os peixes só têm esse ponto de entrada, tornando a micrópila fundamental para a reprodução, por isso, o deslocamento da VG é um dos sinais mais consistentes de que o ovócito está prestes a ovular e, portanto, está pronto para ser fertilizado (NAGAHAMA; YAMASHITA, 2008).

2.3 Fatores que influenciam o sucesso reprodutivo do tambaqui

A reprodução dos peixes teleósteos é controlada por uma elaborada cascata neuroendócrina que é regulada pelo eixo hipotálamo–hipófise–gônadas (H–H–G), o qual processa informações do ambiente, incluindo temperatura, duração do dia, chuvas e mudanças nos níveis de água, e as transforma em estímulos hormonais internos (NAGAHAMA; YAMASHITA, 2008). Quando esses fatores externos são detectados pelo sistema nervoso central, eles provocam a liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo, que, por sua vez, age na hipófise para estimular a produção e a liberação das gonadotrofinas FSH e LH, essas gonadotrofinas agem diretamente nas gônadas, controlando a vitelogênese, o desenvolvimento folicular e a maturação final dos ovócitos, resultando na produção de esteroides reprodutivos que provocam a ovulação (READING *et al.*, 2018). No ambiente natural, essa cascata hormonal alinha a desova com momentos que são ecologicamente benéficos para o desenvolvimento da prole, por esse motivo a reprodução natural do tambaqui acontece no período chuvoso (VAL; HONCZARYK, 1995). No entanto, em sistemas de cultivo, mudanças na temperatura, manejo inadequado ou a falta de estímulos ambientais podem prejudicar o funcionamento do eixo hipotálamo–hipófise–gônadas, levando a falhas na maturação gonadal e na ovulação (ARIDE, ROUBACH; VAL, 2007; MYLONAS, FOSTIER; ZANUY, 2010). Por isso, o sucesso reprodutivo dos peixes está fortemente ligado à interação entre fatores ambientais e fisiológicos, que trabalham juntos para regular o ciclo gonadal e o comportamento reprodutivo das espécies (BYE, 1984; ROMAGOSA *et al.*, 2000b).

Além dos fatores ambientais, os fatores fisiológicos das matrizes também influenciam a eficiência reprodutiva. A qualidade dos ovócitos e o sucesso da fertilização são diretamente afetados pelo estado nutricional, idade e histórico reprodutivo das fêmeas (ANDRADE; YASUI 2003). Fêmeas jovens ou aquelas submetidas a manejo inadequado podem produzir ovócitos imaturos ou inviáveis. Em contrapartida, reprodutores bem alimentados e mantidos em condições apropriadas demonstram maior sincronização na resposta hormonal (ISAÚ *et al.*, 2013).

De acordo com Corrêa *et al.* (2018), a temperatura ideal para a reprodução induzida do tambaqui fica entre 26 °C e 32 °C, e variações significativas podem afetar as taxas de ovulação e fertilização. Além disso, a presença de amônia na água e níveis insuficientes de oxigênio dissolvido podem levar ao estresse fisiológico e comprometer a qualidade dos gametas (IWAMA *et al.*, 2006). Por isso, o êxito da reprodução induzida não se baseia somente na aplicação hormonal, mas também em uma análise cuidadosa das matrizes e em um manejo reprodutivo padronizado (MURGAS *et al.*, 2015). Assim, o controle das condições ambientais nos viveiros e o manejo apropriado dos reprodutores são elementos essenciais para o êxito dos programas de reprodução induzida em peixes (BOBE; LABBÉ, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Comissão de ética

Esta pesquisa foi realizada de acordo com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) e autorizada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CNPASA) (Certificado nº 96) da Embrapa Pesca e Aquicultura, CNPASA, Palmas, TO, Brasil.

3.2 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Centro Experimental em Aquicultura (CEAq) da Embrapa Pesca e Aquicultura, localizado em Palmas, Tocantins, com as coordenadas geográficas latitude 10°08'41" S e longitude 48°18'51" W. O local possui infraestrutura adequada para o manejo reprodutivo de peixes, com tanques escavados, sistema de

abastecimento e drenagem de água, além de laboratório equipado para análises microscópicas e procedimentos de biotecnologia reprodutiva.

3.3 Delineamento experimental e seleção das matrizes

Inicialmente, foram selecionadas 44 fêmeas adultas de tambaqui com aproximadamente 6 (seis) anos de idade e peso médio de $10,12 \pm 2,65$ kg, provenientes de diferentes famílias. Os animais foram mantidos em viveiros escavados de 300 m² revestidos com geomembrana no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Pesca e Aquicultura (Figura 2). As fêmeas apresentaram condição corporal saudável e foram alimentadas com ração comercial para peixes onívoros 1 (uma) vez ao dia.

Figura 2 — Viveiros escavados revestidos com geomembrana



Fonte: Autora (2025).

As matrizes foram previamente selecionadas para indução hormonal com base em características morfológicas externas, como ventre abaulado e macio, e papila urogenital proeminente e avermelhada (Figura 3), considerados indicativos visuais de proximidade do período de maturação final dos ovócitos (ROMAGOSA *et al.*, 2001).

Figura 3 — Fêmea de tambaqui com ventre abaulado e papila urogenital proeminente



Fonte: Janaína Valandro (2025).

3.4 Coleta e processamento dos ovócitos

A coleta de ovócitos foi realizada por meio de canulação (Figura 4), utilizando-se uma sonda uretral nº 8 acoplada a uma seringa estéril. Os ovócitos coletados foram imediatamente transferidos para microtubos contendo solução fisiológica (0,9% NaCl) e encaminhados imediatamente ao laboratório para análise.

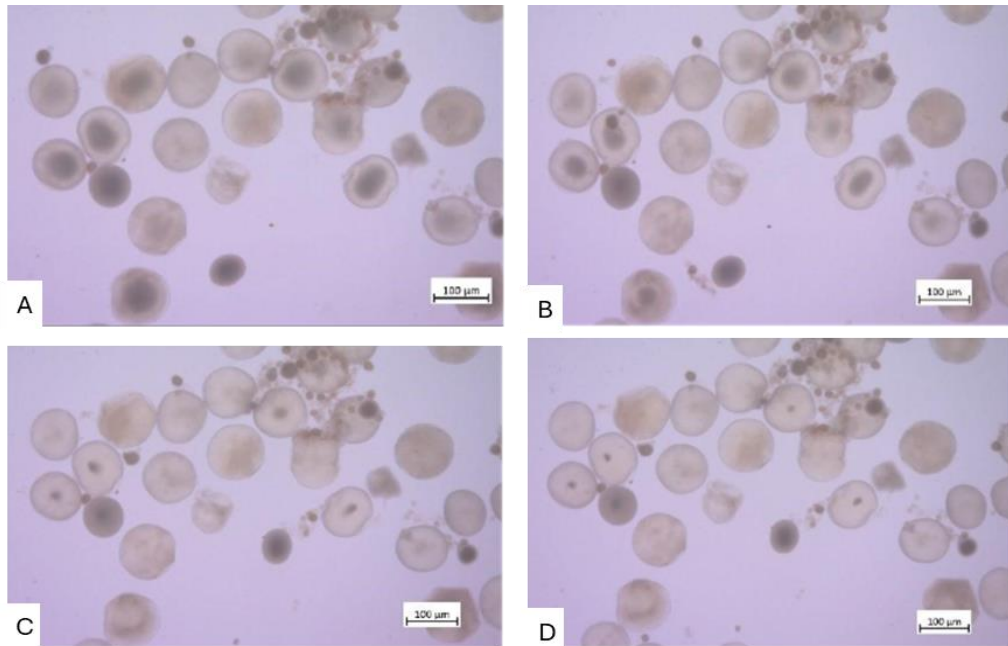
Figura 4 — Coleta de ovócitos por meio da técnica de canulação



Fonte: Luciana Ganeco (2024).

No laboratório, as amostras foram clareadas em solução de Líquido de Serra (60% álcool etílico, 30% formaldeído e 10% ácido acético glacial) (Bruzka, 1979) por um período de 3 minutos, permitindo a visualização da VG (Figura 5) sob estereomicroscópio binocular (objetiva 1,0 X e ocular 10 X 23). Após o clareamento, os ovócitos foram fotografados com auxílio de câmera (AxioCam Erc 5s) acoplada a Lupa ZEISS (Stemi 200C DV4) com sistema de captura de imagens (ZEN Core 3.8) para posterior análise morfológica.

Figura 5 — Ovócitos de tambaqui em Líquido de Serra fotografados no mesmo campo, após 0 minutos (A); 1 minuto (B); 2 minutos (C) e 3 minutos (D) de imersão na solução

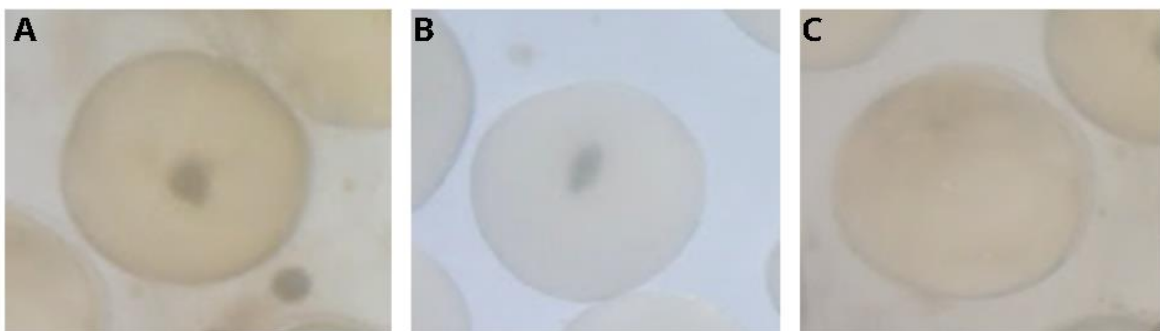


Fonte: Autora (2025).

As fêmeas que apresentaram visivelmente a maioria de ovócitos atrésicos, por meio da avaliação superficial em Líquido de Serra, foram consideradas inaptas para a indução hormonal e devolvidas aos viveiros, enquanto as fêmeas que apresentaram maioria de VG presente ou migrada foram selecionadas para indução.

As imagens obtidas foram posteriormente analisadas para quantificar a posição da VG, considerando a presença, migração ou ausência da VG. Os ovócitos foram classificados de acordo com a posição da VG: central, migrado ou atrésico (Figura 6).

Figura 6 — Classificação dos ovócitos pela posição da VG. (A) Central; (B) Migrado; (C) Atrésico



Fonte: Autora (2025).

Após a avaliação superficial da posição da VG, foram selecionadas 21 fêmeas consideradas aptas e submetidas à indução hormonal com Extrato Bruto de Hipófise de carpa

(EBHC), aplicado por via intraperitoneal em duas doses, com intervalo de 12 horas entre as aplicações. A 1ª dose foi de 0,5 mg/kg, enquanto a 2ª dose correspondeu a 5,0 mg/kg.

Após a ovulação, os ovócitos foram coletados manualmente e fertilizados com sêmen fresco obtido de machos reprodutores da mesma espécie e de família diferente da fêmea, para evitar consanguinidade. A fertilização foi conduzida em bacias plásticas utilizando a técnica à seco seguida da adição de água da própria incubadora a 28 °C para ativação dos espermatozoides. Os ovos fertilizados foram então incubados em incubadoras tipo funil com fluxo contínuo de água e aeração constante, até a eclosão das larvas.

3.5 Análise dos dados e parâmetros avaliados

Com base na contagem dos ovócitos fotografados, foi calculada a porcentagem de ovócitos migrados, centrais e atrésicos. A partir desses dados, uma análise discriminante linear (LDA) foi utilizada para verificar se a proporção de ovócitos em fase de migração germinativa consegue discriminar peixes que ovulam dos que não respondem à indução hormonal. Para isso, o peso individual (kg) e o percentual de ovócitos em maturação final (FOM %) foram usados como variáveis contínuas, enquanto a resposta foi a ocorrência ou não de ovulação (S/N). O modelo foi ajustado em *Python* com os pacotes *pandas*, *numpy*, *matplotlib* e *scikit-learn*. Cada peixe foi representado em um gráfico bidimensional (Peso × FOM), que foi colorido conforme o resultado da ovulação após indução hormonal. Para cada grupo (S e N), foram calculadas a média multivariada e a matriz de covariância, permitindo desenhar elipses que representam a distribuição real dos indivíduos no espaço das variáveis. Também foi estimado o limiar de classificação em FOM (%), calculado para o peso médio dos peixes do conjunto analisado. Esse limiar marca o ponto em que o modelo atribui igual probabilidade para ovulação e não ovulação, sendo incluído no gráfico como uma linha horizontal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção das fêmeas

Durante o período experimental, a temperatura da água variou entre 27°C e 30°C, valores considerados adequados para o manejo de tambaqui. A seleção inicial das fêmeas baseou-se nas características externas tradicionalmente associadas à maturação, como papila genital avermelhada e ventre abaulado e macio. No entanto, foi observada grande variabilidade neste método, uma vez que a avaliação visual dependeu fortemente da experiência do técnico e

nem sempre refletiu o verdadeiro estágio reprodutivo. Essa limitação já foi destacada por Araújo-Lima e Gomes (2005), que apontam que sinais externos não garantem a maturidade dos ovócitos e podem levar à seleção imprecisa de matrizes. Da mesma forma, Felizardo *et al.* (2012) também enfatizam que a aparência externa pouco corresponde à competência maturacional, o que reforça a necessidade de critérios mais objetivos para a seleção de fêmeas.

A avaliação morfológica dos ovócitos, realizada após sua imersão em Líquido de Serra por um período 3 (três) minutos, possibilitou a adequada visualização da posição da vesícula germinativa (VG), permitindo identificar as fêmeas potencialmente aptas à indução reprodutiva. Observou-se que o tempo de exposição ao agente clareador desempenhou papel determinante na acurácia da análise, uma vez que os ovócitos de *Colossoma macropomum* apresentam elevada opacidade imediatamente após a coleta, tornando inviável a identificação da VG antes do processo de clareamento.

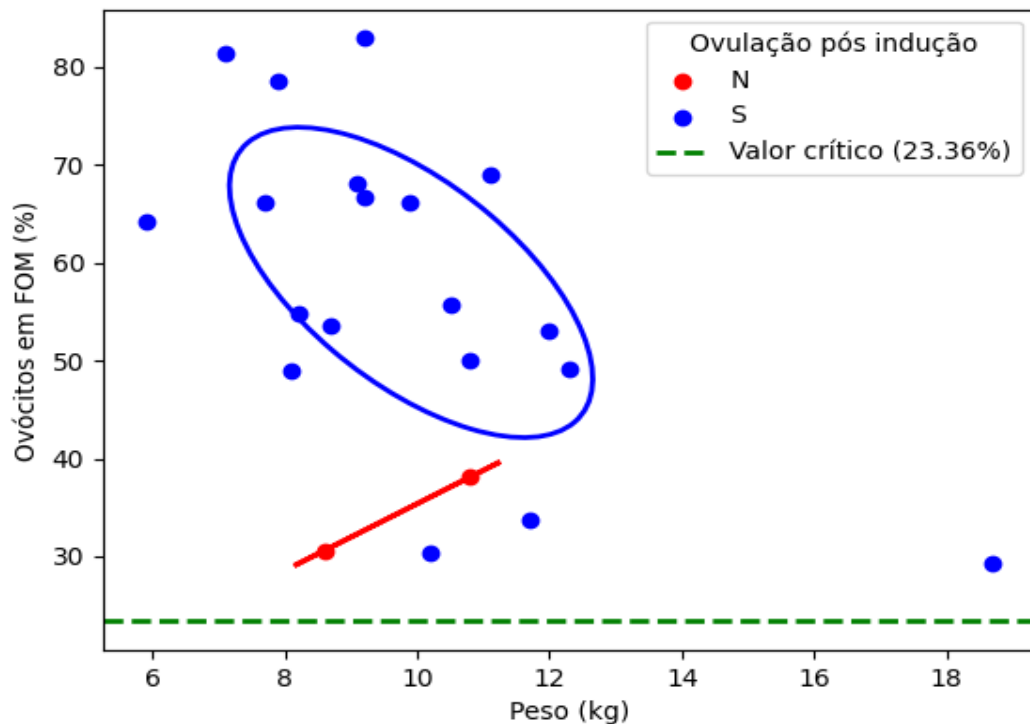
Esse comportamento contrasta com o descrito por Pereira (2013), que, ao trabalhar com ovócitos de *Leporinus macrocephalus*, registrou a posição da vesícula germinativa imediatamente após a fixação. Tal metodologia não se mostrou aplicável ao tambaqui, cuja estrutura ovocitária precisou de um intervalo mínimo de aproximadamente 3 (três) minutos para atingir transparência suficiente para a identificação da VG neste trabalho. Da mesma forma, em espécies de bagres norte-americanos, como *Ictalurus punctatus*, *I. furcatus* e *Pylodictis olivaris*, Stoeckel (2000) demonstrou que o tempo necessário para completa visualização da vesícula germinativa pode variar entre 16 e 30 minutos, com média de 24 minutos, devido à elevada opacidade dos ovócitos. Essa diferença provavelmente está associada às características morfológicas próprias do tambaqui, como o menor volume lipídico e a composição do vitelo, que podem favorecer a penetração da solução fixadora. Estudos com peixes neotropicais corroboram que a eficiência do clareamento pode variar entre espécies devido a diferenças no conteúdo de vitelo e na espessura da zona pelúcida (MURGAS *et al.*, 2011; FELIZARDO *et al.*, 2012).

Dessa forma, o período mínimo de exposição dos ovócitos ao Líquido de Serra constitui etapa crítica para a padronização da técnica e para a redução de erros de interpretação que poderiam comprometer a seleção das matrizes.

4.2 Resposta reprodutiva e relação com o percentual de VG migrada

Das 21 fêmeas induzidas hormonalmente, apenas duas não desovaram. Após a contagem individual dos ovócitos, foi observado que ambas apresentaram menos de 40% de ovócitos com VG migrada, indicando baixo nível de maturação ovocitária. Já as fêmeas com $\geq 45\%$ de ovócitos com VG migrada apresentaram alta taxa de desova, com sobrevivência de todas as famílias formadas. Esses resultados indicaram uma correlação entre o percentual de VG migrada e o sucesso reprodutivo (Figura 7).

Figura 7 — Análise discriminante linear (LDA) mostrando a % de ovócitos migrados discriminando a ocorrência da ovulação pós-tratamento com extrato hipofisário. Linha horizontal indica o valor limiar de discriminação no eixo Y, calculado com base no peso médio dos peixes



Fonte: Autora (2025).

A aplicação da LDA permitiu avaliar a relação entre a porcentagem de ovócitos em maturação final (FOM), estimada pela presença de VG migrada, e o sucesso da ovulação pós-indução hormonal em fêmeas de tambaqui. A análise separou dois grupos: as fêmeas que ovularam após a indução hormonal (pontos azuis) e aquelas que não ovularam (pontos vermelhos), evidenciando a importância da maturação ovocitária como variável determinante do processo reprodutivo.

Os resultados revelaram que a maioria das fêmeas que ovularam tenderam a apresentar valores mais elevados de ovócitos com VG migrada (acima de 45%), formando um agrupamento bem definido na região superior da análise. Esse padrão corrobora observações clássicas da fisiologia reprodutiva de peixes teleósteos, que apontam a migração da VG para a periferia do ovócito como um dos indicadores mais confiáveis da proximidade da ovulação (NAGAHAMA, 1994; LUBZENS *et al.*, 2010).

O modelo estabeleceu ainda um valor crítico aproximado de 23,36%, indicando que fêmeas abaixo deste limite têm baixa probabilidade de ovular, sendo um critério operacional útil para a decisão de induzir ou não cada fêmea. Esse ponto de corte é consistente com outras pesquisas realizadas com espécies reofílicas, que também reportam que a competência ovocitária está diretamente relacionada ao estágio de maturação e não apenas ao desenvolvimento somático ou ao tamanho corporal (PATIÑO; SULLIVAN, 2002). De fato, a análise demonstrou que, mesmo havendo variação no peso das fêmeas, o peso não foi determinante para a classificação dos grupos, destacando que a maturação dos ovócitos pode ser considerada como um dos principais fatores associado à responsividade hormonal.

O agrupamento de fêmeas com 45–80% de VG migrada representa o intervalo em que ocorre a maturação final mais avançada, caracterizada por processos como reorganização do citoesqueleto, hidratação ovocitária e preparação para a quebra da vesícula germinativa, etapas essenciais à ovulação (NAGAHAMA; YAMASHITA, 2008; LUBZENS *et al.*, 2017). Fêmeas que se encontram em valores abaixo do agrupamento apresentaram respostas variáveis, o que está alinhado ao observado Mylonas *et al.* (2010), que descrevem essa faixa como uma “zona de transição”, na qual pequenas diferenças fisiológicas podem determinar o sucesso ou a falha da ovulação.

Dessa forma, os resultados da LDA demonstraram que a análise da posição da vesícula germinativa pode ser considerado um método eficiente, rápido e de fácil aplicação para seleção de matrizes antes da indução hormonal. A padronização desse critério pode reduzir falhas na reprodução induzida, otimizar o uso de extratos hipofisários e aumentar a eficiência produtiva na piscicultura do tambaqui. Essa interpretação também está em consonância com estudos que destacam a importância da avaliação microscópica dos ovócitos como ferramenta reprodutiva em espécies nativas brasileiras (GODINHO; SANTOS, 2000; PIVAN *et al.*, 2022), consolidando a relevância da técnica no manejo reprodutivo. Além disso, estudos com outras espécies neotropicais, como *Prochilodus lineatus*, mostram que percentuais elevados de VG migrada são bons preditores de sucesso reprodutivo (FENERICH-VERANI *et al.*, 1984).

Ainda que a posição da VG seja amplamente utilizada, a literatura apresenta diferentes protocolos de medições e limiares. Em alguns estudos, valores entre 60 e 70% de VG migrada são sugeridos como ideais para certas espécies (SANCHES *et al.*, 2011). Entretanto, Silva (2024) relatou mortalidade após indução hormonal de fêmeas com mais de 70% de ovócitos com VG migrada, ponderando se a quantidade de hormônio administrada (a dose normalmente utilizada em pisciculturas) teria sido excessiva.

Neste trabalho, a seleção por análise da posição da VG resultou em um total de 21 fêmeas submetidas ao protocolo reprodutivo, das quais 3 (três) vieram a óbito durante ou após o processo. Observou-se que 2 (duas) das fêmeas que morreram foram exatamente aquelas que não responderam à indução, não apresentando desova (F2 e F11). Ambas exibiam proporções inferiores a 40% de ovócitos VG migrada, indicando possível estágio de maturação ovocitária insuficiente (Tabela 1). A literatura demonstra que fêmeas com baixa taxa de migração da VG tendem a apresentar reduzida responsividade hormonal, maior incidência de falhas na ovulação e maior susceptibilidade ao estresse fisiológico associado ao processo reprodutivo (BOBE; LABBÉ, 2010). Esse conjunto de fatores pode explicar a mortalidade observada nesses dois indivíduos.

A terceira fêmea que morreu apresentou comportamento distinto: desovou normalmente, possuía mais de 45% dos ovócitos com VG migrada (F5), porém nenhuma larva eclodiu, sugerindo comprometimento na viabilidade embrionária. Resultados semelhantes foram relatados por Galo *et al.* (2015), que observaram mortalidade pós-desova em matrizes de tambaqui associada a elevado estresse fisiológico, esgotamento energético e distúrbios metabólicos provenientes tanto da indução hormonal quanto do esforço reprodutivo. Embora falhas na fertilização pudessem estar relacionadas ao sêmen utilizado, a morte da fêmea após a desova sugere que o comprometimento fisiológico materno foi o fator predominante.

Tabela 1 — Identificação, peso e percentual de ovócitos obtidos de fêmeas de tambaqui selecionadas para reprodução induzida, com indicação de seleção e desova (S= Sim/ N= Não)

Peixe	Peso (kg)	Selecionada para indução? (S/N)	Desova (S/N)	Total de ovócitos contados	% ovócitos migrados	% atrésicos
F01	10,47	N	N	12	0,00	100,0
F02	10,8	S	N	21	38,10	61,9
F03	12,03	S	S	81	53,09	46,9
F04	11,69	N	N	8	50,00	50,0
F05	12,38	S	S	61	49,18	49,2
F06	12,37	N	N	21	23,81	76,2
F07	9,09	S	S	72	68,06	27,8
F08	9,91	S	S	71	66,20	26,8
F09	10,2	S	S	66	30,30	47,0
F10	10,5	S	S	133	55,64	43,6
F11	8,615	S	N	85	30,59	67,1
F12	11,73	S	S	92	33,70	66,3
F13	14,07	N	N	81	0,00	100,0
F14	11,12	S	S	161	68,94	30,4
F15	9,66	N	N	118	31,36	58,5
F16	9,2	S	S	69	66,67	24,6
F17	6,2	N	N	28	0,00	100,0
F18	9,2	S	S	41	82,93	12,2
F19	8,2	S	S	82	54,88	36,6
F20	8,7	S	S	56	53,57	42,9
F21	9,86	N	N	8	0,00	100,0
F22	7,7	S	S	142	66,20	21,8
F23	7,9	S	S	89	78,65	13,5
F24	9,95	N	N	24	45,83	54,2
F25	7,2	N	N	28	67,86	32,1
F26	8,1	S	S	104	49,04	51,0
F27	7,1	S	S	134	81,34	18,7
F28	5,9	S	S	106	64,15	12,3
F29	6,49	N	N	42	9,52	90,5
F30	10,45	N	N	109	55,96	38,5
F31	9,56	N	N	41	78,05	22,0
F32	16,89	N	N	28	0,00	100,0
F33	12,53	N	N	52	13,46	86,5
F34	10,82	S	S	136	50,00	40,4
F35	8,34	N	N	11	0,00	100,0
F36	12,27	N	N	14	7,14	92,9
F37	8,43	N	N	30	3,33	96,7
F38	7,42	N	N	43	25,58	74,4
F39	14,58	N	N	46	19,57	80,4
F40	9,24	N	N	2	0,00	100,0
F41	9,49	N	N	68	7,35	92,6
F42	9,77	N	N	70	10,00	80,0
F43	11,38	N	N	129	27,91	65,1
F44	18,77	S	S	58	29,31	53,4

Fonte: Autora (2025).

A mortalidade de matrizes após ou durante a indução hormonal é um acontecimento descrito na literatura e frequentemente associado a condição corporal inadequada, estresse ambiental, manejo pré-indução, superdosagem hormonal ou maturação ovocitária incompleta (ARIDE *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2021). Assim, os achados deste estudo se alinham ao que já foi documentado, reforçando a importância da avaliação precisa da maturação final dos ovócitos e do manejo adequado das matrizes antes, durante e após os protocolos de reprodução induzida.

O presente estudo seguiu um protocolo prático e rápido (clareamento + observação estereomicroscópica) que mostrou boa correlação com resultados reprodutivos. Métodos complementares, como distribuição de diâmetros ovocitários, índices gonadossomáticos ou histologia, também são recomendados para aumentar a precisão diagnóstica (NARAHARA *et al.*, 2002a).

Vários autores destacam que a adoção de critérios reprodutivos padronizados é fundamental para a piscicultura intensiva de espécies nativas (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005; MURGAS *et al.*, 2015). Essas constatações reforçam o que foi proposto por Andrade e Yasui (2003), que destacaram a importância de identificar o momento ideal de indução e a dosagem correta de hormônios para maximizar o número e a qualidade dos alevinos. Assim, o aprimoramento das técnicas de diagnóstico reprodutivo representa uma estratégia eficaz para a sustentabilidade da aquicultura, contribuindo para a valorização da cadeia produtiva do tambaqui e para a conservação dos estoques genéticos da espécie (BOBE; LABBÉ, 2010).

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que a análise da migração da vesícula germinativa nos ovócitos mostrou-se efetiva para seleção de matrizes de tambaqui para reprodução induzida. Boas taxas de desovas foram obtidas em fêmeas que apresentaram pelo menos 45% de ovócitos com vesícula germinativa migrada, submetidos a no mínimo 3 minutos de fixação em Líquido de Serra.

Como perspectiva futura, estudos podem integrar a análise da vesícula germinativa com avaliações histológicas ovarianas e a quantificação de hormônios reprodutivos, visando aprimorar os critérios de seleção de matrizes e os protocolos de reprodução induzida do tambaqui.

REFERÊNCIAS

- ALIX, M.; KJESBU, O. S.; ANDERSON, K. C. **From gametogenesis to spawning: How climate-driven warming affects teleost reproductive biology.** *Journal of Fish Biology*, v. 97, n. 3, p. 607–632, 2020. DOI: 10.1111/jfb.14439.
- ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. **O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 27, n. 2, p. 166–172, abr./jun. 2003.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, Bernardo; GOMES, Luís Carlos (org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Editora UFSM, p. 175–204. 2005.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, Michael. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: Sociedade Civil Mamirauá; Tefé: CNPq, 1998.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. **Fisiologia do estresse em peixes amazônicos submetidos a manejo reprodutivo.** *Acta Amazônica*, v. 37, n. 3, p. 377–382, 2007. DOI: 10.1590/S0044-59672007000300017.
- BOBE, J.; LABBÉ, C. **Egg and sperm quality in fish.** *General and Comparative Endocrinology*, Amsterdam, v. 165, n. 3, p. 535–548, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.011>. Acesso em: 13 set. 2025.
- BROMAGE, N.; PORTER, M.; RANDALL, C. **The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special references to the role of photoperiod and melatonin.** *Aquaculture*, v. 197, n. 1–4, p. 63–98, 2001. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00583
- BRZUSKA, E. **Artificial spawning of carp (*Cyprinus carpio L.*): differences in egg quality between two breeding lines.** *Aquaculture*, v. 18, p. 229–240, 1979.

BYE, V. J. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: POTTS, G. W.; WOOTTON, R. J. (ed.). **Fish reproduction: strategies and tactics**. London: Academic Press, p. 187–205. 1984

CASTAGNOLLI, Newton. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

CHEHADE, C.; CASSEL, M.; BORELLA, M. I. **Induced reproduction in migratory teleost species by water level drawdown**. Neotropical Ichthyology, v. 13, n. 1, p. 205–212, 2015. DOI: 10.1590/1982-0224-20140028.

CORRÊA, R. de O.; SOUSA, A. R. B. de; MARTINS JUNIOR, H. **Criação de tambaquis**. Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2018.

20p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1094579/1/CriacaodeTambaquisAINFO.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025.

FELIZARDO, V. de O.; MURGAS, L. D. S.; ANDRADE, E. de S.; LÓPEZ, P. A.; FREITAS, Renato T. F.; FERREIRA, M. R. **Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*)**. Theriogenology, v. 77, p. 1570–1574. 2012. DOI:10.1016/j.theriogenology.2011.11.011.

FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; NARAHARA, M. Y. **Desenvolvimento gonadal e desova do curimatá (*Prochilodus scrofa Steindachner, 1881*)**. Boletim do Instituto de Pesca, 1984. v. 11, n. 1, p. 39–48.

GALO, J. M.; STREIT JÚNIOR, D. P.; POVH, J. A.; RIBEIRO, R. P.; OLIVEIRA, D.; GODOY, L. C.; DIGMAYER, M.; GUERREIRO, L. R. J. **Oocyte quality of tambaqui (*Collossoma macropomum*) during the reproductive season**. Animal Reproduction Science, 2015. v. 159, p. 133–139. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2139.6.019.

GODINHO, H. P.; SANTOS, J. E. Reprodução de peixes: aspectos biológicos e aplicações na piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce**. São Paulo: TecArt, 2000. p. 159–189.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de tabaqui no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tabaqui/br>. Acesso em: 15 out. 2025.

ISAÚ, Z. A.; RIZZO, E.; AMARAL, T. B.; MOURAD, N. M. N.; VIVEIROS, A. T. M. **Structural analysis of oocytes, post-fertilization events and embryonic development of the Brazilian endangered teleost *Brycon insignis* (Characiformes) Zygote**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 85-94, fev. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0967199411000396>. Acesso em: 6 dez. 2025.

IWAMA, G. K.; A, L. O. B.; VIJAYAN, M. M. Stress in fishes. In: EVANS, D. H.; CLAIBORNE, J. B. (ed.). **The Physiology of Fishes**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 319–342.

KUBITZA, F. **Reprodução, larvicultura e produção de alevinos de peixes nativos**. 1. ed. Jundiaí: [s.n.], 2004. 71 p.

LEMANOVA, N. P.; SAKUN, O. F. **Morphological and physiological characteristics of oocyte maturation in fishes**. *Journal of Ichthyology*, 1975. v. 15, n. 3, p. 482–490.

LIMA, A. F.; MORO, G. V.; KIRSCHNIK, L. N. G.; BARROSO, R. M. Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, Daniele Klöppel; TORATI, Lucas Simon; SANTOS, Viviane Rodrigues Verdolin (org.). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 319–321, 2013.

LUBZENS, E.; BOBE, J.; CERDÀ, J.; YOUNG, G. **Oogenesis in teleosts: how fish eggs are formed**. *General and Comparative Endocrinology*, 2010. v. 165, n. 3, p. 367–389. DOI: 389.0.1016/j.ygcen.2009.05.022.

LUBZENS, E.; YOUNG, G.; BOBE, J.; CERDÀ, J. **Oogenesis in teleosts revisited: updated insights and mechanisms**. *General and Comparative Endocrinology*, 2017. v. 245, p. 17–33. DOI: 10.1016/j.ygcen.2017.01.019.

MELO, A. R. de; STIPP, N. A. F. **A piscicultura em cativeiro como alternativa econômica para as áreas rurais.** Geografia (Londrina), Londrina, v. 10, n. 2, p. 175-193, 2001.

Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2001v10n2p175>. Acesso em: 16 set. 2025.

MUNIZ, A. R. **Reprodução induzida em peixes tropicais.** Boletim Técnico do Instituto de Pesca, v. 3, p. 45–52, 2006.

MURGAS, L. D. S.; FELIZARDO, V. de O.; FERREIRA, M. R.; ANDRADE, E. de S.; VERAS, G. C.; PAULA, D. A. de J. **Eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce.** Ciência Animal, Lavras, v. 22, n. 1, p. 197–206, 2012.

MURGAS, L. D. S.; PAULA, D. A. de J.; MACHADO, M. R. F.; FELIZARDO, V. de O.; ANDRADE, E. de S.; VERAS, G. C. **Indicadores morfológicos da maturação final em ovócitos de peixes neotropicais.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 35, n. 3, p. 303–310, 2011.

MURGAS, L. D. S.; PAULA, D. A. de J.; MACHADO, M. R. F.; FELIZARDO, V. de O.; ANDRADE, E. de S.; V. G. C. Avaliação de parâmetros reprodutivos em peixes nativos. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. dos S. (org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas.** São Carlos: Pedro & João Editores, p. 441–459, 2015.

MYLONAS, C. C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. **Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction.** General and Comparative Endocrinology, v. 165, n. 3, p. 516–534, 2010. DOI: 10.1016/j.ygcen.2009.03.007.

NAGAHAMA, Y. **Endocrine regulation of gametogenesis in fish.** International Journal of Developmental Biology, v. 38, p. 217–229, 1994.

NAGAHAMA, Y.; YAMASHITA, M. **Regulation of oocyte maturation in fish.** Development, Growth & Differentiation, v. 50, p. S195–S219, 2008. DOI: 10.1111/j.1440-169X.2008.01019.

NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P. **Reproductive physiology of neotropical fish**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2002b.

NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R. **Aspectos reprodutivos de *Brycon opalinus* (Pisces, Characidae)**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 28, n. 1, p. 1–8, 2002a.

NASCIMENTO, J. D.; TORATI, L. S.; PINTO, P.; MENDONÇA, R.; CARVALHO, A. **Reprodução induzida de peixes nativos para fortalecimento da piscicultura no Alto Solimões**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2021. (Documentos, 146).

OLIVEIRA, A. V.; RIBEIRO, R. P.; STREIT JÚNIOR, D. P. **Fatores que afetam a resposta hormonal e a mortalidade de matrizes na piscicultura**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 1, p. 1–10, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000100001.

PATIÑO, R.; SULLIVAN, C. V. **Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish**. Fish Physiology and Biochemistry, v. 26, p. 57–70, 2002.

PEREIRA, T. S. B. **Efeito de diferentes indutores hormonais sobre o processo de maturação final e ovulação em *Leporinus macrocephalus***. 2013. 45 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, 2013.

PIVAN, C. A. L.; NEUMANN, G.; SANTOS, E. A.; TOLEDO, C. P. R.; BOMBARDELLI, R. A. **Morphophysiological indicators of oocyte maturation in neotropical fish and applications in induced reproduction**. Aquaculture Reports, v. 22, p. 100999, 2022. DOI: 10.1016/j.aqrep.2021.100999.

READING, B. J.; HEDRICK, J. L.; TAKAHASHI, T.; BON, E.; LUBZENS, E. **Oogenesis and egg quality in finfish: a review**. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, v. 26, n. 2, p. 187–213, 2018. DOI: 10.1080/23308249.2017.1415124.

ROMAGOSA, E.; GODINHO, H. P.; RIZZO, E.; SATO, Y. **Reproductive biology of Brazilian teleosts: development and applications.** *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 28, p. 123–136, 2000a.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. P. **Biologia reprodutiva de peixes nativos e indução hormonal.** *Boletim Técnico do Instituto de Pesca*, v. 26, p. 1–12, 2000b.

SANCHES, E. A.; NEUMANN, G.; TOLEDO, C. P. R.; BOMBARDELLI, R. A. **Protocolos de avaliação de maturação e indução hormonal em peixes.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 35, n. 3, p. 303–310, 2011.

SANCHES, E. A.; NEUMANN, G.; TOLEDO, C. P. R.; BOMBARDELLI, R. A. **Effects of water pH on gamete activation, embryonic development, and larval normality in *Prochilodus lineatus*.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 4, p. 2871–2880, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n4p2871.

SANCHES, E. A.; SIQUEIRA-SILVA, D. H.; BRAMBILA-SOUZA, G.; VASCONCELOS, A. C. N.; POVH, J. A.; STREIT JUNIOR, D. P. Tecnologias aplicadas à reprodução de peixes amazônicos. In: MATTOS, B. O. de et al. (org.). **Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias.** Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 222–239.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/350209419_TECNOLOGIAS_APLICADAS_A_REPRODUCAO_DE_PEIXES_AMAZONICOS. Acesso em: 5 nov. 2025.

SATO, Y.; GODINHO, H. P.; RIZZO, E. **Reproductive biology of Brazilian teleosts: development and applications.** *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 28, n. 1–4, p. 207–210, 2003.

SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N.; GODINHO, H. P. **Final oocyte maturation in neotropical fishes.** *Journal of Applied Ichthyology*, v. 13, p. 97–104, 1997.

SOLIS-MURGAS, L. D.; FELIZARDO, V. de O.; FERREIRA, M. R.; ANDRADE, E. de S.; VERAS, G. C. **Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos.**

Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 35, n. 2, p. 186–191, 2011. Disponível em: <https://www.cbra.org.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

SOUZA, R. L. M. **Reprodução induzida de ariacó (*Lutjanus synagris*) em cativeiro**. 2012. 152 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

STOECKEL, J. N. **A method for viewing the germinal vesicle in oocytes of commercial catfishes**. *North American Journal of Aquaculture*, v. 62, n. 3, p. 240-247, 2000.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A. **Ecophysiology of Amazon fish**. *Environmental Biology of Fishes*, v. 43, p. 1–20, 1995.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A.; SILVA, M. N. P. **Physiological basis of tambaqui aquaculture**. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 3, p. 403–418, 2000.

VIVEIROS, A. T. M.; GONÇALVES, A. C. S.; DI CHIACCHIO, I. M.; NASCIMENTO, A. F.; ROMAGOSA, E.; LEAL, M. C. **Gamete quality of streaked prochilod *Prochilodus lineatus* (Characiformes) after GnRH α and dopamine antagonist treatment**. *Zygote*, Cambridge, v. 23, n. 2, p. 135–144, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0967199413000440>. Acesso em: 6 out. 2025.

YU, L.; LIN, J.; CHEN, D.; DUAN, X.; PENG, Q.; LIU, S. **Ecological flow assessment to improve the spawning habitat for the four major species of carp of the Yangtze River: a study on habitat suitability based on ultrasonic telemetry**. *Water*, v. 10, n. 5, p. 600, 2018. DOI: 10.3390/w10050600.

ZANIBONI FILHO, E.; WEINGARTNER, M. **Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores**. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, n. 3, p. 367–373, 2007.