



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Marina Pereira da Silva

REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE *Myloplus rubripinnis*
(CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE)

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. George Shigueki Yasui

ALTAMIRA - PA

SETEMBRO – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

CAMPUS ALTAMIRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Marina Pereira da Silva

**REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE *Myloplus rubripinnis*
(CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. George Shigueki Yasui

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA – PA

SETEMBRO 2023

MARINA PEREIRA DA SILVA

**REPRODUÇÃO E LARVICULTURA DE *Myloplus rubripinnis*
(CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação, avaliada pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. George Shigueki Yasui

Banca Examinadora

Prof^ª. Dra. Amanda Pereira dos Santos Silva

Prof. Dr. Diego Maia Zacardi

Prof. Dr. José Augusto Senhorini

Prof^ª. Dra. Lucia Suárez López

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus por estar sempre presente em minha vida. E por ter trazido o meu caminho até aqui, outro estado, outras culturas, outras pessoas, outros ensinamentos...

Agradeço imensamente a minha família, minha mãe, meus irmãos e sobrinhas, por todo apoio e carinho mesmo a distância sendo enorme.

Aos meus amigos da Bahia, que desde o momento em que souberam do resultado da seleção, me incentivaram, para que eu estivesse aqui, aprendendo um pouco mais sobre a vida pessoal e a vida de pesquisadora.

A comissão julgadora do plano de qualificação, Profa. Dra. Fernanda Valentin, Prof. Dr. Nivaldo Ferreira e Prof. Dr. Diego Maia, e aos atuais membros que se dispuseram a avaliar a dissertação.

Aos amigos ao longo dessa jornada, que atuaram como colaboradores participantes e/ou motivadores, em especial a seleção que entrou junto comigo a seleção. E aos que conheci durante a esta jornada, ao Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu e ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental CEPTA/ICMBio.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Leandro Melo e Prof. Dr. George Yasui pelo encorajamento ao meu crescimento como pesquisadora.

Aos pescadores e colaboradores que contribuíram com o andamento da pesquisa. Muito obrigada!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de estudo	5
3.2 Captura das matrizes	6
3.3 Reprodução dos peixes	6
3.3.1 Obtenção do esperma	6
3.3.2 Desova espontânea	7
3.3.3 Indução hormonal	7
3.4 Fertilização e eclosão	7
3.5 Primeira alimentação	8
3.6 Análises estatísticas	9
4. RESULTADOS	10
4.1 Reprodução	10
4.1.2 Desempenho reprodutivo	10
4.2.1 Desempenho zootécnico e sobrevivência das pós-larvas	13
5. DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21
APÊNDICE A – CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DOS MACHOS DE <i>M. rubripinnis</i>	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo – pontos de coleta de captura das matrizes no trecho da Volta Grande do Xingu – PA.....	5
Figura 2: Matrizes de <i>Myloplus rubripinnis</i> , sendo possível perceber as diferenças morfológicas de um indivíduo adulto macho e fêmea.	6
Figura 3: Incubadoras utilizadas na larvicultura de <i>M.rubripinnis</i>	9
Figura 4: Ovos fertilizados de <i>M. rubripinnis</i> provenientes da desova hormonal.....	10
Figura5: Larvas de <i>Myloplus rubripinnis</i>	13
Figura 6: Curva de crescimento de larvas de <i>M. rubripinnis</i> submetidas aos diferentes tratamentos.....	14
Figura 7: Larvas de <i>M. rubripinnis</i> do Tratamento 1 (náuplio de artêmia e ração 0,3 mm). A)1º dia B) 3º dia C) 6º dia D) 9º dia E) 12º dia F) 15º dia experimento. Escala de 3000 µm.....	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios e erro padrão das fêmeas de <i>M. rubripinnis</i>	10
Tabela 2: Porcentagens das principais fases do desenvolvimento embrionário em <i>Myloplus rubripinnis</i> incubadas a 27,5°C de ambos os grupos.	Erro! Indicador não definido. 2
Tabela 3: Valores médios e índices de crescimento de larvas (média ± erro padrão) <i>Myloplus rubripinnis</i> submetidas a diferentes tratamentos alimentares.....	14

Resumo

Os peixes da bacia amazônica representam grande diversidade, destacando-se pela relevância em termos de economia, e segurança alimentar para as comunidades ribeirinhas, que dependem diretamente desses recursos, de onde tiram seu sustento e fonte de proteína animal através da pesca. Entre os peixes de interesse comercial e subsistência destacam-se os pacus da ordem Characiformes, e entre estes a espécie *Myloplus rubripinnis* (Müller & Troschel, 1844), conhecido popularmente como pacu-branco cujo estoques foram afetados, devido a mudanças no ciclo hidrológico causado pelo os barramentos, interferindo na sua dinâmica reprodutiva e alimentar. Entre as principais técnicas de propagação artificial adotados na reprodução de peixes a indução hormonal merece destaque. Sendo assim, o objetivo desse presente trabalho foi descrever a reprodução artificial com e sem indução hormonal, como também a alimentação durante a larvicultura de *Myloplus rubripinnis*. Ao total foram manejadas 20 fêmeas, sendo 17 induzidas com extrato bruto de hipófise de carpa e 3 mediante desova espontânea. Para a larvicultura, foram testados três dietas alimentares: T1= ração e náuplio de artêmia, T2= ração e T3= náuplio de artêmia. Três das dezessete fêmeas induzidas responderam positivamente ao tratamento. A extrusão dos oócitos aconteceu entre 247 – 303 horas-grau após a segunda dose de extrato bruto de hipófise de carpa. Os ovos foram incubados com a temperatura da água mantida a 27.5°C, a eclosão dos ovos aconteceu em 64 h após a fertilização. O número de oócitos liberados por grama de oócito foi de 531 ± 0.15 oócitos g⁻ e 733 ± 0.13 oócitos g⁻, a fecundidade relativa apresentou 0.004 ± 2.391^{-06} e 0.006 ± 0.003 oócitos, taxa de fertilização 99,61 e 99,25%, para as fêmeas induzidas e não induzidas, respectivamente. A média do diâmetro do oócito foi de 2122.23 ± 30 µm e 2030.67 ± 35 µm, hidratados e não hidratados, respectivamente. O tratamento alimentar que apresentou melhor desempenho zootécnico foi o T1 (náuplio de artêmia e ração) e comprimento final foi de $19,36$ mm ± 0.06 , enquanto a taxa de sobrevivência alcançou 97,77%. Este trabalho mostrou ser possível reproduzir o pacu-branco, sendo viável a incubação e larvicultura em cativeiro. As informações inéditas aqui descritas servem como base preliminar para futuras pesquisas em relação ao manejo reprodutivo em cativeiro do *M. rubripinnis*, contribuindo com a elaboração de um pacote tecnológico que possibilite a sua conservação e produção.

Palavras-chave: Conservação; Desova; Hipofiseação; Larvicultura; Manejo; Produção.

ABSTRACT

Fish from the Amazon basin represent great diversity, standing out for their relevance in terms of economy and food security for riverside communities, which directly depend on these resources, from which they obtain their livelihood and source of animal protein through fishing. Among fish of commercial and subsistence interest, pacu of the order Characiformes stand out, and among these the species *Myloplus rubripinnis* (Müller & Troschel, 1844), popularly known as pacu-branco, whose stocks were affected due to changes in the hydrological cycle caused through the dams, interfering with their reproductive and feeding dynamics. Among the main artificial propagation techniques adopted in fish reproduction, hormonal induction deserves to be highlighted. Therefore, the objective of this present work was to describe artificial reproduction with and without hormonal induction, as well as feeding during larviculture of *Myloplus rubripinnis*. In total, 20 females were managed, 17 of which were induced with crude carp pituitary extract and 3 through spontaneous spawning. For larviculture, three diets were tested: T1= feed and brine shrimp nauplius, T2= feed and T3= brine shrimp nauplius. Three of the seventeen induced females responded positively to the treatment. Oocyte extrusion occurred between 247 – 303 degree hours after the second dose of crude carp pituitary extract. The eggs were incubated with the water temperature maintained at 27.5°C, the eggs hatching within 64 h after fertilization. The number of oocytes released per gram of oocyte was 531 ± 0.15 oocytes g⁻ and 733 ± 0.13 oocytes g⁻, relative fecundity was $0.004 \pm 2.391 \cdot 10^{-6}$ and 0.006 ± 0.003 oocytes, fertilization rate 99.61 and 99.25% , for induced and non-induced females, respectively. The mean oocyte diameter was 2122.23 ± 30 µm and 2030.67 ± 35 µm, hydrated and non-hydrated, respectively. The food treatment that presented the best zootechnical performance was T1 (artemia nauplius and feed) and final length was $19.36 \text{ mm} \pm 0.06$, while the survival rate reached 97.77%. This work showed that it is possible to reproduce the white pacu, with incubation and larviculture in captivity being viable. The unprecedented information described here serves as a preliminary basis for future research in relation to captive reproductive management of *M. rubripinnis*, contributing to the development of a technological package that enables its conservation and production.

Keywords: Conservation; Spawning; Hypophysation; Larviculture; Management; Production.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes da bacia amazônica apresentam grande diversidade, representando em torno de 16% das espécies de água doce (REIS et al., 2016). Estes possuem um papel ecológico fundamental, influenciando na cadeia trófica, na conservação da biodiversidade, e assim contribuem para o equilíbrio do ecossistema aquático, além de desempenhar papel socioeconômico relevante como fonte de alimento e renda para grande parcela da população ribeirinha (COELHO et al., 2017).

Na região amazônica, os recursos naturais permanecem sob ameaça devido ao aumento das ações antrópicas como a sobrepesca, exploração mineral (garimpo ilegal), desmatamento (produção agrícola e pecuária), poluição das águas e pelos barramentos de rios (geração de energia), gerando problemas ambientais atuais nos diversos corpos hídricos (CASTELLO & MACEDO, 2016; WINEMILLER et al., 2016; KEPPELER et al., 2017; COSTA et al., 2020; SOUSA et al., 2021). Tais ações causam a diminuição dos locais de alimentação, afetam a sobrevivência, reprodução, crescimento e redução de populações ictiofaunísticas, acometendo o modo de vida das populações ribeirinhas (SILVANO et al., 2009; HALLWASS, 2011).

Por décadas, estações de reprodução focadas no repovoamento se destacaram no âmbito de conservação de espécies ameaçadas de extinção, com pesquisas de prospecção e captura de indivíduos selvagens para o desenvolvimento de bancos genéticos *ex-situ*, no fornecimento de informações acerca da biologia das espécies de peixes e técnicas de reprodução artificial (CANEPPELE et al., 2018). A reprodução de peixes em cativeiro busca promover o máximo de aproveitamento zootécnico na produção, principalmente das espécies nativas, agregando aos programas de conservação. Sendo assim, o domínio da reprodução artificial é uma ferramenta que contribui para o estabelecimento da conservação da ictiofauna e na produção comercial, adequando-se para espécies de valor econômico e ambiental (HONJI et al., 2017; LIMA et al., 2020).

A reprodução em cativeiro pode ser, uma ação complementar à pesca sustentável, com a redução na pressão pesqueira e proteção de espécies ameaçadas (vulneráveis ou extintas), havendo a necessidade na adição de medidas que ajudem na manutenção e sustentabilidade dos recursos pesqueiros (OLIVOTTO et al., 2017).

No Brasil, em 1935, Ihering impulsionou a reprodução em cativeiro de espécies reofílicas através da hipofiseção, método que utiliza o extrato de pituitária de carpa como estimulante (no eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, responsável pela regulação neuroendócrina) na reprodução induzida em peixes e que até hoje mostram resultados eficientes garantindo a perpetuação de algumas espécies nativas (CAVALCANTE & STEINMULLER, 2017). No entanto, é necessário realizar estudos para averiguar a eficácia e dosagem adequada para cada espécie (SATO et al., 2000; JÚNIOR et al., 2004; PEREIRA et al., 2009, MARIA et al., 2012).

Algumas espécies de peixes não liberam os gametas voluntariamente em cativeiro, sendo necessária a hipofiseção e extrusão nos reprodutores. Assim, um protocolo de reprodução induzida precisa ser desenvolvido, visto que a quantidade de hormônio gonadotrópico necessário para a indução da maturação varia de espécie para espécie (ORFÃO, 2013), sendo esta uma das alternativas de para peixes que não se reproduzem naturalmente em cativeiro liberarem seus gametas (SATO et al., 2003; SAINT-PAUL, 2017; KURADOMI & BATLOUNI, 2018). A qualidade dos oócitos está vinculada com potenciais futuras larvas (KJØRSVIK et al., 1990) e depende de vários aspectos que podem mudar frequentemente durante o ciclo reprodutivo. Como o estado endócrino da fêmea durante a oogênese, como por exemplo a alimentação, os parâmetros físico-químicos da água, o estresse do manejo, são decisivos para o sucesso a obtenção de larvas viáveis (CAMPBELL et al., 1992; BROMAGE, 1995; BROOKS et al., 1997).

Em conjunto com a reprodução, o estudo da larvicultura, que caracteriza a produção e manutenção em cativeiro das primeiras fases de desenvolvimento dos peixes, complementa as técnicas de criação para diferentes espécies de peixes, fazendo-se necessário para aprimorar o pacote tecnológico da produção (JOMORI et al., 2013). A produção de larvas em laboratório propicia a determinação de fatores relevantes para esta fase de criação, como a alimentação e a temperatura ideal (ZANIBONI FILHO, 2000).

O início da alimentação exógena é uma etapa crítica tanto no ambiente natural quanto em cativeiro e pode acarretar na mortalidade e influenciar diretamente o desempenho destes organismos (YÚFERA; DARIAS, 2007; JOMORI et al., 2008). Assim, a oferta da primeira alimentação aos peixes é dada na larvicultura, no qual é um dos aspectos de maior relevância e crítica, visto que é através dela que o peixe iniciará um novo meio de nutrição, essa dieta é o que contribuirá com a o desempenho, crescimento e sobrevivência das larvas (ABE et al., 2019; CAMPELO et al., 2019; MOTTA et al., 2019; ARAÚJO et al., 2020; REIS et al., 2021).

Durante a larvicultura, o uso de alimentos vivos torna-se a melhor alternativa para promover o desenvolvimento das larvas, no qual a oferta de náuplios de artêmia demonstram ser eficientes durante esta fase (JOMORI et al., 2008; FREITAS et al., 2019). E através de uma alimentação adequada, proporcionar a absorção e aproveitamento dos nutrientes influencia diretamente no desempenho zootécnico das larvas e desenvolvimento da piscicultura (ZHOU et al., 2018).

Algumas espécies como curimatã (*Prochilodus nigricans*), tucunaré (*Cichla* spp.), pacus (e.g. *Myloplus* spp.) e piranhas (*Pygocentrus* spp.) são base da alimentação de diversas comunidades da região da Volta Grande do Xingu, estas espécies são as principais fontes de alimento e renda local e que vêm sendo notado a diminuição gradativa nas capturas pelos pescadores e moradores locais (CARNEIRO & PEZZUTI, 2015; MAGALHÃES et al., 2016). A diminuição de espécies pode estar atrelada as modificações no ciclo hidrológico causado pelas barragens, interferindo em sua dinâmica reprodutiva e dieta alimentar (ZUANON et al., 2021). Sendo assim, entre as espécies de pacus com algum grau de impacto está o *Myloplus rubripinnis* (Müller & Troschel, 1844), pertencente à família Serrasalminidae, conhecida regionalmente como pacu-branco. É uma espécie nativa de alta aceitabilidade, de hábito alimentar onívoro, com relevância econômica e de preferência alimentar dos ribeirinhos e pescadores, ocupando o quinto lugar das cinquenta e seis etnoespécies de peixes relatadas como aquelas mais exploradas na região (CARVALHO JÚNIOR, 2015). Ressalta-se que as espécies de pacus concentram 10% da produção nos desembarques pesqueiros no rio Xingu, revelando-se uma espécie promissora para a piscicultura (ALMEIDA, 2018).

A piscicultura de peixes nativos é uma das alternativas que vêm se estabilizando ao longo do anos, apresentando altas expectativas no mercado, sendo esta uma das alternativas para reposição do estoque, entre eles os peixes redondos. Entre 2021 e 2022 a expansão do mercado de peixes nativos alcançou 267.060 toneladas provenientes da produção, tendo o Brasil uma participação de (31,04%), com maior concentração de produtores na região Norte, produzindo 143.500 toneladas e o estado do Pará com 24.200 toneladas (PEIXE BR, 2022).

Com o alerta da diminuição da população e diante da importância biológica, econômica e alimentar de *M. rubripinnis*, é imprescindível conhecer e dominar as técnicas para elaboração de pacotes tecnológicos que possibilitem a sua reprodução em cativeiro, e dessa forma, auxiliar na piscicultura nativa, no âmbito socioambiental, no restabelecimento populacional, na redução da pressão da pesca e na conservação desta espécie.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a reprodução artificial com e sem indução hormonal e a alimentação durante a larvicultura de *Myloplus rubripinnis*.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar uma técnica de reprodução e incubação em cativeiro por meio de fertilização *in vitro* de *Myloplus rubripinnis*;
- Estimar a fecundidade, fertilização, eclosão e sobrevivência durante os primeiros estágios de desenvolvimento, e a contribuição de larvas normais e anormais;
- Avaliar o melhor tipo de alimentação exógena, através do desempenho zootécnico de *Myloplus rubripinnis*, na fase inicial de vida.

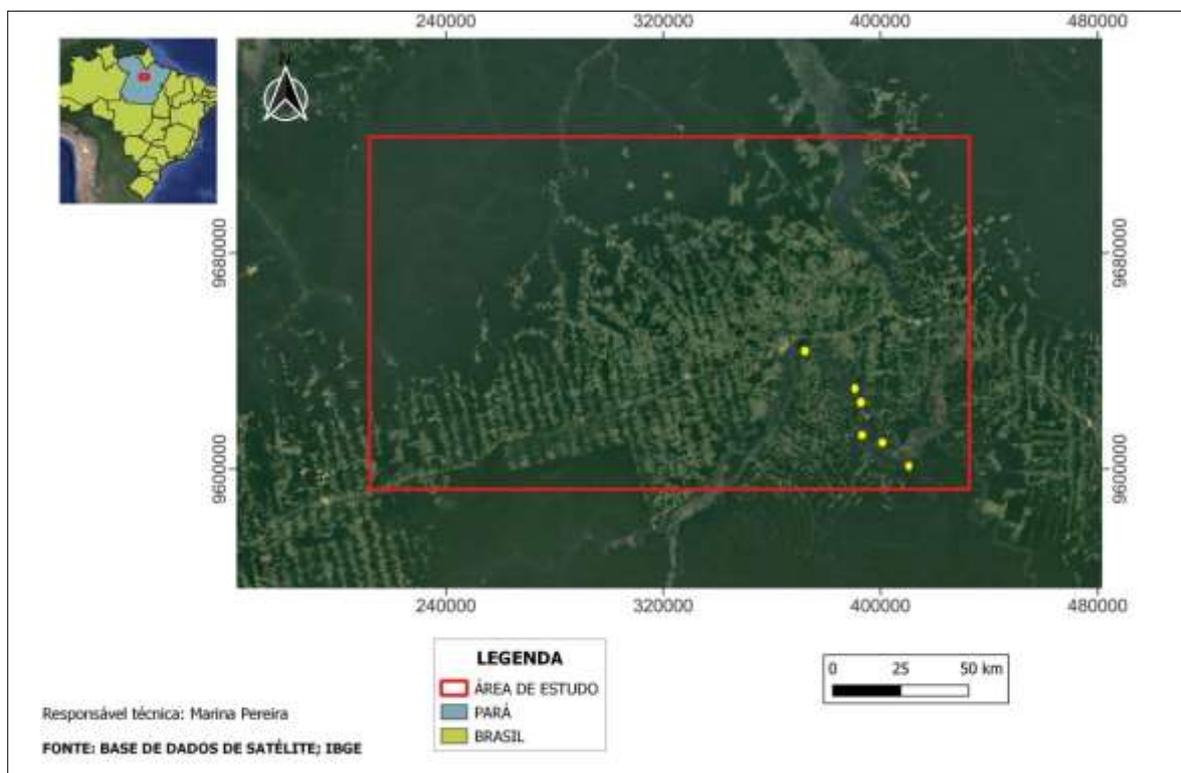
3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com o Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade de São Paulo, Brasil (CEUA nº 4751220822) e permissão de amostragem obtida do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasil (SISBIO nº 79124-2).

3.1 Área de estudo

A bacia do rio Xingu possui uma área de aproximadamente 531 mil km², ocupando 24,5% do território do estado do Pará. Possui cerca de 1.870 km de extensão e tem como principais fluentes os rios Iriri e Bacajá (ENGENHARIA, 2009). O rio Xingu sofre um desvio em seu curso, criando uma área conhecida como “Volta Grande do Xingu” (Figura 1) com diversas corredeiras (RODRIGUEZ, 1993). A Volta Grande do Xingu inclui quatro municípios do estado do Pará - Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu. Neste trecho, centenas de famílias ribeirinhas e indígenas vivem em comunidades localizadas em fazendas ou ilhas ao longo do rio Xingu (ZUANON et al., 2021).

Figura 1: Área de estudo – pontos de coleta de captura das matrizes no trecho da Volta Grande do Xingu – PA.

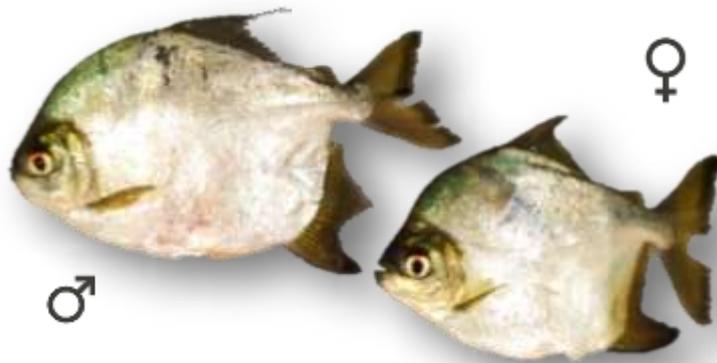


3.2 Captura das matrizes

A captura das matrizes (Figura 2) foram realizadas durante a estação reprodutiva da espécie entre novembro de 2022 a março de 2023, em áreas de reprodução identificadas pelos pescadores da região da Volta Grande do Xingu (Figura 1), utilizando redes de emalhar com 60 metros de comprimento, 2 metros de altura e 18 centímetros de malha entrelaçadas, permanecendo submersas por doze horas ao longo do canal principal do rio, sendo inspecionadas a cada quatro horas (10:00, 14:00, 18:00 e 22:00 h).

Os peixes capturados foram acondicionados em caixas de 250 L dentro de um barco com aerador e difusor de água, encaminhados imediatamente às instalações do Centro de Estudos Ambientais - CEA, remanejados de acordo com sexo em caixas d'água de 1000 L.

Figura 2: Matrizes de *Myloilus rubripinnis*, sendo possível perceber as diferenças morfológicas de um indivíduo adulto macho e fêmea.



3.3 Reprodução dos peixes

3.3.1 Obtenção do esperma

Para obtenção do esperma, os machos maduros foram sacrificados com uma dose letal de óleo de cravo ($\sim 300 \text{ mg L}^{-1}$). O testículo foi retirado e colocado em um tubo de 15 mL contendo 5 mL de solução de Ringer modificada (128,3 mM NaCl, 23,6 mM KCl, 3,6 mM CaCl₂, 2,1 mM MgCl₂) macerado com pinça fina e então utilizado na fertilização dos oócitos da fêmea de desova espontânea. O procedimento foi necessário devido os machos apresentarem dificuldade na liberação dos espermatozoides por massagem, canulação (baixo volume seminal) ou estímulo hormonal.

3.3.2 Desova espontânea

Três, das fêmeas capturadas chegaram apresentando ovulação espontânea, liberando alguns oócitos após uma leve pressão na região abdominal. Essas fêmeas estavam com o ventre abaulado, demonstrando as características comuns de reprodução e então deu-se início a desova espontânea e conseqüentemente sua fertilização. Para a fertilização, o esperma diluído foi pipetado em um recipiente plástico de 300 mL. A fêmea em ovulação foi então anestesiada em óleo de cravo (150 mg/L), realizando-se a biometria, posteriormente a extração dos oócitos, adição do esperma para imediatamente ser ativados com água. Após a coleta dos oócitos, as fêmeas foram devolvidas para o tanque para recuperação da analgesia e então liberadas no rio Xingu.

3.3.3 Indução hormonal

Das vinte fêmeas trabalhadas, dezessete foram induzidas com extrato bruto de hipófise carpa- EBHC, aplicando-se a primeira dose (preparatória) de 0,5 mg/kg e segunda dose (decisiva) 6 mg/Kg, ambas diluídas em 0,5 mL de solução salina - 0,9%. As fêmeas foram previamente anestesiadas com Eugenol a 150 mg/L para a realização da biometria e aplicação de doses de hipófises de carpa desidratada de forma intramuscular na base da nadadeira peitoral, utilizando-se como base o protocolo de outra espécie de pacu (WOYNAROVICH e HORVÁTH, 1980; BALDISSEROTTO & GOMES, 2010). A dose decisiva foi ministrada oito horas após a aplicação da primeira, simultaneamente os machos foram induzidos com 5 mg/Kg de extrato bruto de hipófise carpa - EBHC. Após a indução, as fêmeas foram devolvidas para as caixas e após a aplicação dose decisiva, iniciou-se o monitoramento da temperatura da água de hora em hora por um termômetro digital calculando-se então as horas-grau. Posteriormente, foi realizada a extrusão por meio de massagem abdominal para a coleta dos gametas (COELHO et al., 2019).

3.4 Fertilização e eclosão

Os oócitos foram coletados e pesados com a finalidade de determinar o número de oócitos e fecundidade relativa de peso (grama de oócitos por quilo da fêmea) (ARASHIRO et al., 2020). Após a fertilização, foi retirada uma alíquota dos ovos fertilizados de cada reprodução, no qual foi acondicionada em incubadoras flutuantes com oxigenação constante, colocadas em caixas de isopor com temperatura da água ajustada em 27,5°C. Logo em seguida, foram acompanhados os estágios do desenvolvimento embrionário (clivagem, blástula, gástrula, somito e eclosão) e

larvas normais ou anormais (má formação ou deformidade) através de um microscópio binocular, no qual foram contados e expressos em porcentagens, conforme (ADAMOV et al. 2017). A taxa de eclosão foi definida pela razão entre o número de larvas eclodidas e o número de ovos fertilizados (BERTOLINI, 2018). Para verificar os estágios de desenvolvimento, os embriões foram observados sob o estereomicroscópio (Nikon SMZ-1500, Tóquio, Japão), assim como utilizado para a mensuração do diâmetro dos oócitos, onde foram coletados três amostras de fêmeas diferentes, e assim foi fixada em glutaraldeído.

3.5 Primeira alimentação

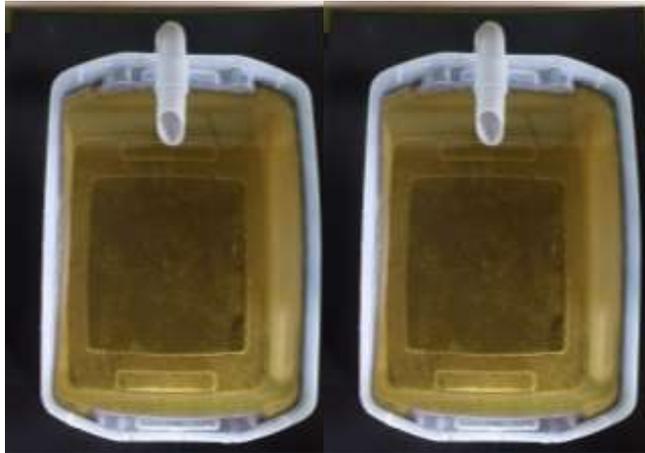
Após a absorção do saco vitelínico (sete dias após eclosão), as larvas foram remanejadas aleatoriamente em 15 incubadoras de plástico (24,5 x 18 x 11,5 cm) (Figura 3), com 40 larvas cada. A oxigenação foi contínua e individual, realizada através de um *air lift*, com a temperatura constante = de 30°C. Para avaliação do melhor tratamento alimentar consideração crescimento e sobrevivência), foram realizados três tratamentos: T1 = ração (0,3 mm - 59% PB) + náuplio de artêmia, T2 = ração (0,3 mm - 59% PB) e T3 = náuplio de artêmia, realizando-se três repetições de cada tratamento. Os indivíduos foram alimentados três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 18:00 horas) pelo período de 15 dias. Para manter a qualidade da água e bem estar das larvas, foi realizado diariamente o sifonamento do fundo das incubadoras sempre uma hora após cada alimentação.

Durante o experimento, os parâmetros da água dos aquários foram aferidos a cada três dias, no período da manhã, sendo: temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica da água, por meio de uma sonda multiparâmetro portátil. Além disso, o nível de amônia total foi mensurado usando um método colorimétrico. As biometrias foram realizadas a cada três dias, coletando-se 15 indivíduos (1/3 dos indivíduos de cada incubadora), e observadas ao estereomicroscópio (Nikon SMZ 1500, Nikon, Tóquio, Japão) em combinação com uma câmera CCD (Nikon DS-Fi, Nikon, Japão). As imagens foram capturadas com o software NIS –AR Elements (Nikon, Tóquio, Japão) para medir o comprimento total (mm) das larvas.

Para a determinação de desempenho zootécnico foram adotados: Comprimento final (CF); Taxa de crescimento específico para comprimento (TCE) sendo, $TCE = ((\ln \text{ comprimento final} - \ln \text{ comprimento inicial}) / \text{número de dias de experimento}) * 100$ (LUGERT et al., 2014); Taxa de crescimento diário (TCD) sendo, $TCD = (\text{crescimento específico} \times \text{média}$

do comprimento final/100), Taxa de crescimento absoluto (TCA) sendo, $TCA = (\text{média do crescimento final} - \text{média do crescimento inicial})$ e Taxa de sobrevivência (TS) $TS = (\text{número final de peixes}/\text{número inicial de peixes}) * 100$.

Figura 3: Incubadoras utilizadas na larvicultura de *M.rubripinnis*.



3.6 Análises estatísticas

Os valores obtidos para o desempenho reprodutivo foram representados por média e erro padrão. Assim como os valores da larvicultura, passando pela análise de normalidade, homogeneidade, os dados foram submetidos a teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram analisados pelo software estatística RStudio 4.3.0, com probabilidade de significância 0,05 em todas as análises.

4. RESULTADOS

4.1 Reprodução

4.1.2 Desempenho reprodutivo

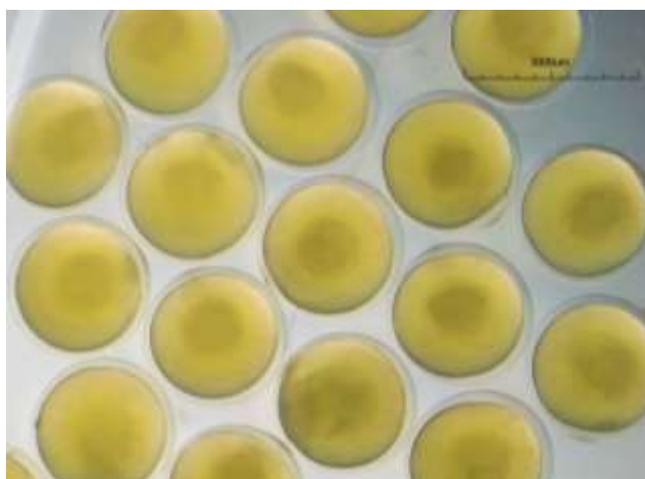
Foram obtidas três desovas induzidas e três desovas espontâneas de *M. rubripinnis*, utilizando um macho e uma fêmea diferente para cada uma das reproduções (Tabela 1). Ao total, dezessete fêmeas foram induzidas, no entanto, apenas três fêmeas responderam à indução, apresentando em sua maioria, oócitos viáveis. A estimativa da fecundidade relativa encontrada foi 0.004 ± 2.391^{-06} e 0.006 ± 0.003 para as desovas espontâneas e induzidas, respectivamente.

Tabela 1: Valores médios e erro padrão das fêmeas de *M. rubripinnis* capturadas na Volta Grande do Xingu (PA) e utilizadas para reprodução em cativeiro.

Fêmeas ♀	Comprimento total (cm)	Peso (g)	Nº de oócitos
Espontânea	30.98 ± 0.01	781 ± 115	531 ± 0.15
Induzida	$33,03 \pm 0.01$	837 ± 0.06	753 ± 0.13

A desova das fêmeas induzidas ocorreu entre 247-300 horas-grau após a segunda dose do hormônio. Os grupos de desova apresentaram diferença na média de oócitos em que as fêmeas induzidas liberaram maior número. Durante a análise morfométrica de oócitos de matrizes de pacu-branco, foi obtido um valor mínimo de 1960,26 μm e um valor máximo de 2166,59 μm , com média de 2122,23 $\mu\text{m} \pm 10$ e 2030,67 $\mu\text{m} \pm 12$, para hidratado e não hidratado, respectivamente, para ambos os grupos.

Figura 4: Ovos fertilizados de *M. rubripinnis* provenientes da desova hormonal.



Myloplus rubripinnis se destaca com os altos percentuais de ovos fertilizados (99%) para ambas as desovas (Figura 4). Uma repetição da desova induzida não atingiu o estágio final do desenvolvimento embrionário (Tabela 2), parando na gástrula.

Tabela 2: Porcentagens das principais fases do desenvolvimento em *Myloplus rubripinnis* incubadas a 27,5°C em desovas espontâneas e induzidas.

Desova	Não- fertilizados	Clivagem	Blástula	Gástrula	Somitos	Larvas	
						Normais	Anormais
Espontânea	0.39% ± 0.00%	99.61% ± 1.03%	99.56% ± 0.25%	98.72% ± 0.88%	98.13% ± 1.33%	99.73% ± 0.36%	0.21% ± 0.21%
Induzida	0.22% ± 0.31%	99.25% ± 0.31%	98.22% ± 1.44%	69.54% ± 34.88%	66.53% ± 33.27%	99.87% ± 0.13%	0.13% ± 0.13%

O período embrionário compreendeu 67 horas, a uma temperatura de 27.5°C. Não houve diferença significativa no tempo do estágio de desenvolvimento entre os dois grupos de estudo. A proporção de larvas anormais durante as desovas foram baixas, com média inferior a 1% e 99% de larvas normais (Figura 5). As pós-larvas apresentaram um comprimento total médio de 11, 08 mm, em ambas as reproduções.

Figura 5: Larvas de *Myloplus rubripinnis*.



A) Larva anormal. B) larva normal.

4.2 Larvicultura

4.2.1 Desempenho zootécnico e sobrevivência das pós-larvas

Durante o experimento, os parâmetros da água dos aquários foram mantidos constantes: temperatura ($30,43^{\circ}\text{C} \pm 0,30$), pH ($6,41 \pm 0,35$), concentração de oxigênio dissolvido ($4,58 \text{ mg/L} \pm 0,31$) e a condutividade elétrica da água ($0,19 \text{ mS/cm} \pm 0,17 \text{ mS/cm}$) e amônia total (0 ppm).

Os indivíduos submetidos ao tratamento 1 (T1), apresentaram as maiores médias de comprimento final ($19,36 \text{ mm} \pm 0,06$), taxa de crescimento absoluto (8,3 mm), diário (0,31 mm) e específico (1,62%), quando comparadas com os demais tratamentos.

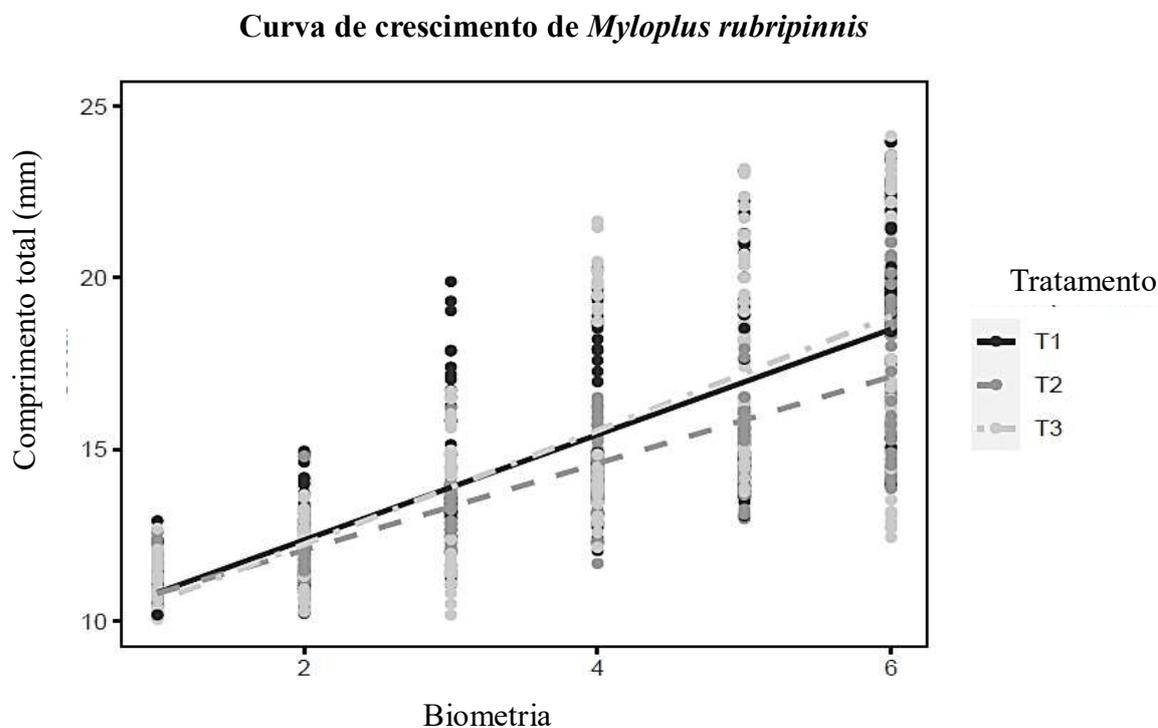
Tabela 3: Valores médios e índices de crescimento de larvas (média \pm erro padrão) *Myloplus rubripinnis* submetidas a diferentes tratamentos alimentares.

Tratamento	Média			Crescimento		
	Sobrevivência (%)	C. inicial (mm)	C. final (mm)	Absoluto (mm)	Diário (mm)	Específico (%)
T1	97,77	11,06 \pm 0,06	19,36 \pm 0,32	8,30	0,31	1,62
T2	96,66	11,19 \pm 0,05	18,01 \pm 0,28	6,82	0,25	1,38
T3	97,22	11,01 \pm 0,07	18,86 \pm 0,49	7,85	0,29	1,56

T1= ração T2= náuplio de artêmia.

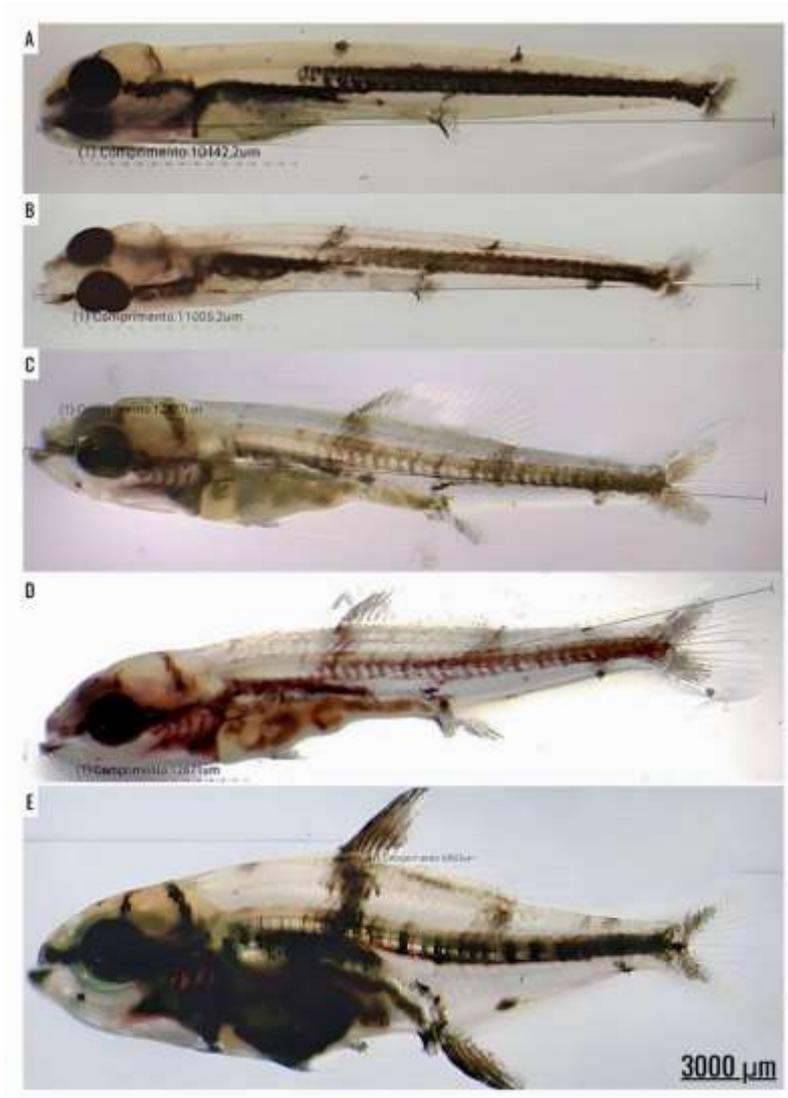
Embora não tenha sido constatado discrepância na sobrevivência larval entre os tratamentos, a maior taxa de sobrevivência foi observada no tratamento T1 (97,77%), seguido pelos tratamentos T2 (96,66%) e T3 (97,22%). Os tratamentos T1 e T3 não demonstraram diferenças significativas na curva de crescimento ($P < 0.03$), apenas o tratamento 2 divergiu significativamente, apresentando menor rendimento (Figura 6).

Figura 6: Curva de crescimento de larvas de *M. rubripinnis* submetidas aos diferentes tratamentos.



Apesar de não ocorrerem diferenças estatísticas entre os tratamentos T1 e T3, as larvas submetidas a coalimentação (alimento inerte + alimento vivo) (Figura 7) apresentaram maiores comprimentos, em relação àqueles que receberam apenas náuplio de artêmia.

Figura 5: Larvas de *M. rubripinnis* do Tratamento 1 (náuplio de artêmia e ração 0,3 mm). A) 1º dia B) 3º dia C) 6º dia D) 9º dia E) 12º dia F) 15º dia experimento. Escala de 3000 µm.



5. DISCUSSÃO

Nas condições do experimento, a dosagem de hipófise de carpa utilizada assemelha-se a utilizada em outros Characiformes (6 mg/kg) apresentando resultados satisfatórios para o lambari *Astyanax altiparanae* (SILVA et al., 2019), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*) (BALDISSEROTTO, 2009), no entanto, não houve tanto êxito na indução hormonal quanto nas espécies citadas. Na dosagem hormonal, cada espécie de peixe responde de maneira peculiar a cada hormônio testado (SZABO et al. 2002; CHEN 2005; SILVA 2009), embora haja uma tendência de se utilizar dosagens padrão na ordem de 3-6mg/kg.

Junto com a utilização de hormônios, Bromage (1994), esclarece a importância da determinação ideal do período de latência e sua influência quanto a obtenção de oócitos de qualidade. Conseqüentemente, estimar o tempo de ovulação e extrusão dos gametas (SOUSA & CASTRO, 2014). O protocolo seguido neste experimento, permaneceu na faixa de outras espécies da mesma ordem e/ou família, permanecendo entre 247 - 300 horas-grau, proporcionando embriões viáveis, corroborando com Sato (2000) em sua pesquisa com o *Leporinus elongatus*, além de outras espécies: pacu *Piaractus mesopotamicus* (JÚNIOR et al., 2005; CRISCUOLO-URBINATI et. al, 2012) tambaqui *Colossoma macropomum*. (SEVIGNANI et al., 2020).

O desenvolvimento bem sucedido do manejo reprodutivo do *M. rubripinnis* requer o estabelecimento de protocolos de indução da desova, a fim de obter a produção de ovos e qualidade dos gametas. Com isso, informações sobre aspectos reprodutivos são de extrema relevância, as informações aqui encontradas, Lima et al. (2013), descreve sobre espécies que realizam desovas múltiplas durante o período reprodutivo, com a liberação de poucos oócitos por desova, bem como o seu diâmetro relativamente grande (>1.5mm) crescendo pouco após a hidratação, assim como a espécie em questão. Estes, apresentaram um diâmetro médio de 2122.23 µm, diferindo de outras espécies da família Serrasalminidae, como o *P. mesopotamicus* e *C. macropomum* (ROMAGOSA et. al. 1990; GALO et al., 2015), a maioria apresentam ovos com diâmetros de 1050 µm (SENTINELLI, 2021).

Os ovos de *M. rubripinnis* são demersais, e durante a incubação permanecem junto ao substrato, as fêmeas basicamente escolhem locais adequados para desova e garantem a segurança da prole nesse primeiro contato com o meio externo e conseqüentemente garantir maior sobrevivência da prole (EINUM e FLEMING 2002). A qualidade dos oócitos

influenciam na aptidão da fertilização e conseqüentemente na geração de larvas viáveis (BOBE e LABBE 2010). As condições ambientais são variáveis que influenciam a qualidade dos gametas (CHAMBERS e WAIWOOD, 1996), e o tamanho dos oócitos (WINTERS et al., 1993).

No desempenho reprodutivo, a fertilização é um dos principais parâmetros para averiguar a eficácia da indução hormonal e qualidade dos oócitos (BOBE & LABBÉ, 2010; MYLONAS & ZOHAR, 2007), no caso do pacu-branco, foram obtidos altos percentuais de fertilização e subsequente eclosão, sugerindo, que embora a fecundidade seja baixa, restrita a algumas centenas de oócitos por desova, as altas taxas de fertilização e eclosão auxiliam na reprodução dessa espécie. Então, a avaliação dos parâmetros reprodutivos que afetam o desempenho reprodutivo é importante para determinar a eficiência reprodutiva e do conhecimento da qualidade dos gametas (AMARAL JUNIOR, 2017).

A incubação dos ovos de *M. rubripinnis* permaneceu dentro do padrão da temperatura de incubação de outros peixes nativos, sendo está uma variável crítica no desenvolvimento embrionário (SOLIS- MURGAS et al., 2012). Contudo, os bons resultados na produção de ovos, sucedido de larvas bem desenvolvidas aqui relatadas, corroboraram com condições de temperatura média similar, como a de 27.9°C, obtidas em resultados na incubação de *Astyanax altiparanae* (ROZA et al., 2020). A temperatura utilizada neste trabalho foi eficiente para ambas as reproduções, corroborando com informações sobre desova espontânea ainda são relativamente escassas, Sarih et al. (2018) após a captura de espécimes de *Seriola dumerili*, conseguiu obter bons resultados de desova espontânea e desova com indução hormonal, após um período de manutenção em cativeiro.

O manejo neste experimento utilizando reprodutores recém capturados, realizando-se a fertilização *in loco*, tende a ser um procedimento importante para a formação de bancos genéticos *ex situ*, visto que a formação de plantéis de reprodutores domesticados é facilitada. Portanto, a formação de plantéis a partir de espécimes domesticadas em cativeiro, torna-se uma alternativa segura e que deverá possibilitar melhores resultados na obtenção de gametas e conseqüentemente na produção comercial. (JÚNIOR et al., 2012), essa podendo esta ser uma estratégia para viabilizar a produção em larga escala do pacu-branco e atender demandas comerciais e, conseqüentemente, reduzir a exploração de populações selvagens.

Outro ponto importante do presente trabalho está relacionado à primeira alimentação das pós-larvas, sendo este um fator crucial e desafiador na larvicultura, atuando diretamente no desenvolvimento e sobrevivência das larvas, e conseqüentemente nos reforços de estoque, pisciculturas e na produção de juvenis (REIS et al., 2021). Através de manejos alimentares adequados, é possível otimizar sobrevivência e desempenho, que caracterizam o sucesso da larvicultura de peixes (EVANGELISTA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020; REIS et al., 2021).

Assim como neste experimento, a utilização de náuplios de artêmia como alimento vivo propôs melhores resultados de desempenho zootécnico. Este, dispõe de alto valor nutricional, alta aceitação e digestão, de acordo com Fosse et al. (2013) é um dos melhores alimentos para fornecer aos peixes, principalmente na fase inicial da vida proporcionando bons desempenhos. Sendo efetivo em pós-larvas de várias espécies de peixes *Colossoma macropomum* (MELO et al., 2022), *Prochilodus argenteus* (GUIMARÃES et al., 2017), *Lophiosilurus alexandri* (PEDREIRA et al., 2008) e *Heros severus* (ABE et al., 2016).

Este trabalho fornece informações sobre o tempo ideal para garantir a estabilidade e desempenho das pós-larvas de *M. rubripinnis* no período transitório após o consumo do vitelo e a oferta da alimentação exógena. Essa associação é uma opção intermediária, que harmoniza a alimentação viva com a inerte (coalimentação), como visto em trabalhos anteriores, a coalimentação mostrou-se efetiva na potencialização do crescimento e a sobrevivência em condições de laboratório, viabilizando a produção em cativeiro (BERTOLINI et al., 2018; FOSSE et al., 2018). Bem como, neste experimento, acarretou também em comprimentos superiores as larvas alimentadas apenas com alimento vivo ou apenas com o alimento inerte (FOSSE et al., 2018). Outros estudos com peixes neotropicais demonstraram a relevância do manejo alimentar apropriado para obter peixes mais resistentes (LUZ, (2007).

O uso prolongado de artêmia na alimentação das larvas, pode ocasionar em despesas para a produção, desta forma, manejos que minimizem o tempo de oferta da artêmia, cooperam para à viabilidade da produção e redução de custos (ABE et al. 2016; OLIVEIRA et al., 2020). Portanto, o período de 15 dias fornecendo a artêmia foi considerado adequado para as pós-larvas de *M. rubripinnis*, corroborando com a média de dias de fornecimento deste alimento vivo para outras espécies de peixes da família Serrasalminidae, inclusive para *P. mesopotanicus* e *P. brachypomus* (FREITAS et al., 2019; FERREIRA et al., 2023). Desta forma, Jomori e colaboradores (2008), destacam sobre a substituição precoce de alimentos vivos por alimento

inertes ocasiona uma diminuição no crescimento de *P.mesopotamicus*, confirmando com o resultado obtido neste estudo.

As pós-larvas submetidas a dieta exclusiva com ração demonstraram aptas a este tipo de alimentação, no entanto, as mesmas apresentaram menor crescimento. Leitão et al. (2011), comenta em sua pesquisa com larvas de *P. mesopotamicus*, que o fornecimento de ração na fase inicial pode interferir no rendimento dos músculos. Contudo, destaca-se a possibilidade de empregar-se exclusivamente alimento inerte, que pode ser considerado o futuro para a larvicultura, embora essa prática requeira o desenvolvimento de alimentos mais complexos e adequados para a fase pós-larval. A alimentação apenas com ração não dispõe de um resultado tão positivo quanto aos tratamentos que desfrutavam de alimento vivos, interferindo no desempenho das larvas, assim como visto em trabalhos anteriores (JELKIĆ et al., 2012; JOMORI et al., 2008; PUELLO-CRUZ et al., 2010).

Em suma, a reprodução inédita e larvicultura (manejo alimentar) do pacu-branco em ambiente artificial, são informações essenciais para o desenvolvimento contínuo da reprodução induzida para esta espécie nativa e expansão nos campos da aquicultura sustentável e conservação.

6. CONCLUSÕES

Este estudo mostrou pela primeira vez que é possível obter desova espontânea de *M. rubripinnis* com qualidade. Assim como também foi possível obter um protocolo de indução hormonal que servirá como base para futuras pesquisas quanto a reprodução de matrizes selvagens. Ambas as desovas apresentaram altos percentuais de fertilização e eclosão, demonstrando a viabilidade dos ovos. Contribuindo com informações acerca da captura de matrizes, reprodução artificial, condições de temperatura de incubação (27,5°C), e manejo alimentar larval.

De acordo com as informações alcançadas, esta espécie, realiza mais que uma desova durante a estação reprodutiva, visto que foi obtido desovas durante este período. Além disso, foi identificada uma característica morfológica, apresentando longos filamentos na nadadeira dorsal (APÊNDICE A) do macho apto a reprodução, sendo esta, encontrada apenas durante o período reprodutivo. Posteriormente, isso será demonstrado por análise histológica em outro trabalho que está sendo feito paralelamente, referente à biologia reprodutiva da espécie em questão.

O fornecimento de alimento inerte e alimento vivo, concomitantemente desde o primeiro dia, apresentou crescimento significativamente superior àquelas pós-larvas alimentadas exclusivamente com-alimento vivo ou inerte, devendo ser adotada como a melhor estratégia para alimentar as pós-larvas *M. rubripinnis*. Os dados aqui adquiridos consistem no fornecimento de subsídios no ciclo do *M. rubripinnis* e estimular a piscicultura, a conservação de peixes nativos/amazônicos, a otimização de pacotes tecnológicos e conhecimento científico. E dada a localização do estudo, servirá de base para treinamento desde a obtenção de matrizes, compreensão da reprodução e posteriormente–como ferramenta de geração de renda para as comunidades ribeirinhas.

REFERÊNCIAS

ABE, Higo. A. et al. Manejo alimentar e densidade de estocagem na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Heros severus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, 42(3), 514-522. 2016.

ABE, Higo A., et al. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. **Aquaculture Research**, v. 50, n. 8, p. 2276-2280, 2019.

ADAMOV, Nadya S. M. et al. Triploid induction in the yellowtail tetra, *Astyanax altiparanae*, using temperature shock: tools for conservation and aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 48, n. 5, p. 741-750, 2017.

ALMEIDA, Morgana C. **Pesca, consumo de proteínas e economia no rio Xingu, Amazônia brasileira**. 2018. 156. Tese (Doutorado em Ecologia Aquática e Pesca) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

AMARAL JUNIOR, P. **Avaliação dos parâmetros reprodutivos de reprodutores de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818)**. Manaus. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas). p.57, 2017..

ARASHIRO, Dilberto R. et al. Capturing, induced spawning, and first feeding of wild-caught *Pseudopimelodus mangurus*, an endangered catfish species. **Latin american journal of aquatic research**, v. 48, n. 3, p. 440-445, 2020.

ARAÚJO, Luciano M. et al. Salinity and prey concentration on larviculture of killifish *Hypsolebias radiseriatus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 43, p. e52075, 2020.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia aplicada à piscicultura: Fisiologia aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 352p, 2009.

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. de C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. ver. e ampl. Santa Maria, **Editora da Universidade Federal de Santa Maria**, 606p, 2010.

BERTOLINI, Rafaela Manchin et al. First feeding of diploid and triploid yellowtail tetra *Astyanax altiparanae*: An initial stage for application in laboratory studies. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 1, p. 68-74, 2018.

BOBE, J.; LABBÉ, Catherine. Egg and sperm quality in fish. **General and comparative endocrinology**, v. 165, n. 3, p. 535-548, 2010.

BROMAGE, Niall et al. Egg quality determinants in finfish the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 25, n. 1, p. 13-21, 1994.

BROMAGE, Niall R. Broodstock management and egg and larval quality. **Institute of Aquaculture**, p. 243-276, 1995.

BROOKS, Suzanne; TYLER, Charles R.; SUMPTER, John P. Egg quality in fish: what makes a good egg?. **Reviews in Fish Biology and fisheries**, v. 7, p. 387-416, 1997.

CHAMBERS, R. Christopher; WAIWOOD, Kenneth G. Maternal and seasonal differences in egg sizes and spawning characteristics of captive Atlantic cod, *Gadus morhua*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 53, n. 9, p. 1986-2003, 1996.

CAMPBELL, P. M.; POTTINGER, T. G.; SUMPTER, J. P. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. **Biology of reproduction**, v. 47, n. 6, p. 1140-1150, 1992.

CAMPELO, Daniel A. V. et al. Effects of feeding rates and feeding frequencies on growth performance, uniformity of the batch and survival rate of Amazon ornamental fish larvae. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, v. 11, n. 2, p. 23-28, 2019.

CANEPPELE, D. et al. Estratégias para a conservação de peixes ameaçados de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul: motivações históricas e atuais para a recuperação dos recursos genéticos. **Monitoramento da fauna aquática: funções ecossistêmicas do Domínio das Ilhas Fluviais do Rio Paraíba do Sul. Itaocara, RJ: Projeto Piabanha**, p. 181-214, 2018.

CARNEIRO, C. & PEZZUTI, J. C. B. (2015) **O Monitoramento dos Recursos Pesqueiros dos Juruna da Aldeia Muratu**. In: Atlas dos impactos da sobre a pesca (De Francesco, A., Carneiro, C eds), pp. 51–59 São Paulo: Instituto Socioambiental.

CARVALHO JÚNIOR, Jaime R. et al. Entre Mex E Pynyre: Peixe Bom Para Comer, Peixe Bom Para Viver Na Terra Indígena Trincheira Bacajá-PA, Povo Xikrin. **Revista FSA**, v. 12, n. 2, 2015.

CASTELLO, Leandro; MACEDO, Marcia N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 3, p. 990-1007, 2016.

CASTRO LIMA, Julliana et al. Post-larval *Collossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalminidae) show better performance in excavated than concrete tanks under different feeding strategies. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 43, p. e52054-e52054, 2021.

CAVALCANTE, Erika Derquiane; STEINMULLER, Maria Ida. Rodolpho von Ihering e a Comissão Técnica de Piscicultura do Nordeste: a descoberta da técnica da hipofisacção no Açude Bodocongó em Campina Grande-PB (1934-1935). **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 152, 2017.

CHEN, Y. F. Induced ovulation and embryonic development of ocellated puffer, *Takifugu ocellatus*. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 21, n. 2, p. 136-140, 2005.

COELHO, A.C.S et al. Fatores que influenciam a compra de peixes por classe social no município de Santarém-PA. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 62-83, 2017.

COELHO, Geovanna CZ et al. Preparation of a fish embryo for micromanipulation: staging of development, removal of the chorion and traceability of PGCs in *Prochilodus lineatus*. **International Journal of Developmental Biology**, v. 63, n. 1-2, p. 57-65, 2019.

COSTA, Gean M. et al; Implicações da Implantação de Usinas Hidrelétricas e Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas. **Revista Equador**, v. 9, n. 3, p. 233-251, 2020.

CRISCUOLO-URBINATI, E. et al. The administration of exogenous prostaglandin may improve ovulation in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Theriogenology**, v. 78, n. 9, p. 2087-2094, 2012.

EINUM, Sigurd; FLEMING, Ian A. Does within-population variation in fish egg size reflect maternal influences on optimal values?. **The American Naturalist**, v. 160, n. 6, p. 756-765, 2002.

ENGENHARIA, L. E. M. E. Relatório de Impacto Ambiental (Rima): Aproveitamento hidrelétrico Belo Monte. **Elaborado por Leme Engenharia para a Eletrobrás e Ministério de Minas e Energia**, 2009.

EVANGELISTA, Isis R. et al. Influence of salinity, temperature and photoperiod on eye asymmetry of *Amphirion ocellaris* larvae. **Aquaculture**, v. 521, p. 734976, 2020.

FERNANDES, João Batista et al. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 617-626, 2001.

FERREIRA, Andre Lima et al. Effects of live prey concentration, salinity, and weaning age on larviculture of *Piaractus brachypomus* reared in a recirculating aquaculture system. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 2, p. 99, 2023.

FREITAS, Thiago Mendes et al. Growth performance and incidence of skeletal anomalies in pacu larvae under different weaning protocols. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 1, 2019.

FOSSE, P. J. et al. Estratégia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v. 65, p. 1801-1807, 2013.

FOSSE, Paulo José et al. Duration of co-feeding on the Nishikigoi *Cyprinus carpio* larvae during weaning from live to inert food in an indoor system. **Ciência Rural**, v. 48, 2018.

GALO, Juliana Minardi et al. Oocyte quality of tambaqui (*Colossoma macropomum*) during the reproductive season. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 279-284, 2015.

GUIMARÃES, Irã Menezes et al. Morphological development of larvae and juveniles of *Prochilodus argenteus*. **Ciência Rural**, v. 47, 2017.

HALLWASS, G. **Ecologia Humana da pesca e mudanças ambientais no Baixo rio Tocantins, Amazônia Brasileira**. 2011. 97 f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia) –Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

HONJI, Renato Massaaki et al. Biodiversidade e conservação da ictiofauna ameaçada de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista da Biologia**, v. 17, n. 2, p. 18-30, 2017.

JELKIĆ, Dinko et al. Rearing carp larvae (*Cyprinus carpio*) in closed recirculatory system (RAS). **Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo**, v. 70, n. 1, p. 9-17, 2012.

JOMORI, Rosângela K. et al. Stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 4, p. 370-381, 2008.

JOMORI, Rosângela Kiyoko et al. Água levemente salinizada aumenta a eficiência da larvicultura de peixes neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 809-815, 2013.

KEPPELER, Friedrich Wolfgang; et al. Influence of protected areas on fish assemblages and fisheries in a large tropical river. **Oryx**, v. 51, n. 2, p. 268-279, 2017.

KJØRSVIK, E., MANGOR-JENSEN, A. and HOLMEFJORD, I., 1990. Egg quality in fishes. **Advances in Marine Biology**, vol. 26, p. 71-113. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60199-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60199-6).

JÚNIOR Danilo Pedro Streit et al. Comparação do sêmen de Curimbá (*Prochilodus lineatus*) induzido por extrato de hipófise de frango, coelho ou carpa. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 147-153, 2004.

JÚNIOR, Danilo Pedro Streit et al. Effects of three different sources of pituitary extract on gonadal inducer in male and female pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 4, p. 439-447, 2005.

JÚNIOR Danilo Pedro Streit et al. Recomendações técnicas para a reprodução do tambaqui. 30p. 2012. Disponível em: (Documentos 555 / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X).

KURADOMI, Rafael Yutaka; BATLOUNI, Sergio Ricardo. PGF 2 α and gonadal steroid plasma levels of successful and unsuccessful spawning *Piaractus mesopotamicus* (Teleostei, Characiformes) females. **Aquaculture International**, v. 26, p. 1083-1094, 2018.

LEITÃO, Natalia et al. The influence of initial feeding on muscle development and growth in pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae. **Aquaculture**, v. 315, n. 1-2, p. 78-85, 2011.

LIMA, Adriana F. et al. Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixes. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília-DF. EMBRAPA**, p. 301-322, 2013.

LIMA, Carlos André S. et al. Socioeconomic and profitability analysis of Tambaqui *Colossoma macropomum* fish farming in the state of Amazonas, Brazil. **Aquaculture Economics & Management**, v. 24, n. 4, p. 406-421, 2020.

LUGERT, Vincent et al. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. **Reviews in aquaculture**, v. 8, n. 1, p. 30-42, 2016.

LUZ, Ronald Kennedy. Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentadas com diferentes dietas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, p. 65-72, 2007.

MAGALHÃES, Sonia B. et al. Não há peixe para pescar neste verão: efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens—o caso Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 37, p. 111-134, 2016.

MARIA, Alexandre Nizio et al. Hormonal induction and semen characteristics of tambaqui *Colossoma macropomum*. **Zygote**, v. 20, n. 1, p. 39-43, 2012.

MELO, Débora Sayumi Doami et al. **Desempenho zootécnico e expressão dos genes miogênicos de pós-larva de *Colossoma macropomum* alimentados com náuplios de artêmia**. 2022. Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.

MOTTA, Jonas Henrique de Souza et al. Technical and economic feasibility of food strategies in the hatchery of *Cyprinus carpio* (Cypriniformes, Cyprinidae) in a recirculating aquaculture system. **Latin american journal of aquatic research**, v. 47, n. 4, p. 626-637, 2019.

MYLONAS, Constantinos C.; ZOHAR, Yonathan. Promoting oocyte maturation, ovulation and spawning in farmed fish. In: **The fish oocyte: from basic studies to biotechnological applications**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. p. 437-474.

OLIVEIRA, Leonnan Carlos Carvalho et al. Feeding strategy induces compensatory growth in *Heros severus* fingerlings, an Amazonian ornamental fish. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100436, 2020.

OLIVOTTO, I. et al. Marine ornamental species culture: From the past to “Finding Dory”. **General and comparative endocrinology**, v. 245, p. 116–121, 2017.

ORFÃO, L. H. Indução da desova e espermiacão de peixes em criações comerciais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 2, p. 192-195, 2013.

PEREIRA, Gilmara Junqueira Machado et al. Indução da desova de curimba (*Prochilodus lineatus*) utilizando eCG E EBHC. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 156-160, 2009.

PEDREIRA, Marcelo Mattos et al. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1144-1150, 2008.

PEIXE, B. R. Anuário peixe BR da piscicultura. São Paulo, **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2022.

PERSON LE RUYET, Jeannine et al. Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey?. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 24, n. 2, p. 211-224, 1993.

PUELLO-CRUZ, Ana C. et al. Growth and survival of siamese fighting fish, *Betta Splendens*, larvae at low salinity and with different diets. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 5, p. 823-828, 2010.

REIS, R. E. et al. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

REIS, Ryuller Gama A. et al. Feed management and stocking density for larviculture of the Amazon ornamental fish L333 king tiger pleco *Hypancistrus* sp.(Siluriformes: Loricariidae). **Aquaculture Research**, v. 52, n. 5, p. 1995-2003, 2021.

RODRIGUEZ, Sérgio Kleinfelder. **Neotectônica e sedimentação quaternária na região de Volta Grande do rio Xingu, Altamira, PA**. 1993. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ROMAGOSA, Elizabeth et al. Pattern of oocyte diameter frequency distribution in females of the pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887)(= *Colossoma mitrei* Berg 1895), induced to spawn. **Aquaculture**, v. 86, n. 1, p. 105-110, 1990.

ROZA DE ABREU, Mariana et al. Reproductive performance of lambari (*Astyanax altiparanae*) in a seminatural system using different protocols. **Aquaculture Research**, v. 52, n. 2, p. 471-483, 2021.

SAINT-PAUL, Ulrich. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2017.

SARIH, Samira et al. High-quality spontaneous spawning in greater amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810) and its comparison with GnRHa implants or injections. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 10, p. 3442-3450, 2018.

SATO, Y. et al. Induced reproductive responses of the neotropical anostomid fish *Leporinus elongatus* Val. under captive breeding. **Aquaculture Research**, v. 31, n. 2, p. 189-193, 2000.

SATO, Y. et al. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**, p. 275-289, 2003.

SENTINELI, Carolina Estephanele et al. **Qualidade ovocitária de tambaqui *Colossoma macropomum* submetidos a regime de restrição alimentar ao longo da estação reprodutiva**. 2021.

SEVIGNANI, D.; et al. Monitoramento da hora-grau necessária para extrusão de ovócitos de reprodutoras de *Colossoma macropomum*. **Sci Electron Arch**, v. 3, p. 57-63, 2020.

SILVA Junior, A et al. **Efeito da proporção sexual e da densidade de estocagem sobre o desempenho reprodutivo do lambari *Astyanax altiparanae* (Characiformes: characidae) em sistema semi-natural**. 2019.

SILVA, M.A. Juliana et al. Características seminais e índices reprodutivos de curimba ("*Prochilodus lineatus*") em diferentes períodos reprodutivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, 2009.

SILVANO, RENATO A. et al. Clean energy and poor people: ecological impacts of hydroelectric dam on fish and fishermen in the Amazon rainforest. In: **V International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development and II International Conference on Landscape Architecture**. p. 139-147, 2009.

SOLIS-MURGAS, L. D. et al. Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 186-191, 2011.

SOUSA, R.G.C.; CASTRO, A.L. Adequação do uso da hora-grau (HG) em horas contínuas para a reprodução de Tambaqui na região do baixo Amazonas. Manaus: **Scientia Amazonia**, v. 3, n.1, 2014.

SOUSA, Raniere Garcez C. et al. Effects of river dams on the fish guilds in the northwest region of the Brazilian Amazon. **Fisheries Research**, v. 243, p. 106091, 2021.

SZABÓ, Tamás; et al. Ovulation induction in nase (*Chondrostoma nasus*, Cyprinidae) using pituitary extract or GnRH analogue combined with domperidone. **Aquaculture**, v. 203, n. 3-4, p. 389-395, 2002.

WINEMILLER, Kirk O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.

WINTERS, G. H.; WHEELER, J. P.; STANSBURY, D. Variability in the reproductive output of spring-spawning herring in the north-west Atlantic. **ICES Journal of Marine Science**, v. 50, n. 1, p. 15-25, 1993.

WOYNAROVICH, E. and HORVÁTH, L., 1980. **The artificial propagation of warm-water finfish: a manual for extension**. Rome: FAO.

YÚFERA, Manuel; DARIAS, M. J. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. **Aquaculture**, v. 268, n. 1-4, p. 53-63, 2007.

ZUANON, Jansen et al. Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu. **Papers do NAEA**, v. 28, n. 2, 2021.

ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 203, p. 69-77, 2000.

ZHOU, Chao et al. Intelligent feeding control methods in aquaculture with an emphasis on fish: a review. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, n. 4, p. 975-993, 2018.

APÊNDICE A – CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA DOS MACHOS DE *M. rubripinnis*.

Durante a pesquisa constatou-se uma característica que difere os machos aptos para reprodução (com alto volume seminal e concentração de espermatozoides), dispõe de uma característica distinta durante a estação reprodutiva, apresentando longos filamentos na nadadeira dorsal.



A= Macho de *M. rubripinnis* durante a estação reprodutiva **B**= Macho de *M. rubripinnis* fora da estação reprodutiva.