



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



**Programa de
Pós-graduação**
em Ecologia e
Conservação da
Biodiversidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

LUCAS DOUGLAS BARROS FONSECA

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

São Luís – MA

2026

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Linha de Pesquisa: Ecologia e conservação da biodiversidade de ambientes aquáticos

Orientador: Profa. Dra. Erivânia Gomes Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Kaio Lopes de Lima

São Luís – MA

2026

LUCAS DOUGLAS BARROS FONSECA

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

Documento de defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, para aprovação no exame de defesa no Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Apresentado em: 29/05/2026

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Erivânia Gomes Teixeira (Orientadora)

Doutora em Engenharia de Pesca
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Prof. Dr. Kaio Lopes de Lima (Co-orientador)

Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Prof. Dr. Elmary da Costa Fraga (Examinador 1)

Doutor em Genética e Biologia Molecular
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias

Profa. Dra. Fabiana Penalva de Melo (Examinadora 2)

Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Fonseca, Lucas Douglas Barros

Caracterização e refrigeração do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes: Sciaenidae): informações básicas para reprodução e conservação da espécie: janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e caracterização do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes:Sciaenidae). / Lucas Douglas Barros Fonseca [et al.]. – São Luis, MA, 2026.

37f

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Estadual do Maranhão, 2026.

Elaborado por Cássia Diniz - CRB 13/910

- *Tudo posso naquele que me fortalece"*

Filipense 4:13

- *Deixe o mundo um pouco melhor do que o encontrou*

Baden-Powell

- *Os povos deste mundo têm de se unir, ou perecerão.*

Robert Oppenheimer

- *Não tentes ser bem-sucedido, tenta antes ser um homem de valor.*

Albert Einstein

- *O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza são domínios em que nos é consentido ficar crianças toda a vida.*

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos nessa caminhada e oportunidades que Ele me proporciona diariamente.

A Universidade Estadual do Maranhão e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão FAPEMA pela formação e financiamento da bolsa de apoio científico e a todo o corpo docente a diretoria e secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Estadual do Maranhão (PPGECB-UEMA), obrigada por todo ensino, aulas de campo e experiências únicas e a engenheira de pesca Jeisa.

Meu agradecimento especial a minha orientadora Professora Dra. Erivânia Gomes Teixeira que me acolheu como orientado no programa e no começo da minha graduação, sempre acreditando em meu trabalho e o quanto posso ir além e ao meu coorientador Professor Dr. Kaio Lopes de Lima que me acompanha na minha trajetória acadêmica deste 2018, em todos os perrengues e nas lutas, sempre acreditando em meu trabalho e ajudando ao máximo para me ver evoluir e ter ajudado muito no mestrado, tanto com mais conhecimento e com a sua força em Cururupu e aos Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos (LARAQUA), Laboratório de Navegação e Investigação Pesqueira (LANAVI), no qual faço parte e desenvolvo minhas pesquisas científicas e a todos os integrantes que me acompanharam na minha trajetória, pelos momentos de descontração, em especial aqueles que me deram um grande suporte.

A reserva extrativista de Cururupu (RESEX) pelo acolhimento e ajuda em Cururupu (Sr^a Mocinha, Srs. Gilberto e Hugo), pelas pessoas que nos recepcionaram tanto em Guimarães como na ilha de Guajerutiua (Mauro, Sr. Luís e Sr^a Eleide) e aos pescadores que nos acompanharam (Srs. Ivair e Jordean).

A minha família, em especial aos meus pais, irmã e namorada Lena Maria Barros Fonseca, José de Ribamar Peixoto Fonseca, Leticia Alana Barros Sousa e Amanda Rafaelle Ferreira Silva que tanto me dão forças e motivação para eu seguir em frente mesmo quando o desânimo tenta me paralisar, palavras não são suficientes para descrever o tamanho da minha gratidão e amor por vocês. Ao movimento escoteiro que acreditaram no meu potencial e sempre estar me fazendo evoluir como profissional e como pessoa.

À minha turma querida (PPGECB 2024). Vocês sem dúvidas tornaram essa etapa mais leve e divertida, terei sempre um enorme carinho por todos! Por fim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, ele só foi possível graças à ajuda de cada um de vocês. Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os peixes representam o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, englobando aproximadamente 37.553 espécies descritas. Dentro da biodiversidade marinha, a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) destaca-se como um recurso estratégico de expressivo valor comercial e ecológico, em especial nas regiões norte e nordeste do Brasil. Apesar de sua importância, a intensa pressão antropogênica provocou um declínio acentuado em seus estoques naturais, elevando seu status na Lista Vermelha da IUCN para Vulnerável (VU). Diante da ameaça de colapso pesqueiro, o desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas surge como ferramenta crucial para a conservação e o cultivo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e refrigerar o sêmen de *C. acoupa*, determinando a janela de viabilidade dos gametas pós-captura sob refrigeração e avaliando os parâmetros físico-químicos e morfológicos do sêmen fresco. O estudo foi conduzido no LARAQUA/UEMA, com 18 exemplares machos capturados na RESEX de Cururupu - MA, utilizando redes de emalhe (malha 200 mm), sob licença ICMBio/SISBio e aprovação do CEUA. Os animais foram eutanasiados por hipotermia, submetidos à biometria e extração das gônadas. Para o teste de viabilidade (n=8), as gônadas foram mantidas sob refrigeração (4 a 6 °C) e o sêmen foi avaliado nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 minutos. Para a caracterização (n=10), avaliou-se a cor, pH, taxa e tempo de motilidade, concentração espermática e morfologia (coloração Rosa Bengala, 200 células/lâmina). Os dados foram analisados via ANOVA e teste de Tukey ($p < 0.05$). Os resultados mostraram: exemplares com peso médio de $11,4 \pm 1,6$ kg e comprimento médio de 87.8 ± 4.7 cm, caracterizando-se como adultos maduros. No ensaio de viabilidade, o sêmen *in natura* (tempo 0 min) exibiu taxas de motilidade superiores a 95% e duração do movimento acima de 5 minutos. Não foram detectadas diferenças estatísticas significativas na taxa de motilidade entre os tempos de 0, 30 e 60 minutos, e aos 90 minutos o sêmen ainda exibiu uma taxa robusta de 76.3%, demonstrando viabilidade prática para o processamento a bordo. A caracterização revelou sêmen de coloração branca e aspecto leitoso, pH de 6.8 e concentração espermática média de 1.75×10^8 cel.mL⁻¹. A análise morfológica demonstrou um índice expressivo de espermatozoides normais ($74.3 \pm 13.5\%$), com anormalidades predominantemente primárias (cauda curta e enrolada) e baixas taxas de alterações secundárias ($8.8 \pm 3.7\%$). Conclui-se que as gônadas masculinas da pescada amarela apresentam uma janela crítica de viabilidade de até 90 minutos sob refrigeração pós-captura, e que os parâmetros físico-químicos e a alta integridade morfológica observados, consolidam dados fundamentais para o refinamento de protocolos de inseminação artificial e criopreservação da espécie.

Palavras-chave: Conservação seminal, Biotecnologia reprodutiva, Sciaenidae, Viabilidade celular.

ABSTRACT

Fish represent the most diverse group of vertebrates on the planet, encompassing approximately 37,553 described species. Within marine biodiversity, the acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) stands out as a strategic resource of significant commercial and ecological value, particularly in the North and Northeast regions of Brazil. Despite its importance, intense anthropogenic pressure has caused a sharp decline in its natural stocks, raising its status on the IUCN Red List to Vulnerable (VU). Faced with the threat of a fishery collapse, the development of reproductive biotechnologies emerges as a crucial tool for conservation and cultivation. The objective of this study was to characterize and refrigerate the semen of *C. acoupa*, determining the post-capture viability window of gametes under refrigeration and evaluating the physicochemical and morphological parameters of fresh semen. The study was conducted at LARAQUA/UEMA, with 18 male specimens captured in the RESEX of Cururupu - MA, using gillnets (200 mm mesh), under an ICMBio/SISBio license and CEUA approval. The animals were euthanized by hypothermia, subjected to biometry, and the gonads were extracted. For the viability test (n=8), the gonads were kept under refrigeration (4 to 6 °C) and the semen was evaluated at 0, 30, 60, 90, 120, and 150 minutes. For characterization (n=10), color, pH, motility rate and duration, sperm concentration, and morphology (Rose Bengal staining, 200 cells/slide) were evaluated. Data were analyzed via ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). The results showed: specimens with a mean weight of 11.4 ± 1.6 kg and a mean length of 87.8 ± 4.7 cm, characterizing them as mature adults. In the viability assay, fresh semen (time 0 min) exhibited motility rates above 90% and movement duration exceeding 5 minutes. No statistically significant differences were detected in the motility rate between 0, 30, and 60 minutes, and at 90 minutes the semen still exhibited a robust rate of 76.3%, demonstrating practical viability for onboard processing. Characterization revealed white semen with a milky appearance, a pH of 6.8, and a mean sperm concentration of 1.75×10^8 cells $\cdot$ mL⁻¹. Morphological analysis demonstrated a high index of normal spermatozoa ($74.3 \pm 13.5\%$), with predominantly primary abnormalities (short and coiled tail) and low rates of secondary alterations ($8.8 \pm 3.7\%$). It is concluded that the male gonads of the acoupa weakfish present a critical viability window of up to 90 minutes under post-capture refrigeration, and that the observed physicochemical parameters and high morphological integrity consolidate fundamental data for the refinement of artificial insemination and cryopreservation protocols for the species.

Keywords: Seminal conservation, Reproductive biotechnology, Sciaenidae, Cellular viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espécime da Pescada amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>)	16
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxa e duração da motilidade do sêmen da pescada amarela em diferentes intervalos de tempo após sua captura e abate.	35
Tabela 2 - Características seminais da pescada amarela, <i>C. acoupa</i> .	35
Tabela 3. Tabela com as médias e desvio padrão de cada tipo de alteração e a avaliação das alterações morfológicas espermáticas de <i>C. acoupa</i> ;	35

LISTA DE SIGLAS

- **ANOVA:** *Analysis of Variance* (Análise de Variância)
- **BTS:** *Beltsville Thawing Solution*
- **CEUA:** Comitê de Ética no Uso de Animais
- **DMSO:** Dimetilsulfóxido
- **FAO:** *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- **FAPEMA:** Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão
- **ICMBio:** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- **IUCN:** *International Union for Conservation of Nature*
- **LANAVI:** Laboratório de Navegação e Investigação Pesqueira
- **LARAQUA:** Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos
- **PPGECB:** Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade
- **RESEX:** Reserva Extrativista
- **REVIZEE:** Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva
- **SISBio:** Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
- **UEMA:** Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE ABREVIATURAS

- ***C. acoupa***: *Cynoscion acoupa*
- **cel mL⁻¹**: Células por mililitro
- **et al.**: colaboradores
- ***L. analis***: *Lutjanus analis*
- ***L. synagris***: *Lutjanus synagris*
- **L₅₀**: Comprimento médio de primeira maturação gonadal
- ***M. liza***: *Mugil liza*
- **nº**: Número
- **sptz**: Espermatozoides
- **VU**: Vulnerável (*Vulnerable*)

LISTA DE SÍMBOLOS

- **%**: Porcentagem
- **°C**: Graus Celsius
- **±**: Mais ou menos (desvio padrão ou erro padrão)
- **X**: Sinal de multiplicação (utilizado em concentrações como $1,75 \times 10^8$)
- **μL**: Microlitro
- **cm**: Centímetro
- **kg**: Quilograma
- **min**: Minutos
- **mL**: Mililitro
- **mm**: Milímetro
- **mOsm/kg**: Miliosmoles por quilograma (osmolaridade)
- **pH**: Potencial hidrogeniônico
- **ppm**: Partes por milhão (utilizado para salinidade)
- **s**: Segundos

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Descrição da Pescada Amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>).....	17
3.2. Viabilidade dos gametas de peixes marinhos	18
3.3. Análise das características físico-químicas dos gametas.....	19
3.4. Desenvolver técnicas de resfriamento do sêmen.	20
REFERENCIAS	21
CAPÍTULO I: Janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e	
caracterização do sêmen de <i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801), (Perciformes:	
Sciaenidae).....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
REFERENCIAS	33

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes são o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, com aproximadamente 37.553 espécies descritas, distribuídos em 515 famílias e 85 ordens (EDMONDSTONE, 2026). Segundo Bond-Buckup et al., (2008); Xavier et al., (2021) os peixes podem ser encontrados em diferentes ambientes aquáticos, sendo 58% de espécies marinhas, 41% de espécies de água doce e 1% anádromas ou catádromas (espécies que migram entre água doce e salgada ao longo da vida).

Dentre das espécies marinhas, a ordem dos Perciformes, a família Sciaenidae engloba um grupo geralmente conhecido como pescada, onde se encontra a pescada amarela (*Cynoscion acoupa* - Lacepède, 1801), tem 78 gêneros e 218 espécies, possuindo uma ampla distribuição, tendo as suas capturas nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016).

A pescada amarela, *C. acoupa*, é uma espécie que apresenta características que se diferenciam dos demais grupos dos Perciformes: dispõe de uma linha lateral que se estende até a margem posterior da nadadeira caudal; parte espinhosa se encontra antes da nadadeira dorsal; parte mole posterior contínua e entre ambos, um entalhe profundo (CASTRO, 2015). A espécie é bastante explorada no litoral brasileiro, devido a sua importância econômica e valor comercial, principalmente entre os estados do Maranhão e Pará (CASTRO, 2015).

De acordo com Almeida et al. (2011), a pescada amarela é explorada principalmente pela pesca artesanal. Estudos relacionados a dinâmica populacional de *C. acoupa* (ALMEIDA et al., 2011) já demonstram uma queda na produção e no tamanho de captura desta espécie.

Segundo REVIZEE (2006), com o aumento da captura da pescada amarela nos últimos anos pelas pequenas e médias embarcações, ocorreu uma queda na produção e no tamanho de captura da espécie. Ainda, considerando o aumento do esforço direcionado para a pescada amarela e a captura de juvenis em áreas estuarinas em função do seu elevado valor comercial, a espécie pode entrar em situação de estoque no limite máximo de exploração, podendo levar, no futuro próximo, o colapso da pescaria da mesma. A pescada amarela está sujeita a riscos de extinção devido a interferências antrópicas nos locais onde ela se reproduz e a uma alta exploração devido à sua alta procura. No entanto, a espécie é relativamente sensível a mudanças bruscas e estresse, o que gera dificuldades na reprodução e poucas informações estão disponíveis sobre as características de produção e biologia da espécie.

Nesse cenário, Almeida et al. (2011) apontam que a expansão da atividade pesqueira, impulsionada pelo aumento da frota e pela redução da malha utilizada, de 200 para 100 mm, agrava a vulnerabilidade da pescada amarela. Os citados autores, destacam como alternativas para mitigar a pressão sobre os estoques naturais, investigações sobre a viabilidade de gametas pós-captura e a caracterização seminal são fundamentais, visando fornecer subsídios vitais para otimizar a reprodução artificial e a criopreservação de *C. acoupa*, viabilizando a criação de bancos genéticos que garantam a conservação da espécie e sirvam de modelo para outros membros do gênero.

A conservação seminal por períodos curtos ou prolongados, constitui uma ferramenta estratégica para a manutenção da viabilidade e da diversidade genética das populações. No entanto, a aplicação dessas técnicas exige rigor metodológico, uma vez que as células espermáticas são sensíveis a danos por choque térmico, os quais podem comprometer a motilidade e a capacidade de fertilização; especificamente para a pescada amarela, ainda se observa carência de estudos (CAROLSFELD et al., 2003; VIVEIROS e GODINHO, 2009; SILVA e GUERRA, 2011; CASTRO, 2015).

Com a diminuição dos estoques pesqueiros pela superexploração, é de suma importância o investimento na piscicultura, pois o cultivo e a reprodução em cativeiro é uma possibilidade para contribuir na redução da exploração em ambientes naturais, ajudando a conservação do ambiente aquático, o crescimento da produção aquícola e a implantação de projetos de preservação da biodiversidade com o repovoamento (LOPÉZ, 2005).

Diante do exposto e pela deficiência de pesquisas referentes ao tema proposto, surgiu o interesse em realizar o estudo de viabilidade e conservação dos gametas da pescada amarela. Desta forma, acredita-se que a presente pesquisa tem uma grande importância científica, ambiental e econômica, podendo contribuir para criação de um pacote de reprodução, produção em cativeiro, vindo a subsidiar tecnologias para reprodução, manutenção e engorda da pescada amarela em cativeiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Desenvolver protocolos de biotecnologia reprodutiva para a pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*), por meio da caracterização espermática e do estabelecimento de técnicas de conservação a curto prazo, visando subsidiar estratégias de manejo sustentável e preservação do patrimônio genético da espécie.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar o tempo de viabilidade dos gametas do *C. acoupa* pós-captura, por meio da refrigeração;
- Caracterizar o sêmen da pescada amarela (pH, % sptz, tempo de motilidade e morfologia do sêmen).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Descrição da Pescada Amarela (*Cynoscion acoupa*)

A pescada amarela, *Cynoscion acoupa*, descrita por Lacepède em 1801, pertencente à família Sciaenidae, é amplamente reconhecida como uma das espécies de maior relevância tanto ecológica quanto comercial no cenário pesqueiro atual e na região da Ilha de Upaon-Açu, no Maranhão, este scianídeo destaca-se não apenas pela excelência de sua carne, mas também pela importância estratégica de sua bexiga natatória, vulgarmente conhecida como "grude", sendo esse subproduto constitui uma matéria-prima valiosa no comércio internacional para a produção de emulsificantes e clarificantes, o que eleva significativamente o valor de mercado da espécie (Cervigón et al., 1992; Santana et al., 2019).

Morfologicamente, o *C. acoupa* caracteriza-se por possuir um corpo alongado e levemente comprimido lateralmente, apresentando como traço diagnóstico fundamental para sua identificação o padrão de escamas do tipo ciclóides (lisas) na cabeça e ctenóides (ásperas) no corpo e adicionalmente, a espécie distingue-se de táxons morfologicamente semelhantes, como a pescada-gó (*Macrodon ancylodon*), por não apresentar dentes caninos em forma de seta (Santana et al., 2019).

Quanto à sua estrutura de barbatanas, a espécie apresenta barbatana dorsal anterior composta por 10 espinhos, dorsal posterior com apenas um espinho e aproximadamente 17 a 22 raios, barbatana anal com dois espinhos e sete a oito raios, e caudal de formato romboide, sendo esta duplamente emarginada (Figura 1) (Santana et al., 2019).

Figura 1: Espécime da Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*)



Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tais características sustentam sua ampla distribuição no Atlântico Ocidental, que se estende desde as áreas estuarinas do Lago Maracaibo, na Venezuela, até o sul do Brasil, embora ocorra em águas tropicais e subtropicais ao longo de todo o litoral brasileiro, registros adicionais indicam sua presença no Golfo da Venezuela e nas costas caribenhas

da Colômbia e do Panamá, áreas que ainda carecem de verificações taxonômicas mais rigorosas (Cervigón et al., 1992; Chao et al., 2021; Holanda & Silva, 2023).

Ecologicamente, a pescada amarela é classificada como integrante da denominada "Zona da Pescada Amarela", uma faixa costeira de baixa profundidade caracterizada pela forte influência de águas salobras e substrato predominantemente lamoso, essas áreas estuarinas, especialmente próximas a deltas de grandes rios como o Orinoco e o Amazonas, são críticas para o ciclo de vida da espécie: enquanto os juvenis utilizam essas águas ricas em nutrientes para alimentação e crescimento inicial, os adultos e espécimes eurialinos aproximam-se destas zonas durante as épocas de reprodução, reforçando o papel ecológico da espécie na interface entre ecossistemas continentais e marinhos (Cervigón et al., 1992; Chao et al., 2021).

Contudo, o status de conservação de *C. acoupa* sofreu alterações drásticas na última década devido à intensa pressão antropogênica e segundo a Lista Vermelha da IUCN, a espécie era classificada em 2010 como "Pouco Preocupante" (LC), mas foi reclassificada em 2019 como Vulnerável (VU) após evidências de declínio acentuado nos estoques naturais (Oliveira et al., 2020; Chao et al., 2021; Santana et al., 2023).

A exploração é realizada predominantemente por pescarias artesanais — com o uso de redes de emalhe, palangre e linha — mas também pela indústria. Embora a produção ocorra durante todo o ano, ela se intensifica significativamente no período chuvoso, especificamente nos meses de março, junho e dezembro. Este pico coincide com a época de desova, momento em que espécimes maduros, que podem ultrapassar os 78 cm de comprimento, aproximam-se da costa e tornam-se extremamente vulneráveis à captura (Oliveira, 2018; Santana et al., 2019; Santana et al., 2023).

Diante deste cenário, a carência de dados contínuos sobre a biologia, o crescimento e a reprodução da espécie impossibilitam uma avaliação precisa dos estoques, o que pode comprometer a sustentabilidade do recurso e torna essencial o direcionamento de pesquisas que fundamentem tomadas de decisão sobre o manejo de *C. acoupa* (Oliveira et al., 2020).

3.2. Viabilidade dos gametas de peixes marinhos

A viabilidade dos gametas é o parâmetro fundamental que determina a eficiência da fertilização e a capacidade de manutenção de estoques em programas de reprodução assistida. Para espécies marinhas, o sucesso da fecundação depende da manutenção da integridade celular e da capacidade de ativação dos espermatozoides em contato com a água do mar (OTSUBO, 2010). A conservação desses gametas, seja por resfriamento ou

criopreservação, visa estender essa viabilidade para além do curto período de vida observado após a coleta, permitindo a sincronização entre a desova de fêmeas e a disponibilidade de sêmen (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

A avaliação da viabilidade pode ser realizada de forma indireta pela motilidade ou de forma direta através de testes de integridade de membrana. Em peixes marinhos como a tainha (*Mugil liza*), a viabilidade do sêmen fresco é tipicamente muito alta, com taxas de motilidade que frequentemente superam 95%, servindo como um indicador de que o material biológico possui vigor suficiente para os processos de conservação a longo prazo (OTSUBO, 2010). Células que perdem a integridade da membrana são consideradas inviáveis, pois perdem a capacidade de manter o equilíbrio osmótico e de gerar energia para o movimento flagelar (CARNEIRO et al., 2012).

Além do aspecto produtivo, a manutenção da viabilidade espermática é essencial para a conservação da biodiversidade. A formação de bancos de germoplasma *ex situ* garante que o material genético de espécies marinhas sob pressão de pesca ou degradação ambiental seja preservado de forma estável (CARNEIRO et al., 2012). Portanto, o desenvolvimento de protocolos que garantam altas taxas de sobrevivência celular é o pilar central para o avanço da aquicultura marinha sustentável (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

3.3. Análise das características físico-químicas dos gametas

A caracterização seminal é o primeiro passo para o manejo reprodutivo eficiente, permitindo identificar o potencial de cada reprodutor e ajustar as técnicas de diluição (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024).

- **pH e Osmolaridade:** O plasma seminal de teleósteos geralmente possui um pH levemente alcalino, em torno de 7,0 a 8,5, o que é crucial para manter a viabilidade celular durante o armazenamento. Em espécies marinhas, o uso de soluções diluidoras que mantêm o pH próximo a 8,2 é comum para mimetizar as condições fisiológicas (CARNEIRO et al., 2012). A osmolaridade desempenha um papel determinante no estado de quiescência; o sêmen é mantido inativo no ducto espermático devido à isotonicidade com o plasma seminal (aprox. 300-350 mOsm/kg). A ativação só ocorre quando há uma mudança brusca nessa pressão osmótica ao contato com o meio externo (CARNEIRO et al., 2012).
- **% de Espermatozoides (Motilidade):** A motilidade (porcentagem de espermatozoides ativos) é o critério de qualidade mais utilizado na rotina laboratorial. Recomenda-se que apenas amostras com motilidade superior a 80% sejam utilizadas em protocolos de

criopreservação para garantir resultados satisfatórios pós-descongelamento (CARNEIRO et al., 2012; FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024).

- **Tempo de Motilidade:** O tempo de motilidade é a duração do movimento desde a ativação até a cessação do batimento. Em peixes marinhos, esse tempo é notavelmente superior ao de espécies de água doce; na tainha, a motilidade pode durar cerca de 455 segundos em sêmen fresco, podendo ser prolongada em amostras criopreservadas devido a alterações na dinâmica celular (OTSUBO, 2010).

Salinidade de ativação: Para peixes marinhos, a salinidade do meio externo é o gatilho para a ativação espermática. O choque osmótico provocado pela água do mar (hipertonicidade) inicia o metabolismo flagelar. Estudos indicam que a ativação plena ocorre em salinidades próximas a 35 ppm, sendo este um fator crítico para o sucesso da inseminação artificial em ambiente de laboratório (OTSUBO, 2010).

3.4. Desenvolver técnicas de resfriamento do sêmen.

O resfriamento de sêmen é uma técnica de conservação a curto prazo que visa reduzir a taxa metabólica celular e o crescimento bacteriano, mantendo as células viáveis em temperaturas entre 0 °C e 4 °C e diferente da criopreservação, o resfriamento não envolve a formação de cristais de gelo, o que simplifica o processo, permitindo que o sêmen seja transportado ou armazenado por períodos que variam de algumas horas a poucos dias (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024; SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

Para o sucesso desta técnica, é indispensável a utilização de soluções diluidores (extensores) que forneçam suporte energético (glicose) e tamponamento de pH. O uso de diluidores como o Ringer marinho ou o BTS (*Beltsville Thawing Solution*) adaptado ajuda a manter a pressão osmótica e a evitar a ativação precoce das células durante o armazenamento refrigerado (CARNEIRO et al., 2012). O sêmen deve ser mantido em recipientes térmicos com controle rigoroso de temperatura, pois oscilações podem causar choques térmicos letais às membranas espermáticas (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

Além de sua aplicação isolada, o resfriamento é uma etapa técnica obrigatória nos protocolos de criopreservação, conhecida como tempo de equilíbrio. Durante este período, o sêmen diluído com agentes crioprotetores (como DMSO ou metanol) permanece sob refrigeração para que o protetor penetre na célula e exerça sua função de estabilização das proteínas e membranas antes da imersão em nitrogênio líquido a -196 °C (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024; CARNEIRO et al., 2012).

REFERENCIAS

- ALMEIDA, Z. da S. de; ISAAC, V. J.; SANTOS, N. B.; PAZ, A. C. Sustentabilidade dos sistemas de produção pesqueira maranhense. *In: Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2011. p. 25-40.
- ALMEIDA, Z. da S. de et al. Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 1, p. 46-54, 2016. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p46-54.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.; DREIER, C. Biodiversidade dos campos de cima da serra. Porto Alegre: Libretos, 2008. 196 p.: il.
- CARNEIRO, P. C. F. et al. Cryopreservation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) semen: extenders, cryoprotectants, dilution ratios and freezing methods. **CryoLetters**, v. 33, n. 5, p. 385-393, 2012.
- CAROLSFELD J., GODINHO H. P., ZANIBONI FILHO E., HARVEY B. J. (2003) Cryopreservation of sperm in Brazilian migratory fish conservation. *J Fish Biol* 63:472–489. doi:[10.1046/j.1095-8649.2003.00170.x](https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00170.x)
- CASTRO, J. de J. P. **Conservação do sêmen de pescada amarela, *Cynoscion acoupa***. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- CERVIGÓN, F. et al. **Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America**. 513p., 40 plates. 1992.
- CHAO, N. L. *et al.* A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure: extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). **Global Ecology and Conservation**, v. 4, p. 117-126, 2015.
- EDMONDSTONE, M.. **New Species 2025**: the freshwater fish species described in 2025. London: SHOAL, 2026. 72 p. (Report 5). Disponível em: <https://shoalconservation.org/new-species-2025/>. Acesso em: 11 mai. 2026.
- FELIZARDO, V. de O. et al. Manejo reprodutivo da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*): congelamento de sêmen e taxas de fertilidade. 2008.
- HOLANDA, F. C. A. F., & Silva, E. M. D. (2023). A Pesca da pescada amarela *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801) - Existe relação entre produção, tamanho da embarcação, apetrecho de pesca e pluviosidade?
- LÓPEZ, C. M. **Crescimento de larvas de cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*) Spix e Agassiz, 1829 (Osteichthyies: Siluriformes, Loricariidae), submetidos a diferentes**

- dietas alimentares.** 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.
- OLIVEIRA, C. D. L. D. (2018). Idade e Crescimento da Pescada amarela, *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801) (Perciformes, Sciaenidae), capturada no litoral ocidental do Maranhão, Brasil.
- OLIVEIRA, C. D. et al. (2020). Biology and fishery of Acoupa Weakfish *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801): a review. *Neotropical Biology and Conservation*, 15(3), 333-349.
- OTSUBO, R. I. . **Inseminação artificial da tainha *Mugil liza* com a utilização de sêmen fresco e criopreservado.** 2010. Tese de Doutorado. Tese de Mestrado em Aquicultura e Pesca. São Paulo.
- PERIUS, P. R. **Diferentes temperaturas e tempos de armazenamento do sêmen de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*).** 2024. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024.
- REVIZEE. Recursos pesqueiros da Região Norte. *In*: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva:** relatório executivo. Brasília, DF: MMA, 2006.
- SALMITO-VANDERLEY, C. S. B., ALMEIDA-MONTEIRO, P. S. D., & NASCIMENTO, R. V. (2016). Tecnologia de conservação de sêmen de peixes: resfriamento, congelamento e uso de antioxidantes. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, 40(4), 194-199.
- SANTANA, F. M. et al. (2023). Age and growth of the Acoupa Weakfish (*Cynoscion acoupa*) of the Brazilian Amazonian Coast, through micro and macrostructures in otoliths. *Fisheries Research*, 268, 106826.
- SANTANA, T. C. et al. **An illustrated guide to commercial teleost fishes from Upaon-Açu Island, Brazil.** São Luís: Editora UEMA, 2019.
- SANTANA, T. C. et al. (2019). An illustrated guide to commercial teleost fishes from Upaon-Açu Island, Brazil. *Editora UEMA, São Luís*.
- SILVA, S. V.; GUERRA, M. M. P. Efeitos da criopreservação sobre as células espermáticas e alternativas para redução das crioinjúrias. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 4, p. 370-384, 2011.

VIVEIROS, A. T. de M.; GODINHO, H. P.. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, n. 1, p. 137-150, 2009.

XAVIER, L. G. et al. **Lista de peixes marinhos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará, 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/peixes/>. Acesso em: 16 set. 2025.

CAPÍTULO I

Janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e caracterização do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes: Sciaenidae)

*Lucas Douglas Barros Fonseca; 4Marcio Antônio Sales de Melo Junior; 2Orlyane Karla Da Silva Pinheiro; 4 João Vitor Neves Duarte; 3Jorgelia de Jesus Pinto Castro; 2Kaio Lopes de Lima; 2Erivânia Gomes Teixeira

*Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Programa de Pós-graduação Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPG-ECB), Brasil. E-mail: lucas.douglas.fonseca@gmail.com. Autor para correspondência. 2Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias (CCA). São Luís, MA, Brasil. 3 Universidade Federal do Maranhão, Campus Pinheiro (UFMA), Centro de Ciências de Pinheiro – CCPI. 4 Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Programa de Pós-graduação Produção Animal. São Luís, MA, Brasil.

RESUMO

A pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) pertence aos Sciaenidae, se destacando pelo seu valor comercial e vulnerabilidade ecológica. Avaliou-se a viabilidade e características seminais de dezoito machos maduros (peso-comprimento: $11,4 \pm 1,6$ kg; $87,8 \pm 4,7$ cm), capturados na RESEX de Cururupu em Cururupu - MA, utilizando redes de malha 200 mm, analisados no LARAQUA/UEMA. As gônadas foram extraídas e estocadas sob refrigeração (4-6 °C). Os dados foram analisados via ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). No teste de viabilidade ($n=8$), avaliado nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 minutos pós-captura, o sêmen *in natura* (0 min) ativado em água do mar apresentou motilidade superior a 95% por mais de 5 minutos. Não houve diferença estatística significativa na motilidade até os 60 minutos, mantendo-se estáveis em 76,3% aos 90 minutos, que viabiliza o manejo seguro a bordo. Na caracterização espermática ($n=10$), o sêmen apresentou coloração branca, aspecto leitoso, pH de 6,8 e concentração média de $1,75 \times 10^8$ cel. mL⁻¹. A análise morfológica (coloração Rosa Bengala; 200 células por lâmina) indicou expressivos $74,3 \pm 13,5\%$ de espermatozoides normais. As anormalidades observadas foram majoritariamente primárias, com predominância de cauda curta e enrolada, enquanto as alterações secundárias somaram apenas $8,8 \pm 3,7\%$, validando a inocuidade do protocolo de coleta. Conclui-se que o sêmen de *C. acoupa* possui alta integridade celular e uma janela crítica de viabilidade pós-captura de até 90 minutos sob refrigeração, gerando subsídios cruciais para a otimização de protocolos de reprodução artificial e criopreservação.

Palavras-chaves: Conservação seminal, Biotecnologia reprodutiva, Sciaenidae, Viabilidade celular.

ABSTRACT

The acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) belongs to the Sciaenidae family, standing out for its commercial value and ecological vulnerability. The viability and seminal characteristics of eighteen mature males (weight-length: 11.4 ± 1.6 kg; 87.8 ± 4.7 cm) captured in the RESEX of Cururupu in Cururupu - MA, using 200 mm mesh nets, and analyzed at LARAQUA/UEMA, were evaluated. The gonads were extracted and stored under refrigeration (4–6 °C). Data were analyzed via ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). In the viability test ($n=8$), evaluated at 0, 30, 60, 90, 120, and 150 minutes post-capture, the fresh semen (0 min) activated in seawater exhibited motility greater than 95% for more than 5 minutes. There was no statistically significant difference in motility up to 60 minutes, remaining stable at 76.3% at 90 minutes, which enables safe handling onboard. In the sperm characterization ($n=10$), the semen presented a white color, milky appearance, pH of 6.8, and a mean concentration of 1.75×10^8 cells $\cdot$ mL⁻¹. Morphological analysis (Rose Bengal staining; 200 cells per slide) indicated a high percentage of normal spermatozoa ($74.3 \pm 13.5\%$). The observed abnormalities were mostly primary, with a predominance of short and coiled tails, while secondary alterations accounted for only $8.8 \pm 3.7\%$, validating the harmlessness of the collection protocol. It is concluded that *C. acoupa* semen possesses high cellular integrity and a critical post-capture viability window of up to 90 minutes under refrigeration, providing crucial insights for the optimization of artificial reproduction and cryopreservation protocols.

Keywords: Seminal conservation, Reproductive biotechnology, Sciaenidae, Cellular viability.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes constituem o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, com aproximadamente 37.553 espécies descritas, das quais 51% habitam ambientes marinhos (EDMONDSTONE, 2026). Nesse cenário, destaca-se a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), pertencente à família Sciaenidae, uma espécie de elevado valor comercial e ampla distribuição nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (BOND-BUCKUP et al., 2008; FROESE & PAULY, 2010; CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016). Contudo, essa relevância econômica impulsionou uma superexploração pesqueira, especialmente pela frota artesanal, resultando em uma queda expressiva na produção e no tamanho médio dos exemplares capturados e tal panorama agrava o risco de colapso dos estoques naturais no futuro próximo, evidenciando a necessidade urgente de estratégias de manejo (ALMEIDA et al., 2011).

Diante da escassez dos recursos naturais, a piscicultura consolida-se como uma via estratégica para a conservação e produção, exigindo o domínio da biologia reprodutiva para a consolidação de pacotes tecnológicos (LÓPEZ, 2005; FAO, 2020). Nesse sentido, o avanço biotecnológico na área fundamenta-se na preservação seminal por meio do resfriamento, acontecendo entre 4 °C a 6 °C para a manutenção temporária, processo no qual a caracterização de parâmetros como concentração, motilidade e morfologia torna-se crucial, visto que a variabilidade individual, sendo influenciada por fatores nutricionais, genéticos e etários, determina tanto a eficiência da conservação quanto o sucesso da fertilização (MAGNOTTI et al., 2023).

O desenvolvimento desses protocolos tem se mostrado eficaz para a conservação de espécies sobre-explotadas, como a tainha (*Mugil liza*) e outros teleósteos marinhos como *C. nebulosus* e *Menticirrhus americanus* (WAYMAN et al., 1996; RURANGAWA et al., 2004; NAKAYAMA, 2011; MAGNOTTI et al., 2017). A preservação por refrigeração, especificamente, destaca-se por reduzir o metabolismo celular e manter a viabilidade espermática sem a obrigatoriedade de indução hormonal simultânea entre machos e fêmeas (CARNEIRO et al., 2006; DIGMAYER et al., 2009). A eficácia desta técnica é otimizada pelo controle rigoroso da temperatura, uso de diluentes e, em certos casos, pelo armazenamento em atmosfera de 100% de oxigênio (SANCHES E CERQUEIRA, 2010; SANCHES E CERQUEIRA, 2011).

Entretanto, apesar dos avanços em diversos Sciaenídeos, o conhecimento sobre os parâmetros seminais e protocolos de conservação para *C. acoupa* ainda é escasso e o desconhecimento desses aspectos representa um obstáculo crítico para o desenvolvimento

de seu cultivo em cativeiro (CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016; ALVES, 2016; SANTOS, 2017).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos (LARAQUA), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), e contou com o apoio da Reserva Extrativista (RESEX) de Cururupu, situada no litoral Ocidental do estado do Maranhão, no município de Cururupu, a 156 km da capital. Foram realizados dois embarques no mês de março de 2026 para a coleta do material biológico, nos quais foram capturados 18 exemplares de pescada amarela com uso de rede de emalhe (malhão), com abertura de malha de 200 mm. No primeiro embarque, foram capturados oito exemplares e no segundo embarque, foram 10 exemplares, sob a licença ICMBio/SISBio nº 103946-1 e pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Maranhão (protocolo nº 01200.002200/2015-06 / 449), assegurando a observância das normas de bem-estar animal. Os peixes capturados foram eutanasiados por hipotermia, submetidos à biometria, e suas gônadas foram retiradas por meio de incisão ventral.

Tempo de viabilidade dos gametas do *C. acoupa* pós-captura

Para determinar a janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura, foram usados os peixes capturados no primeiro embarque (8 exemplares). As gônadas retiradas foram depositadas individualmente em placas de Petri identificadas separadamente, e estocadas sob refrigeração em caixa isotérmica (4 a 6°C).

O sêmen presente nas gônadas resfriadas foi avaliado imediatamente após a coleta (0 min) e nos tempos 30 min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min após a captura. As características observadas para indicar a qualidade do sêmen foram a duração da motilidade e a taxa de motilidade. Esses parâmetros foram aferidos simultaneamente, na mesma lâmina, por um único observador, usando um único campo focal selecionado aleatoriamente e mesma intensidade de luz conforme metodologia de SANCHES E CERQUEIRA (2011). A taxa de motilidade foi estimada subjetivamente, com registro da porcentagem de espermatozoides em deslocamento, observados no campo microscópico e a duração da motilidade foi cronometrada do momento inicial da ativação até que todas as células se tornaram imóveis (VETTORAZZI et al, 2010).

A ativação do sêmen foi realizada mediante diluição de 1:1 conforme metodologia de SANCHES et al. 2008; TIBA et al. 2009 e SANCHES E CERQUEIRA, 2011 em água marinha (salinidade 35) (15 µL de sêmen:15 µL de água) e observada em microscópio óptico (ZEISS, Primo Star), com ampliação de 200x.

Caracterização físico-químicas dos gametas

Os peixes capturados no segundo embarque foram usados para a caracterização espermática. As amostras de sêmen (10 amostras) foram coletadas mediante incisão na gônada, com suave pressão e auxílio de micropipeta de 250 µL. O sêmen coletado foi depositado em microtubos com capacidade para 2 mL, armazenado sob refrigeração (4 a 6°C) para realização das seguintes análises:

A coloração do sêmen foi avaliada usando um escore de um a três, em que um representa branca leitosa, dois branca aquosa e três amarelo-cítrico (MATAVELI et al., 2007; FRANÇA et al., 2022).

O pH foi obtido por deposição de 20 µL de sêmen sobre fita indicadora de pH (Merck KGaA®) e visualmente verificado numa escala de 0 -14, de acordo com o fabricante.

A taxa de motilidade espermática foi avaliada com 2 µL de sêmen de cada animal, verificada em lâmina sob microscópio (ZEISS, Primo Star; 200X), por uma única pessoa, em um campo de visão selecionado aleatoriamente e intensidade de luz constante. A taxa de motilidade foi calculada subjetivamente por um único observador (SANCHEZ et al, 2024). Como ativador foi usada a água do ambiente de captura dos peixes, cuja salinidade foi de 29.

Para a determinação da concentração espermática, o sêmen foi primeiramente fixado em solução salina com formalina (1%), na proporção de 1:100 µL (sêmen: fixador). A contagem das células foi realizada em câmara de Neubauer usando um microscópio de luz convencional (400X, ZEISS Primo Star) (MARIA et al., 2011), em triplicata e calculado de acordo com CBRA (1998).

A morfologia espermática foi analisada com a deposição de 15 µL da amostra em lâmina com acréscimo de 0,5 µL de solução de rosa bengala (proporção 1:30, corante:sêmen fixado) conforme metodologia de MARIA et al. (2017). A leitura foi realizada em microscópio (ZEISS Prime Star), utilizando a objetiva de 40x, interrompendo-se a varredura da lâmina quando a contagem atingiu média de 200 células. As anomalias espermáticas foram classificadas como primárias ou secundárias, conforme metodologia adaptadas de MILIORINI et al. (2011) e KAVAMOTO (1999). Os dados foram obtidos pela soma total das alterações identificadas e apresentados em valor percentual total.

Análise estatística

As médias foram analisadas pela Análise de Variância (ANOVA), e quando encontradas diferenças significativas entre as médias foi aplicado o teste de Tukey. Os

dados foram expressos em médias $\pm$ desvio padrão. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R Studio em nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os peixes capturados apresentaram peso médio de $11,4 \pm 1,6$ kg com comprimento médio de $87,8 \pm 4,7$ cm, portanto todos estavam maduros, condição que possibilita a coleta de sêmen de boa qualidade. O desenvolvimento das gônadas acontece quando o peixe atinge a maturidade sexual, e a eficiência na reprodução pode variar em função da idade reprodutiva das espécies. De acordo com SOLIS-MURGAS et al. (2011), para a coleta de sêmen, recomenda-se o uso de peixes que estão entre o 2º e 5º ano de reprodução, pois estão em seu melhor período reprodutivo. Na presente pesquisa, todos os espécimes machos capturados e usados no experimento estavam maduros apresentaram características que indicam terem mais de dois anos de reprodução, tendo em vista que, espécimes machos de pescada amarela tem sua primeira maturação (L_{50}) com aproximadamente 40 cm de comprimento total (ALMEIDA *et al.*, 2016; ESPINOSA, 1972).

Os resultados referentes ao tempo de viabilidade do sêmen de *C. acoupa* após a captura, estão dispostos na tabela 1. A taxa de motilidade do sêmen da pescada amarela apresentou, após a captura (tempo inicial), a melhor média de taxa de motilidade, com tempo de motilidade superior a 5 minutos.

Houve uma queda gradual tanto na taxa de motilidade quanto no tempo de motilidade das amostras mantidas sob refrigeração, porém não foi observada diferença significativa entre os tempos 0 min, 30 min e 60 min para a taxa de motilidade, que aos 90 minutos ainda apresentava uma taxa de 76,3 % sem diferença em relação a taxa registrada para 60 minutos. O tempo de motilidade também foi semelhante até a observação de 60 minutos. Esses resultados são superiores aos encontrados por VETTORAZZI et al. (2010), para gônadas resfriadas de *Lutjanus synagris* que registraram uma perda considerável, 40 minutos depois de refrigeradas, tanto em taxa quanto em duração da motilidade. Para *Lutjanus analis*, SANCHES E CERQUEIRA (2011), registraram taxa de motilidade de 100% com duração da motilidade de 174 ± 29 s. Segundo esses autores, as variações de características seminais podem acontecer entre as espécies de peixes, pois cada grupo possui suas particularidades.

Os resultados deste estudo são especialmente relevantes, uma vez que demonstrou a viabilidade da utilização do sêmen da pescada amarela até 90 minutos após sua captura, mantidas sob refrigeração, favorecendo sua manipulação segura dentro desse intervalo de

tempo. Esse tempo é explicado, considerando que, muitas vezes a pescada é aberta ainda durante a pescaria, para a retirada do grude (bexiga natatória) que costuma ser comercializada separadamente, indicando que as gônadas também são retiradas juntamente com o restante das vísceras quando o peixe é aberto ainda na embarcação.

Quanto às características, o sêmen da pescada amarela apresentou coloração branco e aspecto leitoso, essas características, conforme MATAVELI et al. (2007), podem estar relacionadas tanto ao pH quanto a concentração, que nessa pesquisa foram de 6.8 e $1,75 \times 10^8$ cel mL⁻¹, respectivamente (Tabela 2). O pH do sêmen do peixe pode apresentar variações entre as espécies podendo variar de ácido à alcalino, além de provavelmente apresentar um gradiente de pH no espermatozoide quiescente, com um pH intracelular mais ácido do que o pH extracelular (PÉREZ et al., 2022). Nessa pesquisa a concentração foi inferior a $2,5 \pm 1,5 \times 10^{10}$ cel mL⁻¹, encontrada para *Mugil liza*, (MAGNOTTI et al., 2018), a $2,6 \times 10^9$ células mL⁻¹, registrada para *L. analis* (SANCHES E CERQUEIRA, 2011) e superior a $1,0 \times 10^9$ células mL⁻¹, encontradas para *Lutjanus campechanus* (RILEY et al., 2004). As variações na concentração espermática podem acontecer em função da idade dos peixes, da espécie e de fatores ambientais (SANCHES E CERQUEIRA, 2011).

Nesse trabalho a duração da motilidade para a pescada amarela foi superior a cinco minutos e mais de 95% de taxa de motilidade, mostrando a boa qualidade do sêmen coletado. GODINHO E VIVEIROS (2009) afirmaram que a taxa de motilidade é um importante parâmetro na avaliação da qualidade espermática, pois está relacionado a sua capacidade de fertilização (LAHNSTEINER et al., 2010). Em outras espécies marinhas observadas, a taxa e a duração da motilidade do sêmen *in natura* foram respectivamente, de 100% e 137 s para *Lutjanus synagris* (SANCHES E CERQUEIRA 2010), de 100% e 174 s, para *L. analis* (SANCHES E CERQUEIRA, 2011), de 90% e 3.060 segundos para *Epinephelus marginatus* (SILVA E SANCHES, 2018) e de 93 % e 343 s para *M. liza* (MAGNOTTI et al., 2022).

A morfologia espermática do *C. acoupa* (Tabela 3), indicou $74,3 \pm 13,5$ de espermatozoides normais. Essa baixa frequência de alterações indica que os peixes capturados apresentaram boa capacidade reprodutiva, tendo em vista que a qualidade morfológica influencia o vigor espermático, a motilidade e o sucesso da fertilização (ARRUDA et al., 2011; LAHNSTEINER et al., 1998; COSSON et al., 1999). Valores inferiores foram encontrados por FRANÇA et al. (2022) para *Trachelyopterus galeatus*

($70,6 \pm 0,65$), por FERNANDES *et al.* (2020), para *Prochilodus lacustris* ($62,0 \pm 11,1\%$) e por BENATO *et al.* (2023) para *Pogonia courbina* ($35,6 \pm 6,1\%$).

A maioria das alterações encontradas foram primárias, com destaque para a cauda curta, seguida de cauda enrolada. Fatores como nutrição, idade dos peixes, manejo durante a coleta e métodos de coloração podem ser relacionados às alterações morfológicas (FERNANDES *et al.*, 2020), sendo as secundárias ligadas ao manejo e às metodologias aplicadas. Nesse trabalho as alterações secundárias somaram $8,8\% \pm 3,7\%$, sugerindo que o processo de coleta, de manejo e método de coloração não promoveram grande taxa de alteração morfológica.

4. CONCLUSÃO

A janela de viabilidade durante a qual as gônadas masculinas da pescada amarela apresentam gametas de boa qualidade é crucial, pois indica a possibilidade de utilização desses gametas após a captura. Esse achado sugere que, assim como a bexiga natatória, as gônadas podem ser coletadas a bordo e armazenadas sob refrigeração para uso posterior.

A caracterização do sêmen da pescada amarela representa um avanço significativo no desenvolvimento de protocolos de criopreservação, bem como na reprodução *in vitro*. A boa qualidade seminal observada neste estudo, por meio de suas características, fornece subsídios valiosos para as etapas subsequentes desses processos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à minha família, especialmente aos meus pais e à minha irmã, pelo apoio e motivação constantes. À UEMA e à FAPEMA pelo suporte institucional e financeiro (bolsa). Um agradecimento especial aos meus orientadores, Dra. Erivânia Gomes Teixeira e Dr. Kaio Lopes de Lima, pela confiança e mentoria desde a graduação, e à engenheira Jeisa. Sou grato à RESEX de Cururupu, aos pescadores e às comunidades locais pela receptividade e auxílio fundamental no campo. Estendo meus agradecimentos aos laboratórios LARAQUA e LANAVI, aos colegas do PPGECEB 2024 e ao movimento escoteiro, que contribuíram significativamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os patrocinadores de financiamento não tiveram nenhum papel no design do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito e na decisão de publicar os resultados.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE BIOÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Foram submetidos e aprovados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/Sistema de Autorização e Informação e Biodiversidade - SISBIO, sob o protocolo de número 103946-1.

DECLARAÇÃO DE USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Durante a preparação deste trabalho, os autores usaram o GEMINI para melhorar o estilo de escrita e verificar gramática e ortografia. Após o uso dessa ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, Z. da S. de; ISAAC, V. J.; SANTOS, N. B.; PAZ, A. C. Sustentabilidade dos sistemas de produção pesqueira maranhense. *In: Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2011. p. 25-40.
- ALMEIDA, Z. da S. de; SANTOS, N. B.; SOUSA, H. L.; NETA, R.; N. F. C.; ANDRADE, T. de S. de O. M. Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. *Biota Amazônia*, Macapá, 2016, v. 6, n. 1, p. 46-54, 28 jan. 2016. DOI: 10.18561/. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- ALVES, S. R. P. **Caracterização e refrigeração de sêmen de *Prochilodus nigricans* da Baixada Maranhense**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.
- ARRUDA, Rubens Paes de et al. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 2011.
- ARRUDA, Rubens Paes de et al. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 2011.
- BARBOSA, L. *et al.* Conservação e criopreservação de sêmen de peixes. *In: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS*, 10., 2017, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: UFMS, 2017. p. 164-171.
- BENATO, Jhony Lisboa et al. Pogonias courbina apresenta características do espermatozoide em sua primeira temporada reprodutiva. **PeerJ**, v. 11, p. e15600, 2023.
- BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, n. 3, p. 535-548, 2010.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.; DREIER, C. Biodiversidade dos campos de cima da serra. Porto Alegre: Libretos, 2008. 196 p.: il.
- CAMPOS, C. P.; BITAR, S. D. B.; FREITAS, C. Uncertainties regarding the natural mortality of fish can increase due global climate change. **PeerJ**, v. 11, e14989, 2023.
- CARNEIRO, P. C. F.; SEGUI, M. S.; IÓRIS FILHO, C. R.; MIKOS, J. D. Viabilidade do sêmen do jundiá, *Rhamdia quelen*, armazenado sob refrigeração. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, CuriTIBA, v. 4, n. 3, p. 11-16, 2006.

- CASTRO, J. de J. P. **Conservação do sêmen de pescada amarela, *Cynoscion acoupa***. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL (CBRA). **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3. ed. Belo Horizonte: CBRA, 1998.
- DHANASEKAR, K.; SELVAKUMAR, N.; MUNUSWAMY, N. Ultrastructure of spermatozoa in cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Animal Reproduction Science**, v. 189, p. 43-50, 2018.
- DIGMAYER, M. et al. Análise do sêmen de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, armazenado sob refrigeração. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: SBZ, 2009.
- DREANNO, C. et al. Effects of osmolality, morphology perturbations and intracellular nucleotide content during the movement of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa. **Reproduction**, v. 116, n. 1, p. 113-125, 1999.
- DZYUBA, V. *et al.* Changes in sperm metabolome during carp sperm short-term storage in different media: in search of sperm quality and storage capability markers. **Aquaculture**, v. 581, 740381, 2024. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.740381.
- EDMONDSTONE, Michael. **New Species 2025**: the freshwater fish species described in 2025. London: SHOAL, 2026. 72 p. (Report 5). Disponível em: <https://shoalconservation.org/new-species-2025/>. Acesso em: 11 mai. 2026.
- ESPINOSA, V. The biology and fishery of the curvina, *Cynoscion maracaiboensis*, of lake Maracaibo. **Serie Recursos y Explotación Pesqueros**, v. 2, n. 3, p. 1-4, 1972.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FERNANDES, Jackellynne Fernanda Farias et al. Contribuição técnica: identificação de anomalias espermáticas no sêmen *in natura* de curimatã (*Prochilodus lacustris*) (Steindachner, 1907) /Technical contribution: identification of sperm anomalies in the fresh semen of curimatã (*Prochilodus lacustris*) (Steindachner, 1907). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10418-10431, 2020.
- FRANÇA, C. L., CASTRO, J. D. J. P., DA SILVA, J. M., SANTOS, R. P., CASTRO, J. D. S., & TEIXEIRA, E. G. Characterization of short-term storage of the semen of *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae) incorporating dimethylsulphoxide (dmso) to the diluent. *Aquaculture Research*, 2022, 53, 2218-2226. <https://doi.org/10.1111/are.15740>

- FROESE, R.; PAULY, D.. Editors. 2010. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version. 2010.
- INGERMANN, R. L. *et al.* Carbon dioxide and pH affect sperm motility of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Journal of Experimental Biology**, v. 205, n. 18, p. 2885-2890, 2002. DOI: 10.1242/jeb.205.18.2885.
- KAVAMOTO, E. T. *et al.* Anormalidades morfológicas nos espermatozoides do curimatá, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, n. único, p. 61-66, 1999.
- LAHNSTEINER, Franz; MANSOUR, Nabil; PLAETZER, Kristjan. Antioxidant systems of brown trout (*Salmo trutta* f. fario) semen. **Animal Reproduction Science**, v. 119, n. 3-4, p. 314-321, 2010.
- LAHNSTEINER, Franz; PATZNER, R. A. Sperm motility of the marine teleosts Boops boops, *Diplodus sargus*, *Mullus barbatus* and *Trachurus mediterraneus*. **Journal of Fish Biology**, v. 52, n. 4, p. 726-742, 1998.
- LEUNG, L. K-P. Cryopreservation of spermatozoa of the barramundi, *Lates calcarifer* (Teleostei: Centropomidae). **Aquaculture**, v. 64, n. 3, p. 243-247, 1987.
- LÓPEZ, C. M. **Crescimento de larvas de cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*) Spix e Agassiz, 1829 (Osteichthyes: Siluriformes, Loricariidae), submetidos a diferentes dietas alimentares**. 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.
- MAGNOTTI, C. C. F. **Espermatologia e conservação do sêmen da tainha (*Mugil liza*)**. 2017. 93 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- MAGNOTTI, C. C. F. *et al.* Métodos e aplicações da conservação de sêmen em peixes marinhos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 7, e6912739363, 2023. DOI: 10.37423/221206936.
- MAGNOTTI, C. *et al.* Spermatological characteristics and effects of cryopreservation in Lebranche mullet spermatozoa (*Mugil liza* Valenciennes, 1836): First report of ultra-rapid freezing. **Animal reproduction science**, v. 241, p. 106986, 2022.
- MAGNOTTI, Caio Cesar FRANÇA *et al.* Short-term storage of lebranche mullet *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) semen *in natura* and diluted with CF-HBSS. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, p. e39563, 2018.

- MARIA, A. N.; AZEVEDO, H. C.; FUJIMOTO, R. Y.; CARNEIRO, P. C. F.; PARDO, J. Q. Protocolo para Avaliação Morfológica de Espermatozoides de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Comunicado Técnico, Aracaju, SE, ano 2017, n. 1ª, p. 1-5, 1 dez. 2017.
- MATAVELI, M., DE MORAES, G. V., PEDRO, D. S. JR, TONIATO, J. C., BARBOSA, R. C., & MERLINI, L. (2007). Avaliação de qualidade de sêmen de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada, suplementada com diferentes concentrações de vitamina C. Boletim Do Instituto de Pesca.
- MILIORINI, A. B., MURGAS, L. D. S., ROSA, P. V., OBERLENDER, G., PEREIRA, G. J. M., & DA COSTA, D. V. (2011). A morphological classification proposal for curimba (*Prochilodus lineatus*) sperm damages after cryopreservation. *Aquaculture Research*, 42(2), 177-187. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02575.x>
- NAKAYAMA, C. L. **Reprodução induzida e criopreservação do sêmen de papa-terra *Menticirrhus americanus* (Perciformes: Sciaenidae)**. 2011. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011.
- PÉREZ, Luz et al. Ionic control of sperm motility and trials for the improvement of pufferfish (*Takifugu alboplumbeus*) sperm extenders. **Aquaculture**, v. 554, p. 738146, 2022.
- RILEY, Kenneth L. et al. Cryopreservation of sperm of red snapper (*Lutjanus campechanus*). **Aquaculture**, v. 238, n. 1-4, p. 183-194, 2004.
- RURANGWA, E. *et al.* The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v. 234, n. 1-4, p. 1-28, 2004.
- SANCHES, E. G.; CERQUEIRA, V. R. Preservação de sêmen refrigerado de cioba com diluentes e atmosfera modificada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 154-159, jan. 2011.
- SANCHES, E. G.; CERQUEIRA, V. R. Refrigeração do sêmen do ariocó *Lutjanus synagris*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 303-311, 2010.
- SANCHEZ, Malbelys Padilla et al. Relationship between seminal plasma composition and sperm quality parameters of the catfish *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Neotropical Ichthyology**, v. 22, n. 02, p. e230109, 2024.
- SANTOS, M. C. C. **Evaluation of different extenders for cold storage of meagre (*Argyrosomus regius*) semen**. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

- SILVA, F. C.; KUHNEN, V. V.; SANCHES, E. G. Refrigeração do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 05, p. 1557-1564, 2018.
- 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.
- TIBA, R. M.; OLIVEIRA, I. R.; SERRALHEIRO, P. C. S.; OSTINI, S. Diluentes e proporções sêmen: diluente na crioconservação do sêmen do robalo-peva *Centropomus parallelus*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 35, p. 99-110, 2009.
- TIERSCH, T. R. *et al.* Transport and cryopreservation of sperm of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). **Aquaculture Research**, v. 35, n. 3, p. 278-288, 2004.
- VALDEBENITO, I. I.; GALLEGOS, P. C.; EFFER, B. R. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. **Zygote**, v. 23, n. 2, p. 177-197, 2015.
- VETTORAZZI, M. B. **Caracterização do sêmen de ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)**. 2012. [Número de folhas] f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- VETTORAZZI, Mayra Bezerra et al. Motilidade espermática do sêmen do Ariacó, *Lutjanus synagris*. 2010.
- VIVEIROS, Ana Tereza de Mendonça; GODINHO, Hugo Pereira. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, n. 1, p. 137-150, 2009.
- WAYMAN, W. R.; THOMAS, R. G.; TIERSCH, T. R. Cryopreservation of sperm of spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*). **Gulf and Caribbean Research**, v. 9, n. 3, p. 183-188, 1996.
- ZIDNI, I. *et al.* Cryopreservation of roughscale sole (*Clidoderma asperrimum*) sperm: effects of cryoprotectant, diluent, dilution ratio, and thawing temperature. **Animals**, v. 12, n. 19, p. 2553, 2022.

Tabela 1. Taxa e duração da motilidade do sêmen da pescada amarela em diferentes intervalos de tempo após sua captura e abate.

Intervalos de observação (min)	Motilidade (%)	Tempo de motilidade (s)
0	95,9 ± 1,9 ^a	329,0 ± 2,9 ^a
30	85,5 ± 4,2 ^{ab}	310,5 ± 3,1 ^{ab}
60	80,0 ± 7,1 ^{ab}	307,3 ± 3,8 ^b
90	76,3 ± 2,5 ^{bc}	244,3 ± 3,0 ^c
120	68,8 ± 4,8 ^c	126,8 ± 6,2 ^d
150	66,3 ± 4,8 ^c	96,3 ± 20,5 ^e

Tabela 2 - Características seminais da pescada amarela, *C. acoupa*.

Característica	Média ± Desvio Padrão
Cor	Branco leitoso (1)
pH	6,8 ± 0,6
Concentração (x10 ⁸ spz/mL)	1,75 ± 0,67
Duração da Motilidade (s)	329 ± 2,9
Motilidade (%)	95,5 ± 1,9

Tabela 3. Tabela com as médias e desvio padrão de cada tipo de alteração e a avaliação das alterações morfológicas espermáticas de *C. acoupa*;

Classificação	Tipo de dano	Frequência (%)
Não se aplica	Espermatozoide Normal	74,3 ± 13,5
Primário	Cauda curta	11,1 ± 8,4
	Cauda fraturada	1,8 ± 1,6
	Cauda enrolada	8,0 ± 4,5
Secundário	Cabeça isolada normal	2,4 ± 1,7
	Cauda dobrada	2,4 ± 2,0

ORCID

Erivânia Gomes Teixeira – (<https://orcid.org/0000-0003-2931-2537>)

Lucas Douglas Barros Fonseca - (<https://orcid.org/0000-0002-8031-2084>)

Orlyane Karla da Silva Pinheiro – (<https://orcid.org/0009-0000-6526-9324>)

Jorgelia de Jesus Pinto Castro - (<https://orcid.org/0000-0003-2050-4778>)

Marcio Antônio Sales de Melo Junior - (<https://orcid.org/0009-0008-6462-6770>)

Kaio Lopes de Lima - (<https://orcid.org/0000-0002-6121-8017>)

João Vitor Neves Duarte - (<https://orcid.org/0009-0002-2064-3620>)



Emitido em 17/07/2026

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº DISSERTAÇÃO 1/2026
(Nº do Documento: 1088)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 17/07/2026 09:38)

RONALD SILVA DIAS

CHEFE DIVISAO

839738

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sis.sig.uema.br/documentos/> informando seu número:
1088, ano: **2026**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **17/07/2026** e o código de
verificação: **b8cd23b6a6**





Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



**Programa de
Pós-graduação**
em Ecologia e
Conservação da
Biodiversidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

LUCAS DOUGLAS BARROS FONSECA

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

São Luís – MA

2026

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Linha de Pesquisa: Ecologia e conservação da biodiversidade de ambientes aquáticos

Orientador: Profa. Dra. Erivânia Gomes Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Kaio Lopes de Lima

São Luís – MA

2026

LUCAS DOUGLAS BARROS FONSECA

**CARACTERIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DO SÊMEN DE *Cynoscion acoupa*
(LACEPÈDE, 1801), (PERCIFORMES: SCIAENIDAE): INFORMAÇÕES
BÁSICAS PARA REPRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

Documento de defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, para aprovação no exame de defesa no Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Apresentado em: 29/05/2026

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Erivânia Gomes Teixeira (Orientadora)

Doutora em Engenharia de Pesca
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Prof. Dr. Kaio Lopes de Lima (Co-orientador)

Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Prof. Dr. Elmary da Costa Fraga (Examinador 1)

Doutor em Genética e Biologia Molecular
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias

Profa. Dra. Fabiana Penalva de Melo (Examinadora 2)

Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI

Fonseca, Lucas Douglas Barros

Caracterização e refrigeração do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes: Sciaenidae): informações básicas para reprodução e conservação da espécie: janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e caracterização do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes:Sciaenidae). / Lucas Douglas Barros Fonseca [et al.]. – São Luis, MA, 2026.

37f

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Estadual do Maranhão, 2026.

Elaborado por Cássia Diniz - CRB 13/910

- *Tudo posso naquele que me fortalece"*

Filipense 4:13

- *Deixe o mundo um pouco melhor do que o encontrou*

Baden-Powell

- *Os povos deste mundo têm de se unir, ou perecerão.*

Robert Oppenheimer

- *Não tentes ser bem-sucedido, tenta antes ser um homem de valor.*

Albert Einstein

- *O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza são domínios em que nos é consentido ficar crianças toda a vida.*

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos nessa caminhada e oportunidades que Ele me proporciona diariamente.

A Universidade Estadual do Maranhão e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão FAPEMA pela formação e financiamento da bolsa de apoio científico e a todo o corpo docente a diretoria e secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Estadual do Maranhão (PPGECB-UEMA), obrigada por todo ensino, aulas de campo e experiências únicas e a engenheira de pesca Jeisa.

Meu agradecimento especial a minha orientadora Professora Dra. Erivânia Gomes Teixeira que me acolheu como orientado no programa e no começo da minha graduação, sempre acreditando em meu trabalho e o quanto posso ir além e ao meu coorientador Professor Dr. Kaio Lopes de Lima que me acompanha na minha trajetória acadêmica deste 2018, em todos os perrengues e nas lutas, sempre acreditando em meu trabalho e ajudando ao máximo para me ver evoluir e ter ajudado muito no mestrado, tanto com mais conhecimento e com a sua força em Cururupu e aos Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos (LARAQUA), Laboratório de Navegação e Investigação Pesqueira (LANAVI), no qual faço parte e desenvolvo minhas pesquisas científicas e a todos os integrantes que me acompanharam na minha trajetória, pelos momentos de descontração, em especial aqueles que me deram um grande suporte.

A reserva extrativista de Cururupu (RESEX) pelo acolhimento e ajuda em Cururupu (Sr^a Mocinha, Srs. Gilberto e Hugo), pelas pessoas que nos recepcionaram tanto em Guimarães como na ilha de Guajerutiua (Mauro, Sr. Luís e Sr^a Eleide) e aos pescadores que nos acompanharam (Srs. Ivair e Jordean).

A minha família, em especial aos meus pais, irmã e namorada Lena Maria Barros Fonseca, José de Ribamar Peixoto Fonseca, Leticia Alana Barros Sousa e Amanda Rafaelle Ferreira Silva que tanto me dão forças e motivação para eu seguir em frente mesmo quando o desânimo tenta me paralisar, palavras não são suficientes para descrever o tamanho da minha gratidão e amor por vocês. Ao movimento escoteiro que acreditaram no meu potencial e sempre estar me fazendo evoluir como profissional e como pessoa.

À minha turma querida (PPGECB 2024). Vocês sem dúvidas tornaram essa etapa mais leve e divertida, terei sempre um enorme carinho por todos! Por fim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, ele só foi possível graças à ajuda de cada um de vocês. Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os peixes representam o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, englobando aproximadamente 37.553 espécies descritas. Dentro da biodiversidade marinha, a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) destaca-se como um recurso estratégico de expressivo valor comercial e ecológico, em especial nas regiões norte e nordeste do Brasil. Apesar de sua importância, a intensa pressão antropogênica provocou um declínio acentuado em seus estoques naturais, elevando seu status na Lista Vermelha da IUCN para Vulnerável (VU). Diante da ameaça de colapso pesqueiro, o desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas surge como ferramenta crucial para a conservação e o cultivo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e refrigerar o sêmen de *C. acoupa*, determinando a janela de viabilidade dos gametas pós-captura sob refrigeração e avaliando os parâmetros físico-químicos e morfológicos do sêmen fresco. O estudo foi conduzido no LARAQUA/UEMA, com 18 exemplares machos capturados na RESEX de Cururupu - MA, utilizando redes de emalhe (malha 200 mm), sob licença ICMBio/SISBio e aprovação do CEUA. Os animais foram eutanasiados por hipotermia, submetidos à biometria e extração das gônadas. Para o teste de viabilidade (n=8), as gônadas foram mantidas sob refrigeração (4 a 6 °C) e o sêmen foi avaliado nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 minutos. Para a caracterização (n=10), avaliou-se a cor, pH, taxa e tempo de motilidade, concentração espermática e morfologia (coloração Rosa Bengala, 200 células/lâmina). Os dados foram analisados via ANOVA e teste de Tukey ($p < 0.05$). Os resultados mostraram: exemplares com peso médio de $11,4 \pm 1,6$ kg e comprimento médio de 87.8 ± 4.7 cm, caracterizando-se como adultos maduros. No ensaio de viabilidade, o sêmen *in natura* (tempo 0 min) exibiu taxas de motilidade superiores a 95% e duração do movimento acima de 5 minutos. Não foram detectadas diferenças estatísticas significativas na taxa de motilidade entre os tempos de 0, 30 e 60 minutos, e aos 90 minutos o sêmen ainda exibiu uma taxa robusta de 76.3%, demonstrando viabilidade prática para o processamento a bordo. A caracterização revelou sêmen de coloração branca e aspecto leitoso, pH de 6.8 e concentração espermática média de 1.75×10^8 cel.mL⁻¹. A análise morfológica demonstrou um índice expressivo de espermatozoides normais ($74.3 \pm 13.5\%$), com anormalidades predominantemente primárias (cauda curta e enrolada) e baixas taxas de alterações secundárias ($8.8 \pm 3.7\%$). Conclui-se que as gônadas masculinas da pescada amarela apresentam uma janela crítica de viabilidade de até 90 minutos sob refrigeração pós-captura, e que os parâmetros físico-químicos e a alta integridade morfológica observados, consolidam dados fundamentais para o refinamento de protocolos de inseminação artificial e criopreservação da espécie.

Palavras-chave: Conservação seminal, Biotecnologia reprodutiva, Sciaenidae, Viabilidade celular.

ABSTRACT

Fish represent the most diverse group of vertebrates on the planet, encompassing approximately 37,553 described species. Within marine biodiversity, the acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) stands out as a strategic resource of significant commercial and ecological value, particularly in the North and Northeast regions of Brazil. Despite its importance, intense anthropogenic pressure has caused a sharp decline in its natural stocks, raising its status on the IUCN Red List to Vulnerable (VU). Faced with the threat of a fishery collapse, the development of reproductive biotechnologies emerges as a crucial tool for conservation and cultivation. The objective of this study was to characterize and refrigerate the semen of *C. acoupa*, determining the post-capture viability window of gametes under refrigeration and evaluating the physicochemical and morphological parameters of fresh semen. The study was conducted at LARAQUA/UEMA, with 18 male specimens captured in the RESEX of Cururupu - MA, using gillnets (200 mm mesh), under an ICMBio/SISBio license and CEUA approval. The animals were euthanized by hypothermia, subjected to biometry, and the gonads were extracted. For the viability test (n=8), the gonads were kept under refrigeration (4 to 6 °C) and the semen was evaluated at 0, 30, 60, 90, 120, and 150 minutes. For characterization (n=10), color, pH, motility rate and duration, sperm concentration, and morphology (Rose Bengal staining, 200 cells/slide) were evaluated. Data were analyzed via ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). The results showed: specimens with a mean weight of 11.4 ± 1.6 kg and a mean length of 87.8 ± 4.7 cm, characterizing them as mature adults. In the viability assay, fresh semen (time 0 min) exhibited motility rates above 90% and movement duration exceeding 5 minutes. No statistically significant differences were detected in the motility rate between 0, 30, and 60 minutes, and at 90 minutes the semen still exhibited a robust rate of 76.3%, demonstrating practical viability for onboard processing. Characterization revealed white semen with a milky appearance, a pH of 6.8, and a mean sperm concentration of 1.75×10^8 cells $\cdot$ mL⁻¹. Morphological analysis demonstrated a high index of normal spermatozoa ($74.3 \pm 13.5\%$), with predominantly primary abnormalities (short and coiled tail) and low rates of secondary alterations ($8.8 \pm 3.7\%$). It is concluded that the male gonads of the acoupa weakfish present a critical viability window of up to 90 minutes under post-capture refrigeration, and that the observed physicochemical parameters and high morphological integrity consolidate fundamental data for the refinement of artificial insemination and cryopreservation protocols for the species.

Keywords: Seminal conservation, Reproductive biotechnology, Sciaenidae, Cellular viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espécime da Pescada amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>)	16
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxa e duração da motilidade do sêmen da pescada amarela em diferentes intervalos de tempo após sua captura e abate.	35
Tabela 2 - Características seminais da pescada amarela, <i>C. acoupa</i> .	35
Tabela 3. Tabela com as médias e desvio padrão de cada tipo de alteração e a avaliação das alterações morfológicas espermáticas de <i>C. acoupa</i> ;	35

LISTA DE SIGLAS

- **ANOVA:** *Analysis of Variance* (Análise de Variância)
- **BTS:** *Beltsville Thawing Solution*
- **CEUA:** Comitê de Ética no Uso de Animais
- **DMSO:** Dimetilsulfóxido
- **FAO:** *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
- **FAPEMA:** Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão
- **ICMBio:** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- **IUCN:** *International Union for Conservation of Nature*
- **LANAVI:** Laboratório de Navegação e Investigação Pesqueira
- **LARAQUA:** Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos
- **PPGECB:** Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade
- **RESEX:** Reserva Extrativista
- **REVIZEE:** Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva
- **SISBio:** Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
- **UEMA:** Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE ABREVIATURAS

- ***C. acoupa***: *Cynoscion acoupa*
- **cel mL⁻¹**: Células por mililitro
- **et al.**: colaboradores
- ***L. analis***: *Lutjanus analis*
- ***L. synagris***: *Lutjanus synagris*
- **L₅₀**: Comprimento médio de primeira maturação gonadal
- ***M. liza***: *Mugil liza*
- **nº**: Número
- **sptz**: Espermatozoides
- **VU**: Vulnerável (*Vulnerable*)

LISTA DE SÍMBOLOS

- **%**: Porcentagem
- **°C**: Graus Celsius
- **±**: Mais ou menos (desvio padrão ou erro padrão)
- **X**: Sinal de multiplicação (utilizado em concentrações como $1,75 \times 10^8$)
- **μL**: Microlitro
- **cm**: Centímetro
- **kg**: Quilograma
- **min**: Minutos
- **mL**: Mililitro
- **mm**: Milímetro
- **mOsm/kg**: Miliosmoles por quilograma (osmolaridade)
- **pH**: Potencial hidrogeniônico
- **ppm**: Partes por milhão (utilizado para salinidade)
- **s**: Segundos

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Descrição da Pescada Amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>).....	17
3.2. Viabilidade dos gametas de peixes marinhos	18
3.3. Análise das características físico-químicas dos gametas.....	19
3.4. Desenvolver técnicas de resfriamento do sêmen.	20
REFERENCIAS	21
CAPÍTULO I: Janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e	
caracterização do sêmen de <i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801), (Perciformes:	
<i>Sciaenidae</i>).....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
REFERENCIAS	33

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes são o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, com aproximadamente 37.553 espécies descritas, distribuídos em 515 famílias e 85 ordens (EDMONDSTONE, 2026). Segundo Bond-Buckup et al., (2008); Xavier et al., (2021) os peixes podem ser encontrados em diferentes ambientes aquáticos, sendo 58% de espécies marinhas, 41% de espécies de água doce e 1% anádromas ou catádromas (espécies que migram entre água doce e salgada ao longo da vida).

Dentre das espécies marinhas, a ordem dos Perciformes, a família Sciaenidae engloba um grupo geralmente conhecido como pescada, onde se encontra a pescada amarela (*Cynoscion acoupa* - Lacepède, 1801), tem 78 gêneros e 218 espécies, possuindo uma ampla distribuição, tendo as suas capturas nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016).

A pescada amarela, *C. acoupa*, é uma espécie que apresenta características que se diferenciam dos demais grupos dos Perciformes: dispõe de uma linha lateral que se estende até a margem posterior da nadadeira caudal; parte espinhosa se encontra antes da nadadeira dorsal; parte mole posterior contínua e entre ambos, um entalhe profundo (CASTRO, 2015). A espécie é bastante explorada no litoral brasileiro, devido a sua importância econômica e valor comercial, principalmente entre os estados do Maranhão e Pará (CASTRO, 2015).

De acordo com Almeida et al. (2011), a pescada amarela é explorada principalmente pela pesca artesanal. Estudos relacionados a dinâmica populacional de *C. acoupa* (ALMEIDA et al., 2011) já demonstram uma queda na produção e no tamanho de captura desta espécie.

Segundo REVIZEE (2006), com o aumento da captura da pescada amarela nos últimos anos pelas pequenas e médias embarcações, ocorreu uma queda na produção e no tamanho de captura da espécie. Ainda, considerando o aumento do esforço direcionado para a pescada amarela e a captura de juvenis em áreas estuarinas em função do seu elevado valor comercial, a espécie pode entrar em situação de estoque no limite máximo de exploração, podendo levar, no futuro próximo, o colapso da pescaria da mesma. A pescada amarela está sujeita a riscos de extinção devido a interferências antrópicas nos locais onde ela se reproduz e a uma alta exploração devido à sua alta procura. No entanto, a espécie é relativamente sensível a mudanças bruscas e estresse, o que gera dificuldades na reprodução e poucas informações estão disponíveis sobre as características de produção e biologia da espécie.

Nesse cenário, Almeida et al. (2011) apontam que a expansão da atividade pesqueira, impulsionada pelo aumento da frota e pela redução da malha utilizada, de 200 para 100 mm, agrava a vulnerabilidade da pescada amarela. Os citados autores, destacam como alternativas para mitigar a pressão sobre os estoques naturais, investigações sobre a viabilidade de gametas pós-captura e a caracterização seminal são fundamentais, visando fornecer subsídios vitais para otimizar a reprodução artificial e a criopreservação de *C. acoupa*, viabilizando a criação de bancos genéticos que garantam a conservação da espécie e sirvam de modelo para outros membros do gênero.

A conservação seminal por períodos curtos ou prolongados, constitui uma ferramenta estratégica para a manutenção da viabilidade e da diversidade genética das populações. No entanto, a aplicação dessas técnicas exige rigor metodológico, uma vez que as células espermáticas são sensíveis a danos por choque térmico, os quais podem comprometer a motilidade e a capacidade de fertilização; especificamente para a pescada amarela, ainda se observa carência de estudos (CAROLSFELD et al., 2003; VIVEIROS e GODINHO, 2009; SILVA e GUERRA, 2011; CASTRO, 2015).

Com a diminuição dos estoques pesqueiros pela superexploração, é de suma importância o investimento na piscicultura, pois o cultivo e a reprodução em cativeiro é uma possibilidade para contribuir na redução da exploração em ambientes naturais, ajudando a conservação do ambiente aquático, o crescimento da produção aquícola e a implantação de projetos de preservação da biodiversidade com o repovoamento (LOPÉZ, 2005).

Diante do exposto e pela deficiência de pesquisas referentes ao tema proposto, surgiu o interesse em realizar o estudo de viabilidade e conservação dos gametas da pescada amarela. Desta forma, acredita-se que a presente pesquisa tem uma grande importância científica, ambiental e econômica, podendo contribuir para criação de um pacote de reprodução, produção em cativeiro, vindo a subsidiar tecnologias para reprodução, manutenção e engorda da pescada amarela em cativeiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Desenvolver protocolos de biotecnologia reprodutiva para a pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*), por meio da caracterização espermática e do estabelecimento de técnicas de conservação a curto prazo, visando subsidiar estratégias de manejo sustentável e preservação do patrimônio genético da espécie.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar o tempo de viabilidade dos gametas do *C. acoupa* pós-captura, por meio da refrigeração;
- Caracterizar o sêmen da pescada amarela (pH, % sptz, tempo de motilidade e morfologia do sêmen).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Descrição da Pescada Amarela (*Cynoscion acoupa*)

A pescada amarela, *Cynoscion acoupa*, descrita por Lacepède em 1801, pertencente à família Sciaenidae, é amplamente reconhecida como uma das espécies de maior relevância tanto ecológica quanto comercial no cenário pesqueiro atual e na região da Ilha de Upaon-Açu, no Maranhão, este scianídeo destaca-se não apenas pela excelência de sua carne, mas também pela importância estratégica de sua bexiga natatória, vulgarmente conhecida como "grude", sendo esse subproduto constitui uma matéria-prima valiosa no comércio internacional para a produção de emulsificantes e clarificantes, o que eleva significativamente o valor de mercado da espécie (Cervigón et al., 1992; Santana et al., 2019).

Morfológicamente, o *C. acoupa* caracteriza-se por possuir um corpo alongado e levemente comprimido lateralmente, apresentando como traço diagnóstico fundamental para sua identificação o padrão de escamas do tipo ciclóides (lisas) na cabeça e ctenóides (ásperas) no corpo e adicionalmente, a espécie distingue-se de táxons morfológicamente semelhantes, como a pescada-gó (*Macrodon ancylodon*), por não apresentar dentes caninos em forma de seta (Santana et al., 2019).

Quanto à sua estrutura de barbatanas, a espécie apresenta barbatana dorsal anterior composta por 10 espinhos, dorsal posterior com apenas um espinho e aproximadamente 17 a 22 raios, barbatana anal com dois espinhos e sete a oito raios, e caudal de formato romboide, sendo esta duplamente emarginada (Figura 1) (Santana et al., 2019).

Figura 1: Espécime da Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*)



Fonte: Acervo pessoal, 2025.

Tais características sustentam sua ampla distribuição no Atlântico Ocidental, que se estende desde as áreas estuarinas do Lago Maracaibo, na Venezuela, até o sul do Brasil, embora ocorra em águas tropicais e subtropicais ao longo de todo o litoral brasileiro, registros adicionais indicam sua presença no Golfo da Venezuela e nas costas caribenhas

da Colômbia e do Panamá, áreas que ainda carecem de verificações taxonômicas mais rigorosas (Cervigón et al., 1992; Chao et al., 2021; Holanda & Silva, 2023).

Ecologicamente, a pescada amarela é classificada como integrante da denominada "Zona da Pescada Amarela", uma faixa costeira de baixa profundidade caracterizada pela forte influência de águas salobras e substrato predominantemente lamoso, essas áreas estuarinas, especialmente próximas a deltas de grandes rios como o Orinoco e o Amazonas, são críticas para o ciclo de vida da espécie: enquanto os juvenis utilizam essas águas ricas em nutrientes para alimentação e crescimento inicial, os adultos e espécimes eurialinos aproximam-se destas zonas durante as épocas de reprodução, reforçando o papel ecológico da espécie na interface entre ecossistemas continentais e marinhos (Cervigón et al., 1992; Chao et al., 2021).

Contudo, o status de conservação de *C. acoupa* sofreu alterações drásticas na última década devido à intensa pressão antropogênica e segundo a Lista Vermelha da IUCN, a espécie era classificada em 2010 como "Pouco Preocupante" (LC), mas foi reclassificada em 2019 como Vulnerável (VU) após evidências de declínio acentuado nos estoques naturais (Oliveira et al., 2020; Chao et al., 2021; Santana et al., 2023).

A exploração é realizada predominantemente por pescarias artesanais — com o uso de redes de emalhe, palangre e linha — mas também pela indústria. Embora a produção ocorra durante todo o ano, ela se intensifica significativamente no período chuvoso, especificamente nos meses de março, junho e dezembro. Este pico coincide com a época de desova, momento em que espécimes maduros, que podem ultrapassar os 78 cm de comprimento, aproximam-se da costa e tornam-se extremamente vulneráveis à captura (Oliveira, 2018; Santana et al., 2019; Santana et al., 2023).

Diante deste cenário, a carência de dados contínuos sobre a biologia, o crescimento e a reprodução da espécie impossibilitam uma avaliação precisa dos estoques, o que pode comprometer a sustentabilidade do recurso e torna essencial o direcionamento de pesquisas que fundamentem tomadas de decisão sobre o manejo de *C. acoupa* (Oliveira et al., 2020).

3.2. Viabilidade dos gametas de peixes marinhos

A viabilidade dos gametas é o parâmetro fundamental que determina a eficiência da fertilização e a capacidade de manutenção de estoques em programas de reprodução assistida. Para espécies marinhas, o sucesso da fecundação depende da manutenção da integridade celular e da capacidade de ativação dos espermatozoides em contato com a água do mar (OTSUBO, 2010). A conservação desses gametas, seja por resfriamento ou

criopreservação, visa estender essa viabilidade para além do curto período de vida observado após a coleta, permitindo a sincronização entre a desova de fêmeas e a disponibilidade de sêmen (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

A avaliação da viabilidade pode ser realizada de forma indireta pela motilidade ou de forma direta através de testes de integridade de membrana. Em peixes marinhos como a tainha (*Mugil liza*), a viabilidade do sêmen fresco é tipicamente muito alta, com taxas de motilidade que frequentemente superam 95%, servindo como um indicador de que o material biológico possui vigor suficiente para os processos de conservação a longo prazo (OTSUBO, 2010). Células que perdem a integridade da membrana são consideradas inviáveis, pois perdem a capacidade de manter o equilíbrio osmótico e de gerar energia para o movimento flagelar (CARNEIRO et al., 2012).

Além do aspecto produtivo, a manutenção da viabilidade espermática é essencial para a conservação da biodiversidade. A formação de bancos de germoplasma *ex situ* garante que o material genético de espécies marinhas sob pressão de pesca ou degradação ambiental seja preservado de forma estável (CARNEIRO et al., 2012). Portanto, o desenvolvimento de protocolos que garantam altas taxas de sobrevivência celular é o pilar central para o avanço da aquicultura marinha sustentável (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

3.3. Análise das características físico-químicas dos gametas

A caracterização seminal é o primeiro passo para o manejo reprodutivo eficiente, permitindo identificar o potencial de cada reprodutor e ajustar as técnicas de diluição (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024).

- **pH e Osmolaridade:** O plasma seminal de teleósteos geralmente possui um pH levemente alcalino, em torno de 7,0 a 8,5, o que é crucial para manter a viabilidade celular durante o armazenamento. Em espécies marinhas, o uso de soluções diluidoras que mantêm o pH próximo a 8,2 é comum para mimetizar as condições fisiológicas (CARNEIRO et al., 2012). A osmolaridade desempenha um papel determinante no estado de quiescência; o sêmen é mantido inativo no ducto espermático devido à isotonicidade com o plasma seminal (aprox. 300-350 mOsm/kg). A ativação só ocorre quando há uma mudança brusca nessa pressão osmótica ao contato com o meio externo (CARNEIRO et al., 2012).
- **% de Espermatozoides (Motilidade):** A motilidade (porcentagem de espermatozoides ativos) é o critério de qualidade mais utilizado na rotina laboratorial. Recomenda-se que apenas amostras com motilidade superior a 80% sejam utilizadas em protocolos de

criopreservação para garantir resultados satisfatórios pós-descongelamento (CARNEIRO et al., 2012; FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024).

- **Tempo de Motilidade:** O tempo de motilidade é a duração do movimento desde a ativação até a cessação do batimento. Em peixes marinhos, esse tempo é notavelmente superior ao de espécies de água doce; na tainha, a motilidade pode durar cerca de 455 segundos em sêmen fresco, podendo ser prolongada em amostras criopreservadas devido a alterações na dinâmica celular (OTSUBO, 2010).

Salinidade de ativação: Para peixes marinhos, a salinidade do meio externo é o gatilho para a ativação espermática. O choque osmótico provocado pela água do mar (hipertonicidade) inicia o metabolismo flagelar. Estudos indicam que a ativação plena ocorre em salinidades próximas a 35 ppm, sendo este um fator crítico para o sucesso da inseminação artificial em ambiente de laboratório (OTSUBO, 2010).

3.4. Desenvolver técnicas de resfriamento do sêmen.

O resfriamento de sêmen é uma técnica de conservação a curto prazo que visa reduzir a taxa metabólica celular e o crescimento bacteriano, mantendo as células viáveis em temperaturas entre 0 °C e 4 °C e diferente da criopreservação, o resfriamento não envolve a formação de cristais de gelo, o que simplifica o processo, permitindo que o sêmen seja transportado ou armazenado por períodos que variam de algumas horas a poucos dias (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024; SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

Para o sucesso desta técnica, é indispensável a utilização de soluções diluidores (extensores) que forneçam suporte energético (glicose) e tamponamento de pH. O uso de diluidores como o Ringer marinho ou o BTS (*Beltsville Thawing Solution*) adaptado ajuda a manter a pressão osmótica e a evitar a ativação precoce das células durante o armazenamento refrigerado (CARNEIRO et al., 2012). O sêmen deve ser mantido em recipientes térmicos com controle rigoroso de temperatura, pois oscilações podem causar choques térmicos letais às membranas espermáticas (SALMITO-VANDERLEY et al., 2016).

Além de sua aplicação isolada, o resfriamento é uma etapa técnica obrigatória nos protocolos de criopreservação, conhecida como tempo de equilíbrio. Durante este período, o sêmen diluído com agentes crioprotetores (como DMSO ou metanol) permanece sob refrigeração para que o protetor penetre na célula e exerça sua função de estabilização das proteínas e membranas antes da imersão em nitrogênio líquido a -196 °C (FELIZARDO, 2008; PERIUS, 2024; CARNEIRO et al., 2012).

REFERENCIAS

- ALMEIDA, Z. da S. de; ISAAC, V. J.; SANTOS, N. B.; PAZ, A. C. Sustentabilidade dos sistemas de produção pesqueira maranhense. *In: Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2011. p. 25-40.
- ALMEIDA, Z. da S. de et al. Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 1, p. 46-54, 2016. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p46-54.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.; DREIER, C. Biodiversidade dos campos de cima da serra. Porto Alegre: Libretos, 2008. 196 p.: il.
- CARNEIRO, P. C. F. et al. Cryopreservation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) semen: extenders, cryoprotectants, dilution ratios and freezing methods. **CryoLetters**, v. 33, n. 5, p. 385-393, 2012.
- CAROLSFELD J., GODINHO H. P., ZANIBONI FILHO E., HARVEY B. J. (2003) Cryopreservation of sperm in Brazilian migratory fish conservation. *J Fish Biol* 63:472–489. doi:[10.1046/j.1095-8649.2003.00170.x](https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00170.x)
- CASTRO, J. de J. P. **Conservação do sêmen de pescada amarela, *Cynoscion acoupa***. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- CERVIGÓN, F. et al. **Guía de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America**. 513p., 40 plates. 1992.
- CHAO, N. L. *et al.* A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure: extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). **Global Ecology and Conservation**, v. 4, p. 117-126, 2015.
- EDMONDSTONE, M.. **New Species 2025**: the freshwater fish species described in 2025. London: SHOAL, 2026. 72 p. (Report 5). Disponível em: <https://shoalconservation.org/new-species-2025/>. Acesso em: 11 mai. 2026.
- FELIZARDO, V. de O. et al. Manejo reprodutivo da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*): congelamento de sêmen e taxas de fertilidade. 2008.
- HOLANDA, F. C. A. F., & Silva, E. M. D. (2023). A Pesca da pescada amarela *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801) - Existe relação entre produção, tamanho da embarcação, apetrecho de pesca e pluviosidade?
- LÓPEZ, C. M. **Crescimento de larvas de cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*) Spix e Agassiz, 1829 (Osteichthyies: Siluriformes, Loricariidae), submetidos a diferentes**

- dietas alimentares.** 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.
- OLIVEIRA, C. D. L. D. (2018). Idade e Crescimento da Pescada amarela, *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801) (Perciformes, Sciaenidae), capturada no litoral ocidental do Maranhão, Brasil.
- OLIVEIRA, C. D. et al. (2020). Biology and fishery of Acoupa Weakfish *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801): a review. *Neotropical Biology and Conservation*, 15(3), 333-349.
- OTSUBO, R. I. . **Inseminação artificial da tainha *Mugil liza* com a utilização de sêmem fresco e criopreservado.** 2010. Tese de Doutorado. Tese de Mestrado em Aquicultura e Pesca. São Paulo.
- PERIUS, P. R. **Diferentes temperaturas e tempos de armazenamento do sêmen de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*).** 2024. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024.
- REVIZEE. Recursos pesqueiros da Região Norte. *In*: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva:** relatório executivo. Brasília, DF: MMA, 2006.
- SALMITO-VANDERLEY, C. S. B., ALMEIDA-MONTEIRO, P. S. D., & NASCIMENTO, R. V. (2016). Tecnologia de conservação de sêmen de peixes: resfriamento, congelação e uso de antioxidantes. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, 40(4), 194-199.
- SANTANA, F. M. et al. (2023). Age and growth of the Acoupa Weakfish (*Cynoscion acoupa*) of the Brazilian Amazonian Coast, through micro and macrostructures in otoliths. *Fisheries Research*, 268, 106826.
- SANTANA, T. C. et al. **An illustrated guide to commercial teleost fishes from Upaon-Açu Island, Brazil.** São Luís: Editora UEMA, 2019.
- SANTANA, T. C. et al. (2019). An illustrated guide to commercial teleost fishes from Upaon-Açu Island, Brazil. *Editora UEMA, São Luís*.
- SILVA, S. V.; GUERRA, M. M. P. Efeitos da criopreservação sobre as células espermáticas e alternativas para redução das crioinjúrias. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 4, p. 370-384, 2011.

VIVEIROS, A. T. de M.; GODINHO, H. P.. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, n. 1, p. 137-150, 2009.

XAVIER, L. G. et al. **Lista de peixes marinhos do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará, 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/peixes/>. Acesso em: 16 set. 2025.

CAPÍTULO I

Janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura e caracterização do sêmen de *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801), (Perciformes: Sciaenidae)

*Lucas Douglas Barros Fonseca; 4Marcio Antônio Sales de Melo Junior; 2Orlyane Karla Da Silva Pinheiro; 4 João Vitor Neves Duarte; 3Jorgelia de Jesus Pinto Castro; 2Kaio Lopes de Lima; 2Erivânia Gomes Teixeira

*Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Programa de Pós-graduação Ecologia e Conservação da Biodiversidade (PPG-ECB), Brasil. E-mail: lucas.douglas.fonseca@gmail.com. Autor para correspondência. 2Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias (CCA). São Luís, MA, Brasil. 3 Universidade Federal do Maranhão, Campus Pinheiro (UFMA), Centro de Ciências de Pinheiro – CCPI. 4 Universidade Estadual do Maranhão, Campus Paulo VI (UEMA), Programa de Pós-graduação Produção Animal. São Luís, MA, Brasil.

RESUMO

A pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) pertence aos Sciaenidae, se destacando pelo seu valor comercial e vulnerabilidade ecológica. Avaliou-se a viabilidade e características seminais de dezoito machos maduros (peso-comprimento: $11,4 \pm 1,6$ kg; $87,8 \pm 4,7$ cm), capturados na RESEX de Cururupu em Cururupu - MA, utilizando redes de malha 200 mm, analisados no LARAQUA/UEMA. As gônadas foram extraídas e estocadas sob refrigeração (4-6 °C). Os dados foram analisados via ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). No teste de viabilidade ($n=8$), avaliado nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 minutos pós-captura, o sêmen *in natura* (0 min) ativado em água do mar apresentou motilidade superior a 95% por mais de 5 minutos. Não houve diferença estatística significativa na motilidade até os 60 minutos, mantendo-se estáveis em 76,3% aos 90 minutos, que viabiliza o manejo seguro a bordo. Na caracterização espermática ($n=10$), o sêmen apresentou coloração branca, aspecto leitoso, pH de 6,8 e concentração média de $1,75 \times 10^8$ cel. mL⁻¹. A análise morfológica (coloração Rosa Bengala; 200 células por lâmina) indicou expressivos $74,3 \pm 13,5\%$ de espermatozoides normais. As anormalidades observadas foram majoritariamente primárias, com predominância de cauda curta e enrolada, enquanto as alterações secundárias somaram apenas $8,8 \pm 3,7\%$, validando a inocuidade do protocolo de coleta. Conclui-se que o sêmen de *C. acoupa* possui alta integridade celular e uma janela crítica de viabilidade pós-captura de até 90 minutos sob refrigeração, gerando subsídios cruciais para a otimização de protocolos de reprodução artificial e criopreservação.

Palavras-chaves: Conservação seminal, Biotecnologia reprodutiva, Sciaenidae, Viabilidade celular.

ABSTRACT

The acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) belongs to the Sciaenidae family, standing out for its commercial value and ecological vulnerability. The viability and seminal characteristics of eighteen mature males (weight-length: 11.4 ± 1.6 kg; 87.8 ± 4.7 cm) captured in the RESEX of Cururupu in Cururupu - MA, using 200 mm mesh nets, and analyzed at LARAQUA/UEMA, were evaluated. The gonads were extracted and stored under refrigeration (4–6 °C). Data were analyzed via ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). In the viability test ($n=8$), evaluated at 0, 30, 60, 90, 120, and 150 minutes post-capture, the fresh semen (0 min) activated in seawater exhibited motility greater than 95% for more than 5 minutes. There was no statistically significant difference in motility up to 60 minutes, remaining stable at 76.3% at 90 minutes, which enables safe handling onboard. In the sperm characterization ($n=10$), the semen presented a white color, milky appearance, pH of 6.8, and a mean concentration of 1.75×10^8 cells $\cdot$ mL⁻¹. Morphological analysis (Rose Bengal staining; 200 cells per slide) indicated a high percentage of normal spermatozoa ($74.3 \pm 13.5\%$). The observed abnormalities were mostly primary, with a predominance of short and coiled tails, while secondary alterations accounted for only $8.8 \pm 3.7\%$, validating the harmlessness of the collection protocol. It is concluded that *C. acoupa* semen possesses high cellular integrity and a critical post-capture viability window of up to 90 minutes under refrigeration, providing crucial insights for the optimization of artificial reproduction and cryopreservation protocols.

Keywords: Seminal conservation, Reproductive biotechnology, Sciaenidae, Cellular viability.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes constituem o grupo de vertebrados mais diversificado do planeta, com aproximadamente 37.553 espécies descritas, das quais 51% habitam ambientes marinhos (EDMONDSTONE, 2026). Nesse cenário, destaca-se a pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), pertencente à família Sciaenidae, uma espécie de elevado valor comercial e ampla distribuição nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (BOND-BUCKUP et al., 2008; FROESE & PAULY, 2010; CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016). Contudo, essa relevância econômica impulsionou uma superexploração pesqueira, especialmente pela frota artesanal, resultando em uma queda expressiva na produção e no tamanho médio dos exemplares capturados e tal panorama agrava o risco de colapso dos estoques naturais no futuro próximo, evidenciando a necessidade urgente de estratégias de manejo (ALMEIDA et al., 2011).

Diante da escassez dos recursos naturais, a piscicultura consolida-se como uma via estratégica para a conservação e produção, exigindo o domínio da biologia reprodutiva para a consolidação de pacotes tecnológicos (LÓPEZ, 2005; FAO, 2020). Nesse sentido, o avanço biotecnológico na área fundamenta-se na preservação seminal por meio do resfriamento, acontecendo entre 4 °C a 6 °C para a manutenção temporária, processo no qual a caracterização de parâmetros como concentração, motilidade e morfologia torna-se crucial, visto que a variabilidade individual, sendo influenciada por fatores nutricionais, genéticos e etários, determina tanto a eficiência da conservação quanto o sucesso da fertilização (MAGNOTTI et al., 2023).

O desenvolvimento desses protocolos tem se mostrado eficaz para a conservação de espécies sobre-explotadas, como a tainha (*Mugil liza*) e outros teleósteos marinhos como *C. nebulosus* e *Menticirrhus americanus* (WAYMAN et al., 1996; RURANGAWA et al., 2004; NAKAYAMA, 2011; MAGNOTTI et al., 2017). A preservação por refrigeração, especificamente, destaca-se por reduzir o metabolismo celular e manter a viabilidade espermática sem a obrigatoriedade de indução hormonal simultânea entre machos e fêmeas (CARNEIRO et al., 2006; DIGMAYER et al., 2009). A eficácia desta técnica é otimizada pelo controle rigoroso da temperatura, uso de diluentes e, em certos casos, pelo armazenamento em atmosfera de 100% de oxigênio (SANCHES E CERQUEIRA, 2010; SANCHES E CERQUEIRA, 2011).

Entretanto, apesar dos avanços em diversos Sciaenídeos, o conhecimento sobre os parâmetros seminais e protocolos de conservação para *C. acoupa* ainda é escasso e o desconhecimento desses aspectos representa um obstáculo crítico para o desenvolvimento

de seu cultivo em cativeiro (CASTRO, 2015; ALMEIDA et al., 2016; ALVES, 2016; SANTOS, 2017).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos (LARAQUA), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), e contou com o apoio da Reserva Extrativista (RESEX) de Cururupu, situada no litoral Ocidental do estado do Maranhão, no município de Cururupu, a 156 km da capital. Foram realizados dois embarques no mês de março de 2026 para a coleta do material biológico, nos quais foram capturados 18 exemplares de pescada amarela com uso de rede de emalhe (malhão), com abertura de malha de 200 mm. No primeiro embarque, foram capturados oito exemplares e no segundo embarque, foram 10 exemplares, sob a licença ICMBio/SISBio nº 103946-1 e pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Maranhão (protocolo nº 01200.002200/2015-06 / 449), assegurando a observância das normas de bem-estar animal. Os peixes capturados foram eutanasiados por hipotermia, submetidos à biometria, e suas gônadas foram retiradas por meio de incisão ventral.

Tempo de viabilidade dos gametas do *C. acoupa* pós-captura

Para determinar a janela de viabilidade das gônadas masculinas pós-captura, foram usados os peixes capturados no primeiro embarque (8 exemplares). As gônadas retiradas foram depositadas individualmente em placas de Petri identificadas separadamente, e estocadas sob refrigeração em caixa isotérmica (4 a 6°C).

O sêmen presente nas gônadas resfriadas foi avaliado imediatamente após a coleta (0 min) e nos tempos 30 min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min após a captura. As características observadas para indicar a qualidade do sêmen foram a duração da motilidade e a taxa de motilidade. Esses parâmetros foram aferidos simultaneamente, na mesma lâmina, por um único observador, usando um único campo focal selecionado aleatoriamente e mesma intensidade de luz conforme metodologia de SANCHES E CERQUEIRA (2011). A taxa de motilidade foi estimada subjetivamente, com registro da porcentagem de espermatozoides em deslocamento, observados no campo microscópico e a duração da motilidade foi cronometrada do momento inicial da ativação até que todas as células se tornaram imóveis (VETTORAZZI et al, 2010).

A ativação do sêmen foi realizada mediante diluição de 1:1 conforme metodologia de SANCHES et al. 2008; TIBA et al. 2009 e SANCHES E CERQUEIRA, 2011 em água marinha (salinidade 35) (15 µL de sêmen:15 µL de água) e observada em microscópio óptico (ZEISS, Primo Star), com ampliação de 200x.

Caracterização físico-químicas dos gametas

Os peixes capturados no segundo embarque foram usados para a caracterização espermática. As amostras de sêmen (10 amostras) foram coletadas mediante incisão na gônada, com suave pressão e auxílio de micropipeta de 250 μ L. O sêmen coletado foi depositado em microtubos com capacidade para 2 mL, armazenado sob refrigeração (4 a 6°C) para realização das seguintes análises:

A coloração do sêmen foi avaliada usando um escore de um a três, em que um representa branca leitosa, dois branca aquosa e três amarelo-cítrico (MATAVELI et al., 2007; FRANÇA et al., 2022).

O pH foi obtido por deposição de 20 μ L de sêmen sobre fita indicadora de pH (Merck KGaA®) e visualmente verificado numa escala de 0 -14, de acordo com o fabricante.

A taxa de motilidade espermática foi avaliada com 2 μ L de sêmen de cada animal, verificada em lâmina sob microscópio (ZEISS, Primo Star; 200X), por uma única pessoa, em um campo de visão selecionado aleatoriamente e intensidade de luz constante. A taxa de motilidade foi calculada subjetivamente por um único observador (SANCHEZ et al., 2024). Como ativador foi usada a água do ambiente de captura dos peixes, cuja salinidade foi de 29.

Para a determinação da concentração espermática, o sêmen foi primeiramente fixado em solução salina com formalina (1%), na proporção de 1:100 μ L (sêmen: fixador). A contagem das células foi realizada em câmara de Neubauer usando um microscópio de luz convencional (400X, ZEISS Primo Star) (MARIA et al., 2011), em triplicata e calculado de acordo com CBRA (1998).

A morfologia espermática foi analisada com a deposição de 15 μ L da amostra em lâmina com acréscimo de 0,5 μ L de solução de rosa bengala (proporção 1:30, corante:sêmen fixado) conforme metodologia de MARIA et al. (2017). A leitura foi realizada em microscópio (ZEISS Prime Star), utilizando a objetiva de 40x, interrompendo-se a varredura da lâmina quando a contagem atingiu média de 200 células. As anomalias espermáticas foram classificadas como primárias ou secundárias, conforme metodologia adaptadas de MILIORINI et al. (2011) e KAVAMOTO (1999). Os dados foram obtidos pela soma total das alterações identificadas e apresentados em valor percentual total.

Análise estatística

As médias foram analisadas pela Análise de Variância (ANOVA), e quando encontradas diferenças significativas entre as médias foi aplicado o teste de Tukey. Os

dados foram expressos em médias $\pm$ desvio padrão. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R Studio em nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os peixes capturados apresentaram peso médio de $11,4 \pm 1,6$ kg com comprimento médio de $87,8 \pm 4,7$ cm, portanto todos estavam maduros, condição que possibilita a coleta de sêmen de boa qualidade. O desenvolvimento das gônadas acontece quando o peixe atinge a maturidade sexual, e a eficiência na reprodução pode variar em função da idade reprodutiva das espécies. De acordo com SOLIS-MURGAS et al. (2011), para a coleta de sêmen, recomenda-se o uso de peixes que estão entre o 2º e 5º ano de reprodução, pois estão em seu melhor período reprodutivo. Na presente pesquisa, todos os espécimes machos capturados e usados no experimento estavam maduros apresentaram características que indicam terem mais de dois anos de reprodução, tendo em vista que, espécimes machos de pescada amarela tem sua primeira maturação (L_{50}) com aproximadamente 40 cm de comprimento total (ALMEIDA *et al.*, 2016; ESPINOSA, 1972).

Os resultados referentes ao tempo de viabilidade do sêmen de *C. acoupa* após a captura, estão dispostos na tabela 1. A taxa de motilidade do sêmen da pescada amarela apresentou, após a captura (tempo inicial), a melhor média de taxa de motilidade, com tempo de motilidade superior a 5 minutos.

Houve uma queda gradual tanto na taxa de motilidade quanto no tempo de motilidade das amostras mantidas sob refrigeração, porém não foi observada diferença significativa entre os tempos 0 min, 30 min e 60 min para a taxa de motilidade, que aos 90 minutos ainda apresentava uma taxa de 76,3 % sem diferença em relação a taxa registrada para 60 minutos. O tempo de motilidade também foi semelhante até a observação de 60 minutos. Esses resultados são superiores aos encontrados por VETTORAZZI et al. (2010), para gônadas resfriadas de *Lutjanus synagris* que registraram uma perda considerável, 40 minutos depois de refrigeradas, tanto em taxa quanto em duração da motilidade. Para *Lutjanus analis*, SANCHES E CERQUEIRA (2011), registraram taxa de motilidade de 100% com duração da motilidade de 174 ± 29 s. Segundo esses autores, as variações de características seminais podem acontecer entre as espécies de peixes, pois cada grupo possui suas particularidades.

Os resultados deste estudo são especialmente relevantes, uma vez que demonstrou a viabilidade da utilização do sêmen da pescada amarela até 90 minutos após sua captura, mantidas sob refrigeração, favorecendo sua manipulação segura dentro desse intervalo de

tempo. Esse tempo é explicado, considerando que, muitas vezes a pescada é aberta ainda durante a pescaria, para a retirada do grude (bexiga natatória) que costuma ser comercializada separadamente, indicando que as gônadas também são retiradas juntamente com o restante das vísceras quando o peixe é aberto ainda na embarcação.

Quanto às características, o sêmen da pescada amarela apresentou coloração branco e aspecto leitoso, essas características, conforme MATAVELI et al. (2007), podem estar relacionadas tanto ao pH quanto a concentração, que nessa pesquisa foram de 6.8 e $1,75 \times 10^8$ cel mL⁻¹, respectivamente (Tabela 2). O pH do sêmen do peixe pode apresentar variações entre as espécies podendo variar de ácido à alcalino, além de provavelmente apresentar um gradiente de pH no espermatozoide quiescente, com um pH intracelular mais ácido do que o pH extracelular (PÉREZ et al., 2022). Nessa pesquisa a concentração foi inferior a $2,5 \pm 1,5 \times 10^{10}$ cel mL⁻¹, encontrada para *Mugil liza*, (MAGNOTTI et al., 2018), a $2,6 \times 10^9$ células mL⁻¹, registrada para *L. analis* (SANCHES E CERQUEIRA, 2011) e superior a $1,0 \times 10^9$ células mL⁻¹, encontradas para *Lutjanus campechanus* (RILEY et al., 2004). As variações na concentração espermática podem acontecer em função da idade dos peixes, da espécie e de fatores ambientais (SANCHES E CERQUEIRA, 2011).

Nesse trabalho a duração da motilidade para a pescada amarela foi superior a cinco minutos e mais de 95% de taxa de motilidade, mostrando a boa qualidade do sêmen coletado. GODINHO E VIVEIROS (2009) afirmaram que a taxa de motilidade é um importante parâmetro na avaliação da qualidade espermática, pois está relacionado a sua capacidade de fertilização (LAHNSTEINER et al., 2010). Em outras espécies marinhas observadas, a taxa e a duração da motilidade do sêmen *in natura* foram respectivamente, de 100% e 137 s para *Lutjanus synagris* (SANCHES E CERQUEIRA 2010), de 100% e 174 s, para *L. analis* (SANCHES E CERQUEIRA, 2011), de 90% e 3.060 segundos para *Epinephelus marginatus* (SILVA E SANCHES, 2018) e de 93 % e 343 s para *M. liza* (MAGNOTTI et al., 2022).

A morfologia espermática do *C. acoupa* (Tabela 3), indicou $74,3 \pm 13,5$ de espermatozoides normais. Essa baixa frequência de alterações indica que os peixes capturados apresentaram boa capacidade reprodutiva, tendo em vista que a qualidade morfológica influencia o vigor espermático, a motilidade e o sucesso da fertilização (ARRUDA et al., 2011; LAHNSTEINER et al., 1998; COSSON et al., 1999). Valores inferiores foram encontrados por FRANÇA et al. (2022) para *Trachelyopterus galeatus*

($70,6 \pm 0,65$), por FERNANDES *et al.* (2020), para *Prochilodus lacustris* ($62,0 \pm 11,1\%$) e por BENATO *et al.* (2023) para *Pogonia courbina* ($35,6 \pm 6,1\%$).

A maioria das alterações encontradas foram primárias, com destaque para a cauda curta, seguida de cauda enrolada. Fatores como nutrição, idade dos peixes, manejo durante a coleta e métodos de coloração podem ser relacionados às alterações morfológicas (FERNANDES *et al.*, 2020), sendo as secundárias ligadas ao manejo e às metodologias aplicadas. Nesse trabalho as alterações secundárias somaram $8,8\% \pm 3,7\%$, sugerindo que o processo de coleta, de manejo e método de coloração não promoveram grande taxa de alteração morfológica.

4. CONCLUSÃO

A janela de viabilidade durante a qual as gônadas masculinas da pescada amarela apresentam gametas de boa qualidade é crucial, pois indica a possibilidade de utilização desses gametas após a captura. Esse achado sugere que, assim como a bexiga natatória, as gônadas podem ser coletadas a bordo e armazenadas sob refrigeração para uso posterior.

A caracterização do sêmen da pescada amarela representa um avanço significativo no desenvolvimento de protocolos de criopreservação, bem como na reprodução *in vitro*. A boa qualidade seminal observada neste estudo, por meio de suas características, fornece subsídios valiosos para as etapas subsequentes desses processos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à minha família, especialmente aos meus pais e à minha irmã, pelo apoio e motivação constantes. À UEMA e à FAPEMA pelo suporte institucional e financeiro (bolsa). Um agradecimento especial aos meus orientadores, Dra. Erivânia Gomes Teixeira e Dr. Kaio Lopes de Lima, pela confiança e mentoria desde a graduação, e à engenheira Jeisa. Sou grato à RESEX de Cururupu, aos pescadores e às comunidades locais pela receptividade e auxílio fundamental no campo. Estendo meus agradecimentos aos laboratórios LARAQUA e LANAVI, aos colegas do PPGECEB 2024 e ao movimento escoteiro, que contribuíram significativamente para o meu crescimento pessoal e profissional.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os patrocinadores de financiamento não tiveram nenhum papel no design do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito e na decisão de publicar os resultados.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito. Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE BIOÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Foram submetidos e aprovados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/Sistema de Autorização e Informação e Biodiversidade - SISBIO, sob o protocolo de número 103946-1.

DECLARAÇÃO DE USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Durante a preparação deste trabalho, os autores usaram o GEMINI para melhorar o estilo de escrita e verificar gramática e ortografia. Após o uso dessa ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, Z. da S. de; ISAAC, V. J.; SANTOS, N. B.; PAZ, A. C. Sustentabilidade dos sistemas de produção pesqueira maranhense. *In: Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil: caracterização e análise da sustentabilidade*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2011. p. 25-40.
- ALMEIDA, Z. da S. de; SANTOS, N. B.; SOUSA, H. L.; NETA, R.; N. F. C.; ANDRADE, T. de S. de O. M. Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. *Biota Amazônia*, Macapá, 2016, v. 6, n. 1, p. 46-54, 28 jan. 2016. DOI: 10.18561/. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Acesso em: 26 jul. 2023.
- ALVES, S. R. P. **Caracterização e refrigeração de sêmen de *Prochilodus nigricans* da Baixada Maranhense**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.
- ARRUDA, Rubens Paes de et al. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 2011.
- ARRUDA, Rubens Paes de et al. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 2011.
- BARBOSA, L. *et al.* Conservação e criopreservação de sêmen de peixes. *In: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS*, 10., 2017, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: UFMS, 2017. p. 164-171.
- BENATO, Jhony Lisboa et al. Pogonias courbina apresenta características do espermatozoide em sua primeira temporada reprodutiva. **PeerJ**, v. 11, p. e15600, 2023.
- BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, n. 3, p. 535-548, 2010.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.; DREIER, C. Biodiversidade dos campos de cima da serra. Porto Alegre: Libretos, 2008. 196 p.: il.
- CAMPOS, C. P.; BITAR, S. D. B.; FREITAS, C. Uncertainties regarding the natural mortality of fish can increase due global climate change. **PeerJ**, v. 11, e14989, 2023.
- CARNEIRO, P. C. F.; SEGUI, M. S.; IÓRIS FILHO, C. R.; MIKOS, J. D. Viabilidade do sêmen do jundiá, *Rhamdia quelen*, armazenado sob refrigeração. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, CuriTIBA, v. 4, n. 3, p. 11-16, 2006.

- CASTRO, J. de J. P. **Conservação do sêmen de pescada amarela, *Cynoscion acoupa***. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL (CBRA). **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3. ed. Belo Horizonte: CBRA, 1998.
- DHANASEKAR, K.; SELVAKUMAR, N.; MUNUSWAMY, N. Ultrastructure of spermatozoa in cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Animal Reproduction Science**, v. 189, p. 43-50, 2018.
- DIGMAYER, M. et al. Análise do sêmen de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, armazenado sob refrigeração. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: SBZ, 2009.
- DREANNO, C. et al. Effects of osmolality, morphology perturbations and intracellular nucleotide content during the movement of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) spermatozoa. **Reproduction**, v. 116, n. 1, p. 113-125, 1999.
- DZYUBA, V. *et al.* Changes in sperm metabolome during carp sperm short-term storage in different media: in search of sperm quality and storage capability markers. **Aquaculture**, v. 581, 740381, 2024. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.740381.
- EDMONDSTONE, Michael. **New Species 2025**: the freshwater fish species described in 2025. London: SHOAL, 2026. 72 p. (Report 5). Disponível em: <https://shoalconservation.org/new-species-2025/>. Acesso em: 11 mai. 2026.
- ESPINOSA, V. The biology and fishery of the curvina, *Cynoscion maracaiboensis*, of lake Maracaibo. **Serie Recursos y Explotación Pesqueros**, v. 2, n. 3, p. 1-4, 1972.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FERNANDES, Jackellynne Fernanda Farias et al. Contribuição técnica: identificação de anomalias espermáticas no sêmen *in natura* de curimatã (*Prochilodus lacustris*) (Steindachner, 1907) /Technical contribution: identification of sperm anomalies in the fresh semen of curimatã (*Prochilodus lacustris*) (Steindachner, 1907). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10418-10431, 2020.
- FRANÇA, C. L., CASTRO, J. D. J. P., DA SILVA, J. M., SANTOS, R. P., CASTRO, J. D. S., & TEIXEIRA, E. G. Characterization of short-term storage of the semen of *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae) incorporating dimethylsulphoxide (dmso) to the diluent. *Aquaculture Research*, 2022, 53, 2218-2226. <https://doi.org/10.1111/are.15740>

- FROESE, R.; PAULY, D.. Editors. 2010. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version. 2010.
- INGERMANN, R. L. *et al.* Carbon dioxide and pH affect sperm motility of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Journal of Experimental Biology**, v. 205, n. 18, p. 2885-2890, 2002. DOI: 10.1242/jeb.205.18.2885.
- KAVAMOTO, E. T. *et al.* Anormalidades morfológicas nos espermatozoides do curimatá, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, n. único, p. 61-66, 1999.
- LAHNSTEINER, Franz; MANSOUR, Nabil; PLAETZER, Kristjan. Antioxidant systems of brown trout (*Salmo trutta* f. fario) semen. **Animal Reproduction Science**, v. 119, n. 3-4, p. 314-321, 2010.
- LAHNSTEINER, Franz; PATZNER, R. A. Sperm motility of the marine teleosts Boops boops, *Diplodus sargus*, *Mullus barbatus* and *Trachurus mediterraneus*. **Journal of Fish Biology**, v. 52, n. 4, p. 726-742, 1998.
- LEUNG, L. K-P. Cryopreservation of spermatozoa of the barramundi, *Lates calcarifer* (Teleostei: Centropomidae). **Aquaculture**, v. 64, n. 3, p. 243-247, 1987.
- LÓPEZ, C. M. **Crescimento de larvas de cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*) Spix e Agassiz, 1829 (Osteichthyes: Siluriformes, Loricariidae), submetidos a diferentes dietas alimentares**. 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.
- MAGNOTTI, C. C. F. **Espermatologia e conservação do sêmen da tainha (*Mugil liza*)**. 2017. 93 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- MAGNOTTI, C. C. F. *et al.* Métodos e aplicações da conservação de sêmen em peixes marinhos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 7, e6912739363, 2023. DOI: 10.37423/221206936.
- MAGNOTTI, C. *et al.* Spermatological characteristics and effects of cryopreservation in Lebranche mullet spermatozoa (*Mugil liza* Valenciennes, 1836): First report of ultra-rapid freezing. **Animal reproduction science**, v. 241, p. 106986, 2022.
- MAGNOTTI, Caio Cesar FRANÇA *et al.* Short-term storage of lebranche mullet *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) semen *in natura* and diluted with CF-HBSS. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, p. e39563, 2018.

- MARIA, A. N.; AZEVEDO, H. C.; FUJIMOTO, R. Y.; CARNEIRO, P. C. F.; PARDO, J. Q. Protocolo para Avaliação Morfológica de Espermatozoides de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Comunicado Técnico, Aracaju, SE, ano 2017, n. 1ª, p. 1-5, 1 dez. 2017.
- MATAVELI, M., DE MORAES, G. V., PEDRO, D. S. JR, TONIATO, J. C., BARBOSA, R. C., & MERLINI, L. (2007). Avaliação de qualidade de sêmen de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada, suplementada com diferentes concentrações de vitamina C. Boletim Do Instituto de Pesca.
- MILIORINI, A. B., MURGAS, L. D. S., ROSA, P. V., OBERLENDER, G., PEREIRA, G. J. M., & DA COSTA, D. V. (2011). A morphological classification proposal for curimba (*Prochilodus lineatus*) sperm damages after cryopreservation. *Aquaculture Research*, 42(2), 177-187. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02575.x>
- NAKAYAMA, C. L. **Reprodução induzida e criopreservação do sêmen de papa-terra *Menticirrhus americanus* (Perciformes: Sciaenidae)**. 2011. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011.
- PÉREZ, Luz et al. Ionic control of sperm motility and trials for the improvement of pufferfish (*Takifugu alboplumbeus*) sperm extenders. ***Aquaculture***, v. 554, p. 738146, 2022.
- RILEY, Kenneth L. et al. Cryopreservation of sperm of red snapper (*Lutjanus campechanus*). ***Aquaculture***, v. 238, n. 1-4, p. 183-194, 2004.
- RURANGWA, E. *et al.* The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. ***Aquaculture***, v. 234, n. 1-4, p. 1-28, 2004.
- SANCHES, E. G.; CERQUEIRA, V. R. Preservação de sêmen refrigerado de cioba com diluentes e atmosfera modificada. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, Brasília, v. 46, n. 1, p. 154-159, jan. 2011.
- SANCHES, E. G.; CERQUEIRA, V. R. Refrigeração do sêmen do ariocó *Lutjanus synagris*. ***Boletim do Instituto de Pesca***, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 303-311, 2010.
- SANCHEZ, Malbelys Padilla et al. Relationship between seminal plasma composition and sperm quality parameters of the catfish *Pseudoplatystoma reticulatum*. ***Neotropical Ichthyology***, v. 22, n. 02, p. e230109, 2024.
- SANTOS, M. C. C. **Evaluation of different extenders for cold storage of meagre (*Argyrosomus regius*) semen**. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

- SILVA, F. C.; KUHNEN, V. V.; SANCHES, E. G. Refrigeração do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 05, p. 1557-1564, 2018.
- 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.
- TIBA, R. M.; OLIVEIRA, I. R.; SERRALHEIRO, P. C. S.; OSTINI, S. Diluentes e proporções sêmen: diluente na crioconservação do sêmen do robalo-peva *Centropomus parallelus*. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 35, p. 99-110, 2009.
- TIERSCH, T. R. *et al.* Transport and cryopreservation of sperm of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). **Aquaculture Research**, v. 35, n. 3, p. 278-288, 2004.
- VALDEBENITO, I. I.; GALLEGOS, P. C.; EFFER, B. R. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. **Zygote**, v. 23, n. 2, p. 177-197, 2015.
- VETTORAZZI, M. B. **Caracterização do sêmen de ariacó, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)**. 2012. [Número de folhas] f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- VETTORAZZI, Mayra Bezerra *et al.* Motilidade espermática do sêmen do Ariacó, *Lutjanus synagris*. 2010.
- VIVEIROS, Ana Tereza de Mendonça; GODINHO, Hugo Pereira. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, n. 1, p. 137-150, 2009.
- WAYMAN, W. R.; THOMAS, R. G.; TIERSCH, T. R. Cryopreservation of sperm of spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*). **Gulf and Caribbean Research**, v. 9, n. 3, p. 183-188, 1996.
- ZIDNI, I. *et al.* Cryopreservation of roughscale sole (*Clidoderma asperrimum*) sperm: effects of cryoprotectant, diluent, dilution ratio, and thawing temperature. **Animals**, v. 12, n. 19, p. 2553, 2022.

Tabela 1. Taxa e duração da motilidade do sêmen da pescada amarela em diferentes intervalos de tempo após sua captura e abate.

Intervalos de observação (min)	Motilidade (%)	Tempo de motilidade (s)
0	95,9 ± 1,9 ^a	329,0 ± 2,9 ^a
30	85,5 ± 4,2 ^{ab}	310,5 ± 3,1 ^{ab}
60	80,0 ± 7,1 ^{ab}	307,3 ± 3,8 ^b
90	76,3 ± 2,5 ^{bc}	244,3 ± 3,0 ^c
120	68,8 ± 4,8 ^c	126,8 ± 6,2 ^d
150	66,3 ± 4,8 ^c	96,3 ± 20,5 ^e

Tabela 2 - Características seminais da pescada amarela, *C. acoupa*.

Característica	Média ± Desvio Padrão
Cor	Branco leitoso (1)
pH	6,8 ± 0,6
Concentração (x10 ⁸ spz/mL)	1,75 ± 0,67
Duração da Motilidade (s)	329 ± 2,9
Motilidade (%)	95,5 ± 1,9

Tabela 3. Tabela com as médias e desvio padrão de cada tipo de alteração e a avaliação das alterações morfológicas espermáticas de *C. acoupa*;

Classificação	Tipo de dano	Frequência (%)
Não se aplica	Espermatozoide Normal	74,3 ± 13,5
Primário	Cauda curta	11,1 ± 8,4
	Cauda fraturada	1,8 ± 1,6
	Cauda enrolada	8,0 ± 4,5
Secundário	Cabeça isolada normal	2,4 ± 1,7
	Cauda dobrada	2,4 ± 2,0

ORCID

Erivânia Gomes Teixeira – (<https://orcid.org/0000-0003-2931-2537>)

Lucas Douglas Barros Fonseca - (<https://orcid.org/0000-0002-8031-2084>)

Orlyane Karla da Silva Pinheiro – (<https://orcid.org/0009-0000-6526-9324>)

Jorgelia de Jesus Pinto Castro - (<https://orcid.org/0000-0003-2050-4778>)

Marcio Antônio Sales de Melo Junior - (<https://orcid.org/0009-0008-6462-6770>)

Kaio Lopes de Lima - (<https://orcid.org/0000-0002-6121-8017>)

João Vitor Neves Duarte - (<https://orcid.org/0009-0002-2064-3620>)



Emitido em 17/07/2026

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº DISSERTAÇÃO 2/2026
(Nº do Documento: 1089)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 17/07/2026 09:38)

RONALD SILVA DIAS

CHEFE DIVISAO

839738

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sis.sig.uema.br/documentos/> informando seu número:
1089, ano: **2026**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **17/07/2026** e o código de
verificação: **aa8656c44f**

