

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

NATACHA BIANCA ARAÚJO DA SILVA

**DINÂMICA OVOCITÁRIA ASSOCIADA AS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS DE
Mugil curema (Mugilidae, Teleostei) NA COSTA MARANHENSE COMO MEDIDAS
DE GESTÃO PESQUEIRA**

São Luís

2025

NATACHA BIANCA ARAÚJO DA SILVA

**DINÂMICA OVOCITÁRIA ASSOCIADA AS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS DA
Mugil curema (Mugilidae, Teleostei) NA COSTA MARANHENSE COMO MEDIDAS
DE GESTÃO PESQUEIRA**

Documento de dissertação apresentado em
cumprimento às exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Biodiversidade da Universidade Estadual do
Maranhão (UEMA)

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Bezerra
Figueiredo

São Luís – MA

2025

Silva, Natacha Bianca Araújo da.

Dinâmica ovocitária associada as estratégias reprodutivas da *Mugil curema* (Mugilidae, Teleostei) na costa maranhense como medidas de gestão pesqueira, Brasil/ Natacha Bianca Araújo da Silva. – São Luís- MA, 2025.

41 f.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2025.

Orientadora: Profa. Dra. Marina Bezerra Figueiredo.

1. Gônadas. 2. Ovócitos. 3. Fêmeas. I. Título.

CDU: 639.22:597.556.31(812.1)

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

NATACHA BIANCA ARAÚJO DA SILVA

**DINÂMICA OVOCITÁRIA ASSOCIADA AS ESTRATÉGIAS
REPRODUTIVAS DA *Mugil curema* (Mugilidae, Teleostei) NA COSTA
MARANHENSE COMO MEDIDAS DE GESTÃO PESQUEIRA**

Documento de dissertação apresentado em
cumprimento às exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Biodiversidade da Universidade Estadual do
Maranhão - UEMA.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Marina Bezerra Figueiredo
Orientadora
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Prof^ª. Dr^ª. Mariana Gomes do Rego
Avaliador Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Prof^ª. Dr^ª. Erivânia Gomes Teixeira
Avaliador Interno
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sempre me acompanha em todos os dias da minha vida, à minha família e amigos por nunca deixarem de acreditar em mim e no meu potencial.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*
(Marthin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a todos aqueles que me apoiam ao longo da minha jornada que nunca será fácil, mas sem vocês eu não conseguiria chegar, obrigada por tornarem a jornada mais leve.

Meus agradecimentos de coração a minha família que é minha base, meus pais Maria Aurora Araújo e José Augusto Rocha da Silva, as minhas irmãs Jéssica Brenda Araújo da Silva e Querlenilda Ferreira dos Santos, por sempre estarem comigo em todos os momentos da minha vida. Agradeço também aos meus animais de estimação que sempre estão comigo, minhas gatas Bangela e Nika, todos que eu cuido com muito carinho.

A Universidade Estadual do Maranhão; ao Programa de Pós – Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade/PPGECB – São Luís; aos professores do programa e de outros departamentos que contribuíram com valiosos ensinamentos para a vida.

A minha orientadora Profa Dra Marina Bezerra Figueiredo por todo apoio desde a graduação, por acreditar em mim e por fazer parte do meu processo de formação acadêmica e profissional. Pela dedicação em ensinar e maestria com seus orientandos, pelos puxões de orelhas e broncas que nos ajudam a ser melhores, muito obrigada de verdade!

Ao BioPesq – Laboratório de Biologia Pesqueira que faço parte desde o começo da minha graduação e é indispensável para o desenvolvimento de pesquisas no âmbito da Dinâmica Populacional e Estoques Pesqueiros, ao qual passei dias e horas me dedicando a pesquisa, o meu muito obrigada. Não posso esquecer dos amigos e parceiros do laboratório que sempre estavam ali para me ajudar, meus sinceros agradecimentos a Hozana, Lucas, Pedro Leonardo, Jeniffer, Luan, Joayres, Henrique, Cleilma, Gabriel, Ivo, Marina, Maira, por fazerem os meus dias melhores, gosto demais de vocês.

Agradeço grandiosamente aos meus amigos que fiz ao longo do mestrado, a turma 2023 do PPGECB. Agradeço de forma especial a Nayanne França Campos, minha dupla, por sempre estar comigo na graduação e no mestrado, a Izabela Alves Paiva, minha amiga, apoiadora e grande pesquisadora e Matheus Willy Machado Ferreira, meu amigo, mestre dos peixes, que sempre me ajuda. Amo vocês!

A todos meus sinceros agradecimentos do fundo do meu coração, todos são primordiais na minha jornada, obrigada por tanto pessoal!

RESUMO

O presente estudo visa avaliar a dinâmica ovocitária e a fecundidade da espécie de peixe *Mugil curema* como ferramenta para gerar medidas de conservação e uso sustentável ao longo da costa maranhense. A área de estudo onde os exemplares foram capturados trata-se da zona costeira da Ilha de Carimã e Curupu, município de Raposa. Esses organismos foram adquiridos por meio da pesca comercial durante o período de 1 ano (maio/2023 a abril/2024). Foram analisados 169 exemplares, os quais foram transportados ao Laboratório de Biologia Pesqueira (BioPesq) da Universidade Estadual do Maranhão para processamento do material biológico. No laboratório foram obtidos os dados de comprimento total (CT), furcal (CF), padrão (CP), peso corporal total (PT) e eviscerado (PE) ($\pm 0,01$ g), bem como o peso das gônadas (PG, $\pm 0,01$ g). Em seguida, foi feita a identificação macroscópica do estágio de maturação gonadal e o sexo, posteriormente identificação microscópica com análises histológicas. A proporção sexual foi de 1F:0,6M. O L50 foi de 16,83 cm(F) e 18,51 cm(M). Foi possível identificar 5 estágios maturacionais das gônadas: A-imaturo; B-em desenvolvimento; C-maduro; D-esvaziado; e E-reposo. A classificação de fases da ovogênese de ovários de fêmeas de *M. curema*: as oogônias, CA – alvéolos corticais, Vtg1, Vtg2 e Vtg3 – vitelogêneses primária, secundária e terciária, hidrólise, Pof – folículo pós-ovulatório e atresia. A fecundidade foi de 48.825 (fecundidade absoluta) $\times 10^2(\pm 4.882.500)$. No mês de Julho demonstrou um pico de aproximadamente 20% de frequência com o tamanho dos ovócitos na moda 144 a 176 (μm) micrômetros. O estudo da dinâmica ovocitária de *M. curema* revelou padrões reprodutivos influenciados pelo ambiente que são cruciais para estratégias de manejo e conservação na costa maranhense.

Palavras-chave: Gônadas; Ovócitos; Fêmeas.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the oocyte dynamics and fecundity of the fish species *Mugil curema* as a tool to support conservation measures and sustainable use along the coast of Maranhão, Brazil. The study area comprised the coastal zone of Carimã and Curupu Islands, municipality of Raposa. Specimens were obtained through commercial fishing over a one-year period (May 2023 to April 2024). A total of 169 individuals were analyzed and transported to the Laboratory of Fishery Biology (BioPesq) at the State University of Maranhão for processing of biological material. In the laboratory, total length (TL), fork length (FL), standard length (SL), total body weight (TW), eviscerated weight (EW) (± 0.01 g), and gonad weight (GW, ± 0.01 g) were recorded. Subsequently, macroscopic identification of gonadal maturation stage and sex determination were carried out, followed by microscopic classification through histological analyses. The sex ratio was 1F:0.6M. The length at first maturity (L50) was estimated at 16.83 cm for females and 18.51 cm for males. Five gonadal maturation stages were identified: A – immature; B – developing; C – mature; D – spent; and E – resting. The classification of oogenesis stages in *M. curema* ovaries included oogonia, CA – cortical alveoli, Vtg1, Vtg2, and Vtg3 – primary, secondary, and tertiary vitellogenesis, respectively; hydration; POF – post-ovulatory follicle; and atresia. Absolute fecundity was estimated at 48,825 oocytes, with relative fecundity reaching approximately 102 ($\pm 4,882,500$). In July, a peak of nearly 20% frequency was observed for oocytes with modal diameters ranging from 144 to 176 μm . The study of oocyte dynamics in *M. curema* revealed reproductive patterns influenced by environmental factors, which are essential for management and conservation strategies along the Maranhão coast. The study of oocyte dynamics in *M. curema* revealed reproductive patterns influenced by the environment, which are crucial for management and conservation strategies along the coast of Maranhão.

Keywords: Gonads; Oocytes; Females.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 Espécie <i>Mugil curema</i>	13
3.2 Dinâmica Ovocitária e Estratégias Reprodutivas em Peixes Teleósteos.....	14
3.3 Biologia Reprodutiva de <i>Mugil curema</i>	14
3.4 Influência dos Fatores Ambientais na Reprodução de <i>Mugil curema</i>	15
3.5 Impacto das Atividades Antrópicas na Reprodução de <i>Mugil curema</i>	15
3.6 Implicações para a Gestão Pesqueira e Conservação	15
4 METODOLOGIA.....	16
4.1 Área de estudo	16
4.2 Processamento do Material Biológico	17
4.3 Indicação do Período Reprodutivo	18
4.4 Histologia e análise das gônadas	18
4.5 Variáveis Ambientais.....	19
4.6 Fecundidade.....	19
4.7 Medições de Diâmetro dos Ovócitos.....	19
4.8 Análises Estatísticas.....	20
5 RESULTADOS	20
6 DISCUSSÃO	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A pesca (principalmente a artesanal) e a aquicultura no Maranhão são algumas das principais atividades fornecedoras de proteína animal para alimentação humana (Monteles; Funo; Castro, 2010; Nunes, 2015). Com a captura de carácter artesanal, as tainhas (*Mugil ssp.*) objeto deste estudo ganham destaque entre as principais espécies de peixes marinhos e estuarinos comercializados na Ilha do Maranhão (Vasconcellos; Diegues & Sales, 2012; Santana, 2015).

De acordo com Almeida (2008) a *Mugil curema* é uma das espécies-alvo do sistema de Embarcação de Pequeno Porte – Canoa a Remo (EPP-R) que atua ao longo de todo o litoral do Estado do Maranhão, sendo a Raposa um dos principais portos de desembarque desse sistema. Por conseguinte, há ocorrência dos mugilídeos o ano inteiro, com maior captura no período chuvoso.

Popularmente conhecidas como tainhas, paratis e curimãs, as espécies do gênero *Mugil* são peixes pelágicos encontrados em ambientes marinhos costeiros, estuários e água doce (McDowall, 2007), com distribuição nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todos os continentes (Nelson, 2006). A espécie *Mugil curema* (Valenciennes, 1836), conhecida localmente como tainha-sajuba apresenta o corpo cilíndrico e fusiforme, coloração do corpo prateada nas laterais e ventre claro, com dorso escurecido, uma mancha escura na base da nadadeira peitoral, mais evidente do lado interno (Santana, 2015).

Conforme o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO (2015) no Plano de Gestão da Tainha elaborado pelo MPA - Ministério de Pesca e Aquicultura e MMA - Ministério do Meio Ambiente, considera-se que a tainha tem grande importância socioeconômica para diversos grupos de consumidores, sendo relevante para a segurança alimentar das comunidades artesanais do litoral brasileiro. No entanto, existem disputas pelo recurso, há vulnerabilidades naturais e antrópicas que afetam negativamente o equilíbrio da tainha e tem necessidade de aperfeiçoar as medidas de ordenamento pesqueiro.

Nesse contexto, estudar a dinâmica populacional de peixes é fundamental, pois a reprodução garante a transmissão genética entre gerações e a manutenção das populações (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2016). Sendo uma função biológica essencial, a reprodução contribui para a perpetuação das espécies e a estabilidade dos ecossistemas, além de fornecer subsídios para estratégias de manejo pesqueiro sustentáveis (Brown-Peterson *et al.*, 2019; Murua; Saborido-Rey, 2003). A maior parte dos estudos sobre a reprodução dos peixes se fundamenta na caracterização do estágio de maturação das gônadas, que são críticos para a determinação precisa da estratégia reprodutiva das espécies (Diniz, 2020).

Informações apresentadas nesse estudo como L50, proporção sexual, estágios gonadais, Índice Gonadosomático são importantes acerca da biologia reprodutiva da espécie. Por conseguinte, essas informações são indispensáveis para nortear políticas primárias em termos de restrições da pesca como o defeso e limites de tamanho de captura para as espécies (Senguttuvan; Sivakumar, 2016).

As estratégias reprodutivas possibilitaram a conquista de êxito na reprodução dos peixes em locais diferentes onde eles habitam. Portanto, o tipo de desova ligado ao tipo de desenvolvimento ovocitário, à frequência de liberação de ovócitos maduros em um período de reprodução, a fecundidade que está associada ao tamanho dos indivíduos e condições ambientais, apresenta condições consideráveis tanto para espécies marinhas como dulcícolas (Araujo, 2009).

Sendo assim, a fecundidade diz respeito à quantidade total de óvulos que um peixe reprodutor pode liberar durante seu ciclo de reprodução (Bagenal, 1957; Hossain et al., 2012). As informações referentes à fecundidade podem ser importantes na atividade pesqueira para estimar a capacidade reprodutiva do estoque de peixes (Qasim, Quayyum, 1963; Nandikeswari et al., 2014; Jamali et al., 2016). Além da fecundidade, outro fator importante é a evolução ovocitária principalmente das fêmeas, é crucial compreender a morfologia dos ovócitos para entender a dinâmica da ovogênese de maneira específica e o ciclo reprodutivo de forma geral (Wallace, Selman, 1981).

Sendo assim, o presente projeto visa determinar a fecundidade e o desenvolvimento ovocitário de *Mugil curema*, uma das espécies de peixes de maior importância comercial no Maranhão. Estudos sobre os parâmetros reprodutivos de *M. curema* indicam que a espécie apresenta atividade reprodutiva no litoral maranhense (Diniz, 2020; Pinheiro; Goitein, 2014). No entanto, o tipo de desova, o recrutamento e o potencial reprodutivo dessa espécie ainda são desconhecidos no local de estudo, tornando-se fundamental a realização deste trabalho para fornecer informações que contribuam para o manejo sustentável dos estoques pesqueiros e para a manutenção da atividade pesqueira regional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a dinâmica ovocitária e a fecundidade da espécie de peixe *Mugil curema* como ferramenta para gerar medidas de conservação e uso sustentável ao longo da costa maranhense.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os aspectos reprodutivos de *M. curema*;
- Classificar os estágios maturacionais da *M. curema*;
- Identificar a dinâmica sazonal de toda a gama de fases ovocitárias da espécie estudada;
- Quantificar a fecundidade da *M. curema*;
- Analisar a influência das variáveis ambientais, como precipitação e temperatura do ar, nos padrões reprodutivos de *M. curema* no município de Raposa-MA.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Espécie *Mugil curema*

A espécie *Mugil curema*, Valenciennes, 1836 (Figura 2), taxonomicamente pertence à ordem Mugiliformes, subordem Mugiloide e família Mugilidae.

Figura 1. Exemplar de *Mugil curema* coletado na praia de Raposa-MA.



Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação Taxonômica da tainha, *M. curema*

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Classe: Osteichthyes

Ordem: Mugiliformes

Família: Mugilidae

Gênero: *Mugil*

Espécie: *Mugil curema*, Valenciennes, 1836

Fonte: Fishbase, 2018

A espécie pode alternar seu habitat entre os ambientes estuarinos, água doce e marinhos dependendo do ciclo de vida (Menezes, 1983). De forma generalista, os indivíduos dessa família são considerados diádromos catádromos, aqueles peixes que migram entre o rio e o mar, de acordo com a diversidade de ambientes que são consideradas as zonas costeiras (Zydlewski & Wilkie, 2012). Os indivíduos adultos formam cardumes (Harrison, 1995).

Importante frisar que a reprodução ocorre entre março e agosto (Robins; Ray, 1986). Os organismos são ovíparos com ovos pelágicos e a desova ocorre com vários milhões de ovos (Keith, 2000). A *M. curema* possui uma ótima aceitação no mercado e tem sofrido uma constante exploração de captura, também tem uma ótima distribuição e adaptabilidade em ambientes diversos (Diniz, 2019).

3.2 Dinâmica Ovocitária e Estratégias Reprodutivas em Peixes Teleósteos

A dinâmica ovocitária e as estratégias reprodutivas em peixes teleósteos estão intimamente relacionadas à sobrevivência e ao sucesso reprodutivo das espécies. Segundo West (1990), os teleósteos apresentam uma grande diversidade de modos reprodutivos, variando desde desova parcelada até estratégias de desova total. Essa diversidade está relacionada a fatores ambientais, disponibilidade de recursos e pressão de predação (Murua & Saborido-Rey, 2003).

Em relação ao ciclo ovocitário, Wallace e Selman (1981) descrevem que o desenvolvimento ovocitário em peixes teleósteos ocorre em fases distintas: fase de crescimento primário, fase de crescimento secundário e maturidade. A presença de diferentes estágios de ovócitos no ovário indica a estratégia reprodutiva adotada pela espécie, podendo ser classificada como sincrônica, assincrônica ou do tipo intermediário (Brown-Peterson et al., 2011; McBride et al., 2015).

A interação entre as estratégias reprodutivas e fatores ambientais também é amplamente discutida por Lowerre-Barbieri et al. (2011), que enfatizam a influência das condições climáticas e da dinâmica populacional na periodicidade da desova. Estudos indicam que espécies que habitam regiões tropicais podem apresentar ciclos reprodutivos mais prolongados devido à estabilidade das condições ambientais (Jakobsen et al., 2009).

3.3 Biologia Reprodutiva de *Mugil curema*

M. curema é uma espécie de ampla distribuição em regiões tropicais e subtropicais, incluindo a costa maranhense (Harrison, 2002). Estudos indicam que a espécie apresenta uma estratégia de desova parcelada, caracterizada por um recrutamento contínuo de ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento ao longo da temporada reprodutiva (Albieri et al., 2010; Andrade-Tubino et al., 2020).

Além disso, a maturação gonadal de *M. curema* é influenciada por fatores ambientais como temperatura, salinidade e fotoperíodo, que afetam a periodicidade reprodutiva e a eficiência na liberação de gametas (De Vlaming, 1972; Cervigni et al., 2008). Estudos

recentes de Franco et al. (2021) também sugerem que alterações na disponibilidade de alimentos podem impactar diretamente o desenvolvimento gonadal e a fecundidade da espécie.

A fecundidade, um dos principais parâmetros reprodutivos, é um fator crucial para a avaliação do potencial de recrutamento da população e sua capacidade de reposição (Bagenal, 1978). Estudos sobre fecundidade em *M. curema* indicam que essa espécie pode apresentar variações espaciais e temporais associadas a mudanças ambientais e pressão pesqueira (Silva et al., 2019).

3.4 Influência dos Fatores Ambientais na Reprodução de *Mugil curema*

Fatores ambientais como temperatura da água, salinidade, disponibilidade de alimento e variações sazonais influenciam diretamente os padrões reprodutivos dos peixes teleósteos (Marshall et al., 2003). Para *M. curema*, a temperatura desempenha um papel essencial na regulação da gametogênese e na sincronia do ciclo reprodutivo com períodos de maior produtividade alimentar (Pérez-Quñonez et al., 2018).

A variação dos níveis de salinidade também influencia a distribuição e reprodução da espécie, pois apresenta uma grande plasticidade fisiológica, permitindo sua ocorrência tanto em águas estuarinas quanto em mar aberto (Whitfield et al., 2012). Essa adaptação pode ser um fator determinante para o sucesso reprodutivo da espécie em diferentes ambientes costeiros.

3.5 Impacto das Atividades Antrópicas na Reprodução de *Mugil curema*

A degradação ambiental e as atividades humanas afetam significativamente os ciclos reprodutivos dos peixes. Estudos mostram que poluentes, como metais pesados e pesticidas, podem alterar a fisiologia reprodutiva e reduzir o sucesso da desova (Jobling & Tyler, 2003; Hontela, 2005). Especificamente para *M. curema*, a qualidade da água nos estuários desempenha um papel crucial, visto que a espécie utiliza esses habitats como berçários naturais (Blaber, 1997; Araújo et al., 2016).

A pesca excessiva também pode afetar a estrutura populacional e reduzir a capacidade reprodutiva da espécie, comprometendo a renovação dos estoques pesqueiros (Pauly et al., 2002). Estudos demonstram que a captura de indivíduos imaturos pode levar à diminuição da fecundidade total da população, afetando a sustentabilidade da pesca (Froese et al., 2016).

3.6 Implicações para a Gestão Pesqueira e Conservação

A gestão pesqueira baseada na biologia reprodutiva das espécies tem sido amplamente recomendada para garantir a sustentabilidade dos estoques pesqueiros (King & McFarlane, 2003). Em especial, para espécies como *M. curema*, onde a pressão de pesca pode afetar a estrutura etária da população, é fundamental a definição de defesos reprodutivos e tamanhos mínimos de captura (Begg et al., 1999; Froese et al., 2016).

De acordo com Sadovy de Mitcheson & Colin (2012), o manejo pesqueiro deve considerar aspectos como o período reprodutivo, a taxa de mortalidade natural e a capacidade de reposição populacional. No caso de *M. curema* na costa maranhense, é necessário aprofundar estudos sobre a fenologia reprodutiva e os padrões de recrutamento para embasar políticas de regulação da pesca e sustentabilidade dos estoques (Silva et al., 2019).

A implementação de medidas de conservação, como áreas de exclusão pesqueira e regulamentação das épocas de defeso, pode contribuir para a proteção dos períodos críticos do ciclo de vida da espécie (Pauly et al., 2002). Além disso, estratégias como o monitoramento da captura e a adoção de práticas sustentáveis de pesca são essenciais para garantir o equilíbrio ecológico e a manutenção dos estoques pesqueiros ao longo da costa maranhense.

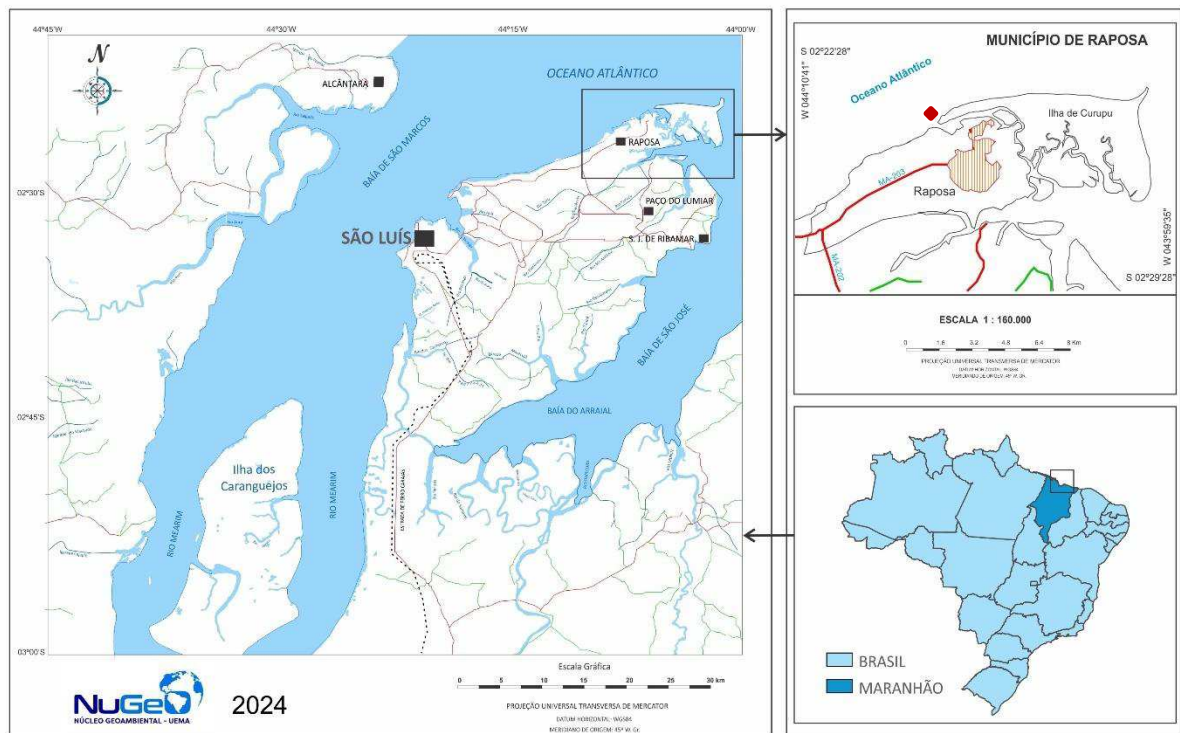
4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o estuário do rio Paciência, localizado no município de Raposa – MA que está localizada a 30 km da capital São Luís. Os exemplares foram capturados na praia próximo a Ilha de Carimã e Curupu. O município encontra-se limitado ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pelos municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar, a leste pela Ilha de Curupu e a Baía de São Marcos e a oeste do município de São Luís (Diniz, 2020). Encontra-se entre as coordenadas de 02° 25' 22''S e 44° 05' 21'W (Figura 1) no quadrante nordeste da Ilha do Maranhão (Santos, 2011).

No município, a vegetação predominante é o mangue, o clima é tropical, com clima quente e úmido, situando-se entre os padrões equatoriais e tropicais. Apresenta temperatura média anual de 26°C com dois períodos estacionais definidos: um chuvoso (janeiro a junho) e o outro de estiagem (julho a dezembro) e precipitação (chuva) anual média de cerca de 2.100 mm (Ferreira, 2014).

Figura 2. Localização geográfica do município de Raposa – MA e do local aproximado de captura das *M. curema* (ponto em vermelho).



Fonte: NuGEO, 2024.

4.2 Processamento do Material Biológico

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de 1 ano através da compra por meio da pesca comercial no município de Raposa. Os exemplares foram capturados com o auxílio de barcos a motor, utilizando tainheiras que são redes de emalhar com 50-150 metros de comprimento, o tamanho da malha varia de 15 – 80 centímetros. A confirmação da especificidade dos organismos capturados foi realizada através de chaves dicotômicas descritas em literatura de Menezes (1983) e Menezes (2015).

Uma vez identificados os espécimes, foram selecionadas uma quantidade mínima de 30 indivíduos da espécie por mês, posteriormente transportada em caixa isotérmica com gelo imediatamente para o Laboratório de Biologia Pesqueira da Universidade Estadual do Maranhão (BIOPEAQ), onde procedeu o processamento do material biológico.

Em laboratório foram obtidos os dados de comprimento total (Ct), comprimento furcal (Cf), comprimento padrão (Cp), peso corporal total (Pt) e peso eviscerado (Pe) ($\pm 0,01$ g), bem como o peso das gônadas (Pg, $\pm 0,01$ g), com a utilização de ictiômetro e balança digital.

Todos os procedimentos foram realizados em consonância com o Sisbio-Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade é regulamentado pela Portaria ICMBio 748/2022 com o projeto submetido a plataforma.

4.3 Indicação do Período Reprodutivo

Com o objetivo de indicar o período reprodutivo, o IGS foi calculado de acordo com a equação $IGS = Wg/We * 100$, proposta por Maddock e Burton (1998). Esta equação é aplicada a todos os indivíduos, onde Wg é o peso da gônada em gramas e We o peso do peixe eviscerado em gramas. O período reprodutivo é determinado pelos valores mais altos do IGS, obtidos mensalmente para ambos os sexos.

4.4 Histologia e análise das gônadas

A classificação da maturidade gonadal macroscópica foi realizada de acordo com a terminologia padronizada por Vazzoler (1996). Para a análise microscópica, adotou-se a descrição proposta por Brown-Peterson et al. (2011), que categoriza as gônadas em cinco estágios: A – imaturo ou virgem; B – em desenvolvimento; C – maduro ou com capacidade de desova; D – esvaziado ou em regressão; e E – repouso ou regenerado.

Na avaliação macroscópica das fêmeas de *M. curema*, as características consideradas foram: volume, coloração, espessura e irrigação sanguínea dos ovários, variáveis de acordo com o estágio de maturação.

Para a caracterização microscópica, as gônadas foram submetidas a processamento histológico. Inicialmente, realizou-se a fixação em formaldeído a 10% por 48 horas, seguida pela conservação em álcool a 70%. Posteriormente, os fragmentos (aproximadamente 3 mm) foram submetidos a uma série de banhos em álcool (70%, 80%, 90% e 100%), com duração de 40 minutos em cada concentração. A diafanização foi realizada em Xilol I e II, por 50 minutos em cada etapa. Em seguida, as amostras permaneceram em estufa a 60 °C, sendo incluídas em Parafina I e II, por 1 hora em cada.

Após o emblocamento, os cortes histológicos foram obtidos em micrótomo, com espessura de 5 µm. Os cortes foram estendidos em banho-maria a 30 °C e posteriormente coletados em lâminas de vidro, armazenadas em berços apropriados. A coloração foi realizada pelo método de Hematoxilina-Eosina (HE), preparando as lâminas para análise em microscópio óptico.

A determinação dos estágios de maturação baseou-se no estágio ovocitário mais avançado (EOM), na presença ou ausência de folículos pós-ovulatórios (FOP) e no tipo e intensidade de atresia (Hunter & Macewicz, 1985; Brown-Peterson et al., 2011). Para identificar estágios iniciais do desenvolvimento ovocitário e possíveis períodos de recrutamento, utilizou-se a metodologia proposta por Serrat et al. (2018), que descreve divisões consecutivas de ovócitos pré-vitelogênicos. Foram observados, ainda, diferentes elementos ovarianos, incluindo

estágios ovocitários, atresia, folículos pós-ovulatórios (POFs), vasos sanguíneos e espaços intercelulares.

As lâminas histológicas foram documentadas por meio de imagens digitais obtidas com câmera de 5 MP acoplada a microscópio óptico trinocular. As imagens foram analisadas utilizando o software livre Mosaic 2.3, permitindo a obtenção de informações gerais sobre o momento e a magnitude da liberação dos ovócitos, bem como aspectos relacionados à fecundidade da espécie.

4.5 Variáveis Ambientais

As informações de precipitação e temperatura do ar foram obtidas mensalmente em dados médios fornecidos pelo Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (NUGEO) referentes a área de estudo o município de Raposa-MA.

4.6 Fecundidade

Das gônadas maduras foram retiradas uma seção de 0,01 g do peso total da gônada, mantidas em solução de Davison por 24 horas para dissociação dos ovócitos. A contagem dos ovócitos das subamostra foi feita com placa de petri demarcada em quadrantes e uma lupa. Para o cálculo da fecundidade, foi utilizado: $F = n \times GW/GWS$, onde F = fecundidade; n = número de ovócitos contados da subamostra de gônadas maduras ou capaz de desovar; GW = peso da gônada; GWS = peso da subamostra da gônada.

4.7 Medições de Diâmetro dos Ovócitos

Os ovócitos foram medidos manualmente a partir de imagens tiradas no programa Mosaic 2.3. Para isso, foram usadas 23 lâminas de fêmeas que estavam no estágio C maduras ou capaz de desovar para a realização das medições.

Os diâmetros dos ovócitos foram organizados em categorias de tamanho para a análise da dinâmica ovocitária. Inicialmente, foi determinada a amplitude total dos dados com base nos valores mínimo e máximo registrados. O número ideal de categorias foi estimado pela Regra de Sturges $k = 1 + 3,322 \log(N)$, onde k é o número de classes, N é o número total de observações (ou tamanho da amostra) e $\log_{10}(N)$ é o logaritmo na base 10 do número total de observações.

Em seguida, a amplitude de cada categoria foi calculada dividindo-se a faixa de variação dos diâmetros pelo número de categorias obtido.

Com essas informações, foi elaborada uma tabela de intervalos de tamanho, agrupando os ovócitos conforme suas medidas. Para a categorização, utilizou-se a função de busca no Excel, atribuindo a cada ovócito sua respectiva categoria. A distribuição de frequência foi determinada e representada graficamente, permitindo a visualização da variação do diâmetro dos ovócitos ao longo dos meses analisados.

4.8 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o objetivo de verificar possíveis diferenças na variação do tamanho dos organismos em relação ao período do ano, bem como entre machos e fêmeas. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

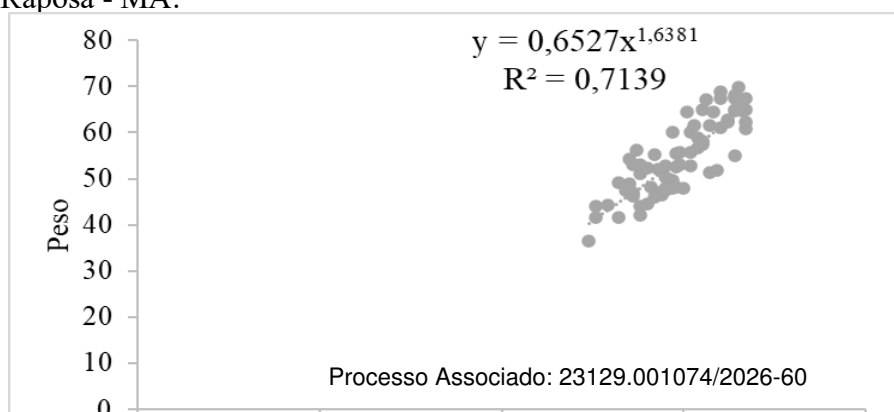
Os dados foram inicialmente testados quanto à normalidade, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, e quanto à homogeneidade das variâncias, utilizando-se o teste de Cochran quando o número de dados era igual e o teste de Bartlett quando era distinto. Quando os pressupostos foram atendidos, aplicou-se a Análise de Variância Simples (ANOVA) ou o teste t.

Nos casos em que os pressupostos não foram atendidos, os dados passaram por transformações (Ln ou Log10). Persistindo a ausência de normalidade ou homogeneidade, utilizou-se a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis. Para as comparações posteriores, empregou-se o teste de Student-Newman-Keuls (SNK) quando os dados se enquadraram nos pressupostos da ANOVA, e o teste de Mann-Whitney para comparações pareadas em distribuições não paramétricas. Todas as análises foram realizadas nos programas Statistica 10.0 e Past 4.03.

5 RESULTADOS

Foram analisadas 169 fêmeas de *M. curema*, que apresentaram comprimento total variando de 14,4 a 26 cm (média $19,29 \pm 2,21$ cm) e peso entre 26,9 e 176,62 g (média $68,40 \pm 25,02$ g). A relação peso e comprimento (Figura 3) demonstrou alometria negativa com o $b < 3$.

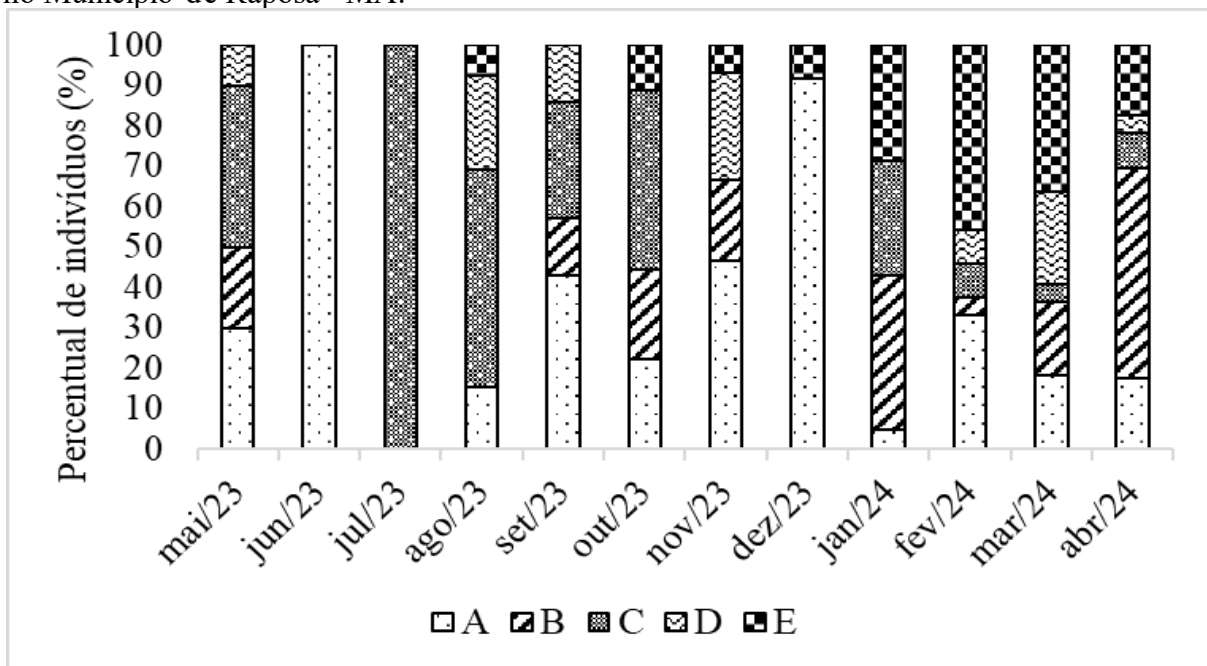
Figura 3. Relação peso e comprimento das fêmeas de *M. curema* capturados no Município de Raposa - MA.



Fonte: Autora, 2025

A frequência relativa dos estágios maturacionais macroscopicamente de *M. curema* (Figura 4) demonstra a distribuição ao longo de 1 ano do estudo. O estágio A (indivíduos imaturos) apresentou predominância na maioria dos meses, enquanto para o estágio E foram encontrados poucos indivíduos.

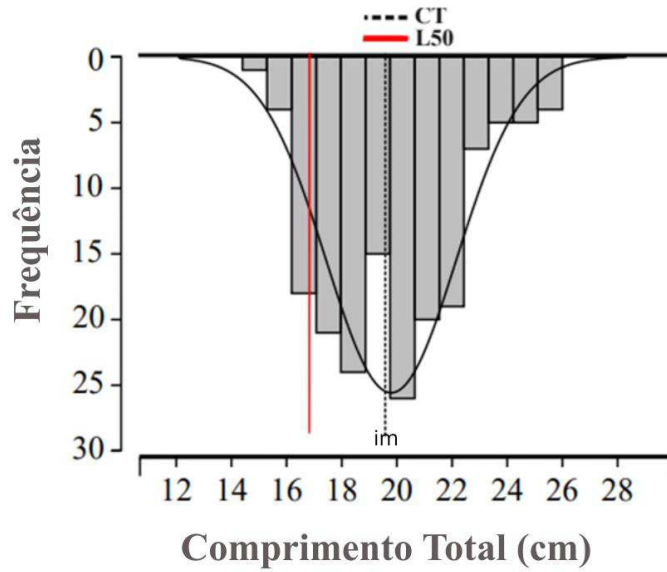
Figura 4. Frequência relativa de estágios maturacionais das fêmeas de *M. curema* capturados no Município de Raposa - MA.



Fonte: Autora, 2025

A partir da distribuição de frequência de comprimento total (Figura 5) foram encontradas mais exemplares nas faixas de 18 cm e 20 cm. O L50 obteve o valor de 16,83.

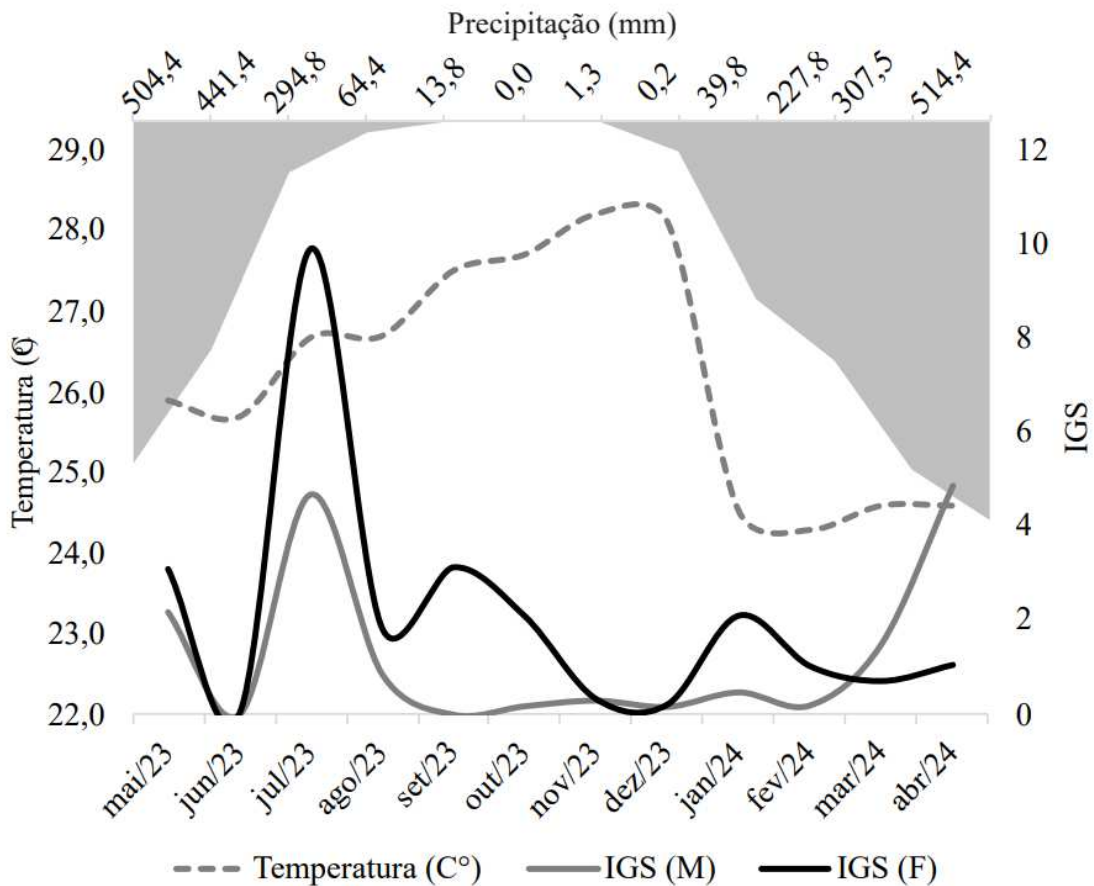
Figura 5. Distribuição de frequência de comprimento total e comprimento da primeira maturação (L50) para fêmeas de *Mugil curema* coletados no município de Raposa, MA.



Fonte: Autora, 2025

Os valores mais altos IGS (Figura 6) foram no mês de julho/23. A temperatura média nesse mês foi de 26,7 °C e a precipitação 64,4 mm já entrando no período de estiagem.

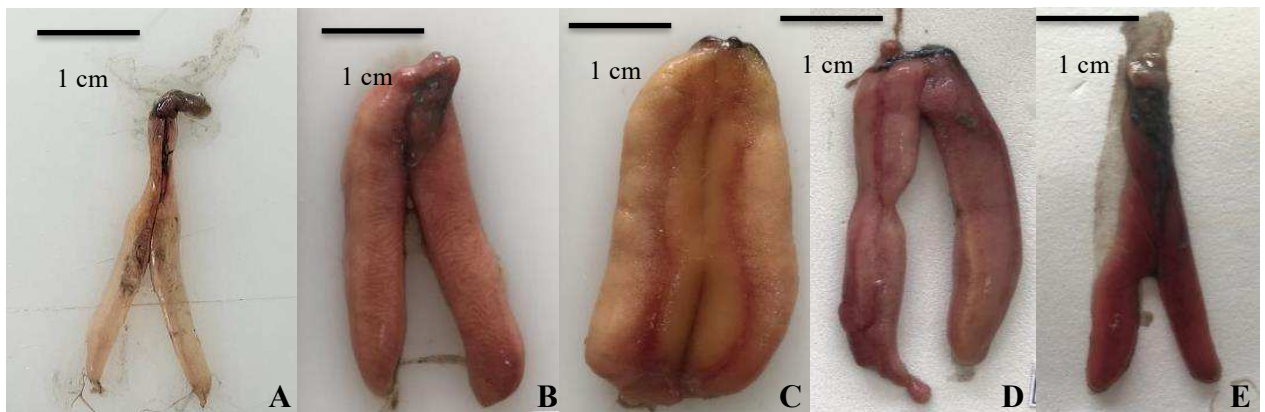
Figura 6. Valores mensais de Índice Gonadossomático, temperatura e precipitação de exemplares de *Mugil curema* coletadas em Raposa – MA.



Fonte: Autora, 2025

Foram identificados cinco estágios de desenvolvimento das gônadas das fêmeas (Figura 7), com predominância do estágio imaturo. No estágio A (imaturo ou virgem), as gônadas apresentaram coloração rosácea, aspecto filiforme, ausência de vascularização e de ovócitos aparentes. No estágio B (desenvolvimento), observaram-se gônadas de coloração amarelada a alaranjada, sem sinais de vascularização, com ovários mais desenvolvidos e presença de ovócitos visíveis e túrgidos. O estágio C (maduro ou em capacidade de desova) caracterizou-se por ovários de coloração amarela intensa, com ovócitos em máximo desenvolvimento e evidente vascularização. Já no estágio D (esvaziado ou em regressão), os ovários apresentaram-se flácidos, relativamente grandes, contendo poucos ovócitos, sendo a presença de zonas hemorrágicas a característica mais marcante. Por fim, no estágio E (repouso ou regenerado), as gônadas exibiram aspecto hemorrágico, flácido e coloração roxa a escura.

Figura 7. Estágios maturacionais de exemplares fêmeas de *M. curema* de Raposa. A- indivíduo imaturo; B- em desenvolvimento; C- maduro; D- esvaziado; e E-repouso.



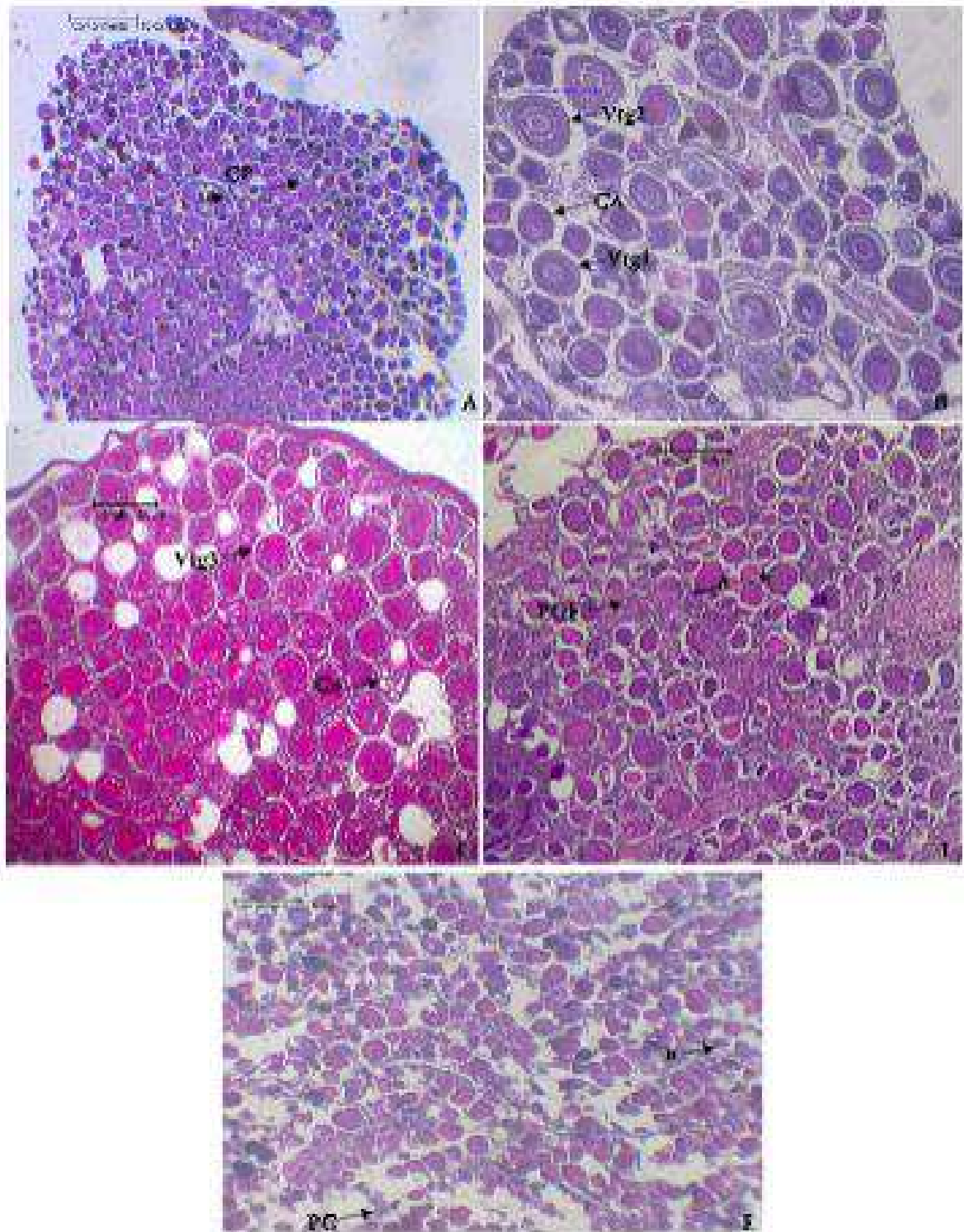
Fonte: Autora, 2025

As fêmeas de *M. curema* do presente estudo, apresentaram gônadas no estágio C com pesos superiores, quando comparadas aos estágios A, B, D e E. Este estágio se distingue por ter as gônadas ocupando a capacidade celomática máxima do peixe, com uma proporção de 3/4 em relação à cavidade abdominal.

A análise microscópica dos ovários permitiu classificar em 5 estágios de desenvolvimento gonadal (Figura 8): o estágio A (imaturo) - se caracteriza pela presença apenas de ovócitos em crescimento primário (CP); o estágio B (em desenvolvimento) - caracterizado pela presença de ovócitos em fase cortical alveolar (CA), vitelogênese primária e secundária

(Vtg1 e Vtg2); o estágio C (maduro ou capaz de desovar) - presença de ovócitos em vitelogênese terciária (Vtg3); o estágio D (esvaziado ou regressão) - com a presença de ovócitos nas fases: migração de vesícula germinativa (MVG), quebra da vesícula germinativa (GVBD), ovócitos hidratados (OH) e folículos pós-ovulatórios (POF); o estágio E (repouso ou regenerado) – nesta fase os ovócitos não apresentam quase nenhuma atividade vitelogênica.

Figura 8. Fotomicrografias de ovários de *Mugil curema* em diferentes estágios maturacionais, corados com Hematoxilina-Eosina (HE). (A) Estágio imaturo: presença de ovócitos em crescimento primário (CP) (lente 10x; escala 100 µm); (B) Estágio em desenvolvimento: ovócitos em vitelogênese primária (Vtg I), vitelogênese secundária (Vtg II) e ovócito cortical alveolar (CA) (lente 40x; escala 100 µm); (C) Estágio maduro ou capaz de desovar: presença de vitelogênese terciária (Vtg III) e gotícula de óleo (Go) (lente 40x; escala 100 µm); (D) Estágio esvaziado ou em regressão: presença de atresia (A) e folículo pós-ovulatório (POF) (lente 40x; escala 100 µm); (E) Estágio de repouso ou regenerado: ovócitos em crescimento primário (PG) com núcleo (N) visível (lente 10x; escala 100 µm).



Fonte: Autora, 2025

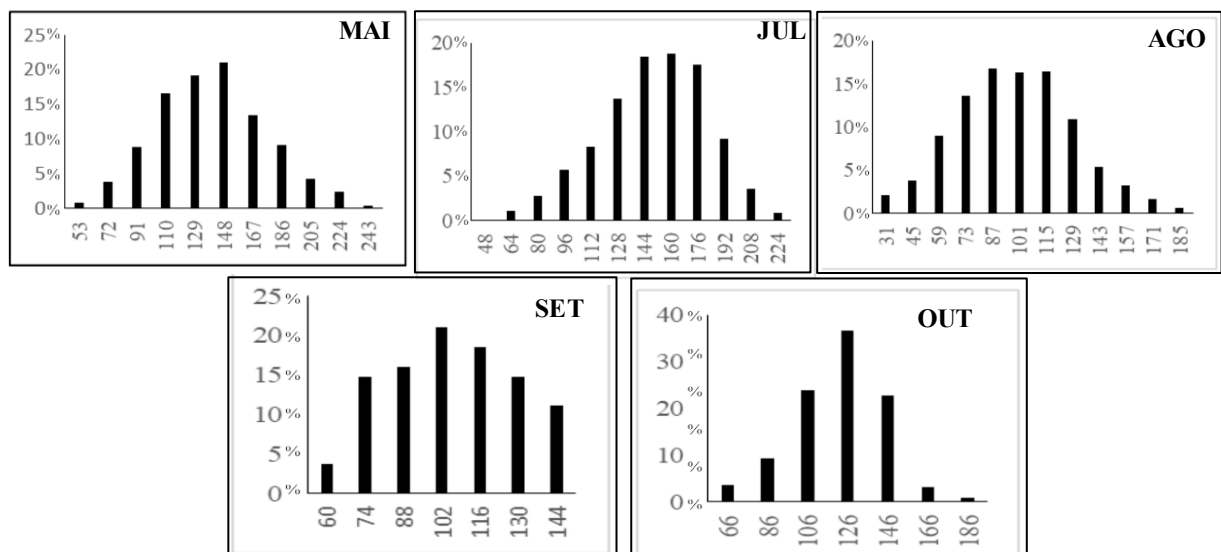
Os resultados indicam que a espécie tem um desenvolvimento sincrônico, com dois grupos de ovócitos sendo evidenciados a cada ciclo reprodutivo: os de reserva e os que irão amadurecer de forma sincronizada e serem eliminados durante o período de desova. Este

processo ovocitário, aliado à existência de folículos pós-ovulatórios e folículos vazios, que compartilham as mesmas condições de desorganização estrutural.

A fecundidade foi de 48.825 (fecundidade absoluta) $\times 10^2 (\pm 4.882.500)$ baseada na contagem dos ovócitos de 25 gônadas de fêmeas que apresentaram uma variação de tamanho entre 16,8 e 25,4 μm , consideradas maduras com ovócitos em processo de vitelogênese completa.

A análise do diâmetro dos ovócitos das fêmeas em estágio C (Figura 9) evidenciou variações mensais na moda das distribuições. No mês de maio, os ovócitos apresentaram moda entre 110 e 148 μm . Em julho, foi registrada a maior concentração, com moda variando de 144 a 176 μm e um pico de frequência de aproximadamente 20% nesse intervalo de diâmetro. No mês de agosto, a moda ocorreu entre 87 e 115 μm , sendo também observado o menor diâmetro individual registrado em todo o período, de 31 μm , com frequência em torno de 2%. Em setembro, os ovócitos concentraram-se na faixa de 102 a 130 μm , enquanto em outubro a moda foi observada entre 106 e 146 μm .

Figura 9. Distribuição de frequência do tamanho dos ovócitos por mês com a ocorrência de fêmeas de *Mugil curema* no estágio C.



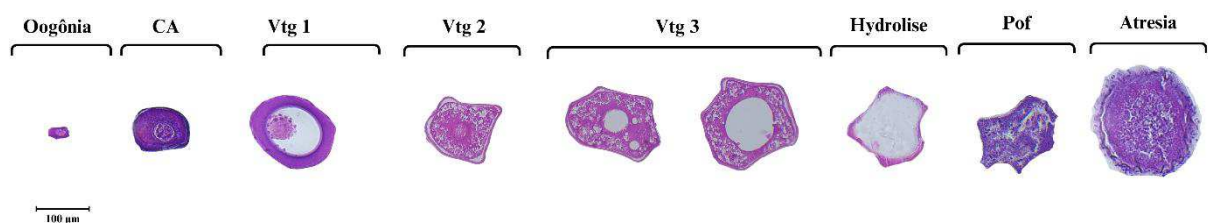
Fonte: Autora, 2025

Foi possível identificar diferentes estágios da ovogênese em ovários de fêmeas de *M. curema* analisados neste estudo (Figura 10). No estágio de crescimento primário, as ovogônias apresentam dimensões inferiores a 10 μm , com formato esférico ou ovalado, localizadas na periferia das lamelas ovarianas, podendo ocorrer de forma isolada ou em pequenos cistos, características observadas em ovários imaturos ou em recuperação.

No crescimento secundário, observou-se que os alvéolos corticais apresentam núcleo de contorno irregular; a zona radiada é delgada, translúcida e bem delimitada; e ao seu redor encontram-se células da granulosa de formato cúbico, além de células tecais pavimentosas. A fase de vitelogênese apresentou três subfases: vitelogênese primária (Vtg1), caracterizada por numerosos glóbulos e alvéolos corticais preenchendo todo o citoplasma, enquanto o núcleo se apresenta reduzido em relação à fase anterior; vitelogênese secundária (Vtg2), na qual o núcleo exibe contorno irregular e vários nucléolos periféricos, com citoplasma contendo alvéolos preenchidos por material acidófilo e grânulos vitelínicos, e zona radiada mais espessa em comparação à Vtg1; e vitelogênese terciária (Vtg3), em que o citoplasma se torna intensamente acidófilo, ocupado quase totalmente por grânulos vitelogênicos e inclusões lipídicas dispersas, enquanto o núcleo apresenta tamanho inferior ao da fase precedente.

A hidrólise ocorre entre o final da vitelogênese e a liberação dos ovócitos no meio, sendo facilmente reconhecida pelo aspecto característico de folículos vazios. Os folículos pós-ovulatórios mostram estrutura desorganizada, com presença de numerosos vacúolos e parede convoluta, resultantes da liberação do ovócito maduro e compostos por células da granulosa hipertrofiadas. Nos casos de atresia, as células da camada granulosa migram para o interior do ooplasma e, ao final do processo, observa-se o desaparecimento da zona radiada.

Figura 10. Fases da ovogênese encontradas em lâminas de ovários de fêmeas de *M. curema* de Raposa-MA. As abreviações são as seguintes: CA – alvéolos corticais, Vtg1 – vitelogênese primária, Vtg2 – vitelogênese secundária, Vtg3 – vitelogênese terciária, Pof – folículo pós-ovulatório. Escala: 100 µm(micrômetros).



Fonte: Autora, 2025

6 DISCUSSÃO

Ao manter o equilíbrio em seus estoques, as populações de peixes devem possuir proporções sexuais o mais próximo possível de 1:1 (Vazzoler, 1996; Andrade, 2015). No entanto, a proporção sexual no presente estudo foi de 1F:0,6M, demonstrando que o número de machos ficou mais distante do recomendado.

Nesse sentido essa variação pode ser explicada, de acordo com Nikolsky (1963) as variações na proporção sexual podem ocorrer entre populações de uma mesma espécie e em diferentes períodos dentro de uma mesma população; o mesmo autor ainda defende que esse comportamento é geralmente uma adaptação que garante a predominância de fêmeas quando o ambiente é propício para a produção de ovos ou quando a espécie é alvo de pesca intensiva.

Nos estudos de Oliveira *et al.* (2015) no Rio Grande do Norte, Diniz (2020) na Ilha de Curupu em Raposa – Maranhão e Pinheiro; Golden (2014) em um manguezal da Raposa - Maranhão foi possível observar que as fêmeas de *M. curema* foram mais representativas comparado aos machos. Esse fato corroborou com o presente estudo.

Nesse sentido, os mugilídeos do sexo masculino são mais comuns em tamanhos menores (Njoku & Ezeibekwe, 1996; Vazzoler, 1996; Okumus & Bascnar, 1997; Ergene, 2000; Ibáñez Aguirre & Gallardocabello, 2004; McDounough, 2005). Como resultado, *M. curema* do presente estudo apresentaram esse padrão de comprimento total (cm): as fêmeas apresentaram a média de 19,29 cm, enquanto os machos obtiveram a média 19,27 cm.

Em quase todas as espécies de mugilídeos, os machos iniciam o processo de maturação com tamanhos menores que as fêmeas (Salem & Mohammad, 1983; Geldyah, 1977; Okumus & Bascnar, 1997). Esse aspecto não ocorreu no presente estudo, o L50 obteve o valor de 16,83 cm para as fêmeas e 18,51 cm para os machos, ressaltando que as fêmeas ficaram maduras com o comprimento inferior aos machos. O mesmo ocorreu no estudo de Oliveira *et al.* (2011) realizado no estuário do rio Potengi, Rio Grande do Norte, que estimou o L50 em 24,0 cm para fêmeas e 26,4 cm para machos dessa espécie.

Em contraste, a espécie objeto do estudo capturada próximo a praia em Raposa-MA, apresentou o L50 abaixo do reportado no estudo de Ruiz-Ramírez (2017) para a mesma espécie na lagoa costeira de Barra de Navidad, Jalisco, México onde o comprimento médio estimado de maturação para as fêmeas 24,5 cm e os machos foi de 21,7 cm. Em estudo de Silva (2021) na costa amazônica maranhense, Raposa-MA, foi determinado o L50 de *Mugil curema* para fêmeas de 21,04 cm e os machos 18,50 cm. Então, o comprimento da primeira maturação pode sofrer variações de acordo por exemplo com a disponibilidade de alimento em certa localidade, resultando em taxas de crescimento distintas em diversas regiões (Santos *et al.*, 2015). Em ambientes com abundância de nutrientes e disponibilidade alimentar, os peixes crescem mais rapidamente, depositando energia para o crescimento somático antes da reprodução (Jobling, 1994); essa característica é observada em diversas espécies de teleosteos, incluindo os mugilídeos (Lowe-McConnell, 1999). Desta forma, Vazzoler (1996) afirma que

o L50 está intrinsecamente ligado ao crescimento, com variações intraespecíficas ligadas a condições ambientais abióticas e biológicas.

Outro fator crucial é a arte de pesca empregada que influencia diretamente o L50 em populações de peixes, uma vez que a seletividade do equipamento determina o tamanho dos indivíduos capturados, podendo favorecer tanto juvenis quanto adultos, conforme o tipo de malhagem utilizada (Freitas *et al.*, 2021). A captura excessiva de exemplares imaturos, além de reduzir o potencial reprodutivo das populações, pode induzir mudanças adaptativas ao longo do tempo, como a antecipação da maturidade sexual, comprometendo a viabilidade dos estoques (Heino; Dieckmann, 2008). No Maranhão, estudos sobre a pesca da tainha (*M. curema*) indicam que a utilização de redes de emalhe com malhagens inadequadas é uma prática comum, o que contribui significativamente para a variação do L₅₀ e afeta a sustentabilidade desse recurso pesqueiro essencial para comunidades costeiras (Diniz, 2019).

O Índice Gonadossomático é um parâmetro relevante para os estudos de reprodução, pois reflete as alterações ocorridas no peso das gônadas durante o ciclo reprodutivo da espécie, o que pode ser um indicador eficaz da época reprodutiva (Vazzoler, 1996). No trabalho de Albieri (2009) onde foi estudada a biologia reprodutiva de *M. curema* da Baía de Sepetiba no sudeste do Brasil, os IGS mais baixos foram registrados entre Fevereiro e Junho ($0,38 \pm 0,06$ a $0,52 \pm 0,05$, respectivamente); estes valores aumentaram em Julho ($4,13 \pm 0,92$), dados esses que corroboram com o nosso estudo durante o período de coleta.

Pesquisas envolvendo espécies do gênero *Mugil* indicaram variações entre os períodos reprodutivos de cada espécie. Como nos trabalhos de Marterer (1990), na Baía de Guaratuba (PR) e Esper *et al.* (2001), na Baía de Paranaguá (PR) que relataram que a *Mugil platanus* possui uma longa estação reprodutiva, que vai de maio a setembro. Sadowski & Almeida Dias (1986) no sul/sudeste do Brasil observaram o mesmo resultado, considerando que a época de reprodução das tainhas começa em março e termina em outubro. Segundo Torres *et al.* (2008) esta ação reprodutiva envolve a colaboração de diversas espécies, estando ligada a elementos hidro climáticos ao longo da costa. Comparando-se esses resultados com os obtidos no presente trabalho, observa-se que a duração do período de reprodução em Raposa-MA é bem semelhante aos trabalhos citados abrangendo de maio a outubro, estando associado, também, às condições ambientais da região.

M. curema é uma espécie de grande importância econômica nas pescarias artesanais no polo pesqueiro de Raposa – MA. Sendo assim, os pescadores têm preferência por indivíduos com tamanhos maiores em virtude do valor comercial. A captura contínua de peixes com um maior porte ao longo do ano acaba selecionando genótipos de crescimento mais lento e de

menor tamanho (Conover; Munch, 2002; Sharpe; Hendry, 2009). Portanto, a captura contínua de exemplares de uma comunidade atrapalha o manejo pesqueiro, já que aumenta o tempo de recuperação de um determinado estoque (Enberg, 2009), então o maior tamanho corporal da espécie geralmente está relacionado ao maior potencial reprodutivo.

O pico de desova encontrado na Baía de Sepetiba (Albieri, 2009) *M. curema* ocorreu um pouco antes da estação chuvosa, sugerindo que a pluviosidade afeta o período reprodutivo. No entanto, no presente estudo, o pico ocorreu após o período chuvoso. É possível associar picos de desova com a pluviosidade e/ou cheias em determinadas regiões.

A relação entre os picos de desova e a pluviosidade podem variar geograficamente. No trabalho de Ibáñez-Aguirre; Gallardo-Cabello (2004) no Golfo do México a *M. curema* apresentou período de desova entre fevereiro e maio, com maior atividade em abril, coincidindo com a estação de seca da região. Já em outro trabalho de Marín *et al.* (2003) em uma lagoa costeira na Venezuela, indivíduos desovaram de setembro a janeiro, com recrutamento de juvenis entre março e junho, período que sucede a estação chuvosa local.

A relação entre os picos de desova de *M. curema* e a pluviosidade varia conforme a região e as condições ambientais. Em algumas áreas, a desova ocorre durante ou após as chuvas, foi o que aconteceu no presente estudo; em outras, durante a estação seca. Essas variações reforçam a importância de estudos regionais para compreender os fatores reprodutivos da espécie e subsidiar estratégias de manejo e conservação.

Em um estudo realizado no Caribe com *M. curema*, foram identificados macroscopicamente seis estágios de desenvolvimento ovariano: repouso, maturação inicial, maturação final, maduro, parcialmente desovado e desovado (Solomon & Ramnarine, 2007). No presente estudo, foi possível classificar cinco estágios.

Estudos sobre *M. curema* no Caribe (Solomon & Ramnarine, 2007) e na Baía de Sepetiba (Albieri, 2009) registraram uma fecundidade média de 415.000 ($\pm 32 \times 10^3$) ovócitos e uma fecundidade absoluta de 245.828 ovócitos, respectivamente. No presente estudo, a fecundidade observada foi superior, atingindo 4.882.500 ovócitos. Dessa forma, os exemplares de *M. curema* coletados em Raposa-MA apresentaram fecundidade superior aos valores reportados por Solomon & Ramnarine (2007) e Albieri (2009).

Segundo Albieri (2010) a fecundidade da *M. liza* é alta (de 241×10^4 a 365×10^4 ovócitos) em comparação com a co-ocorrente *M. curema* (entre 82×10^3 e 378×10^3 ovócitos). Por conseguinte, outras tainhas como *M. platanus* (55×10^4 a 236×10^4 ovócitos) e *M. cephalus* (213×10^3 a 389×10^3 ovócitos), também possuem alta fecundidade (Romagosa *et al.*, 2000; McDounough *et al.*, 2003; Ibáñez Aguirre; Gallardo-Cabello, 2004).

A fecundidade pode variar de acordo com o tamanho da fêmea, tendendo a aumentar à medida que ela cresce, dessa forma, está mais relacionada ao desenvolvimento do que à idade do indivíduo (Vazzoler, 1996).

M. curema se apresentou mais abundante em estudos realizados em ambientes estuarinos no Golfão Maranhense (Castro, 1997; 2001). Em consonância com Yanez-Arancibia (1976) a abundante presença de mugilídeos num ecossistema de manguezais pode ser relacionada ao costume alimentar ser predominantemente detritívoro. A área de estudo em Raposa – MA tem como característica o estuário e o mangue que são localidades ricas em matéria orgânica e que carregam um aporte de nutrientes. A família Mugilidae procuram essas áreas pela oferta de alimentos como lagoas costeiras, delta de rios e áreas estuarinas de manguezais. Sendo assim outros fatores como temperatura, pluviosidade e fotoperíodo tem sido identificado como importantes agentes de influência na reprodução e recrutamento de juvenis de Mugilidae (Yanez-Arancibia, 1976; Blaber & Blaber, 1980; Blaber, 1987; Vieira, 1991; Ibañez & Gutiérrez benítez, 2004).

De acordo com Lowe McConnell (1999) apesar dos mugilídeos não serem peixes de água doce, eles se deslocam para além da área do estuário para desovar em locais pouco distantes no oceano, desta forma são considerados peixes catádromos.

Segundo Vazzoler (1996) a fecundidade e o diâmetro dos ovócitos maduros são estratégias extremamente delicadas, com variações inter e intraespecíficas, latitudinais, entre ciclos reprodutivos sucessivos e entre indivíduos do mesmo tamanho em um mesmo intervalo de tempo.

Estudos de Marin (2000) em populações de *M. curema* na costa norte da Venezuela, a respeito da fecundidade e crescimento, notaram que a época de desova provavelmente foi adaptada ao pico de recrutamento na lagoa antes do período chuvoso, este período as condições de crescimento são mais propícias.

O desenvolvimento do tecido ovariano da *Mugil curema* não difere da maior parte dos teleósteos que é dividido em duas fases. Sendo a primeira caracterizada pelo crescimento lento e com poucas alterações citoplasmáticas, conhecida por fase pré-vitelogênica. E a segunda fase, o crescimento é mais rápido e existe a deposição de grande quantidade de vitelo no ooplasma, chamada de fase vitelogênica (Wallace; Selman, 1981; Forberg, 1982, Howell, 1983; Andrade-Talmelli *et al.*, 1996; Solomon; Ramnarine, 2007).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, foi possível perceber um número maior de fêmeas de *M. curema*

no estágio C no mês de julho. No entanto, teve a ocorrência de grande número de juvenis ao longo do período de coleta, o que pode indicar que não há muita seletividade na arte de pesca utilizada, o que de certa forma a torna a pesca menos sustentável.

A proporção sexual do estudo foi de 1F:0,6M, a proporção de machos ficou um pouco a baixo do recomendado que é 1:1, sendo que a população pode estar sofrendo um desequilíbrio.

O L50 (16,83 cm - fêmeas e 18,51 cm – machos) demonstrou que as fêmeas atingem o tamanho de primeira maturação em tamanho inferior aos machos, podendo ser uma estratégia reprodutiva da espécie.

Foi possível a caracterização de cinco estágios maturacionais gonadais e a observação de fases do desenvolvimento ovocitário de fêmeas de *M. curema* na região de Raposa-MA ao longo do período amostrado. A identificação detalhada das fases de ovogênese, desde as ovogônias até os folículos pós-ovulatórios e a atresia, reforça a plasticidade reprodutiva da espécie, fundamental para garantir a manutenção dos estoques naturais. Essas contribuições fornecem subsídios importantes para o entendimento da reprodução da *M. curema*, contribuindo para a conservação e sustentabilidade da pesca da espécie na costa maranhense.

A fecundidade absoluta de fêmeas de *M. curema* foi considerada mais elevada comparada com outros trabalhos utilizando espécies do gênero *Mugil*. Esse resultado evidencia o elevado potencial reprodutivo da espécie na região, reforçando sua importância para a manutenção dos estoques pesqueiros e a adoção de estratégias de manejo que considerem a preservação de indivíduos em fase reprodutiva.

A concentração dos ovócitos no mês de julho, principalmente na faixa de 144 a 176 μm , com um pico de frequência de aproximadamente 20%, indica um avanço expressivo no processo de maturação ovariana, sugerindo uma intensificação da atividade reprodutiva nesse período. Essa estratégia reprodutiva adaptativa favorece a perpetuação da espécie em ambientes sujeitos a variações ambientais.

A recomendação é realizar estudos mais aprofundados e contínuos sobre a avaliação do estoque de *Mugil curema* para determinar o rendimento máximo econômico e sustentável da espécie capturada na praia de Raposa - MA. Isso permitiria a criação de cotas de captura na área de estudo. Muitos peixes são capturados diariamente no município de Raposa, o que torna esse estudo crucial para preservar e conhecer melhor a reprodução da espécie e permitir que os indivíduos juvenis se desenvolvam.

. Esse estudo ajudará a melhorar a gestão dos estoques da pesca. Sendo assim, os dados obtidos poderão auxiliar gestores e a comunidade pesqueira de Raposa – MA na adoção de práticas que conciliem a exploração racional dos recursos com a conservação da espécie, promovendo um equilíbrio entre produtividade econômica e sustentabilidade a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ALBIERI, Rafael Jardim. Biologia reprodutiva da tainha *Mugil liza Valenciennes* e do parati *Mugil curema Valenciennes (Actinopterygii, Mugilidae)* na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/10883>. Acesso em 21 jun 2025.

ALBIERI, R. J.; ARAÚJO, F. G.; ANDRADE-TUBINO, M. F. Reproductive biology of *Mugil curema* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 719-730, 2010.

ALMEIDA, Zafira da Silva de. **Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconomia, estado da arte e manejo.** 2008. 286 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Pará; Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3426>. Acesso em: 21 jan. 2025.

ALMEIDA-FUNO, I. C. S.; PINHEIRO, C. U. B.; MONTELES, J. S. Identificação de tensores ambientais nos ecossistemas aquáticos da área de proteção ambiental (APA) da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.1, p. 74-85, 2010.

ANDRADE, E.S., ANDRADE, E.A., FELIZARDO, V.O., PAULA, D.A.J., VERAS, G.C., MURGAS, L.D.S. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 39, p. 195-201. 2015.

ANDRADE-TALMELLI, E. F.; ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M. Características reprodutivas de tainha *Mugil platanus* (Teleostei, Peciformes, Mugilidae), da região Estuarino-Lagunar de Cananéia, São Paulo. **Revista Ceres**, v. 43, p. 165-185. 1996

ANDRADE-TUBINO, M. F.; ARAÚJO, F. G.; SANTOS, A. Reproductive traits of *Mugil curema* from tropical estuarine habitats. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 68, e20200107. 2020.

ARAÚJO, F. G.; TEIXEIRA, T. P.; PINTO, B. C. T. Environmental factors affecting fish reproduction in tropical estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 181, p. 161-170. 2016.

ARAÚJO, R. Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2 p. 24-31, 2009.

BAGENAL, T. B. Aspects of fish fecundity. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 58, n. 2, p. 299-304. 1978.

- BAGENAL, T.B. Variações anuais na fecundidade de peixes. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 36, n. 2, p. 377-382. 1987.
- BEGG, G. A.; CAPPO, M.; CAMERON, D. S.; BOYLE, S.; SELLIN, M. J. Stock assessment of reef fish. **Fisheries Research**, v. 41, n. 3, p. 239-257. 1999.
- BLABER, S. J. M. **Fish and fisheries in tropical estuaries**. Chapman Hall, 367 f. 1997.
- BLABER, S. J. M.; BLABER T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 143-162. 1980.
- BLABER, S. J. M. Factor influencing recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of Southeastern Africa. In: DADSWELL, M.; KLAUDA, R.; SAUNDERS, C.; RULIFSON, R. & COOPER, J. (Eds). **Common strategies of anadromous and catadromous fishes**. Am. Fish. Soc. Symp. pp. 507-518. 1987.
- BRAGA-SILVA, A.; GALETTI JUNIOR, P. M. Evidence of isolation by time in freshwater migratory fish *Prochilodus costatus* (Characiformes, Prochilodontidae). **Hydrobiologia, Haia**, v. 765, n. 1, p. 159-167, 2016.
- BROWN-PETERSON, N. J. et al. An improved and simplified terminology for reproductive classification in fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 11, n. 1, p. 58–76, 2019.
- BROWN-PETERSON, N. J., WYANSKI, D. M., SABORIDO-REY, F., MACEWICZ, B. J., & LOWERRE-BARBIERI, S. K. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 52-70. 2011.
- CASTRO, A. C. L. Características ecológicas da ictiofauna da ilha de São Luís. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 10, p. 1-18. 1997.
- CASTRO, A. C. L. et al. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do rio Paciência (MA-Brasil). **Atlântica**. V. 23, p. 39-46. 2001.
- CERVIGNI, G. D. L., ESPINACH-ROS, A., & MONTEMAYOR, J. C. Reproductive biology of the mullet (*Mugil liza*) in the Río de la Plata estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 72, n. 6, p. 1527-1540, 2008.
- CONOVER, D. O.; MUNCH, S. B. Sustaining fisheries yields over evolutionary time scales. **Science**, v. 297, p. 94–96, 2002.
- COSTA-NETO, E. M.; DIAS, C. V.; MELO, M. N. O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, Estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 561-572. 2002.
- DE VLAMING, V. L. Environmental control of teleost reproductive cycles: a brief review. **Journal of Fish Biology**, v. 4, n. 2, p. 131-140. 1972.
- DIAS NETO J.; DIAS, J. F. O. **O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca**. Brasília: Ibama, 288 p. 2015.

DIAS NETO, J. Pesca no Brasil e seus aspectos institucionais - um registro para o futuro. **Revista CEPSUL – Biodiversidade e Conservação Marinha**. v. 1, n. 1, p. 66–80. 2010.

DIEGUES, A. C. **Pesca artesanal no litoral brasileiro: Cenários e Estratégias para sua sobrevivência**. São Paulo. Instituto Oceanográfico, 287p. 1988.

DINIZ, A. L. C. **Aspectos reprodutivos de *Mugil curema* (Teleostei: Mugilidae) em duas áreas da Costa Norte do Maranhão, Brasil**. 2020. 100 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2020.

DINIZ, A. L. C.; SOUZA, A. K. R.; FRANÇA, A. P.; FREITAS, J.; BATISTA, W. S.; LENZ, T. M. O uso múltiplo da área de pesca do município de Raposa, Maranhão/Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6999-7010. 2020.

ENBERG, K.; JORGENSEN, C.; DUNLOP, E.S.; HEINO, M.; DIECKMANN, U. Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. **Evolutionary Applications**, v. 2, p. 394–414. 2009.

ERGENE, S. Reproduction characteristics of Thinlip Grey mullet, *Liza ramada* (Risso, 1826) inhabiting Akgöl-Paradeniz Lagoon (Göксу Delta). **Turkish Journal of Zoology** v. 24, p. 159-164. 2000.

ESPER, M. DE L.P.; MENEZES, M.S. DE; ESPER, W. Época reprodutiva de *Mugil platanus* (Günther, 1880), Pisces Mugilidae da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Acta Biologia Paranaense**, v.30, n.1- 4, p.5-17, 2001.

FERREIRA, I. S.; CUTRIM, M. V. M.; WATANABE, I. S.; MENDONÇA, E. M. C. **O MUNICÍPIO DE RAPOSA - MA: do abandono ambiental as perspectivas de crescimento econômico e turístico**. Faculdade Santa Fé. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Anais do VII CBG – ISBN:978-85-98539-04-1, p. 1-8, 2014 Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404340937_ARQUIVO_Trabalhosobre_municipiodeRaposa-MA.pdf> Acesso em: 02 nov.2022.

FORBERG, K. G. A histological study of development in capelin, *Mallotus villosus villosus* (Muller). **Journal of Fish Biology**, v. 20, p. 143-154. 1982.

FRANCO, A. F.; GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P.; MOURA, D. R. Food availability and reproductive output in estuarine-dependent fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 98, n. 4, p. 1023-1037. 2021.

FREITAS, T. M. A. et al. Caracterização da pesca artesanal e sua influência sobre o estoque reprodutivo de peixes em comunidades costeiras. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 47, e766, 2021.

FROESE, R.; STERN-PIRLOT, A.; WINKER, H.; GASCUEL, D. Size matters: How single-species management can contribute to ecosystem-based fisheries management. **Fish and Fisheries**, v. 17, n. 2, p. 267-284. 2016.

GELDIAY, R. Ecological aspects of grey mullet living along the coast of Turkey. *E.U. Fen Fakültesi Dergisi*, v. 2, p. 155-170. 1977.

HARRISON, I. J. Mugilidae. **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes**. 2002.

HARRISON, I. J. Mugilidae. Lisas. p. 1293-1298. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) **Guia FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca**. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome. 1995.

HEINO, M.; DIECKMANN, U. Detecting fisheries-induced life-history evolution: an overview of the reaction-norm approach. *Bulletin of Marine Science*, v. 83, n. 1, p. 69–93, 2008.

HONTELA, A. Endocrine responses as indicators of sublethal toxic stress in fish. *American Fisheries Society Symposium*, v. 43, p. 165-179. 2005.

HOSSAIN, M. Y.; RAHMAN, M. M.; FULANDA, B.; JEWEL, M. A. S.; AHAMED, F.; OHTOMI, J. Relações comprimento–peso e comprimento–comprimento de cinco espécies de peixes ameaçadas do rio Jamuna (afluente do rio Brahmaputra), norte de Bangladesh. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 28, n. 2, p. 275-277. 2012.

HOWELL, W. H. Seasonal changes in the ovaries of adult yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. *Fishery Bulletin*, v. 81, p. 341-355. 1983.

IBAÑEZ AGUIRRE, A.L.; GALLARDO-CABELLO, M. Reproduction of *Mugil cephalus* and *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, v. 75, p. 37-49. 2004.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Ministério da Pesca e Agricultura (MPA); Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano de Gestão para o Uso sustentável da Tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil**. 238 p. 2015. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1514>. Acesso em: 18 jan .2025.

JAKOBSEN, T.; FOGARTY, M. J.; MEGREY, B. A.; MOKSNESS, E. **Fish reproductive biology: Implications for assessment and management**. Wiley-Blackwell. 2009.

JAMALI, H.; PATIMAR, R.; FARHADI, M.; DARAEI, V. Age, growth and reproduction of *Paracobitis malapterura* (Teleostei: Nemacheilidae) from Qom River, Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, v. 3, n. 1, p. 43-52. 2016.

JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. Chapman & Hall. 1994.

JOBLING, S.; TYLER, C. R. Endocrine disruption in wild freshwater fish. *Pure and Applied Chemistry*, v. 75, 2003.

KEITH, P.; LE BAIL, P.-Y.; PLANQUETTE, P. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane**. Tome 2, Fascicule I: Batrachoidiformes, Mugiliformes, Beloniformes, Cyprinodontiformes, Synbranchiformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Tetraodontiformes. Collection Patrimoines Naturels, v. 43, n. I, 286 p. Paris: Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, 2000.

KING, J. R.; MCFARLANE, G. A. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. **Fisheries Management and Ecology**, v. 10, n. 4, p. 249-264. 2003.

LEITE, C. A. S.; MARTZ, D. F.; SILVA, M. E. F. O município de Raposa no Maranhão: da construção histórica e cultural aos efeitos atuais da urbanização. In: Melo, J. C. (org.). **(Re)descobrimo o município de Raposa através do PET: conexões dos saberes, pesquisa e extensão em espaços sociopedagógicos**. São Luís: EdUFMA. p. 19-35. 2017.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, Edusp. 1999.

LOWERRE-BARBIERI, S.; BROWN-PETERSON, N.; MURUA, H.; TOMKIEWICZ, J., WYANSKI, D.; SABORIDO-REY, F. Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 32-51. 2011.

LOWERRE-BARBIERI, S.; et al. “Reproductive Resilience: A Paradigm Shift in Understanding Spawner-Recruit Systems in Exploited Marine Fish.” **Fish and Fisheries**, v. 18, p. 285–312, 2016.

MACHADO FILHO, H. (Org.). **Documentos temáticos: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 · 2 · 3 · 5 · 9 · 14**. Brasília, DF: ONUBR, 2017. 107 p. Disponível em: <undp.org/content/dam/brazil/docs/.../documentos-tematicos-ods-07-2017.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MADDOCK, D. M.; BURTON, M. P. M. Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American plaice. **Journal of Fish Biology**, v. 53, n. 5, p. 928–944. 1998.

MALDONADO, S.C. **Pescadores do mar**. São Paulo: Ática. 77p.1986.

MARIN, E. B. J.; DODSON J. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces:Mugilidae), in coastal areas of Northeastern Venezuela. **Revista de Biologia Tropical**, v. 48, n. 2-3, p. 1-10. 2000.

MARÍN, B.J.; QUINTERO, A.; BUSSIÈRE, D.; DODSON, J.J. Reproduction and recruitment of White Mullet (*Mugil curema*) to a tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. **Fishery Bulletin**, v. 101, n. 4, p. 809-821. 2003.

MARSHALL, C. T.; YARAGINA, N. A.; LAMBERT, Y.; KJESBU, O. S. Total lipid energy as a proxy for total egg production by fish stocks. **Nature**, p. 402, p. 288-290. 2003.

MARTERER, Bela E. L. **Biologia reprodutiva da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da Baía de Guaratuba, PR (25°52'S, 48°39'W)**. 1990. 198 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

MCBRIDE, R. S.; SOMARAKIS, S.; FITZHUGH, G. R.; ALBERT, A.; YARAGINA, N. A.; WUENSCHHEL, M. J.; ALONSO-FERNÁNDEZ, A. Energy acquisition and allocation to egg

production in relation to fish reproductive strategies. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 1, p. 23-57. 2015.

MCDONOUGH, C. A.; ROUMILLAT, W.; WENNER, A. Sexual differentiation and gonad development in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) from South Carolina estuaries. **Fishery Bulletin**, v. 103, p. 601-619. 2005.

MC DOWALL, R. M. On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. **Fish and Fisheries**, v. 8, p. 1-13. 2007.

MCEVOY, L.A.; J. MCEVOY. Multiple spawning in several commercial fishes and its consequences for fisheries management, cultivation and experimentation. **Journal of Fish Biology**, v. 41, p. 125-136, 1992.

MEHAULT, S.; DOMÍNGUEZ-PETIT, R.; CERVIÑO, S.; SABORIDO-REY, F. Variability in total egg production and implications for management of the southern stock of European hake. **Fisheries Research**. 104, 111–122. 2010.

MENEZES, A.N. Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, p. 1-12. 1985.

MENEZES, N. A.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; SICCHA-RAMÍREZ, R. Taxonomic review of the species of *Mugil* (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. **Zootaxa**, v. 3918, p. 1–38, 2015.

MONTELES, J. S.; FUNO, I. C. A.; CASTRO, A. C. L. Caracterização da pesca artesanal nos municípios de Humberto de Campos e Primeira Cruz, Maranhão. **Boletim do laboratório de hidrobiologia**, v. 23, p. 65-74. 2010.

MURUA, H.; SABORIDO-REY, F. Estratégias reprodutivas femininas de espécies de peixes marinhos do Atlântico Norte. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, v. 33, p. 23-31, 2003.

Nações Unidas. **The First global integrated marine Assessment**. New York: ONU, 2016. Disponível em: <>. Acesso em: 10 dez. 2023.

NANDIKESWARI, R.; SAMBASIVAM, M.; ANANDAN, V. Estimativa de fecundidade e índice gonadossomático de *Terapon jarbua* da Costa de Pondicherry, Índia. **International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, v.8, n. 1, p. 61-65. 2014.

NEIVA, G. S. **Subsídios para a Política Pesqueira Nacional**. Terminal Pesqueiro de Santos TPS. 64p. 1990.

NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 4th ed. New York: John Wiley and Sons. 601p. 2006.

NETTO, R. F.; NUNES, A. G. A.; ALBINO, J. A pesca realizada na comunidade de pescadores artesanais de Santa Cruz/ ES – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 1, p. 93-100. 2002.

NIKOLSKY, G. V. **The ecology of fishes**. London: Academic Press. 1963.

NJOKU, D. C.; EZEIBEKWE, I. O. Age composition and growth of the large-scaled mullet, *Liza grandisquamis* (Pisces: Mugilidae), Valenciennes, 1836 on the New Calabar Estuary, off the Nigerian coast. **Fisheries Research**, v. 26, n. 1–2, p. 67–73, 1996.

NUNES, J. L. G. **Estimador da produtividade para as pescarias artesanais do rio Xingu**. 2015. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015. Disponível em: https://www.ppgeap.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2015/PPGEAP_Disserta%C3%A7%C3%A3o_JOS%C3%89%20LEOCYVAN%20GOMES%20NUNES.pdf. Acesso em: 6 out. 2025.

OKUMUŞ, I.; BAŞÇNAR, N. Population structure, growth and reproduction of introduced Pacific mullet, *Mugil so-iuy*, in the Black Sea. **Fisheries Research** 33: 131- 137. 1997.

Oliveira, M.R.; Morais, A.; Carvalho, M.; Silva, A.; Lima, J.; Chellappa, Naithirithi & Chellappa, Sathyabama. Estratégias Reprodutivas de Sete Espécies de Peixes das Águas Costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **Holos**, v. 6, n. 107, 2015.

OLIVEIRA, M. F de; COSTA, E. F dos S.; FREIRE, F. A de M.; OLIVEIRA, J. E. L de; LUCHIARI, A. C. Some aspects of the biology of white mullet, *Mugil curema* (Osteichthyes, Mugilidae), in the northeastern region, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, n. 2, p. 138–147, 2011.

PATERNIANI, E. Evolução dos sistemas reprodutivos nos vegetais. **Ciência e Cultura**, v. 26, n.5, p.476-481, 1974.

PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; DALSGAARD, J.; FROESE, R.; TORRES, F. Fishing down marine food webs. **Science**, v. 279, n. 5352, p. 860-863. 2002.

PÉREZ-QUIÑONEZ, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, M. S.; LLUCH-COTA, S. E. Temperature and reproductive traits of commercially important fish species. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 10, p. 1537-1549. 2018.

PINHEIRO, M. S. S.; GOITEIN, R. Estrutura de uma população e aspectos biológicos de *Mugil curema* valenciennes, 1836 (PISCES, MUGILIDAE), em um Manguezal da Raposa, **Brasil. Revista de Ciências da Saúde**, v.16 n.2, p. 58-65, 2014.

QASIM, S. Z.; QAYYUM, A. Fecundities of some freshwater fish. In **Proceedings of the National Institute of Sciences of India**, v. 29, p. 373-382). 1963.

RAMIRES, M. et al. A pesca e os pescadores artesanais de ilha bela (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 3, p. 231-246, 2012.

ROBINS, C. R; G. C RAY. **Um guia de campo para peixes da costa atlântica da América do Norte**. Houghton Mifflin Company, Boston, EUA 354 p. 1986.

- ROMAGOSA, E.; TALMELLI, E. F. A.; NARAHARA, M. Y.; GODINHO, H. M. Tipo de desova e fecundidade da *Mugil platanus* da região estuarino-lagunar de Cananéia, SP. **Atlântica**, v. 22, p. 5–12, 2000.
- RUIZ-RAMÍREZ, S.; MOLINA-ARENAS, E. G.; LUCANO-RAMÍREZ, G.; AGUILAR-BETANCOURT, C.; FLORES-ORTEGA, J. R.; KOSONOVY-ACEVES, D.; GONZÁLEZ-SANSÓN, G. Aspectos reprodutivos da lisa *Mugil curema* (Mugiliformes: Mugilidae) na laguna costera de Barra de Navidad, Jalisco, México. **Revista Latino-Americana de Pesquisa Aquática**, v. 2, p. 443-456, 2017.
- SADOVY DE MITCHESON, Y.; COLIN, P. L. **Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management**. Springer Science & Business Media. 2012.
- SADOWSKI, V.; ALMEIDA DIAS, E. R. Migração da tainha (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 sensu latu) na costa sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 13, n. 1, p. 31–50, 1986.
- SALEM, S.A.; MOHAMMAD, S.Z. Study on *Mugil seheli* and *Mugil capito* in Lake Timsah: II. Reproduction. **Bulletin of Institute of Oceanic Research**, v. 8, p. 65-100. 1983.
- SANTANA, T. C. **Taxonomia de peixes (Actinopterygii: Teleostei) marinhos e estuarinos comercializados na Ilha do Maranhão, Brasil**. 2015. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.
- Santos, K. S. S.; Amaral, D. F.; SILVA, T. A.; SANTOS, C. A. B. O Panorama da pesca artesanal praticada por povos e comunidades tradicionais no nordeste brasileiro. GEOAMBIENTE ON-LINE - **Revista Eletrônica do Curso de Geografia**, n. 35, 2019.
- SANTOS, P. V. C. J.; ALMEIDA – FUNO, I. C. S.; PIGA, F. G.; FRANÇA, V. L.; TORRES, S. A.; MELO, C. D. P. Perfil Socioeconômico de Pescadores do Município da Raposa, Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 6, n.1, 2011.
- SANTOS, R. S.; SILVA, J. P. C.; COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G. O tamanho de primeira maturação como parâmetro para estabelecimento de tamanho mínimo de captura para corvina no sudeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 507-518, 2015.
- SENGUTTUVAN, M.; SIVAKUMAR, A. A. Studies on the Maturation and Spawning of *Channa striata* (Bloch, 1793). **Journal of Aquaculture Tropics**, v. 31, p. 13-23. 2016.
- SERRAT, A.; SABORIDO-REY, F.; GARCIA-FERNANDEZ, C.; LLORET, J.; THORSEN, A.; MUÑOZ, M.; KJESBU, O. S. Dinámicas temporales del desarrollo ovocitario temprano y señales ambientales conexas en la merluza europea (*Merluccius merluccius*). SB2018. In **IV Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquería**, p. 76, Iquique, 2018.
- SHARPE, D. M. T.; HENDRY, A. P. Life history change in commercially exploited fish stocks: An analysis of trends across studies. **Evolutionar Applications**, 2: 260–275. 2009.
- SILVA, A. N. Geossímbolos da Vida em Raposa, Maranhão: entre Redes, Rendas e Barcos. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 25, n. 4, 2021.

- SILVA, M. A.; FERREIRA, B. P.; MONTEIRO, L. R. Reproductive biology of *Mugil curema* in tropical estuaries. **Journal of Applied Ichthyology**, v.35, n.6, p. 1253-1262. 2019.
- SOLOMON, N. F.; RAMNARINE, I. W. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. **Fisheries Research**, v. 88, p. 133- 138. 2007.
- TORRES, C. M.; TRAVASSOS, P.; FIGUEIREDO, M. B.; HAZIN, F.; CAMPOS, D. F.; ANDRADE, F. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 68-73, 2008.
- VASCONCELOS, M. D. A. C.; DIEGUES, A. C.; SALES, R. R. D. **Alguns aspectos relevantes relacionados à pesca artesanal do litoral nacional**. São Paulo: NUPAUB, Universidade de São Paulo, 2007.
- VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da Reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. EDUEM, Maringá. 169 p. 1996.
- VIEIRA SOBRINHO, J. P. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS – Brazil. **Copeia**, n. 2, p. 409–418, 1991.
- WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. **American Zoologist**, v. 21, n. 2, p. 325-343. 1981.
- WEST, G. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 41, n.3, p. 199-222. 1990.
- WHITFIELD, A. K.; PANFILI, J.; DURAND, J. D. A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 22, n. 3, p. 641-681. 2012.
- WRIGHT, S. **Systems of mating**. **Genetics**, v.6, p.111-178, 1921.
- YÁNEZ-ARACIBIA, L.A. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes, em áreas naturais de criação, maduración, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. **Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología**, v. 2, 211-243. 1976.
- ZYDLEWSKI J.; WILKIE M.P. Freshwater to seawater transitions in migratory fishes. **Fish physiology**, v.32, p. 253-326. 2012.