



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
MESTRADO EM RECURSOS AQUÁTICOS E PESCA

**ANA LUIZA CALDAS DINIZ**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Mugil curema* (MUGILIDAE, TELESOSTEI) EM  
DUAS ÁREAS DA COSTA NORTE DO MARANHÃO, BRASIL**

São Luís – MA

2019

**ANA LUIZA CALDAS DINIZ**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Mugil curema* (MUGILIDAE, TELESOSTEI) EM  
DUAS ÁREAS DA COSTA NORTE DO MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Zafira da Silva de Almeida

São Luís – MA

2019

Diniz, Ana Luiza Caldas.

Aspectos reprodutivos de *Mugil curema* (Teleostei: Mugilidae) em duas áreas da Costa Norte do Maranhão, Brasil / Ana Luiza Caldas Diniz. – São Luís, 2020.

100 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Zafira da Silva de Almeida.

1.Conservação. 2.Dinâmica reprodutiva. 3.Manejo. 4.Peixes.  
5.Reprodução. I.Título

CDU: 639.3.03(812.1)

**ANA LUIZA CALDAS DINIZ**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Mugil curema* (MUGILIDAE, TELESOSTEI) EM  
DUAS ÁREAS DA COSTA NORTE DO MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca como requisito para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca examinadora**

---

Profa. Dra. Zafira da Silva de Almeida (UEMA)

Orientadora

---

Profa. Dra. Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta (UEMA)

1º examinador

---

Prof. Dr. Diego Carvalho Viana (Externo ao Programa)

2º Examinador

---

Profa. Dra. Débora Martins Silva Santos (UEMA)

3º Examinador

*“Per aspera ad astra”*

*(John James)*

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação a todos que me ajudaram e assim contribuíram de alguma forma para a realização do meu sonho. Sou eternamente grata.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir a conclusão de mais uma importante etapa em minha vida. Sou grata pelas bênçãos e desafios colocados no caminho.

Aos meu pais por sempre me incentivarem, entenderem minhas noites em claro, ausências e por nunca deixaram de me apoiar. À minha querida mãe em especial, por se preocupar tanto com minha saúde, principalmente em dias intensos de estudo.

Às minhas irmãs que se alegram com minhas conquistas e juntamente com minha afilhada/sobrinha me dão motivos a mais para continuar e nunca desistir mediante aos obstáculos que surgem.

Ao meu namorado que tanto me ajudou com palavras de incentivo e força que fizeram toda diferença. Por colaborar para que eu não perdesse meu material e permitisse assim, que eu pudesse continuar a escrita mais tranquila. Muito obrigada!

Ao programa PPGRAP, pela oportunidade de desenvolvimento profissional e de experiências vivenciadas ao longo dos quase dois anos de mestrado. Aos docentes do programa, pelo conhecimento repassado, aulas de campo e amizade.

Agradeço de forma muito especial, à minha querida orientadora, professora Zafira Almeida, pessoa de coração generoso e tão bonito. A quem eu devo meus eternos agradecimentos, tanto pelos ensinamentos, quanto pela confiança em mim depositada desde 2013. Sempre foi e continuará sendo inspiração para mim, por onde eu for. Muito obrigada pelas oportunidades!

À professora Débora Martins Santos e Raimunda Nonata Fortes pela excelente gestão a frente da coordenação do programa. Excelentes profissionais e pessoas maravilhosas. Sou muito grata pelo acompanhamento desde à graduação, pela ajuda durante o desenvolvimento da minha pesquisa e colaboração para que fosse possível a divulgação deste trabalho em diferentes eventos dentro e fora do estado.

Aos moradores da cidade de Tutóia, a qual fui tão bem recebida e acolhida. Sou muito feliz de ter conhecido e desenvolvido meu trabalho nesta belíssima área. Em especial, agradeço aos pescadores, Seu Antônio, Seu Chaguinha e Seu Panela sempre prestativos e carinhosos. Sem eles essa pesquisa não seria possível.

À Lorrane e Fernanda que me acompanham desde a graduação, que me ensinaram muito sobre reprodução de peixe e me ajudaram muito na construção da dissertação. Meu eterno obrigada a vocês duas.

Ao Alexandre e Rosana, que surgiram como anjos na minha vida. Tenho muitaita

admiração e respeito pelo trabalho que fazem. Agradeço pelas ajudas e parcerias.

Ao Laboratório de Ecologia Aquática e Pesca por todo o suporte para que fosse desenvolvido o trabalho e aos amigos de pesquisa e coletas: Delon, Ádila, Fabiene, Samantha e Rithely. Em especial ao Luan, parceiro de campo, agradeço pela constante ajuda, parceria e disponibilidade de tempo.

Aos professores Kaio e Jadson da engenharia de pesca, que muito auxiliaram na realização e logística de campo, disponibilizando seu tempo e muitas vezes seus carros para que as coletas fossem realizadas.

Aos amigos de turma, Alef, Ana, Carol, Jailza, Jordana, Jovita, Sâmea, Jackellyne, Pollyana e em especial Wandinha, que me acompanha desde 2013 e juntas, encerramos mais um ciclo.

À CAPES e a FAPEMA pela concessão da bolsa e pelo financiamento da pesquisa.

E por fim, agradeço imensamente a todos que me ajudaram de alguma forma, direto ou indiretamente e permitiram que eu realizasse mais esse sonho. Muito obrigada!



## RESUMO

O panorama da pesca mundial indica que a maior parte dos recursos pesqueiros se encontram plenamente exploradas ou sobreexploradas. Dessa forma, neste estudo objetivou-se analisar os parâmetros reprodutivos de *Mugil curema* em duas áreas da Costa Norte do Maranhão. Na APA do Delta do Parnaíba foram amostrados mensalmente de janeiro a dezembro de 2018, sendo coletados 181 exemplares através da pesca de arrasto de praia. A proporção sexual foi 1,91F:1M. As médias e desvios padrão da biometria dos espécimes indicaram que as fêmeas são maiores e mais pesadas do que machos ( $p < 0,05$ ). Ambos os sexos demonstraram tipo de crescimento alométrico negativo ( $b < 3$ ). A espécie apresentou fecundidade elevada no local e desova do tipo parcelada. O tamanho mínimo de primeira maturidade sexual foi de 23,57 cm para os sexos analisados agrupadamente. A espécie apresentou período reprodutivo prolongado, de novembro a janeiro. Na Costa Amazônica Maranhense, foram coletados 171 indivíduos capturados durante agosto de 2016 a julho de 2017. Na relação peso total x comprimento total, obteve-se para sexos agrupados ( $b = 2,7019$ ), demonstrando alometria do tipo negativa. O teste do  $\chi^2$  demonstrou-se diferenças significativas entre os sexos ( $\chi^2 = 17,69$ ;  $p < 0,05$ ). O tamanho de primeira maturidade sexual para sexos agrupados foi de 19,60 cm. A espécie apresenta alta fecundidade. O tipo de desova se deu de forma sincrônica em mais de dois grupos, caracterizando desova parcelada. As informações a respeito do ciclo de vida de *M. curema* demonstram que na Costa Amazônica Maranhense, a espécie apresenta menores tamanhos e menores pesos, demonstrando que a área apresenta maiores impactos, influenciando assim, na atividade reprodutiva da espécie, que reproduz-se mais cedo no local. Dessa forma, os dados adquiridos podem contribuir com medidas de gerenciamento pesqueiro na região estudada, como forma de promover a perpetuação da espécie, tendo em vista a grande aceitação da mesma no mercado comercial e consequente sobreexploração.

**Palavras-chave:** Conservação; Dinâmica reprodutiva; Manejo; Peixes; Reprodução.

## ABSTRACT

The world fishing panorama indicates that most of the fishing resources are fully exploited or overexploited. Thus, this study aimed to analyze the reproductive parameters of *Mugil curema* in two areas of the North Coast of Maranhão. In the APA of Delta do Parnaíba, samples were sampled monthly from January to December 2018, and 181 specimens were collected through beach trawling. The sex ratio was 1.91F: 1M. The means and standard deviations of the specimens' biometrics indicated that females are larger and heavier than males ( $p < 0.05$ ). Both sexes showed a type of negative allometric growth ( $b < 3$ ). The species showed high fertility at the site and spawning of the split type. The minimum size of first sexual maturity was 23.57 cm for the sexes analyzed grouped. The species had a prolonged reproductive period, from November to January. On the Amazon Coast of Maranhense, 171 individuals were collected from August 2016 to July 2017. In the total weight x total length ratio, it was obtained for grouped sexes ( $b = 2.7019$ ), showing negative allometry. The  $\chi^2$  test showed significant differences between the sexes ( $\chi^2 = 17.69$ ;  $p < 0.05$ ). The size of first sexual maturity for grouped sexes was 19.60 cm. The species has high fertility. The type of spawning occurred synchronously in more than two groups, characterizing spawning in installments. The information regarding the life cycle of *M. curema* shows that on the Amazonian coast of Maranhense, the species has smaller sizes and lower weights, demonstrating that the area has greater impacts, thus influencing the reproductive activity of the species, which reproduces more early on the spot. Thus, the acquired data can contribute to fisheries management measures in the studied region, as a way to promote the perpetuation of the species, in view of its great acceptance in the commercial market and consequent overexploitation.

**Keywords:** Conservation; Reproductive dynamics; Management; Fish; Reproduction.

## LISTA DE FIGURAS

### TEXTO INTEGRADOR

- Figura 1.** Mapa de localização das Mesorregiões do Estado do Maranhão, com destaque para a Costa Norte Maranhense..... 22
- Figura 2.** Mapa de localização da área de estudo na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, com destaque para o município de Tutóia, Maranhão, Brasil.....23
- Figura 3.** Mapa de localização da área de estudo na Costa Amazônica Maranhense, município de Raposa, com destaque para a Ilha de Curupu, Maranhão, Brasil .....24
- Figura 4.** Exemplar de *Mugil curema* coletado na área em estudo.....26
- Figura 5.** (A) Pescadores artesanais no momento de despesca pelo lance de arrasto de praia. (B) Exemplares de *M. curema* capturados por pesca de arrasto.....22
- Figura 6.** Momento de despesca pela arte de pesca de zangaria; (B) Exemplares de *M. curema* capturados por pesca de zangaria.....28

### CAPÍTULO I

- Fig 1.** Mapa da localização do município de Tutóia, Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba..... 38
- Fig 2.** Relação comprimento total e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (A linha preta correspondem as fêmeas e a linha cinza representam os machos).....42
- Fig 3.** Relação peso gonadal e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.....43

**Fig 4.** Fotomicrografia do ovário de *M. curema* durante o ciclo gonadal. (A) Ovário imaturo; (B) Ovário em desenvolvimento; (C) Ovário em capacidade de desova; (D) Ovário esvaziado/regressão. I: Células germinativas jovens; II: ovócitos na fase II; III: ovócitos com vitelogênese lipídica; IV: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; V: ovócitos com vitelogênese completa; FV: Folículo vazio; HE 20x. Barra = 200  $\mu$ m.....43

**Fig 5.** Comprimento de primeira maturação para sexos agrupados de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil. ....44

**Fig 6.** Frequência de ocorrência de IGS,  $\Delta K$ , e IHS índices (IGS = índice gonadossomático;  $\Delta K$  = fator de condição; IHS = índice hepatossomático) de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil .....45

**Fig 7.** Modelo esquemático do ciclo de vida de *M. curema* capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.....46

## CAPÍTULO II

**Figura 1.** Mapa de localização do município Raposa, Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....62

**Figura 2.** Relação peso-comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....64

**Figura 3.** Estádios maturacionais de exemplares fêmeas de *M. curema* localizado na Costa Amazônica Maranhense, Brasil. (A) imaturo; (B) em desenvolvimento; (C) capacidade de desova; (D) desovado/regressão. (Versão online).....65

**Figura 4.** Frequência percentual dos estádios maturacionais e sexos em relação às classes de comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....66

**Figura 5.** Relação peso total e sexos em relação ao período amostral de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....67

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

**Tab. 1.** Distribuição da frequência de ocorrência (N), porcentagem (%), frequência esperada (Fe) e valores de qui-quadrado de machos e fêmeas de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba.....40

**Tab. 2** Estrutura populacional de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba (N = número de indivíduos; LT= comprimento total; WT = peso total; SD = desvio padrão).....41

**Tab. 3.** Parâmetros da relação peso- comprimento de machos, fêmeas e sexos agrupados (N =número de indivíduos; a = coeficiente de regressão linear; b = coeficiente de regressão angular; R<sup>2</sup> = coeficiente de correlação) de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.....41

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Distribuição da frequência de ocorrência (N), porcentagem (%), frequência esperada (Fe) e valores de qui-quadrado de machos e fêmeas de *Mugil curema*, capturados em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....64

### **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**WG** - Peso das gônadas

**WT** - Peso total

**LT** - Comprimento total

**IGS** - Índice Gonadosomático

**IHS** - Índice Hepatosomático

**K** - Fator de condição

**APA** – Área de Proteção Ambiental

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
3.1 Biologia reprodutiva .....	18
3.2 Espécie íctica: <i>Mugil curema</i> .....	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
4.1 Área de estudo.....	22
4.2 Espécie em estudo .....	25
4.3 Amostragem .....	26
4.4 Coleta de dados em laboratório.....	28
4.5 Análise dos aspectos reprodutivos .....	29
4.6 Tratamento estatístico.....	34
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
5.1 Capítulo I: Aspectos reprodutivos de <i>Mugil curema</i> (Teleostei: Mugilidae) em uma Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, Brasil.....	35
5.2 Capítulo II: Parâmetros da reprodução de <i>mugil curema</i> (Mugilidae, Telesostei) capturados em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.....	59
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	74
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
<b>ANEXO</b> .....	82

## 1 INTRODUÇÃO

A pesca é um importante modo de vida e sobrevivência para a maioria das populações costeiras e estuarinas no mundo (MUALLIL *et al.*, 2013). No entanto, o panorama da pesca mundial indica que a maior parte dos recursos pesqueiros (89,5%) se encontram plenamente exploradas ou sobreexplorados e somente 10,5% das populações apresentam alguma possibilidade de contribuir para o incremento da produção mundial de pescado (FAO, 2018). Em se tratando do Brasil, a pesca representa uma considerável importância social, econômica e política (DIAS NETO; DIAS, 2015), entretanto, estudos reprodutivos que favoreçam políticas e manejo para a renovação dos estoques pesqueiros são necessários para conter a sobreexploração da crescente demanda por frutos do mar (WATSON *et al.*, 2013).

Os conhecimentos acerca da reprodução incluem a proporção sexual, a época e local de desova, relação peso-comprimento, fecundidade e estratégias reprodutivas (SOUZA; CHELLAPPA; GURGEL, 2007; CANTANHEDE *et al.*, 2016) e, apesar de figurarem como componentes fundamentais para a economia e para a subsistência, essas informações ainda são incipientes. Estas informações são componentes essenciais para a gestão eficaz da pesca (BROWN-PETERSON *et al.*, 2011), sobretudo em importantes regiões como a Costa Norte Maranhense.

Dentre as áreas de grande destaque no Estado, temos a Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, criada em agosto de 1996 e possui uma área de extensão de 309.593,77 hectares, abrangendo três estados do Nordeste: Piauí, Maranhão e Ceará. Dos três estados, dez municípios são abrangidos: Tutóia, Paulino Neves, Araisos e Água Doce no Maranhão, Ilha Grande, Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia no Piauí, Chaval, Barroquinha no Ceará, constituindo o único Delta de mar aberto das Américas (ICMBIO, 2018).

E o município de Raposa, localizado na Costa Amazônica Maranhense que apresenta aproximadamente 64 km<sup>2</sup> de área, localizado a nordeste de São Luís, a oeste da baía de São Marcos e a leste da baía de São José (SANTOS *et al.*, 2011). Apresenta clima úmido, classificado em tropical equatorial, precipitação pluviométrica anual de 2.100mm, dividido em dois períodos (período seco e período chuvoso), com temperatura média anual superior a 26°C (SANTOS *et al.*, 2011; MONTELES *et al.*, 2008).

Entre os peixes de importância econômica encontrados nas duas regiões, destaca-se as espécies pertencentes os pertencentes à família Mugilidae, os quais possuem ampla distribuição, ocorrendo em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, principalmente na



região costeira estuarina. As espécies pertencentes a esta família são exploradas comercialmente em todas as regiões onde ocorrem, constituindo assim uma parte importante da alimentação humana (BARCELLINI, 2011), com destaque para *Mugil curema*, espécie conhecida popularmente como tainha, que possui ampla margem de adaptabilidade e distribuição, principalmente devido à sua aceitação no mercado.

Dessa forma, este trabalho visa contribuir com o conhecimento científico relacionado à biologia reprodutiva de *Mugil curema*, espécie de valor econômico no Estado do Maranhão, auxiliando com informações científicas para as políticas que visem minimizar problemas de declínios populacionais e a sobreexploração, permitindo assim, a renovação e perpetuação de seus estoques pesqueiros.

A pesquisa será apresentada em dois capítulos em formato de artigos científicos de acordo com as normas específicas da revista de publicação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar a biologia reprodutiva de *Mugil curema* capturados em duas áreas da Costa Norte do Maranhão, Brasil.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar os aspectos reprodutivos de proporção sexual e relação peso-comprimento;
- Descrever os estádios maturacionais de fêmeas da espécie *M. curema* macroscopicamente e microscopicamente;
- Descrever a fecundidade, tipo de desova e tamanho mínimo de primeira maturidade sexual;
- Analisar índices reprodutivos, para sugerir estratégias para o manejo e desenvolvimento de políticas de apoio ao período reprodutivo.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Aspectos relacionados à biologia reprodutiva em peixes

O sistema de reprodução é o modo como às espécies transferem suas informações genéticas de uma geração para outra (WRIGHT, 1921). Assim, a reprodução constitui-se numa das características fundamentais dos seres vivos, com a principal finalidade de perpetuação dos sistemas vivos (PATERNIANI, 1974).

O estudo da biologia reprodutiva de peixes funciona como uma ferramenta primordial no gerenciamento e manejo da pesca, sendo de fundamental importância obter dados biológicos básicos para conduzir um sistema de gerenciamento confiável (DIAS NETO, 2010), pois tanto os recrutamentos, como a consequente manutenção de populações viáveis, dependem do sucesso reprodutivo da espécie (BRAGA, 2016). Segundo DIAS *et al.* (2005), os estudos sobre os processos reprodutivos de teleósteos possibilitam o entendimento dos mecanismos que envolvem a perpetuação e modificação das espécies, além de fornecer subsídios para a compreensão do uso que os indivíduos fazem de um sistema ou área.

Dessa forma, muitos estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes são desenvolvidos, pois fornecem linhas de base importantes para o manejo e conservação de estoques (KING & MC FARLANE, 2003; SILVA *et al.* 2005). A maioria dos estudos sobre a reprodução dos peixes baseia-se na caracterização do estágio de maturação das gônadas, que são críticos para a determinação precisa da estratégia reprodutiva das espécies. O índice gonadossomático (IGS), o fator de condição (K) e o índice hepatossomático (IHS) são descritores tradicionais que foram aplicados individualmente ou em conjunto para descrever o período de desova dos peixes (QUEROL *et al.* 2002; SILVA *et al.* 2005; ARAÚJO *et al.* 2008b).

Os peixes investem determinada quantidade de energia na produção da prole e isso é analisado através da relação entre o peso da gônada e o peso do corpo, em que os ovários são maiores que os testículos, devido ao maior investimento de energia das fêmeas em relação aos machos na reprodução (MOYLE e CECH, 2004). A análise da distribuição dos valores individuais do índice gonadossomático retrata o desenvolvimento gonadal de uma dada população de peixes ao longo do ano e, por considerar cada indivíduo amostrado, ela permite uma maior precisão na análise (FÁVARO *et al.*, 2003).

O fator de condição é um índice amplamente utilizado em estudos sobre biologia de peixes, pois fornece importantes informações sobre o estado fisiológico desses animais, partindo do pressuposto de que indivíduos com maior massa corpórea em um dado comprimento estão em melhor condição fisiológica (LIMA- JUNIOR e GOITEN, 2006;

SANTOS *et al.*, 2006). De acordo com Santos *et al.* (2005) o fator de condição expressa a quantidade de reservas que é transferida para as gônadas, transformando-se em energia necessária para o processo reprodutivo. Correlacionado com os fatores mencionados, o índice hepatossomático também tem sido utilizado como indicador do período reprodutivo. O índice hepatossomático pode estar relacionado com a mobilização das reservas energéticas necessária para o processo de vitelogênese, reprodução ou preparação para o período de inverno (QUEROL, 2002).

Além dos parâmetros fundamentais citados acima, para estabelecimento do período reprodutivo de uma espécie, temos os estudos das populações de peixes de acordo com a relação peso-comprimento. Suas aplicações permitem estimar o crescimento dos indivíduos (em comprimento e peso), além de ser útil como indicadora do acúmulo de gordura e de desenvolvimento das gônadas (GOMIERO; BRAGA, 2005).

Outros aspectos como comprimento de maturidade sexual também são utilizados em estudos de biologia reprodutiva, porém podem apresentar variações dependendo da disponibilidade de alimento, apresentando assim, em diferentes regiões, taxas de crescimento diferenciadas. Portanto, não só o conhecimento do período reprodutivo, como também do tamanho de primeira maturação, são essenciais para elaboração de estratégias eficazes de gerenciamento e conservação deste recurso pesqueiro (SANTOS *et al.*, 2015).

Essas variações tanto no comprimento de primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ), proporção sexual, desenvolvimento ovocitário e fecundidade têm sido descritos como táticas reprodutivas com alto grau de variabilidade, que são importantes para o sucesso de uma geração ou coorte resultante de uma desova (FRANK; LEGGETT, 1994; VAZZOLER, 1996; MORITA; MORITA, 2002).

Segundo Lowerre-Barbieri *et al.* (2009), o conhecimento atual sobre o processo reprodutivo de peixes é limitado e se faz necessário uma melhor compreensão dos aspectos reprodutivos para elaboração de medidas de proteção das populações ictícas. Pesquisas que exploram aspectos populacionais e reprodutivos são formas eficazes de apresentarem resultados importantes para o entendimento da biologia e das relações ecológicas entre as espécies pesquisadas e o meio ambiente.

### 3.2 Espécie íctica: *Mugil curema*

As espécies da família Mugilidae representam um dos principais recursos na pesca comercial do estuário nas regiões temperadas e tropicais do mundo (SALGADO-RAMIREZ,

2017). É uma espécie de ampla distribuição geográfica, que vive em águas costeiras e estuarinas nos oceanos Atlântico e Pacífico (IBÁÑEZ AGUGURE; GALLARDO-CABELLO, 2004). Os juvenis entram nos sistemas lagoa-estuarino, onde se desenvolvem até atingirem a idade adulta, e depois migram para a zona costeira pelágica para desovar (POLANCO et al., 1987; Marín et al., 2003). São explorados comercialmente em todas as regiões onde ocorrem, constituindo assim uma parte importante da alimentação humana (MENEZES; FIGUEIREDO 1985).

A família é composta por 17 gêneros e 72 espécies, sendo que sua taxonomia tem sido exaustivamente discutida e é bastante problemática (NELSON, 2006; MENEZES *et al.*, 2010). Há a ocorrência de oito espécies do gênero *Mugil*, que habitam a costa da América do Sul: *M. brevirostris* (RIBEIRO, 1915); *M. curema* VALENCIENNES, 1836; *M. curvidens* VALENCIENNES, 1836; *Mugil incilis* HANCOCK, 1830; *Mugil margaritae* MENEZES, NIRCHIO, OLIVEIRA & SICCHAR AMIREZ, 2015; *Mugil rubrioculus* HARRISON, NIRCHIO, OLIVEIRA, RON & GAVIRIA 2007; *Mugil trichodon* POEY, 1875 e *Mugil liza* VALENCIENNES, 1836. Nos estuários do sul do Brasil, os juvenis de *M. curema* e *M. liza* ocorrem em grande número e *M. brevirostris* ocorre em menor número (VIEIRA, 1991; RAMOS, 2001). *M. curema* e *M. liza* se reproduzem em áreas oceânicas na plataforma continental (IBÁÑEZ-AGUIRRE, GALLARDO-CABELLO, 2004; SILVA, 2007; FERNANDEZ, DIAS, 2013; LEMOS *et al.*, 2014).

Em águas brasileiras ocorrem pelo menos seis espécies de mugilídeos. Estudos realizados por Nunes *et al.* (2011) sobre as espécies marinhas e estuarinas do estado do Maranhão, afirmaram que ocorrem cinco espécies do gênero *Mugil* na região, são elas: *M. curema*, *M. gaimardianus*, *M. incilis*, *M. liza* e *M. trichodon*, entretanto apenas duas, segundo Menezes (1983), têm sido mais exploradas comercialmente: *M. curema* e *M. liza*, sendo *M. curema* a espécie de mugilídeo mais comum do litoral brasileiro.

A espécie em estudo, *M. curema* (VALENCIENNES, 1836) é taxonomicamente pertencente à ordem Mugiliformes, subordem Mugiloidei e à família Mugilidae. Exemplos juvenis habitam praias arenosas, perto da desembocadura dos rios, por outro lado, quando adultos habitam principalmente regiões estuarinas de fundo lodoso e águas turvas (FERREIRA, 1989; VIEIRA, 1991; FAVERO, 2011). É uma espécie que possui ampla margem de adaptabilidade e distribuição, principalmente devido à sua aceitação no mercado e tem sofrido constante exploração pesqueira.

*M. curema* é uma espécie em ambas as costas da América; no Pacífico, é encontrado do Golfo da Califórnia ao Chile, enquanto no Atlântico é distribuído de Cape Cod ao Sul do Brasil, embora desde 2003 sua presença tenha sido relatada em águas argentinas, estabelecendo assim

o registro mais meridional da espécie ( GONZÁLEZ CASTRO *et al.*, 2006 , GONZÁLEZ-CASTRO, 2007 ). No Atlântico, é distribuído das ilhas do Senegal e Cabo Verde para a Namíbia (HARRISON, 2002).

Jacot (1920) foi o pioneiro nos estudos dos diferentes parâmetros biológicos a cerca da espécie *Mugil curema* no norte da Flórida, Estados Unidos. Corroborando com o analisado por ele, outros estudos foram realizados posteriormente nos Estados Unidos, como na costa norte-ocidental por Anderson (1957); no Texas por Moore (1974); na Virgínia por Richards e Castagna (1976) (PINHEIRO, 2014).

As pesquisas desenvolvidas com os peixes da família Mugilidae, em especial com *M. curema*, abrangendo toda sua distribuição geográfica, destacam-se nos seguintes aspectos: identificação (MENEZES, 1983; MENEZES E FIGUEREIDO, 1985; CERVIGON *et al.*, 1992; HARRISON, 2002; NIRCHIO *et al.*, 2005; IBÁÑEZ-AGUIRRE *et al.*, 2006; AVIGLIANO, 2015); crescimento (IBÁÑEZ-AGUIRRE *et al.*, 1999; MCDONOUGH e WENNER, 2003; GALLARDO-CABELLO *et al.*, 2005; ESPINO-BARR, 2005; BARCELLINI *et al.*, 2011; ARAUJO *et al.*, 2015); estrutura populacional e distribuição (OLIVEIRA, 1998; SILVA *et al.*; 2000; PINHEIRO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.* 2015); alimentação (OLIVEIRA, 1996; NETO, 2012; RIBEIRO, 2017); migração reprodutiva (SADOWSKI e ALMEIDA DIAS, 1986; SANTANA *et al.* 2008).

Especificamente, os aspectos reprodutivos relacionados à desova, maturação sexual, fecundidade, período reprodutivo através de índices gonadossomáticos, hepatossomático e fator de condição, já foram estudados por: (ANDERSON, 1957; CERGOLE, 1989; TALMELLI *et al.*, 1996; OLIVEIRA, 1998; IBÁÑEZ-AGUIRRE, 1993; ESPER *et al.*, 2000; PAIVA *et al.* 2002; MARIN *et al.*, 2003; MCDONOUGH *et al.*; 2003; IBÁÑEZ-AGUIRRE e GALLARDO-CABELLO, 2004; OLIVEIRA, 2007; SOLOMON E RAMNARINE, 2007; SOLOMON *et al.*, 2007; TORRES *et al.*, 2008; ALBIERI, 2010; OLIVEIRA 2010; BARCELLINI *et al.*, 2011; FERNANDEZ, 2011, 2017) .

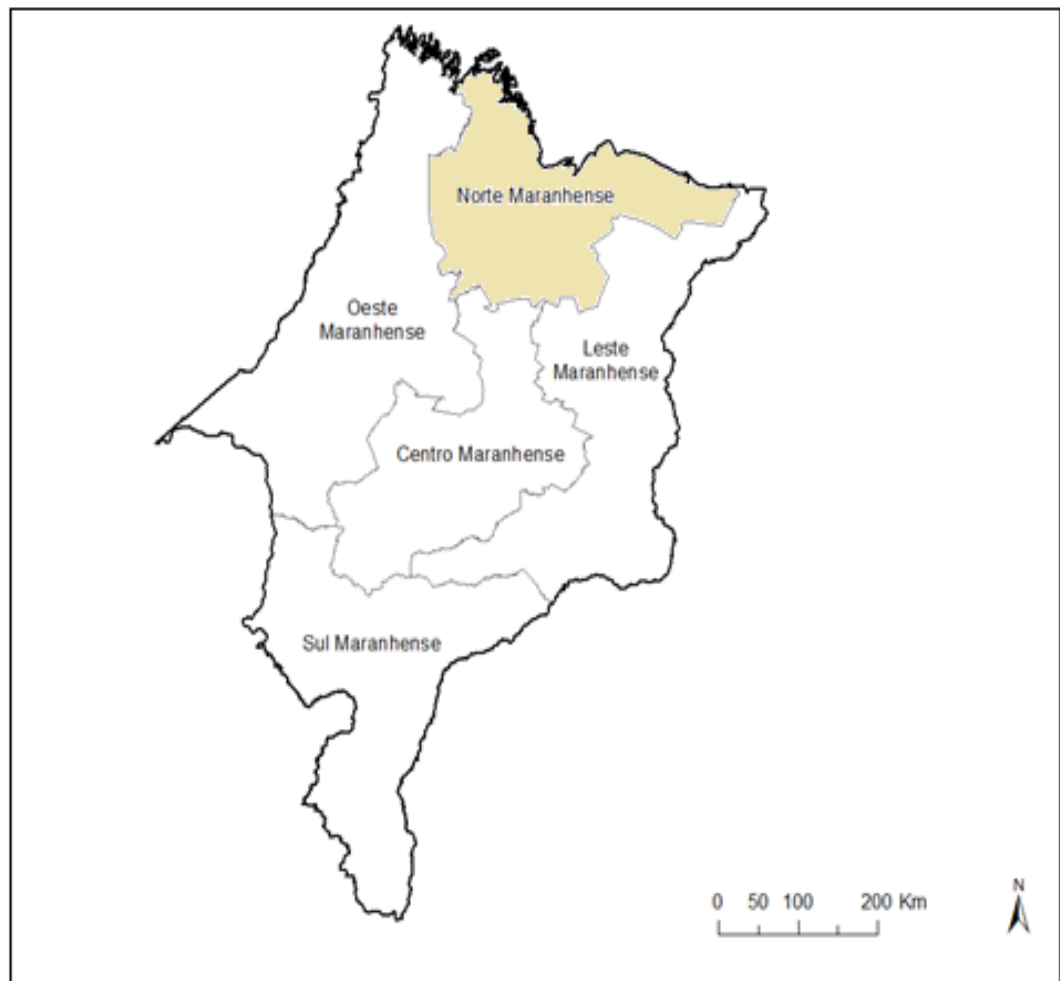
Tendo em vista a ampla distribuição, aceitação no mercado e sobreexploração deste recurso pesqueiro, os estudos sobre o processo reprodutivo de *M. curema* são cada vez mais necessários, pois os mesmos, limitam-se muitas vezes aos estuários, onde habitam parte do seu ciclo de vida. Porém, os estudos que abordam padrões de migrações, afirmam que a espécie é catádroma, migrando dos estuários para o mar visando a desova (Blaber, 1980; Vieira, 1991; Ibáñez-Aguirre, 1993; Albieri *et al.* 2010), fazendo-se necessário o aprofundamento dos estudos de reprodução com a espécie em águas costeiras, como no presente trabalho.

Aspectos da biologia reprodutiva de *M. curema* foram estudados em quase todas as regiões onde ocorrem, mas dentre estes estudos, poucos forneceram uma descrição completa do ciclo reprodutivo de *M. curema* incluindo a ovogênese, com foco no desenvolvimento gonadal das fêmeas e a estratégia de desova ainda são limitados.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

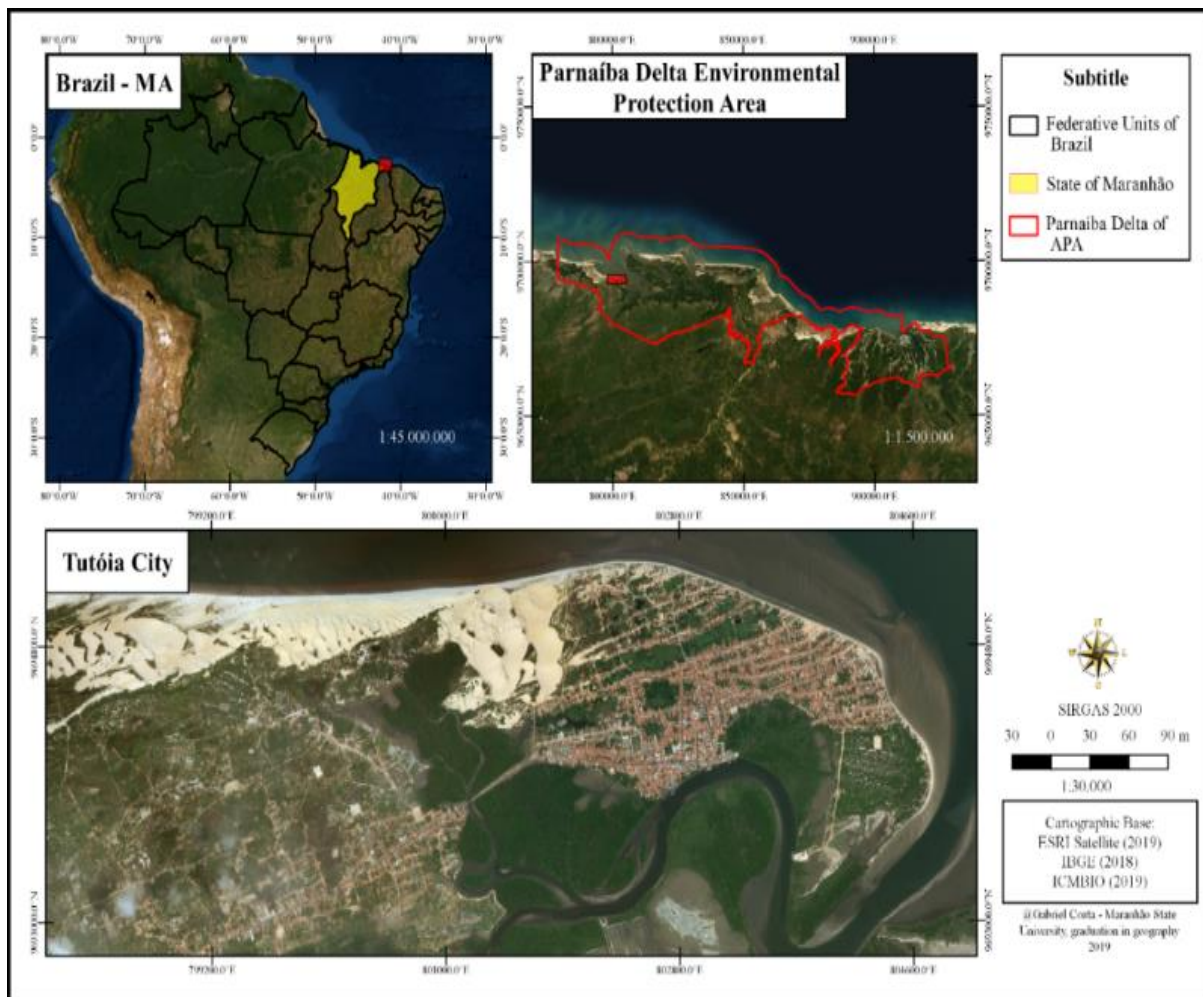
A pesquisa foi realizada em duas áreas da Costa Norte do Maranhão (Figura 1.) compreendendo os municípios de Tutóia, pertencente à Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba e o município de Raposa, à Costa Amazônica Maranhense.



**Figura 1.** Mapa de localização das Mesorregiões do Estado do Maranhão, com destaque para a Costa Norte Maranhense. **Fonte:** Adaptado - IBGE

A primeira área de estudo, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba (Figura 2) foi criada em agosto de 1996 e possui uma área de extensão de 309.593,77 hectares,

abrangendo três estados do Nordeste: Piauí, Maranhão e Ceará. Dos três estados, dez municípios são abrangidos: Tutóia, Paulino Neves, Araisos e Água Doce no Maranhão, Ilha Grande, Parnaíba, Luís Correia e Cajueiro da Praia no Piauí, Chaval, Barroquinha no Ceará, constituindo o único Delta de mar aberto das Américas (ICMBIO, 2018).



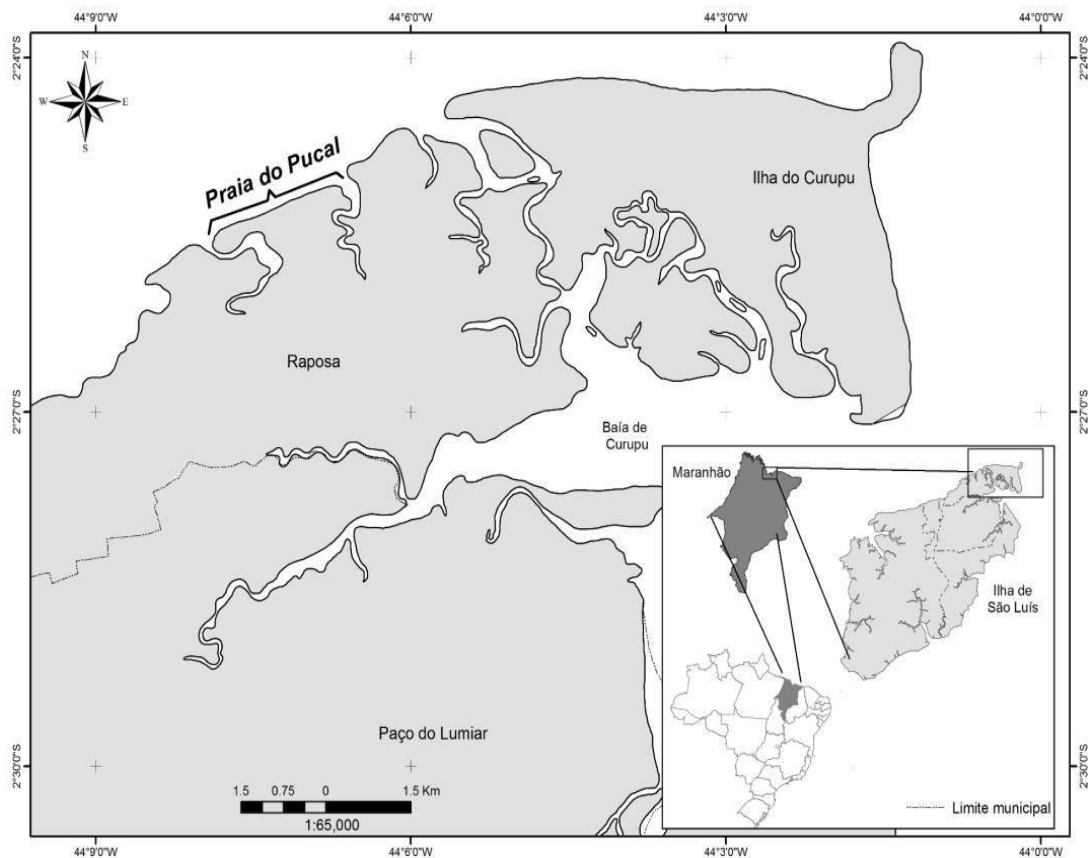
**Figura 2.** Mapa de localização da área de estudo na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, com destaque para o município de Tutóia, Maranhão, Brasil. Fonte: COSTA, 2019.

Dentro da APA, há o município de Tutoia, que se localiza no Litoral Oriental do Maranhão, especificamente entre os Lençóis Maranhenses e o Delta do Parnaíba, na divisa com o estado do Piauí, em frente à Baía de Tutóia. Limita-se ao Norte com o oceano Atlântico e ao sul com o município de Santana do Maranhão. É marcado por uma linha de costa retilínea, recortando restingas, cordões de dunas fixas e móveis, manguezais, praias, baías, ilhas, enseadas e sistemas deltáicos, estuarinos. O clima é do tipo zona equatorial, com seis meses de

estiagem, apresentando caráter de transição para áreas mais secas, com regime pluviométrico inferior a 1800mm. (MINER, 1979).

O município está sob as coordenadas  $2^{\circ} 45' 44''$  S e  $42^{\circ} 16' 28''$  O, possuindo uma área total de 1.651,6 km<sup>2</sup>, com uma população de 52.788 habitantes. Esta região foi escolhida por apresentar grande destaque na produção pesqueira nos últimos anos para o estado do Maranhão e por pertencer a uma Área de Proteção Ambiental, tendo em vista a importância da conservação dos recursos pesqueiros.

A segunda área em estudo, compreendeu o município da Raposa (Figura 3), pertencente à Costa Amazônica Maranhense, localizado na microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís, mesorregião do Norte Maranhense, foi criado pela Lei N<sup>o</sup> 6.132, de 10 de dezembro de 1994, que o separou do município de Paço do Lumiar, insere-se entre as coordenadas de  $02^{\circ}25'22''$  S e  $44^{\circ}05'21''$  W (IBGE, 2010).



**Figura 3.** Mapa de localização do município de Raposa, com destaque para a Ilha de Curupu, Maranhão, Brasil. Fonte: SOUSA, 2018.

Este município apresenta aproximadamente 64 km<sup>2</sup> de área, localizado a nordeste de São Luís, a oeste da baía de São Marcos e a leste da baía de São José (SANTOS *et al.*, 2011).



Apresenta clima úmido, classificado em tropical equatorial, precipitação pluviométrica anual de 2.100mm, dividido em dois períodos (período seco e período chuvoso), com temperatura média anual superior a 26°C (SANTOS *et al.*, 2011; MONTELES *et al.*, 2008).

#### 4.2 Espécie em estudo

A espécie foi identificada por chaves e guias de identificação de peixes marinhos da região nordeste (LESSA E NÓBREGA, 2000); Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação (SZPILMAN, 2000); Peces marinos de Argentina (COUSSEAU *et al.*, 2000); Poissons de Mer de Guyane (LÉOPOLD, 2004); Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil (MENEZES *et al.*, 2003) e identificação molecular, onde foi registrado na Coleção de tecidos de DNA da Fauna Maranhense (COFAUNA).

A espécie em estudo, *M. curema*, Valenciennes, 1836, é taxonomicamente pertencente à ordem Mugiliformes, subordem Mugiloidei e família Mugilidae, conforme classificação taxonômica (FISHBASE, 2018).

- Classificação Taxonômica da tainha, *M. curema*

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Classe: Osteichthyes

Ordem: Mugiliformes

Família: Mugilidae

Gênero: Mugil

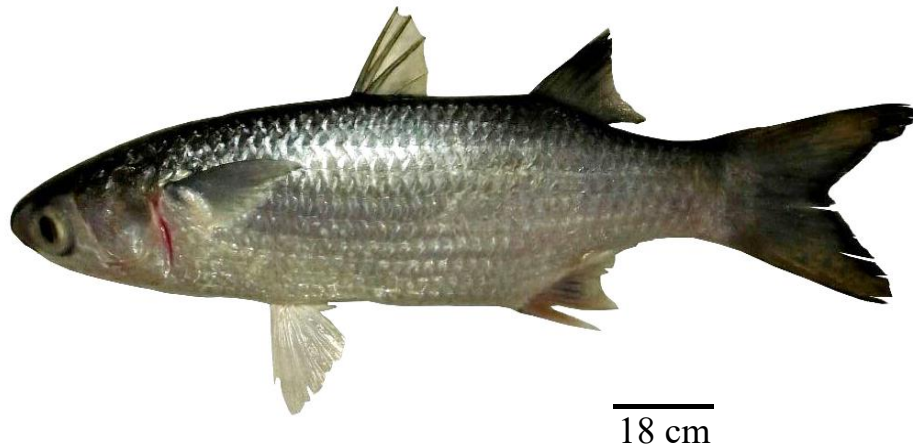
Espécie: *Mugil curema* Valenciennes, 1836

Fonte: Fishbase, 2018

É conhecida popularmente como parati, tainha ou tainha-sajuba. Apresenta ampla distribuição geográfica, vivendo em águas costeiras e estuarinas nos oceanos Atlântico e Leste do Pacífico, em latitudes tropicais a subtropicais (THOMSON, 1978; IBAÑEZ *et al.*, 2006).

Em detrimento da diversidade de ambientes que compreendem as Zonas Costeiras, os indivíduos dessa família são considerados, em geral, diádromos catádromos (ZYDLEWSKI & 29 WILKIE, 2012), podendo alternar seu habitat entre os ambientes estuarinos, marinhos e de água doce dependendo da fase do ciclo de vida (MENEZES, 1983; MARIANI 2001).

É um peixe pelágico costeiro, possui o corpo prateado com parte superior mais escura. As nadadeiras são amareladas; a segunda dorsal tem a ponta enegrecida e a caudal e a peitoral apresentam pigmentação escura esparsa; a peitoral tem uma mancha mais escura na sua base, mais evidente no lado interno da nadadeira (MENEZES, 1983) (Figura 4).



**Figura 4.** Exemplar de *Mugil curema* coletado na área em estudo. Fonte: DINIZ, 2019.

#### 4.3 Amostragem

A captura dos peixes foi realizada sob licença ambiental (SISBIO, nº. 34.683) e aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Estadual do Maranhão (CEEA/UEMA nº 35/2017).

Para os estudos de reprodução de *M. curema*, no município de Tutóia, foram realizadas coletas por rede de arrasto de praia, mais precisamente na Praia da Barra, sob coordenadas geográficas 02°46'32.8"S e 42° 15'42.4"W. As coletas foram realizadas mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2018, sendo capturados 181 espécimes em pontos pré-definidos como área de pesca de arrasto. Logo após a despesca, os indivíduos foram acondicionados em sacos plásticos com gelo e transportados por 5 horas até o Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática da Universidade Estadual do Maranhão.

A rede de arrasto de praia utilizada no município de Tutóia apresenta-se como uma arte de pesca móvel, em que os pescadores lançam as redes no momento em que a maré está vazando. A atividade pesqueira do local consiste em um esforço de 4 horas abrangendo as repetições, sendo 20 minutos para estender e aproximadamente 50 minutos para retirada da rede da água, com a participação de 4 pessoas por lance. O material utilizado é o náilon, com 150 metros de comprimento e 2 metros de altura. Possui 4,5 mm de nós opostos.

A rede fixa a um cabo de madeira, é transportada para o mar por uma pequena embarcação do tipo canoa a motor, que em movimento semicircular, solta a rede distante da costa, voltando para terra com a ponta do outro cabo. Logo que o barco chega à praia os pescadores distribuem-se pelos dois cabos, separados por cerca de cem metros, e começam a puxar a rede, encurtando a distância entre os cabos à medida que o saco com o peixe se aproxima da areia (Figura 5 A, B).



**Figura 5.** (A) Pescadores artesanais no momento de despesca pelo lance de arrasto de praia; (B) Exemplos de *M. curema* capturados por pesca de arrasto. Fonte: Diniz, 2018.

Para o município de Raposa, foram capturados 171 espécimes de agosto de 2016 a julho de 2017. Na aplicação do método para coleta de peixes foram utilizados os procedimentos de captura por rede de zangaria (Figura 6 A, B), que consisti em armadilhas semi-fixas semelhante a cercas, com malhas sintéticas amarradas sobre estacas de madeira, alcançando até centenas de comprimento. São estendidas durante um ciclo de marés, margeando estuários ou em sentido paralelo à costa de baías e “lavados” (zonas entremarés).



**Figura 6.** (A) Momento de despesca pela arte de pesca de zangaria; (B) Exemplos de *M. curema* capturados por pesca de zangaria. Fonte: Diniz, 2017.

A tralha inferior é enterrada ao fundo de areia, enquanto a superior é levantada no início da baixa-mar, bloqueando o retorno de peixes e camarões durante a maré vazante, e capturando-os em “chiqueiros”, cercos nas extremidades das redes. O acesso às redes se dá por canoas a vela e embarcações de médio porte (IBAMA, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2010).

#### 4.4 Coleta de dados em laboratório

Através de um ictiômetro foram tomadas as seguintes medidas de cada exemplar: comprimento total (CT), comprimento padrão (CP). O peso total (PT), assim como peso das gônadas e eviscerados de cada indivíduo foi tomado a partir de balança digital de precisão 0,01g. Posteriormente, em cada exemplar foi realizada uma secção longitudinal na região ventral para extração das gônadas e identificação macroscópica, observando-se algumas características como: cor, vascularização, volume em relação à cavidade abdominal, irrigação sanguínea, visibilidade dos ovócitos, presença de esperma e sua consistência.

#### 4.5 Análise dos dados

##### *Caracterização dos estádios gonadais*

As gônadas retiradas foram fixadas em solução Bouin por 24 horas e armazenadas em álcool 70% em seguida, para posteriores análises histológicas. Os estádios maturacionais e o sexo das espécies foram determinados através de análises macroscópicas e microscópicas.

Neste trabalho, para a análise macroscópica e microscópica das gônadas, visando à identificação do sexo e determinação do estágio maturacional, adotou-se a terminologia proposta por Brown Petterson *et al.* (2011) e Lowerre-Barbieri *et al.* (2011), com a seguinte classificação:

1. Fase imatura (Estádio A)
2. Fase de desenvolvimento (Estádio B)
3. Fase de capacidade de desova (Estádio C)
4. Fase de regressão (Estádio D)

Para análise microscópica, as gônadas foram seccionadas em três partes (proximal, mediana e distal). A porção mediana foi fixada em solução de Bouin por 24 horas. Após a fixação, as gônadas foram desidratadas em série crescente de álcool (70%, 80%, 90%, 95% e dois banhos de álcool P.A), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina para obtenção de cortes com espessura de aproximadamente 5 mm. Para coloração, foi utilizado o método de hematoxilina-eosina (HE). Após esta etapa, foram levadas ao microscópio óptico para possível obtenção dos resultados.

##### *Proporção sexual*

A proporção sexual dos indivíduos amostrados foi obtida para o período total, a fim de se obter informações sobre a estrutura da população de *M. curema* e buscar possíveis causas para as variações às proporções encontradas. Para verificar a existência de diferenças significativas na proporção entre os sexos foi utilizado o teste do  $\chi^2$  com correção de Yates (SNEDECOR; COCHRAN, 1980) com nível de significância de 5 % definido pela equação:

$$\chi^2 = 2 \left( \frac{(F_{obs} - F_{esp})^2}{F_{esp}} \right)$$

Onde:

F = frequência observada

F = frequência esperada para o conjunto estudado

### *Relação Peso/Comprimento*

Para cada indivíduo adquirido foi registrado o comprimento total (CT) em centímetros, medido entre os extremos do focinho e da nadadeira caudal; peso total (PT) em gramas. A relação entre comprimento total e peso total foi estabelecida através da regressão linear após transformação logarítmica, ajustado pelo método dos mínimos quadrados, segundo o modelo de Zar (1996).

Para os dados biométricos, utilizando o programa Statistica 7.0, os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Teste de Levene) foram testados nos dados biométricos para posterior aplicação da análise de variância (ANOVA). O nível de significância foi de 5% (ZAR, 1999).

### *Identificação do período reprodutivo*

A determinação da periodicidade do processo reprodutivo foi baseada na variação dos valores médio do índice gonadossomático, do fator de condição e índice hepatossomático. Os cálculos do índice gonadossomático (IGS), fator de condição sob a influência do peso das gônadas (K) e sem o peso das gônadas (K'), fator de condição gonadal ( $\Delta K$ ) e índice hepatossomático (IHS), foram efetuados conforme VAZZOLER (1981, 1996):  $IGS = Wg/Wt.100$ ; IGS, índice gonadossomático; Wg, peso da gônada; Wt, peso total do peixe;  $K = Wt / Lsb$ ;  $K' = Wc/Lsb$ ;  $Wc = Wt - Wg$ ; Wt, peso total (g); Wc, peso total menos o peso da gônada; Ls, comprimento total (mm); b, coeficiente de alometria obtido através da relação peso-comprimento;  $\Delta K = K - K'$ ;  $IHS = Wf/Wt.100$ ; IHS, índice hepatossomático; Wf, peso do fígado.

Para cada exemplar de fêmeas e machos adultos (estádios B, C e D), foi calculada a índice gonadossomático (IGS), definindo o percentual que a gônada representa do peso total do animal, segundo a fórmula abaixo, descrita por Vazzoler (1996):

$$IGS1 = (Wg / Wt) \times 100 \text{ e } RGS2 = (Wg/Wc) \times 100$$

Onde:

$W_g$  = Peso da gônada

$W_t$  = Peso do indivíduo

$W_c = W_t - W_g$

O período reprodutivo foi delimitado pelos valores mais altos de  $\Delta RGS$ , que corresponde à diferença entre RGS1 e RGS2, obtidas bimestralmente para os exemplares de fêmeas. As frequências bimestrais das relações gonadossomática foram estimadas através do somatório da relação de cada fêmea pelo número total de fêmeas.

O fator de condição (K) também foi utilizado como indicador do período de desova, pois determina as alterações que ocorrem, individualmente, na densidade populacional e nas condições alimentares, indicando o estado de saúde do peixe. É dado pela relação entre o peso e o comprimento do indivíduo. Para cada indivíduo foi estimado os parâmetros da relação  $W_t/L_t$ , através da expressão do tipo alométrica, expressa por:

$$W_t = aL_t^b$$

Dois modelos podem ser considerados nas estimativas do fator de condição alométrico:  $K_1 = W_t/L_t^b \cdot 100$  (Fator de condição total) e  $K_2 = W_c/L_t^b \cdot 100$  (Fator de condição somático), em que:  $W_t$  = peso total (g);  $L_t$  = comprimento total (cm);  $b$  = coeficiente angular da relação comprimento/peso, que foi estimada com todos os indivíduos estudados  $W_t = aL_t^b$ .

As diferenças na distribuição dos valores bimestrais para  $\Delta RGS$  e  $\Delta K$  foram testadas através da análise de variância (ANOVA), caso as variáveis em análise sejam aproximadamente normais e homocedásticas. Para atender a estas condições, para algumas situações, foi necessária a transformação dos dados através da fórmula:  $X = \Delta X$  ou  $X = \log |X|$ . Para verificar a normalidade utilizou-se o teste W Shapiro-Wilk's (SHAPIRO *et al.*, 1968).

O teste utilizado para verificar a homogeneidade das variâncias foi o de Bartlett (BARTLETT, 1937a, 1937b). Entretanto, quando esta condição não foi satisfeita, se utilizou o método não paramétrico de Kruskal-Wallis (KRUSKAL & WALLIS, 1952). Todos os testes descritos acima foram realizados utilizando o programa Statistica 5.5.

#### *Comprimento médio da primeira maturação*

O comprimento médio da primeira maturação gonadal (L50) foi estimado a partir da curva acumulada de frequências de ocorrência de indivíduos adultos por classe de comprimento

total ajustado à função logística (KING, 1996).

Os estádios de maturação foram agrupados em: imaturos (estádio A) e adultos (estádios B + C + D). O percentual de maduros por classe de comprimento foi calculado e considerando como variável dependente (Y) e o comprimento total como variável independente (X). Posteriormente, estes valores foram ajustados a uma curva logística, utilizando o Programa Statistica segundo a formula abaixo:

$$P = 1/(1 + \exp [- r (L - Lm)])$$

Em que P é a proporção de indivíduos maduros, r é o declive da curva, L é o comprimento e o Lm é o comprimento médio de maturidade sexual ou o comprimento que corresponde para uma proporção de 0.5 (ou 50 %) em condições reprodutivas.

#### *Fecundidade e tipo de desova*

Para se determinar a fecundidade foram selecionadas gônadas de 10 fêmeas em estágio maduro, que foram seccionadas longitudinalmente e imersas em frascos com solução de Gilson modificada, onde permaneceram por 24 horas. Estes frascos foram agitados para ocorrer a total dissociação dos ovócitos da membrana ovariana. Após a dissociação completa, os ovócitos foram lavados e mantidos em álcool 70% para a retirada das membranas e da solução de Gilson (VAZZOLER, 1996).

Para a determinação da fecundidade (F) foi utilizado o método volumétrico (VAZZOLER, 1981; 1996) para as gônadas de fêmeas em estágio maduro. A massa total dos ovócitos dissociados suspensos em álcool 70% foi colocada em uma proveta para a determinação do volume total da suspensão (S). Após 24 horas de sedimentação foi retirado o volume total de ovócitos (V) de cada gônada. A esse volume foi acrescentada a quantidade de álcool 70% necessária para retirar completamente os ovócitos das paredes da proveta durante a transferência do material para um recipiente, corrigindo-se, assim, o valor de S. Posteriormente foram retiradas subamostras.

As subamostras de 1 ml de cada uma (s) foram retiradas do volume total da suspensão (S) de cada par de gônada para contagem do de ovócitos (n) presentes em cada alíquota. O número de ovócito (n) foi, portanto, obtido a partir do valor mediano das contagens. Através de uma regra de três foi estimado o volume dos mesmos(v):



$$\left. \begin{array}{l} S \Rightarrow V \\ s \Rightarrow v \end{array} \right\} v = \frac{(s \times V)}{S}$$

Onde:

S = volume total da suspensão

V = volume total de ovócitos

s = volume conhecido da subamostra (1 ml)

v = volume de ovócitos da subamostra

Conhecido o volume de ovócitos das subamostras (v) e o número de ovócitos nele contido (n), por outra regra de três foi estimado o número total de ovócitos (N) existentes nos ovários:

$$\left. \begin{array}{l} V = N \\ v = n \end{array} \right\} N = \frac{(V \times n)}{v}$$

Onde:

N = número total de ovócitos

n = número de ovócitos da subamostra

V = volume total de ovócitos

v = volume de ovócitos da subamostra

A partir da distribuição do diâmetro dos ovócitos de cada par de ovários analisados tem-se a somatória das frequências daqueles que potencialmente seriam eliminados (P) e, novamente por uma regra de três, tem-se fecundidade (F):

$$\left. \begin{array}{l} N = 100\% \\ F = P\% \end{array} \right\} F = \frac{(N \times P)}{100}$$

Onde:

F = fecundidade

N = número total de ovócitos

P = frequência de ovócitos que seriam eliminados

A fecundidade relativa foi estabelecida através da relação entre comprimento total (CT), peso total (PT) e fecundidade (F), expressas pelas equações:

$$FR = a \times CT^b \quad e \quad FR = a \times PT^b$$

Onde:

FR = fecundidade relativa

CT = comprimento total

PT = peso total

a = coeficiente linear da regressão

b = coeficiente angular da regressão

#### 4.6 Tratamento estatístico

Para a análise estatística foi utilizado Statistica 7.0. Os pressupostos de normalidade foram testados (Teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Teste de Levene) nos dados biométricos para posterior aplicação da análise de variância (ANOVA). Análise de Anova main effects foi utilizada para triagem dos dados, e posteriormente aplicou-se Anova Fatorial para obtenção dos resultados. O test-t foi utilizado para verificar diferenças significativas entre sexos e o nível de significância considerado foi de 0,05. Foi realizada ainda a aplicação da análise discriminante canônica. As raízes empregadas foram correlacionadas com medidas morfométricas de comprimento padrão, comprimento total, peso gonadal e peso total, em função dos estádios maturacionais. A técnica foi utilizada para testar a separação dos grupos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa está organizada em dois capítulos em formato de artigo. O primeiro a ser apresentado refere-se ao artigo intitulado: “Aspectos reprodutivos de *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) em uma Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, Brasil”, submetido à revista Neotropical Ichthyology, com qualis A4 (2019). Já o segundo capítulo, compreende o artigo intitulado: “Parâmetros da reprodução de *mugil curema* (Mugilidae, Telesostei) capturados em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil” submetido e aceito para publicação na revista Brazilian Journal of Development, qualis B2 (2019). Os artigos seguem normas específicas das revistas as quais serão publicados.

## 5.1 CAPÍTULO I

### **ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *Mugil curema* (TELEOSTEI: MUGILIDAE) EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DO PARNAÍBA, BRASIL <sup>1</sup>**

Ana Luiza Caldas Diniz<sup>2</sup>; Irayana Fernanda da Silva Carvalho<sup>2</sup>; Lorrane Gabrielle Cantanhêde<sup>3</sup>; Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta<sup>4</sup>, Zafira da Silva de Almeida<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brasil. (ALCD) luizadiniz13@hotmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2701-566X> (corresponding author), (IFSC) nanda.dih@live.com

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará/ Museu Paraense Emílio Goeldi (UFPA/MPEG), Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, 66075-110 Belém, PA, Brasil. lorrane.gabrielle@hotmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7796-9416>.

<sup>4</sup> Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brasil. (ZSA) zafiraalmeida@gmail.com, (RNFCN) raifortes@gmail.com

Uma avaliação precisa dos parâmetros populacionais relacionados a reprodução dos peixes é um componente essencial para a gestão eficaz da pesca, sobretudo em importantes regiões de áreas protegidas e reconhecidas internacionalmente, como o local de estudo que compreende a Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba. Dessa forma, este trabalho visa contribuir com o conhecimento científico relacionado à biologia reprodutiva de *Mugil curema*. A espécie apresentou proporção sexual por período total de 1,91F:1M, alometria do tipo negativa ( $b < 3$ ), fecundidade alta, de 304.430 ovócitos  $\pm$  231.129, e desova do tipo parcelada. O tamanho mínimo de captura foi de 23,0 cm para sexos analisados agrupadamente. Através dos índices analisados, a espécie apresenta estratégia oportunista estuarina marinha, com desova prolongada, com maiores picos nos meses de novembro a janeiro. As informações obtidas representam importantes subsídios para o conhecimento do ciclo de vida de *M. curema*, pois suas características reprodutivas podem compensar a eventual depleção de estoque pela sobrepesca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação, Peixe, Manejo, Reprodução

An accurate assessment of fish reproduction-related population parameters is an essential component for effective fisheries management, especially in important regions of internationally recognized and protected areas, such as the study site comprising the Delta Environmental Protection Area (EPA) from Parnaíba. Thus, this work aims to contribute to the scientific knowledge related to the reproductive biology of *Mugil curema*. The species presented a sex ratio of 1.91F: 1M, negative allometry ( $b < 3$ ), high fecundity of 304,430 oocytes  $\pm$  231,129, and splitted spawning. The minimum catch size was 23.0 cm for sexes analyzed together. Through the indexes analyzed, the species presents an opportunistic marine estuarine strategy, with prolonged spawning, with higher peaks from November to January. The information obtained represents important subsidies for the knowledge of the *M. curema* life cycle, as its reproductive characteristics may compensate for eventual stock depletion due to overfishing. It is recommended that studies of *M. curema* in estuary areas be further developed and complemented to support more efficient legislation for the preservation of this fishery resource.

**KEYWORDS:** Conservation, Fish, Management, Reproduction

<sup>1</sup>Este artigo foi submetido para publicação em Neotropical Ichthyology. ISSN:1982-0224 (electronic version), Qualis A4 (2019).

## Running Head

### Parâmetros reprodutivos de *Mugil curema*

#### Introdução

Segundo a Lei nº 11.959/2009, o ordenamento pesqueiro de uma região permite a administração correta da atividade pesqueira, com base no conhecimento atualizado dos seus componentes biológico-pesqueiros, ecossistêmicos, econômicos e sociais (Brasil, 2009). Tais componentes biológicos dizem respeito à diversidade de formas, comportamentos e modos de vida, sendo um dos aspectos mais importantes e interessantes a serem analisados (Azevedo, 2010). Dentre esses componentes biológicos, os conhecimentos sobre aspectos relacionados com a biologia e ecologia das espécies de peixes, em particular a reprodução, são importantes para se compreender o comportamento das populações, favorecendo a correta administração desses recursos (Santos *et al.*, 2003).

Os conhecimentos acerca da reprodução incluem a proporção sexual, a época e local de desova, relação peso-comprimento, fecundidade e estratégias reprodutivas (Souza; Chellappa; Gurgel, 2007; Cantanhede *et al.*, 2016) e, apesar de figurarem como componentes fundamentais para a economia e para a subsistência, ainda são incipientes. Estas informações são componentes essenciais para a gestão eficaz da pesca (Brown-Peterson *et al.*, 2011), sobretudo em importantes regiões de áreas protegidas e reconhecidas internacionalmente, como o local de estudo que compreende a Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba.

Entre os peixes de importância econômica encontrados na região, há os pertencentes à família Mugilidae, os quais possuem ampla distribuição, ocorrendo em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, principalmente na região costeira estuarina. São explorados comercialmente em todas as regiões onde ocorrem, constituindo assim uma parte importante da alimentação humana (Barcellini, 2011), com destaque para *Mugil curema* VALENCIENNES, 1836, conhecida popularmente como tainha. Essa espécie tem sofrido com a sobrepesca nos últimos anos, devido à alta demanda no mercado, fazendo-se necessários estudos que promovam a renovação dos seus estoques.

Aspectos da biologia reprodutiva de *M. curema* foram estudados em quase todas as regiões onde ocorrem, porém, limitando-se muitas vezes aos estuários. Dentre os estudos desenvolvidos sobre a espécie (Cergole, 1986; Talmelli *et al.*, 1996; Esper *et al.*, 2000; Paiva *et al.* 2002; Ibáñez-Aguirre e Gallardo-Cabello, 2004; Oliveira, 2007; Solomon *et al.*, 2007;

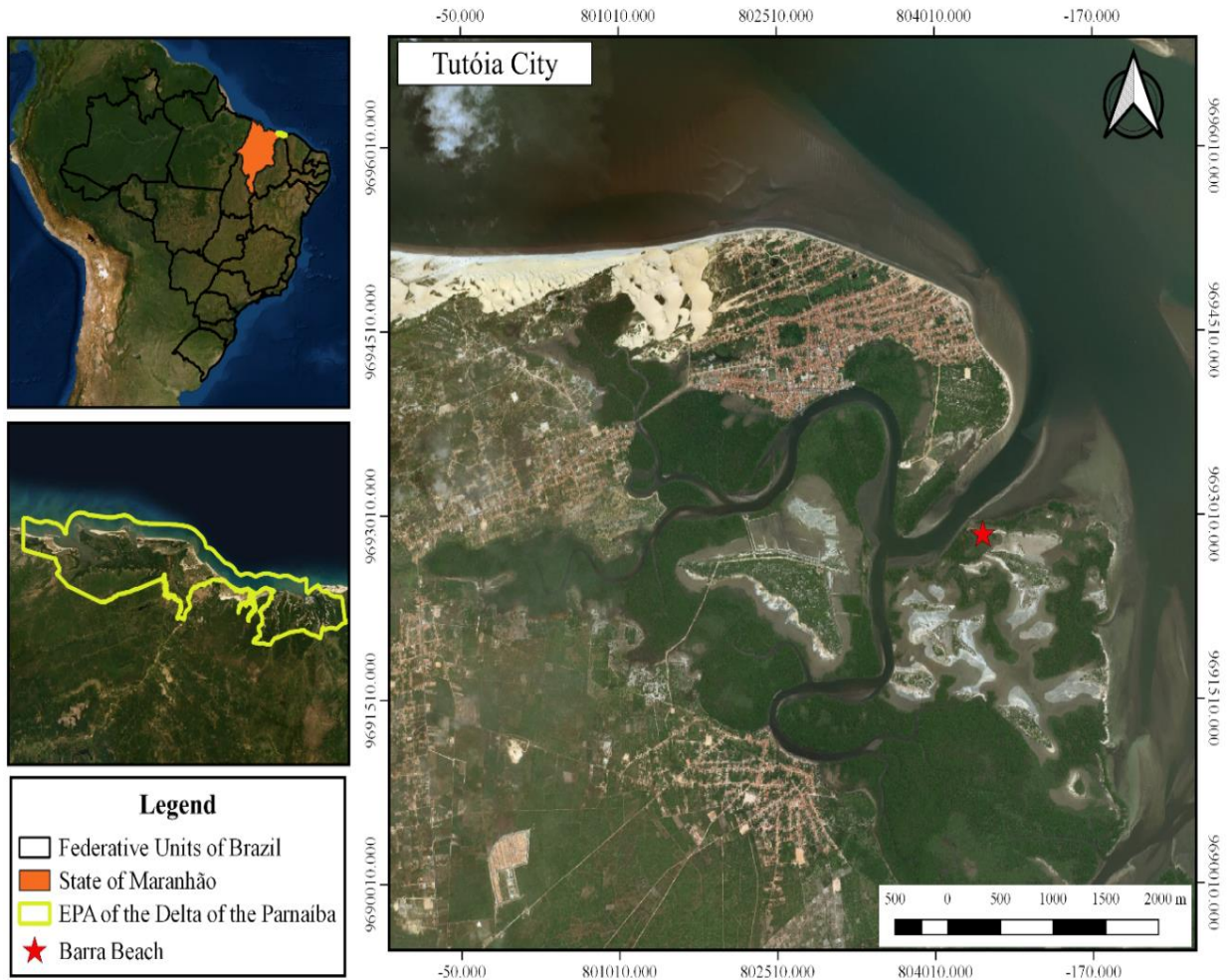
Albieri, 2010; Barcellini *et al*, 2011; Fernandez, 2013), poucos forneceram uma descrição completa do seu ciclo reprodutivo, incluindo a ovogênese, com foco no desenvolvimento gonadal das fêmeas e sua estratégia de desova. Diante do exposto, este trabalho visa contribuir com o conhecimento científico relacionado aos aspectos reprodutivos de *M. curema* em uma importante Área de Preservação Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, uma área de reconhecimento internacional por se tratar do único Delta de mar aberto das Américas.

## **Material e métodos**

### **Local de amostragem**

A Área de Preservação Ambiental do Delta do Parnaíba, foi criada através de Decreto Presidencial em 28 de agosto de 1996, visando proteger os deltas dos rios da bacia do Parnaíba, com sua fauna e flora. Essa área de preservação encontra-se localizada na zona costeira dos municípios de Cajueiro da Praia, Luís Correa, Parnaíba e Ilha Grande, no estado do Piauí; Paulino Neves, Tutóia, Araiões e Água Doce, no Maranhão; Chaval e Barroquinha, no Ceará (ICMBIO, 2018).

Dentro da APA, há o município de Tutóia (Fig. 1.), que se localiza no Litoral Oriental do Maranhão e apresenta uma população de 52.788 habitantes (13.12 hab/km<sup>2</sup>). É marcado por uma linha de costa retilínea, recortando restingas, cordões de dunas fixas e móveis, manguezais, praias, baías, ilhas, enseadas e sistemas deltáicos, estuarinos. O clima é do tipo zona equatorial, com seis meses de estiagem, apresentando caráter de transição para áreas mais secas, com regime pluviométrico inferior a 1800mm (Miner, 1979).



**Fig 1.** Mapa de localização da área de coleta, na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, Brasil.

### Coleta

A captura dos peixes foi realizada sob licença SISBIO n°. 34.683 e aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Estadual do Maranhão (CEEA/UEMA n° 35/2017). As coletas foram realizadas mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2018, sendo capturados 181 espécimens em pontos pré-definidos como área de pesca de arrasto no município de Tutóia, mais especificamente na Praia da Barra, sob coordenadas geográficas 02°46'32.8"S e 42° 15'42.4"W.

### **Análise dos dados**

A proporção sexual dos indivíduos amostrados foi obtida para o período total a fim de se obter informações acerca da estrutura populacional de *M. curema*. Para verificar a existência de diferenças significativas na proporção entre os sexos foi utilizado o teste do  $\chi^2$  com correção de Yates (Snedecor; Cochran, 1980) com nível de significância de 5 %.

Para relação peso-comprimento, foi registrado o comprimento total (CT) em centímetros, medido entre os extremos do focinho e da nadadeira caudal e o peso total (PT) em gramas de cada indivíduo. A relação entre comprimento total e peso total foi estabelecida através da regressão linear após transformação logarítmica, ajustado pelo método dos mínimos quadrados, segundo o modelo de Zar (1996).

As gônadas foram pesadas (g) em balança de precisão de 0,01 g. A classificação macroscópica e microscópica dos estádios maturacionais foi estabelecida através da escala adaptada proposta por Lowerre-Barbieri *et al.* (2011): A (fase imatura); B (fase de desenvolvimento); C (fase de capacidade de desova); e D (regressão/desovado). As lâminas histológicas seguiram o protocolo convencional de histologia.

Para o cálculo da fecundidade, foi utilizado o método volumétrico proposto por Vazzoler (1996), sendo os ovócitos dissociados para contagem dos mesmos. Feita a dissociação dos ovócitos, foi obtida a frequência de distribuição dos ovócitos por classe de comprimento para a determinação do tipo de desova.

O comprimento médio da primeira maturação gonadal (L50) foi estimado a partir da curva acumulada de frequências de ocorrência de indivíduos adultos por classe de comprimento total ajustado à função logística (King, 1995).

A determinação da periodicidade do processo reprodutivo foi baseada na variação dos valores médios do índice gonadossomático (IGS), fator de condição e índice hepatossomático. Os cálculos do índice gonadossomático (IGS), fator de condição sob a influência do peso das gônadas (K) e sem o peso das gônadas (K'), fator de condição gonadal ( $\Delta K$ ) e índice hepatossomático (IHS) foram efetuados conforme Vazzoler (1981, 1996):  $IGS = Wg/Wt.100$ ; IGS, índice gonadossomático; Wg, peso da gônada; Wt, peso total do peixe;  $K = Wt / Lsb$ ;  $K' = Wc/Lsb$ ;  $Wc = Wt - Wg$ ; Wt, peso total (g); Wc, peso total menos o peso da gônada; Ls, comprimento total (mm); b, coeficiente de alometria obtido através da relação peso-comprimento;  $\Delta K = K - K'$ ;  $IHS = Wf/Wt.100$ ; IHS, índice hepatossomático; Wf, peso do fígado.

Para avaliar se as diferenças entre os sexos foram significativas em relação aos dados

biométricos de peso e comprimento, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), com os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Teste de Levene) atendidos, com um nível de significância de  $p < 0,05$ . O teste-t foi utilizado para verificar diferenças significativas de proporção sexual, com nível de significância de  $p < 0,05$ . Todas as análises foram feitas no programa Statistica 7.0 (STATSOFT).

### Resultados

Foram coletados 181 espécimes de *M. curema* durante os 12 meses de amostragem, sendo 119 fêmeas (65,75%) e 62 machos (34,25%), com proporção sexual total de 1,91F:1M, onde verificou-se predominância de fêmeas. O valor do teste do  $\chi^2$  (17,95, Gl = 1;  $p < 0,05$ ) indicou que há diferenças significativas entre os sexos no local de estudo (Tab. 1). Em relação aos períodos sazonais, foram capturadas 62 fêmeas e 41 machos ( $\chi^2 = 14,98$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0,05$ ) no período chuvoso (Janeiro a Julho) e 57 fêmeas e 21 machos ( $\chi^2 = 10,75$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0,05$ ) no período de estiagem (Agosto a Dezembro), onde houve predomínio evidente de fêmeas em todo o ano, principalmente no período chuvoso.

**Tab. 1.** Distribuição da frequência de ocorrência (N), porcentagem (%), frequência esperada (Fe) e valores de qui-quadrado de machos e fêmeas de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

Species	N			%		Fe	$\chi^2$
<i>Mugil</i>	Males	Females	Total	Males	Females		
<i>curema</i>	62	119	181	34,2541	65,7458	90,5	17,95028

As fêmeas apresentaram tamanho máximo (35,6 cm) superior ao dos machos (30,7 cm). O tamanho médio das fêmeas de *M. curema* foi de 27,1 cm, enquanto para machos correspondeu a 26,7 cm.

O menor peso observado para fêmeas foi de 59,5 g e o maior de 440,2 g, gerando uma média de 192,1g  $\pm$  67,6g. Para machos, o peso mínimo foi de 64,7 g e o máximo foi de 310,3 g, gerando uma média de 183,1  $\pm$  56,5 g. As fêmeas capturadas mostraram maiores valores tanto em peso, quanto em comprimento, estatisticamente comprovado pelo teste t (Gl = 1;  $p < 0,05$ ).



**Tab. 2.** Estrutura populacional de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (N = número de indivíduos; LT= comprimento total; WT = peso total; SD = desvio padrão).

Class	N	LT	Mean ± SD	WT	Mean ± SD
		Min - Max (cm)	(cm)	Mín-Max (g)	(g)
<b>Females</b>	119	18-35,6	27,1 ± 3,6	59,5-440,2	196,8 ± 72,4
<b>Males</b>	62	18,2-30,7	26,7 ± 3,0	64,7-310,3	183,1 ± 56,5
<b>Grouped</b>	181	18-35,6	27,0 ± 3,4	59,5-440,2	192,1 ± 67,6

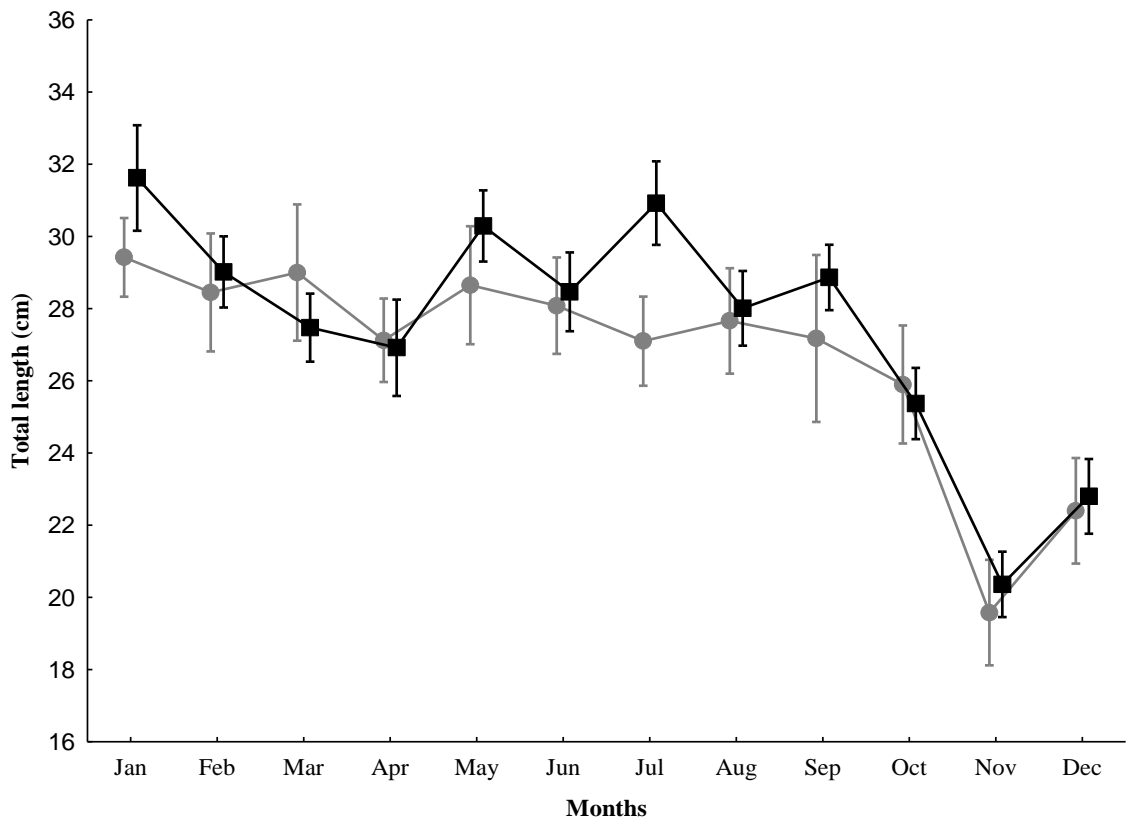
O valor do coeficiente angular de regressão para fêmeas foi de  $b=2,774$  e para machos de  $b=2,757$ , com coeficiente de correlação próximos de 1 ( $R^2=0,92$ ). O teste t ( $p>0,05$ ) confirmou que não houve diferença significativa entre os sexos. Logo, para a espécie em estudo, determinou-se alometria negativa ( $b<3$ ) para ambos os sexos, indicando que tanto os machos quanto as fêmeas se desenvolveram mais em comprimento do que em peso (Tab. 3.)

**Tab. 3.** Parâmetros da relação peso- comprimento de machos, fêmeas e sexos agrupados (N =número de indivíduos; a = coeficiente de regressão linear; b = coeficiente de regressão angular;  $R^2$  = coeficiente de correlação) de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba

Groups	N	a	b	$R^2$	Allometry
<b>Females</b>	119	0,0197	2,774	0,95	Negative
<b>Males</b>	62	0,0203	2,757	0,88	Negative
<b>Grouped</b>	181	0,019	2,772	0,92	Negative

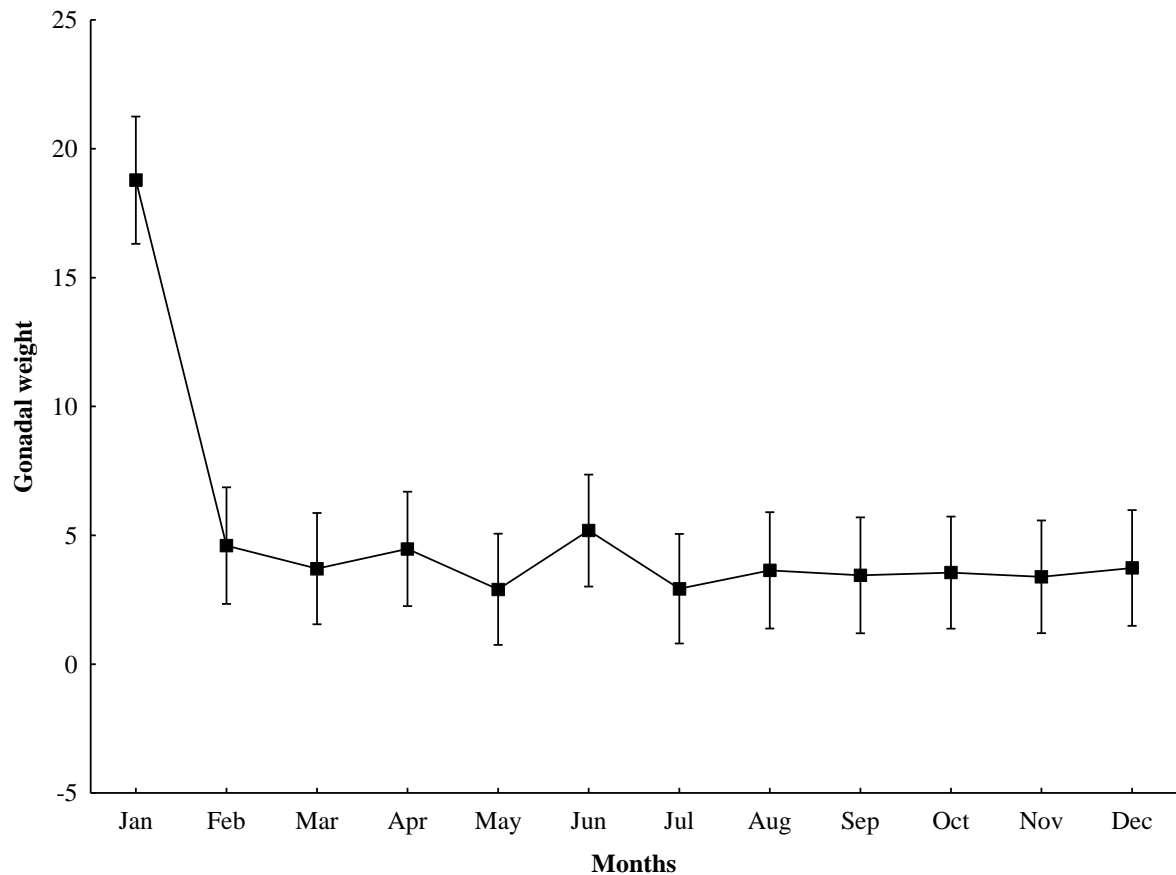
Os maiores indivíduos, em relação a comprimento, foram capturados no mês de janeiro, com diferenças significativas ( $F(10,339) = 5,40$ ,  $p = 0,00$ ) (Fig.2). As fêmeas apresentaram-se

maiores que os machos, com maiores picos nos meses de janeiro, maio e julho. No mês de novembro, os dois sexos apresentaram tamanhos inferiores a 22 cm.



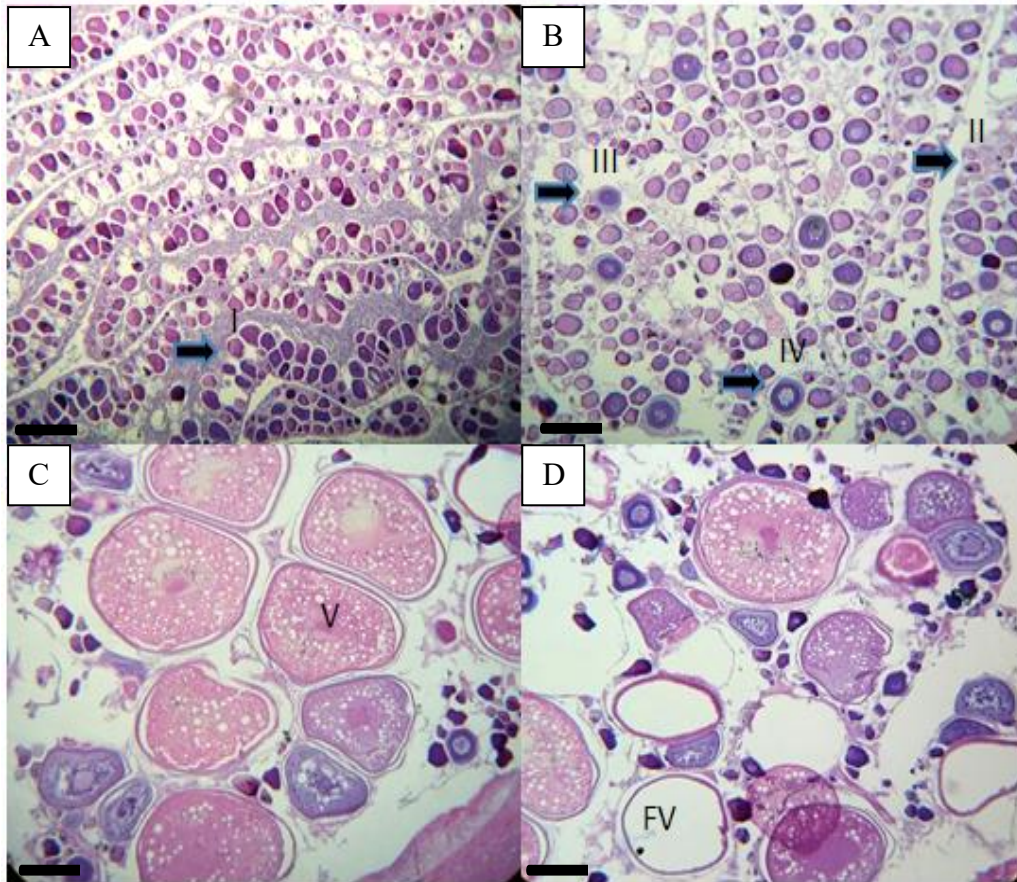
**Fig 2.** Relação comprimento total e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (A linha preta representa as fêmeas e a linha cinza representa os machos).

Os maiores pesos gonadais, em relação ao meses estudados também foram registrados no mês de janeiro, com diferenças significativas  $F(11, 165)=10,127, p=,00000$ ) (Fig.3). Correspondendo ao mês de maior intensidade reprodutiva, visto que houve maior presença de gônadas em capacidade de desova.



**Fig 3.** Relação peso gonadal e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

A análise histológica das gônadas das fêmeas possibilitou as seguintes observações: No ovário imaturo (estágio A), observou-se o predomínio de células germinativas jovens, presença de ovogônias, mas com predomínio de ovócitos na fase I. No ovário em desenvolvimento (estágio B), predominância de ovócitos em vitelogênese lipídica, com ovócitos em vitelogênese proteica em menor quantidade. No ovário em capacidade de desova (estágio C), houve presença de ovócitos em vitelogênese completa, poucos ovócitos na fase III e IV e abundância de ovócitos na fase V. Já o ovário desovado/regressão (estágio D), apresentou folículos vazios, pós-desova e poucos ovócitos nas fases IV (Fig. 4).



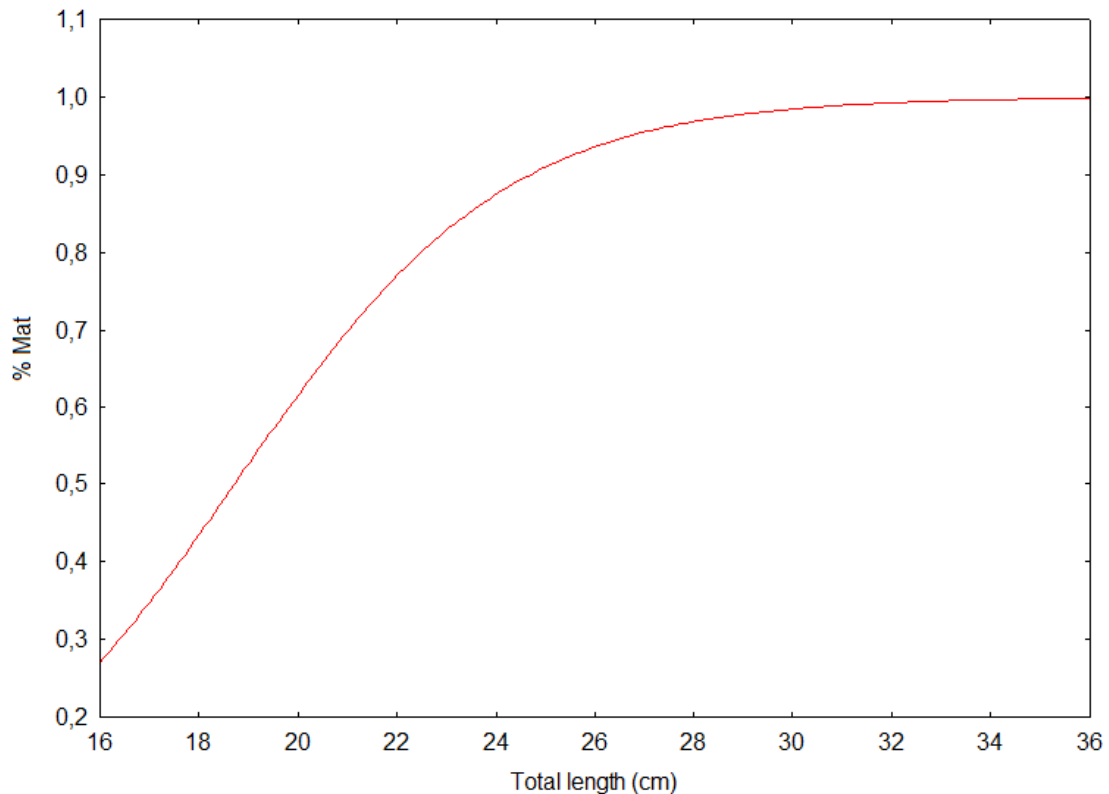
**Fig 4.** Fotomicrografia do ovário de *M. curema* durante o ciclo gonadal. (A) Ovário imaturo; (B) Ovário em desenvolvimento; (C) Ovário em capacidade de desova; (D) Ovário desovado/regressão. I: Células germinativas jovens; II: ovócitos na fase II; III: ovócitos com vitelogênese lipídica; IV: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; V: ovócitos com vitelogênese completa; FV: Folículo vazio; HE 20x. Barra = 200  $\mu$ m. (Versão online)

As fêmeas utilizadas para o cálculo de fecundidade apresentaram variação de tamanho de 30,5 a 35,5cm, considerando somente aquelas que apresentavam ovócitos em processo de vitelogênese completa. Verificou-se que das 10 gônadas selecionadas, a fecundidade absoluta média (FA), representada por aqueles ovócitos que, potencialmente, seriam eliminados na próxima desova, encontrada no presente estudo para *M. curema* foi 304.430 ovócitos  $\pm$  231.129, considerando assim, fecundidade do tipo elevada.

A partir da medição dos ovócitos, constatou-se que a espécie apresenta desenvolvimento sincrônico, em que a cada ciclo reprodutivo são evidenciados dois grupos de ovócitos: os de estoque de reserva e aqueles que irão maturar sincronicamente e serem eliminados no período de desova. Esse mecanismo de desenvolvimento ovocitário, juntamente com a presença de

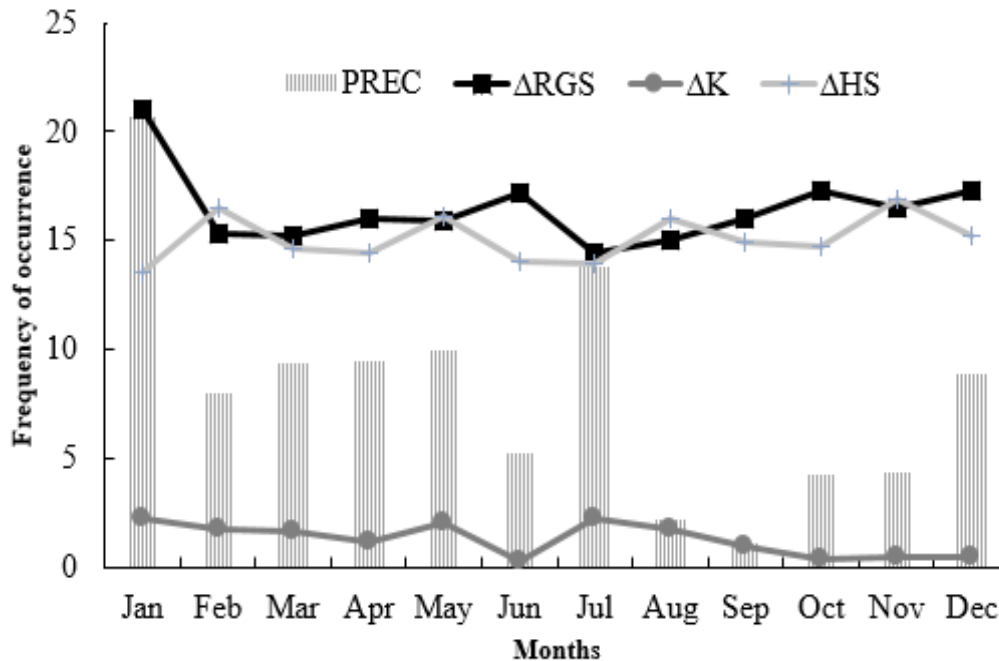
folículos pós-ovulatórios e folículos vazios, apresentando as mesmas condições de desorganização estrutural, evidenciam desova do tipo parcelada.

O tamanho de primeira maturação sexual de *M. curema* para fêmeas foi de 23,20 cm, para machos de 22,46 cm e para sexos agrupados de 23,57 cm (Fig. 5), tamanho em que pelo menos 50% da população está apta a desovar.



**Fig 5.** Comprimento de primeira maturação para sexos agrupados de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

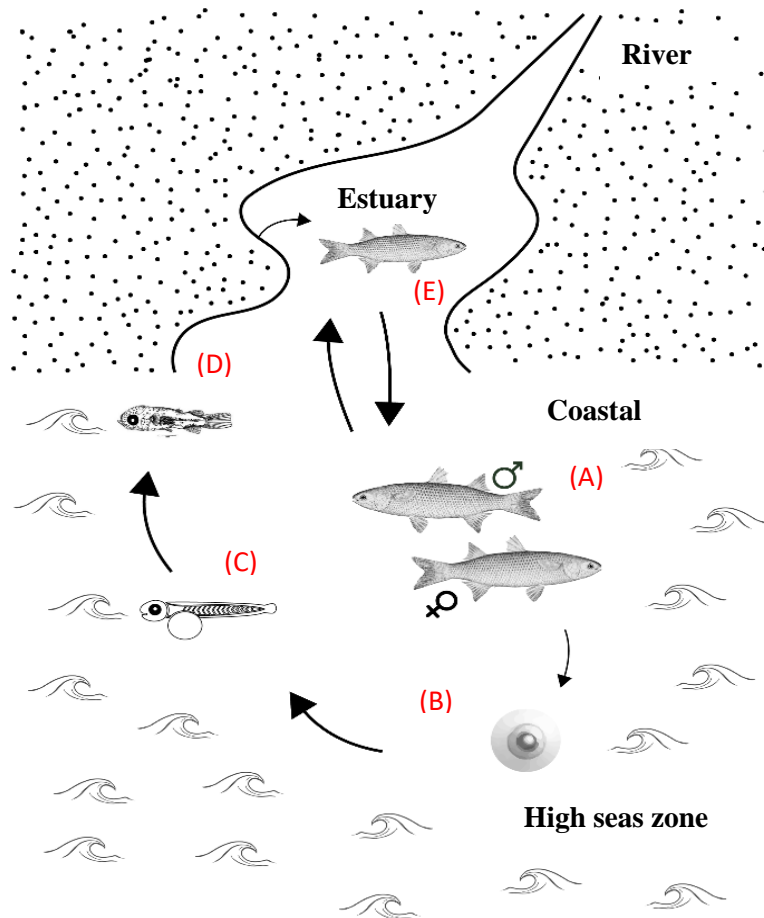
Levando em conta os valores índice gonadossomático (IGS) é possível constatar que houve os maiores picos de desova durante os meses outubro, novembro, dezembro e janeiro, sendo este último mês, o mais representativo, coincidindo com o período chuvoso (Fig. 6). Durante esses meses, houve menores taxas de índice hepatossomático (IHS) e fator de condição ( $\Delta K$ ) e o mês de janeiro apresentou o maior pico pluviométrico do ano na região. As curvas de queda possivelmente representam a época em que a espécie desovou e despendeu a energia alocada, caracterizando esses meses como o período reprodutivo da espécie.



**Fig 6.** Frequência de ocorrência de IGS,  $\Delta K$ , e IHS índices (IGS = índice gonadossomático;  $\Delta K$  = fator de condição; IHS = índice hepatossomático) de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

No esquema do ciclo de vida de *M. curema* para a região em estudo, é possível observar que na fase A, há o processo pós-reprodução, em que ocorre a desova dos ovócitos, correspondendo, segundo os resultados encontrados, aos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, em que ocorreram os maiores valores do índice gonadossomático e queda nos índices hepatossomáticos e fator de condição, relacionados ao grau de bem-estar dos indivíduos.

Em B e C está evidenciada a fase de desenvolvimento dos ovócitos e crescimento dos alevinos ainda em área costeira, que corresponderia aos meses seguintes, de fevereiro e março. Na fase D e E, observa-se o momento onde os juvenis retornam para o estuário, após a desova e utilizam o local para alimentação, correspondendo ao mês de maio a setembro, com picos altos de índice hepatossomático e fator de condição, evidenciando período de maior alimentação da espécie. Posteriormente, reinicia-se o ciclo, onde os indivíduos saem do estuário para as áreas costeiras para a desova (Fig. 7).



**Fig. 7.** Modelo esquemático representando o ciclo de vida de *M. curema*, em um área da APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

### Discussão

A espécie *Mugil curema* apresentou uma estratégia oportunista estuarina marinha, com predominância de fêmeas para o período total; crescimento alométrico negativo; alta fecundidade; desova do tipo parcelada; maturidade sexual precoce com tamanho de primeira maturação sexual de 23,57 cm e período reprodutivo prolongado, apresentando pico reprodutivo no mês de janeiro.

A predominância de fêmeas pode ser explicada pelos maiores comprimentos e pelo peso das gônadas, tornando-as mais susceptíveis à captura na rede de arrasto, ou ainda, os machos podem apresentar táticas migratórias diferentes das fêmeas. Os machos por apresentarem gasto energético menor para a produção dos espermatozoides, conseguem maturar mais facilmente, permitindo assim, que se desloquem de volta para o estuário, após a reprodução, evitando a

captura. As fêmeas por sua vez, precisam de esforço energético maior, por conta do tamanho das suas células germinativas, tornando-as mais pesadas e assim, de fácil captura. Resultados semelhantes foram encontrados na maioria dos estudos realizados com *M. curema*, que abordam estrutura populacional (Oliveira, 1998; Silva *et al.*; 2000; Pinheiro *et al.*, 2014; Santos *et al.* 2015), os quais encontraram proporção sexual favorável às fêmeas para o período total, diferindo de 1:1.

O peso e o comprimento são importantes parâmetros no estudo das populações de peixes. Suas aplicações permitem estimar o crescimento dos indivíduos, além de ser útil como indicadora do acúmulo de gordura e de desenvolvimento das gônadas (Gomiero & Braga, 2005). Através do coeficiente angular aferido, é possível avaliar se há maior investimento em peso ou comprimento, logo, variações em torno desse parâmetro podem estar relacionadas às diferentes condições ambientais e ao aspecto biogenético característico de cada espécie (Silva *et al.*, 2005). *M. curema* apresentou alometria negativa no município de Tutóia, o que pode estar associado à própria genética da espécie ou ainda, a pouca disponibilidade de alimento na região onde foram capturados, visto que utilizam à área de estuário predominantemente para alimentação, sendo as capturas realizadas somente em áreas costeiras.

Na costa da Bahia, Santos (2011) também encontrou valores semelhantes, tanto para fêmeas, machos e sexos agrupados, onde o valor do coeficiente angular (b) foi menor do que três, em áreas estuarinas do litoral baiano. Araújo (2011), analisando a mesma espécie em estudo, em populações de Bertioga (b=2,851), Piaçaguera (b=2,832) e Cananéia (b=2,972) no estado de São João da Boa Vista/SP, também encontrou crescimento alométrico negativo. Para o estado do Maranhão, Júnior *et al* (2007) encontraram valores de coeficiente angular de 2,853 em um Estuário do rio Paciência na Ilha do Maranhão, predisposição genética para o crescimento alométrico negativo, tanto em estuário, como em áreas costeiras, tendo em vista que já foram reportados valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

O aumento da fecundidade média potencial proporcional ao crescimento corpóreo, como observado no presente estudo, pode estar relacionado com o aumento do tamanho da cavidade abdominal dos indivíduos ao longo do crescimento, com possibilidade de aumento de tamanho das gônadas. Este aumento na fecundidade atinge o pico no ápice da maturidade gonadal (Vaz-dos-Santos, 2002) e tende a diminuir no período seguinte a desova. Com os resultados obtidos, por apresentar fecundidade elevada, a espécie é considerada r-estrategista, onde o tempo de vida desses indivíduos é curto e, em geral, não há cuidado com a prole, em que objetivam produzir a cada ciclo um elevado número de descendentes, mesmo que poucos



destes sobrevivam até a idade adulta, indicando uma estratégia da espécie na manutenção dos seus estoques.

A desova parcelada também faz parte da estratégia *r*, na qual os ovócitos que compõem cada lote se desenvolvem sincronicamente e à medida em que atingem a maturação completa, são eliminados. Esse padrão de desova parcelada para a espécie também foi encontrado por Albieri *et al.* (2010) no Rio de Janeiro (Brasil), por Santana (2007) em Pernambuco (Brasil), por Solomon & Ramnarine (2007) no Golfo de Paria (Trinidad) e por Ferreira (1989) no estuário de São Vicente. O desvio padrão alto encontrado, indicam que as fêmeas jovens produzem menos ovócitos do que fêmeas mais maduras, em estágio de capacidade de desova.

O comprimento de primeira maturação pode apresentar variações dependendo da disponibilidade de alimento, apresentando assim, em diferentes regiões, taxas de crescimento diferenciadas. Os resultados de comprimento médio de início de primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ) de 23, 57 cm encontrados no estudo representam maturidade sexual precoce, onde tal prática, pode estar associada à pressão pesqueira relacionada ao uso da arte de pesca na região.

Santana (2007), estimou o comprimento médio de primeira maturação gonadal para sexos agrupados de *Mugil curema* na região de Recife, Pernambuco, em 25,5 cm de comprimento total. Já a estimativa realizada por Ibañez-Aguirre & Gallardo- Cabello (2006), no Golfo do México foi de 27,4 cm de comprimento total para a mesma espécie, valor mais alto ao encontrado no presente estudo, demonstrando que na região em estudo as espécies estão se reproduzindo cada vez mais cedo e em menor tamanho. O desaparecimento de espécimes de maior porte em uma população, prejudica o ordenamento pesqueiro, pois dificulta e aumenta o tempo de recuperação dos estoques. Tendo em vista que indivíduos de maior tamanho corporal estão associados à maior potencial reprodutivo (Enberg *et al.*, 2009).

Dentre os parâmetros utilizados para determinação do período reprodutivo, o índice gonadossomático (IGS) indica a maturação das células reprodutivas porque é diretamente proporcional ao aumento do peso das gônadas. Moreira *et al.* (2000) afirmaram que os lipídeos, principal fonte de reserva energética para os peixes, são geralmente armazenados no fígado, tecido adiposo ou músculos e são mobilizados em resposta às necessidades energéticas, especialmente para suprir a demanda de crescimento, manutenção e reprodução, logo, é de se esperar que o peso do fígado e outros órgãos reflitam este fato (Agostinho *et al.*, 1990). Yoneda *et al.* (2001) afirmaram que a vitelogenina secretada é seletivamente removida da corrente sanguínea para o desenvolvimento dos ovócitos e o rápido acúmulo do vitelo provavelmente acontece pelo decréscimo do peso do fígado.

Com isso, os valores do índice hepatossomático (IHS) foram especialmente altos nas fêmeas durante o início do período reprodutivo, no mês de novembro, sugerindo uma alta síntese protéica e mobilização de energia durante o desenvolvimento das gônadas e vitelogênese (Querol *et al.*, 2002), posteriormente observado nos meses seguintes, como o mês de janeiro, com a produção de ovócitos maiores e registro das altas taxas no índice gonadossomático.

O fator de condição (K), como descritor amplamente utilizado em estudos sobre biologia reprodutiva de peixes, prediz que indivíduos com maiores valores de K estão em melhores condições fisiológicas (Rodrigues-Filho *et al.*, 2011). O fator de condição não diminuiu muito durante a desova de *M. curema*, o que pode levar a baixa mortalidade de ovos recém-fertilizados e altas taxas de eclosão e sobrevivência de larvas (Laine & Rajasilta, 1999; Souza- Conceição, 2005). Assim, levando em conta os valores dos índices gonadossomático, hepatossomático e fator de condição, o período reprodutivo da espécie da região são os meses de novembro a janeiro, onde a maior intensidade da atividade reprodutiva da espécie foi o mês de janeiro, sugerindo-se assim, o período de defeso da espécie no local, visto que não há estabelecido em lei período específico.

Após a reprodução, os juvenis desta espécie se movimentam em direção à zona de arrebentação e recrutam em lagoas e estuários, onde passam a maior parte do seu ciclo de vida (Blaber, 1980; Vieira, 1991; Ibáñez-aguirre, 1993; Albieri *et al.*, 2010). Portanto, presume-se que as tainhas sejam catádromas, migrando dos estuários para o mar para desova (Marin, 2003). Segundo Vlaming (1972), a salinidade seria um dos fatores que poderiam influenciar a gametogênese.

De acordo com os estudos já realizados com a mesma espécie, podemos notar que o período reprodutivo e as épocas de desova de *Mugil curema* apresentam uma grande variedade ao longo de toda sua distribuição geográfica. Alguns autores relataram para a espécie um período reprodutivo prolongado, geralmente apresentando dois picos de desova ao longo do ano (Jacot, 1920; Yañez-Arancibia, 1976; Rodriguez & Nascimento, 1980; Ibanez-Aguirre, 1993, Marin, *et al.*, 2003; Santana, 2007), resultado semelhante ao presente estudo, que apresentou desova prolongada.

A espécie em estudo demonstrou maturação precoce em relação ao relatado em literatura, e sua desova prolongada, segundo Solomon (2007) pode indicar indicação da falta de sincronia populacional.. A sobreexploração dos seus estoques e as artes de pesca utilizadas na região podem estar interferindo diretamente nisto, levando a espécie a desenvolver esta estratégia reprodutiva visando a perpetuação. Assim, nosso estudo fornece contribuições

inéditas para o manejo de estoques de *M. curema* no município de Tutóia. Os resultados apresentados representam importantes subsídios para o conhecimento da biologia reprodutiva da espécie, onde as características reprodutivas encontradas sugerem os meses de novembro a janeiro como período de defeso, o qual se assim, estabelecido, pode compensar a eventual depleção de estoque pela sobrepesca. Recomenda-se que sejam aprofundados e complementados os estudos de *Mugil curema* na área de estuário da região para dar suporte a uma legislação mais eficiente para a preservação deste recurso pesqueiro.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática (LabPEA) pelo suporte técnico. A CAPES, à FAPEMA e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, pelo suporte financeiro e concessão da bolsa de mestrado.

### **Referências**

Angell, CL Algunos aspectos de la biología de la lisa *Mugil curema* Valenciennes en aguas hipersalinas del nororiente de Venezuela. Memorias. Sociedad Ciencias Naturales 96: 223-37, 1973.

Agostinho AA, Barbieri G, Vernani JR, Hahn NS. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricaridae) no rio Paranapanema, Porecatu, Pr. Ciência e Cultura, São Paulo, 42 (9): 711-714, 1990.

Alvarez-Lanchere L. Contribution to the study of the cycle of *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier et Valenciennes, 1836 (Pisces; Mugilidae) Cienc Sér 8. Inv. Mar. 1976; 28: 1-130.

Barcellini VC, Gomes CC. avaliação sazonal de peso, comprimento e maturação de *Mugil curema*, no estuário de Santos, SP. Oceanografia e Políticas Públicas Santos, SP, Brasil, 2011.

BRASIL. Lei Nº 11.959, de 29 de junho de 2009 (Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28

de fevereiro de 1967, e dá outras providências). Brasília: Presidência da República / Casa Civil / Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/111959.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111959.htm)>. Acesso em: 14/10/2019.

Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-barbieri SK. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar Coast Fish.*3(1): 52-70. 2011.

Carvalho IFS, Cantanhêde LG, Santos NB, Carvalho-Neta RNF, Almeida ZS. Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Pisces, Sciaenidae) em uma área de proteção ambiental do Nordeste do Brasil. *B. Inst. Pesca*, v. 43, n. 2, p. 243 – 256, 2017.

Cattani AP, Santos LO, Spach H, Budel BR, Gondim-Guanais JHD. Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do Município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 37(3): 235-246, 2011.

Cervigón F. Los peces marinos de Venezuela. 2 ed. Caracas: Fundación Científica Los Roques. 497 p. 1991.

Cergole MC. Aspectos sobre a biologia de *M. curema* Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae) no estuário de São Vicente, SP. São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1986. 227p

Chaves PT, Cova-Grando G, Calluf C. Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. *Acta Biológica Paranaense* 32:69-82. 2003

Chellapa S, Bueno RM. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnecology of semi-arid Brazilian reservoirs *Limnologica* v. 39, n 4, p. 325-329. 2009

Crespo MFV. Estratégia de desenvolvimento do arranjo produtivo local da carnaúba em Ilha Grande de Santa Isabel (PI) – Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) UFPI/Tropen/PRODEMA. 2007

Crowder LB, Murawski SA. Fisheries Bycatch: Implications for Management. Fisheries, vol. 23, pp. 8-17. 1998

Davies RWD, Cripps SJ, Nickson A, Porter G. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Marine Policy 33:661–672, 2009.

Diamond BD, Beukers-Stewart. Fisheries discards in the North Sea: waste of resources or a necessary evil? Rev. Fish. Sci., 19, pp. 231-245. 2011

Dias Neto J. Pesca no Brasil e seus aspectos institucionais - um registro para o futuro. Rev. CEPSUL Biodivers. Cons. Mar. v. 1, n. 1, p. 66–80. 2010

Dias neto J, Dias JFO. O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca. Brasília: Ibama, 288 p. 2015

Eayrs S. A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries. Revised edition. Roma, FAO. 108 p. 2007

Espírito-santo RV, Isaac VJ. Peixes e camarões do estuário do litoral bragantino, Pará, Brasil. Belém: MADAM. 268p, 2005.

Fao. The state of world fisheries and aquaculture. Rome, 230p. 2002

Fao. The State of World Fisheries and Aquaculture, Rome 227p. 2018.

Fernandez WS, Dias JF. Aspects of the reproduction of *Mugil curema* Valenciennes, 1836 in two coastal systems in Southeastern Brazil. TROP ZOOL 2013; 26(1): 15-32.

Gomiero, LM, Braga FMS. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo State, Southeast of Brazil. Acta Sci. 27(1):73-78. 2005

Graça-Lopes RARS, Tomás SLS. Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto da Pesca 28(2):173-188. 2002.

Ibáñez-Agirre AL, Cabral-Soís E, Gallardo-cabello M, Espino-barr E. Comparative morphometries of two populations of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) on the Atlantic and Mexican Pacific coasts. *Sci Mar* 2006; 70(1): 139-145.

King M. Fisheries biology: assessment and managment. Fishing News Books, 341 p. 1995  
Moreira RG, Venturieri RLL, Bernardino G, Mimura, OM. Alterações sazonais hepáticas em *Salminus maxillosus* em ambiente natural. *Bol. Téc. CEPTA, Pirassununga*, 13: 47-61. 2000

Marin E, Baumar J, Quintero A, Bussiere D, Dodson JJ. Reproduction and recruitment of white mullet (*Mugil curema*) to a tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. *Fishery Bulletin*, 101(4), 809-821, 2003.

Moreno T, Castro JJ, Socorro J. Reproductive biology of the sand smelt *Atherina presbyter* Cuvier, 1829 (Pisces:Atherinidae) in the central-east Atlantic. *Fisheries Research*, v. 72, p. 121–131. 2005

Snedecor GW, Cochram EG. *Statistical Methods*. 7 ed. Iowa State Univ. Press. IA. p. 359 – 364. 1980.

Solomon FN, Ramnarine IW. Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean. *Fisheries Research*, 2007, 88.1-3: 133-138

Souza LLG, Chellappa S, Gurgel, HCB. Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em arrecifes rochosos no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 24, n. 2, p. 419–425, jun. 2017.

Vazzoler, AEAM. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. São Paulo: SBI/EDUEM, 169 p. 1996.

Yin, RK. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman., 212 p. 2005.

Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M, Matsuura, S. Reproductive cycle, fecundity and sazonal distribution of the anglerfish *Lophires litulon* in the East China and Yellow seas. *Fisheries Bulletin*, 99 (2): 356-370. 2001.

Zar JH. *Biostatistical analysis*. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 662 p. 1996.

## Anexos da revista

## TABLES

**Tab. 1.** Distribuição da frequência de ocorrência (N), porcentagem (%), frequência esperada (Fe) e valores de qui-quadrado de machos e fêmeas de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

Species	N			%		Fe	$\chi^2$
<i>Mugil</i>	Males	Females	Total	Males	Females		
<i>curema</i>	62	119	181	34,2541	65,7458	90,5	17,95028

**Tab. 2.** Estrutura populacional de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (N = número de indivíduos; LT= comprimento total; WT = peso total; SD = desvio padrão).

Class	N	LT (min-max) (cm)	Mean $\pm$ SD (cm)	WT (min- max) (g) Mín- Max (g)	Mean $\pm$ SD (g) (g)
<b>Females</b>	119	18-35,6	27,1 $\pm$ 3,6	59,5-440,2	196,8 $\pm$ 72,4
<b>Males</b>	62	18,2-30,7	26,7 $\pm$ 3,0	64,7-310,3	183,1 $\pm$ 56,5
<b>Grouped</b>	181	18-35,6	27,0 $\pm$ 3,4	59,5-440,2	192,1 $\pm$ 67,6

**Tab. 3.** Parâmetros da relação peso- comprimento de machos, fêmeas e sexos agrupados (N =número de indivíduos; a = coeficiente de regressão linear; b = coeficiente de regressão angular; R<sup>2</sup> = coeficiente de correlação) de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba

Groups	N	a	b	R <sup>2</sup>	Allometry
<b>Females</b>	119	0,0197	2,774	0,95	Negative



<b>Males</b>	62	0,0203	2,757	0,88	Negative
<b>Grouped</b>	181	0,019	2,772	0,92	Negative

## FIGURES

**Fig 1.** Mapa de localização do município de Tutóia, Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, Brasil.

**Fig 2.** Relação comprimento total e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

**Fig 3.** Relação peso gonadal e meses por sexos de *Mugil curema*, capturados na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

**Fig 4.** Fotomicrografia do ovário de *M. curema* durante o ciclo gonadal. (a) Ovário imaturo; (b) Ovário em desenvolvimento; (c) Ovário em capacidade de desova; (d) Ovário desovado/regressão. I: Células germinativas jovens; II: ovócitos na fase II; III: ovócitos com vitelogênese lipídica; IV: ovócitos com vitelogênese lipídica e proteica; V: ovócitos com vitelogênese completa; FV: Folículo vazio; HE 20x. Barra = 200  $\mu$ m. (Versão online)

**Fig 4.** Comprimento de primeira maturação para sexos agrupados de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

**Fig 6.** Frequência de ocorrência de IGS,  $\Delta K$ , e IHS índices (IGS = índice gonadossomático;  $\Delta K$  = fator de condição; IHS = índice hepatossomático) de *M. curema*, capturados na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

**Fig. 7.** Modelo esquemático representando o ciclo de vida de *Mugil curema* na APA do Delta do Parnaíba, Brasil.

**Instrução aos autores: Neotropical Ichthyology** - Official Journal of the Sociedade Brasileira de Ictiologia (SBI). Link da revista: <http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>

Normas da revista em anexo do documento.

## CAPÍTULO II

### PARÂMETROS DA REPRODUÇÃO DE *Mugil curema* (MUGILIDAE, TELESOSTEI) CAPTURADOS EM UMA ÁREA DA COSTA AMAZÔNICA MARANHENSE, BRASIL

Ana Luiza Caldas Diniz <sup>(1)</sup>; Irayana Fernanda da Silva Carvalho<sup>(1)</sup>, Ádila Patrícia Chaves Silva<sup>(2)</sup>, Delon Sousa Almeida<sup>(2)</sup>, Luan Jonatas da Silva Ferreira<sup>(2)</sup>, Lorrane Gabrielle Cantanhêde <sup>(3)</sup>; Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta<sup>(4)</sup>, Zafira da Silva de ALMEIDA <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Mestre em Recursos Aquáticos e Pesca (PPGRAP) pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA); Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva S/N, Tirirical, São Luís, MA. Email: [luizadiniz13@hotmail.com](mailto:luizadiniz13@hotmail.com); [nanda.dih@live.com](mailto:nanda.dih@live.com)

<sup>(2)</sup> Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Avenida Lourenço Vieira da Silva S/N, Tirirical, São Luís, MA Email: [adilachaves@gmail.com](mailto:adilachaves@gmail.com); [dellonsousa@hotmail.com](mailto:dellonsousa@hotmail.com); [luanweb\\_@hotmail.com](mailto:luanweb_@hotmail.com)

<sup>(3)</sup> Mestre em Zoologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA)/ Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, PA, Brasil. Email: [lrranegabrielle@hotmail.com](mailto:lrranegabrielle@hotmail.com)

<sup>(4)</sup> Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva S/N, Tirirical, São Luís, MA, Brasil. Email: [raifortes@gmail.com](mailto:raifortes@gmail.com) e [zafiraalmeida@hotmail.com](mailto:zafiraalmeida@hotmail.com)

## RESUMO

*Mugil curema* é uma espécie importante economicamente e ecologicamente de ampla distribuição e adaptabilidade em todo o Brasil, em especial na Costa Amazônica Maranhense. Dessa forma, estudos acerca de sua biologia reprodutiva se fazem necessários, visando assim contribuir com a conservação da espécie. O objetivo da pesquisa foi avaliar os parâmetros reprodutivos da espécie por meio da análise de comprimento e peso, estádios maturacionais, fecundidade e tipo de desova. Na relação peso total x comprimento total, obteve-se para sexos agrupadamente alometria do tipo negativa. Os valores encontrados para a proporção sexual de 1,94F:1M, onde o teste do  $\chi^2$  demonstrou diferenças significativas entre os sexos ( $\chi^2 = 17,69$ ;  $p > 0,05$ ). O tamanho de primeira maturidade sexual para sexos agrupados foi de 19,60 cm. A frequência absoluta média foi de 400.217 ovócitos, indicando que a espécie apresenta alta fecundidade. A partir desses dados, é possível inferir que a área analisada é um local de desova da espécie, que tem hábito migratório, sendo necessárias medidas de manejo adequadas para conservação da espécie.

**Palavras-chave:** biologia reprodutiva; conservação; manejo.

<sup>1</sup>Este artigo foi submetido e aceito para publicação em Brazilian Journal of Development. ISSN:2525-8761 (electronic version), Qualis B2 (2019).

**ABSTRACT**

Mugil curema is an economically and ecologically important species with wide distribution and adaptability throughout Brazil, especially on the Amazonian Maranhense Coast. Thus, studies on their reproductive biology are necessary, thus aiming to contribute to the conservation of the species. The objective of the research was to evaluate the reproductive parameters of the species through the analysis of length and weight, maturation stages, fertility and spawning type. In the total weight x total length relationship, negative gender allometry was obtained for the sexes. The values found for the sex ratio of 1.94F: 1M, where the  $\chi^2$  test showed significant differences between the sexes ( $\chi^2 = 17.69$ ;  $p > 0.05$ ). The size of first sexual maturity for grouped sexes was 19.60 cm. The mean absolute frequency was 400,217 oocytes, indicating that the species has high fertility. From these data, it is possible to infer that the analyzed area is a spawning spot for the species, which has a migratory habit, requiring appropriate management measures to conserve the species.

Keywords: conservation; management; reproduction.

**Palavras-chave:** reproductive biolog; conservation; management.

## INTRODUÇÃO

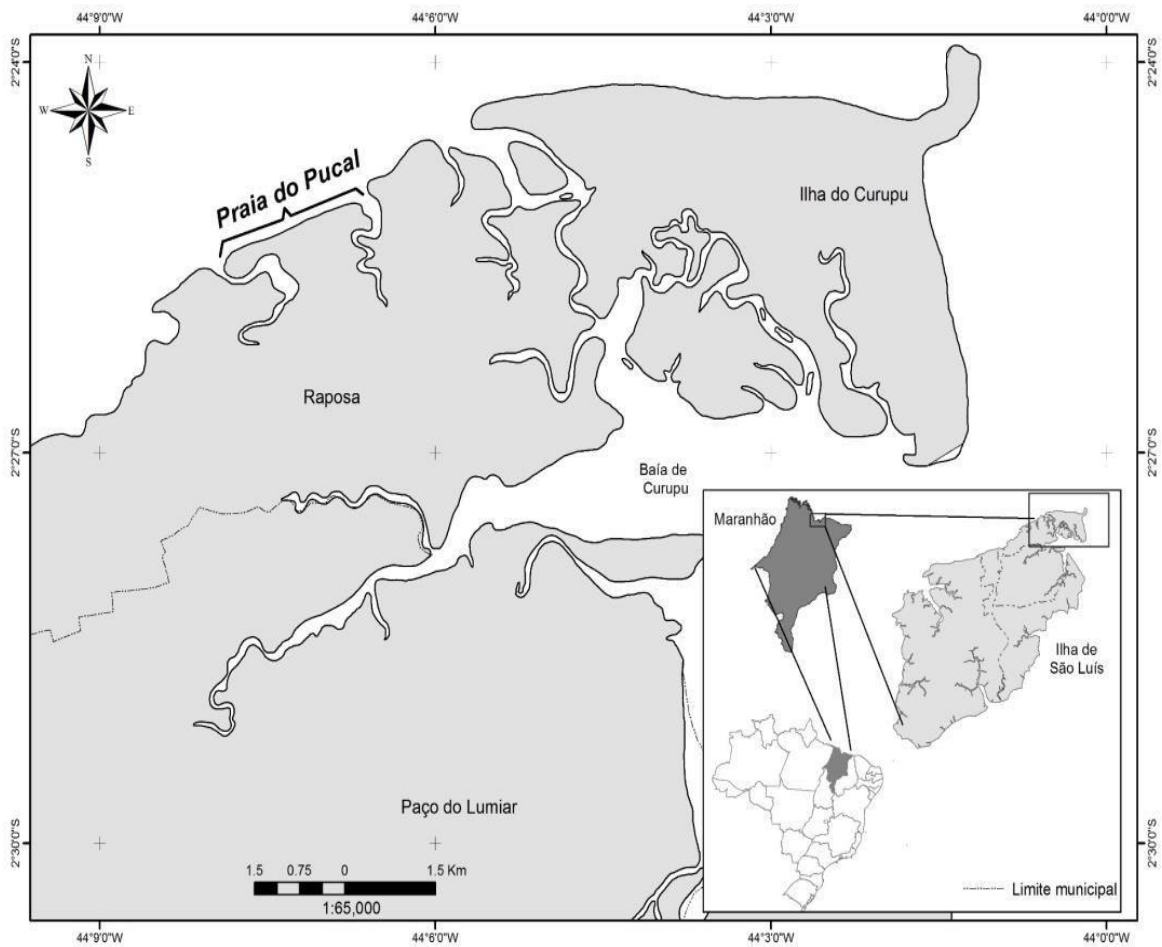
Os conhecimentos sobre aspectos relacionados com a biologia e ecologia das espécies, em particular a reprodução, são importantes para se compreender o comportamento das populações de peixes, favorecendo a correta administração desses recursos (Santos et al., 2003). Segundo Barbieri (2010), as análises dos parâmetros reprodutivos ocupam lugares importantes nas investigações pesqueiras, pois permitem subsídios à implementação de programas que possibilitem à exploração racional e à preservação das espécies ícticas.

As espécies da família Mugilidae representam um dos principais recursos na pesca comercial nas regiões temperadas e tropicais do mundo (Salgado-Ramirez, 2017). Em especial para a espécie em estudo, *Mugil curema*, conhecida popularmente como tainha, a qual possui ampla distribuição geográfica, vive em águas costeiras e estuarinas nos oceanos Atlântico e Pacífico (Ibáñez Agugure e Gallardo-Cabello, 2004). Os juvenis entram nos sistemas lagoa-estuarino, onde se desenvolvem até atingirem a idade adulta, e depois migram para a zona costeira pelágica para desovar (Polanco et al., 1987; Marín et al., 2003). São explorados comercialmente em todas as regiões onde ocorrem, constituindo assim uma espécie importante da alimentação humana (Menezes e Figueiredo 1985).

Os aspectos reprodutivos para *M. curema* na Costa Amazônica Maranhense, ainda são poucos, sendo necessários estudos capazes de subsidiar o gerenciamento desse recurso pesqueiro. Dessa forma, no presente estudo objetivou-se conhecer a parâmetros reprodutivos de *M. curema* por meio da análise dos estádios maturacionais em relação ao peso e comprimento, determinação do tipo de desova, fecundidade e primeira maturidade sexual, contribuindo assim, para correta manutenção dos estoques pesqueiros da espécie existentes na região.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, pertencente, à Costa Amazônica Maranhense, compreende a Ilha de Curupu, situada a nordeste da ilha do Maranhão, município de Raposa, Maranhão (Figura 1), a 30 km da capital do estado, São Luís, sob as coordenadas 02°25'14.7"S e 44° 07'25,1"O. A ilha é formada por extensas praias arenosas, contendo no seu interior, campos alagados, vegetação de restinga, dunas, lagos oligotróficos, eutróficos e manguezais (Barreto et al, 2007).



**Figura 1.** Mapa de localização do município Raposa, localizado na Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

Na aplicação do método para coleta, os espécimes foram capturados mensalmente de agosto de 2016 a julho de 2017, onde foram utilizados os procedimentos de captura por zangaria para captura, que consisti em armadilhas semi-fixas semelhante a cercas, com malhas sintéticas amarradas sobre estacas de madeira, alcançando até centenas de comprimento. São estendidas durante um ciclo de marés, margeando estuários ou em sentido paralelo à costa de baías e “lavados” (zonas entremarés). A tralha inferior é enterrada ao fundo de areia, enquanto a superior é levantada no início da baixa-mar, bloqueando o retorno de peixes e camarões durante a maré vazante, e capturando-os em “chiqueiros”, cercos nas extremidades das redes. O acesso às redes se dá por canoas a vela e embarcações de médio porte (Ibama, 2006; Almeida et al., 2010).

De acordo com a Instrução Normativa IBAMA nº 39, de 02 de julho de 2004, onde está regulamentada, a pesca por zangaria somente é permitida no Litoral Maranhense, sendo sua utilização no restante do país proibida. A regulamentação determina um tamanho mínimo de malha de 50 mm entre nós opostos da malha esticada e comprimento máximo da rede de 1.500 m. (Brasil, 2014).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e congeladas por 2 horas para transporte e posterior análise. Todas as amostras foram analisadas no Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática da Universidade Estadual do Maranhão, sendo previamente identificadas, contadas e pesadas. Registraram-se o comprimento total, peso total, peso do eviscerado, peso de vísceras, sexo e estágio maturacional seguindo escala pré-estabelecida por Lowerre-Barbieri et al. (2011). O tamanho de primeira maturação sexual (L50) foi estimado calculando-se a proporção de indivíduos sexualmente maduros por classes de comprimento médio.

A classificação macroscópica das gônadas foi baseada nos seguintes estádios: A (fase imatura); B (fase de desenvolvimento); C (fase de capacidade de desova); e D (fase de regressão).

Para a determinação da fecundidade foram utilizadas 10 gônadas de fêmeas sexualmente maduras. Foi utilizado o método volumétrico proposto por Vazzoler (1996), sendo os ovócitos dissociados para obtenção do diâmetro e contagem dos mesmos. Feita a dissociação dos ovócitos, foi obtida a frequência de distribuição dos ovócitos por classe de comprimento para a determinação do tipo de desova. O nível de significância foi de 5% (Zar, 1999). Para avaliar se as diferenças entre os sexos foram significativas em relação aos dados biométricos de peso e comprimento, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), com os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Teste de Levene) atendidos, com um nível de significância de  $p < 0,05$ . O test-t foi utilizado para verificar diferenças significativas de proporção sexual, com nível de significância de  $p < 0,05$ . Todas as análises foram feitas no programa Statistica 7.0 (STATSOFT).

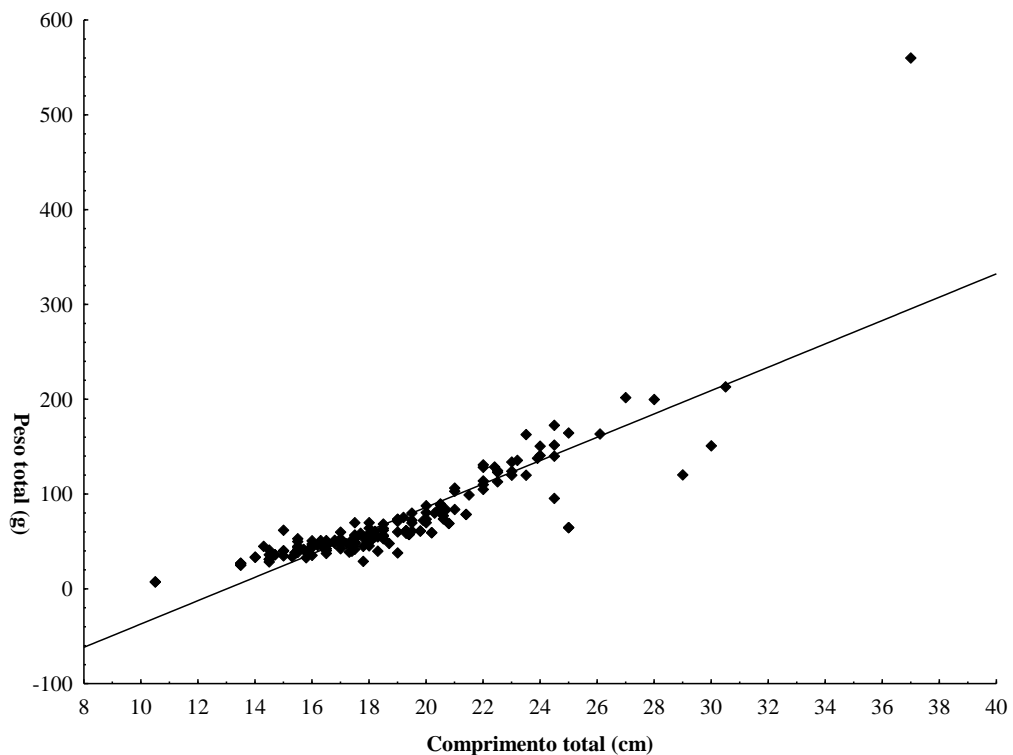
## RESULTADOS

Dos 171 exemplares de *Mugil curema* analisados, registrou-se 113 fêmeas e 58 machos com predomínio de fêmeas nos dois períodos sazonais, seco e chuvoso. O teste do  $\chi^2$  para o período total (17,95, Gl = 1;  $p > 0,05$ ) indicou que há diferenças significativas entre os sexos no local de estudo. (Tabela 1)

**Tabela 1.** Distribuição da frequência de ocorrência (N), porcentagem (%), frequência esperada (Fe) e valores de qui-quadrado de machos e fêmeas de *Mugil curema*, capturados em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

Espécie	N		Total	%		Fe	$\chi^2$
	Machos	Fêmeas		Machos	Fêmeas		
<i>Mugil curema</i>	58	113	171	33,91	66,09	85,5	17,6901

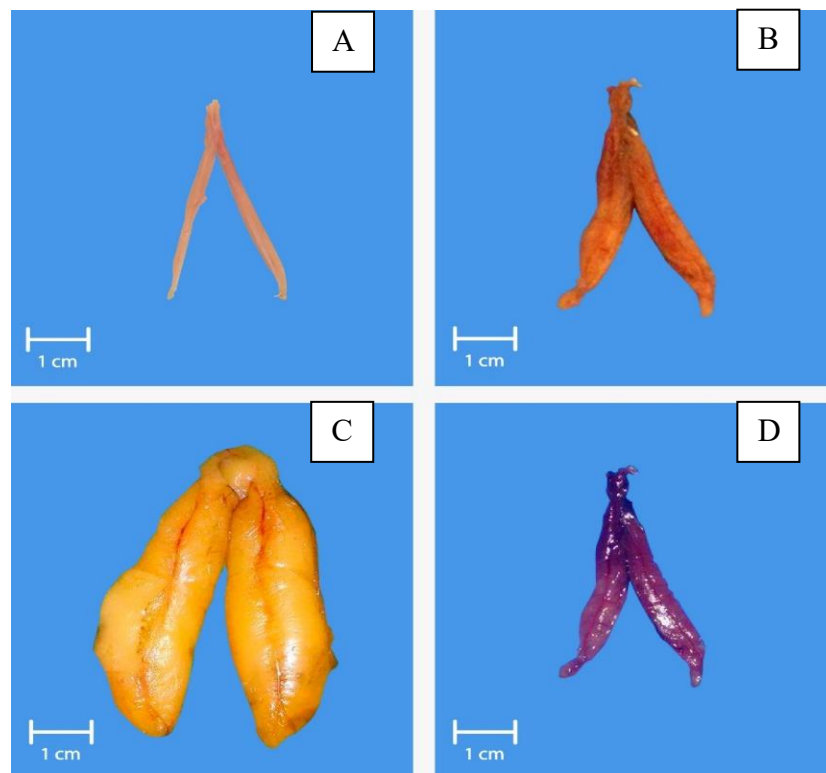
O valor do coeficiente angular (b) para fêmeas foi de 2,774 e para machos de 2,573, ambos com coeficiente de correlação próximos de 1 ( $R^2=0,92$ ). O teste t ( $p>0,05$ ) confirmou que não houve diferença significativa entre os sexos. Logo, para a espécie em estudo, determinou-se alometria negativa ( $b<3$ ) para ambos os sexos, indicando que tanto os machos quanto as fêmeas se desenvolveram mais em comprimento do que em peso (Figura 2.)



**Figura 2.** Relação peso-comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.



Foi possível observar os 4 estádios maturacionais (Figura 3.) seguindo a escala de Brown Petterson et al. (2011) e Lowerre-Barbieri et al. (2011), com predominância do estágio C para ambos os sexos, em capacidade de desova. O volume, a coloração, a espessura e a irrigação sanguínea dos ovários dos exemplares de *M. curema* variaram de acordo com o estágio de maturação. Para o estágio A (imaturo), a gônada apresentou aspecto filiforme e coloração rosácea, sem ovócitos aparentes e sem sinais de vascularização (Figura 3A). No estágio B (em desenvolvimento), os ovários são mais desenvolvidos, com coloração amarelada/alaranjada, com ovócitos tornando-se visíveis, túrgidos, porém sem sinais visíveis de vascularização (Figura 3B). No estágio C (em capacidade de desova) os ovários ainda apresentam coloração amarelada, porém de cor mais intensa, com ovócitos em sua capacidade máxima e evidente vascularização (Figura 3C). No estágio D (esvaziado/regressão), a gônada apresenta aspecto hemorrágico, flácido e coloração avermelhada/escuro (Figura 3D).



Fonte: DINIZ, 2019

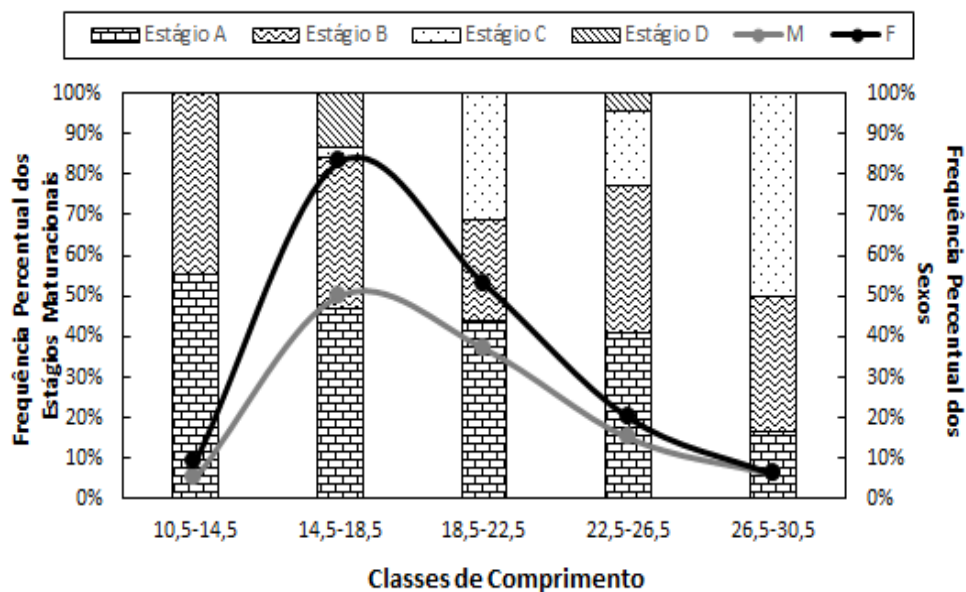
**Figura 3.** Estádios maturacionais de exemplares fêmeas de *M. curema* localizado na Costa Amazônica Maranhense, Brasil. (A) imaturo; (B) em desenvolvimento; (C) capacidade de desova; (D) desovado/regressão.

Para fêmeas de *M. curema*, as gônadas em estágio de capacidade de desova (C) apresentaram maiores pesos (Figura 3.) em relação aos estádios imaturos (A) , estágio em

desenvolvimento (B) e estágio em regressão/desovado (D). Este estágio é caracterizado por apresentar as gônadas ocupando a capacidade máxima celomática do peixe, com 3/4 a 4/4 do tamanho em relação à cavidade abdominal.

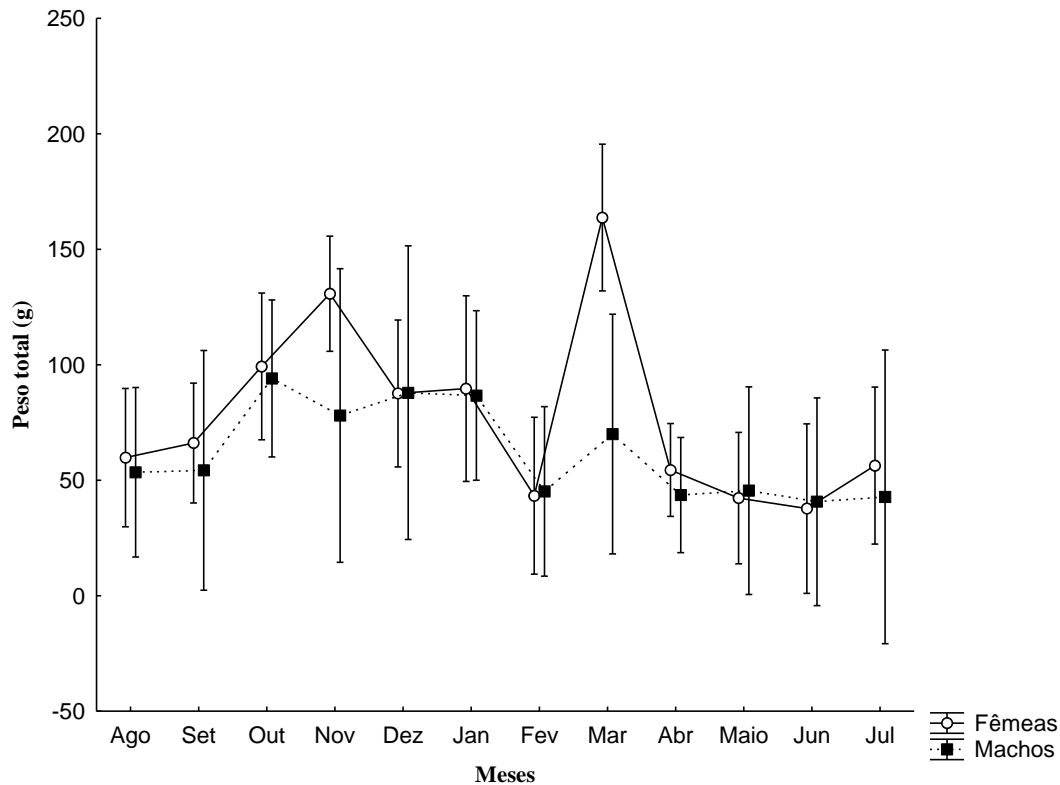
Para machos e fêmeas durante o período amostrado, foi evidente os maiores pesos gonadais para o estágio em capacidade de desova (C), seguido do estágio em maturação (B). Os resultados demonstram pesos superiores para fêmeas em relação aos machos. Os menores valores de peso, foram registrados para gônadas no estágio imaturo para ambos os sexos. Em relação ao estágio de regressão/desovado (D), não houve registros para machos, pois o mesmo não realiza a atividade de desova.

Na figura 4. é possível observar que a classe com maior porcentagem (80%) tanto para machos quanto para fêmeas é de 14,5-18,5 cm com menor frequência nas classes de 22,5-26,5 cm e 26,5-30,5 cm. Em relação aos estádios maturacionais, a presença de indivíduos em capacidade de desova foi predominante na última classe de comprimento de 26,5-30,5 cm, sendo os espécimes capturados ainda imaturos com predominância nas demais classes.



**Figura 4.** Frequência percentual dos estádios maturacionais e sexos em relação às classes de comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

Em relação ao peso total, as fêmeas apresentaram maiores pesos, em relação aos machos ( $F(11, 147)=,87942$ ;  $p=,56195$ ), comprovados estatisticamente. Os maiores picos foram evidenciados para os meses de dezembro e janeiro para machos, e março para as fêmeas.



**Figura 5.** Relação peso total e sexos em relação ao período amostral de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

As fêmeas utilizadas para o cálculo de fecundidade apresentaram variação de tamanho de 26,0 a 30,5cm, considerando ovócitos que se apresentaram em processo de vitelogênese. Das gônadas selecionadas, a fecundidade potencial média encontrada no presente estudo para *M. curema* foi de 400.217 ovócitos.

Os resultados encontrados indicam que a espécie apresenta desenvolvimento sincrônico, em que a cada ciclo reprodutivo são evidenciados dois grupos de ovócitos: o dos ovócitos de estoque de reserva e aqueles dos ovócitos que irão maturar sincronicamente e serem eliminados no período de desova. Esse mecanismo de desenvolvimento ovocitário, juntamente com a presença de folículos pós-ovulatórios e folículos vazios, apresentando as mesmas condições de

desorganização estrutural, evidenciam que os indivíduos de *Mugil curema* apresentam desova do tipo parcelada.

Foi estimada a idade média de primeira maturação gonadal ( $I_{50}$ ) a partir dos resultados obtidos do comprimento médio de primeira maturação gonadal ( $L_{50}$ ). O tamanho de primeira maturação sexual de *M. curema* para fêmeas foi de 20,13 cm, para machos de 19,46 cm e para sexos agrupados de 19,60 cm.

## DISCUSSÃO

A espécie *M. curema* no município de Raposa, Costa Amazônica Maranhense, demonstra características do tipo maturação precoce. Esse padrão também encontrado por Albieri et al. (2010) no Rio de Janeiro (Brasil), Santana (2007) em Pernambuco (Brasil), Solomon & Ramnarine (2007) no Golfo de Paria (Trinidad) e Cabral-Solís (2010) no Méixo, pode indicar grande esforço pesqueiro na região, associado a seletividade da malha da arte de pesca utilizada, o que pode ser observado nas menores taxas tanto de fêmeas, quanto de machos nas maiores classes de comprimento e o evidenciamento da espécie em capacidade de desova nas classes de tamanho inferior. A espécie está se reproduzindo cada vez mais cedo no local, como uma estratégia reprodutiva de perpetuar seus estoques pesqueiros na região.

O fato do estudo se restringir à análise gonadal de fêmeas, ocorre por conta da ovogênese ser mais complexa que a espermatogênese, pois a fêmea além de produzir o gameta feminino é ainda responsável pela incorporação de nutrientes nos ovócitos, para serem utilizados nas primeiras fases de vida dos alevinos (Fávaro et al., 2003). Outro aspecto relevante é que as células da linhagem gamética feminina são maiores que as células da linhagem espermática, fator facilitador nas análises microscópicas (Fávaro et al., 2005).

A análise da distribuição da frequência de ocorrência dos ovócitos por classe de diâmetro com intervalos de 50 micrômetros revela um desenvolvimento ovocitário sincrônico. Nesse tipo de desova, os ovócitos que compõem cada lote se desenvolvem sincronicamente e na medida em que os lotes mais desenvolvidos atingem a maturação completa, são eliminados.

O aumento da fecundidade média potencial proporcional ao crescimento corpóreo, como observado no presente estudo, pode estar relacionado com o aumento do tamanho da cavidade abdominal dos indivíduos ao longo do crescimento, com possibilidade de aumento de tamanho das gônadas. Este aumento na fecundidade atinge o pico no ápice da maturidade gonadal e tende a diminuir a partir do momento que o indivíduo começa a atingir a senilidade, isso ocorre principalmente para espécies de vida mais longa, como a merluza (Vaz-dos-Santos,

2002).

O comprimento de primeira maturação pode apresentar variações dependendo da disponibilidade de alimento, apresentando assim, em diferentes regiões, taxas de crescimento diferenciadas. Portanto, o conhecimento do período reprodutivo, tamanho de primeira maturação, entre outros aspectos da biologia reprodutiva, é essencial para elaboração de estratégias eficazes de gerenciamento e conservação deste recurso pesqueiro (Santos et al., 2015).

Os resultados apresentados neste estudo representam contribuições importantes para o conhecimento da biologia reprodutiva de *M. curema* na região, tendo em vista que os trabalhos presentes na região são limitados. Além de fornecer dados sobre estratégias do ciclo de vida de uma importante espécie comercial, de grande valor econômico no município.

O mugilídeo, *M. curema* no município de Raposa, Costa Amazônica Maranhense, apresentou uma estratégia de maturação precoce e tamanho mínimo de primeira maturidade sexual abaixo do reportado em literatura para a mesma espécie. O local mostrou-se importante área de desova, onde a espécie apresentou fecundidade elevada.

A intensa pressão pesqueira em função da seletividade da malha utilizada na arte de pesca por zangaria, pode estar afetando a atividade reprodutiva da espécie em estudo. Sugere-se dessa forma, a reavaliação dos tamanhos da malha utilizada e que estudos futuros em áreas de estuário e com análise gonadal de machos sejam realizados para complementação do ciclo de vida total da espécie, que apresenta hábito migratório. As informações obtidas irão servir de subsídios para o ciclo reprodutivo desta espécie, contribuindo assim ao correto manejo dos seus estoques pesqueiros.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA pelo apoio financeiro e ao Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática – LabPEA (Universidade Estadual do Maranhão) pela estrutura para realização das análises laboratoriais.

## **REFERÊNCIAS**

- Almeida Z.S (2012). Hábito alimentar de *Urotrygon microphythalmun* (Delsman, 1941) em Tutóia Maranhão. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v. 14/15
- Barbieri G. (2010). Dinâmica da reprodução de cascudo, Rineloricaria Latiostris Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. Rev. Bras. Zool., São Paulo, v. 11, n. 4, p
- Barreto L, Ribeiro ABN, Ribeiro LES, Azevedo RR (2007). Status de conservação e estrutura populacional da tartaruga endêmica do Maranhão, *trachemys adiutrix*, na ilha de Curupu. In: Congresso de ecologia do Brasil Caxambu, MG. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil.
- Brasil (2004). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Decreto de 02 de junho de 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Dnn/Dnn10194.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Dnn/Dnn10194.htm). Acesso em: 17 mar. 2019
- Cabral-Solís, E. G., et al. (2010). Reproduction of Mugil curema (Pisces: Mugilidae) from the Cuyutlan lagoon, in the Pacific coast of Mexico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 14.3: 19-32.
- Fávaro L.F, Lopes S.C.G (2003). Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. Vol. 20, nº3, p. 501-503.
- Ibáñez A.L, Gallardo-Cabello M. (2004). Reproduction of coastal lagoon to the northwest of the Gulf Mexico. *B. Mar.* 75(1):37-49
- Brown-Peterson N.J, Wyanski D.M, Saborido-Rey F, Macewicz B.J, Lowerre-Barbieri S.K (2011). A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar Coast Fish.*3(1): 52-70.
- King M. (1995). *Fisheries biology: assessment and managment*. Fishing News Books, 341 p.
- Menezes AN (1985) Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. *Revista Brasileira de Zoologia* 2:1-12.
- Salgado-Ramirez C.A (2017) Comparison of trace metals in diferente fish tissues of *Scomberomorus* spp. And *Lutjanu synagris* from Jobos Bay and La Parguera coastal áreas in Southem Puerto Rico. *Regional Studies in Mar. Sci.*

Souza L.L.G, Chellappa S, Gurgel H.C.B (2007). Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em arrecifes rochosos no nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. v. 24, n. 2, p. 419–425.

Vazzoler, A.E.A.M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. São Paulo: SBI/EDUEM, 169 p.

Yin, R.K (2005) Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman,. 212 p.

Yoneda M, Tokimura M, Fujita H, Takeshita N, Takeshita K, Matsuyama M, Matsuura S. (2001). Reproductive cycle, fecundity and sazonal distribution of the anglerfish *Lophires litulon* in the East China and Yellow seas. Fisheries Bulletin, 99 (2): 356-370.

Zar J.H (1996) Biostatistical analysis. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 662 p.

## Anexo da revista

**Figura 1.** Mapa de localização do município Raposa, localizado na Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

**Figura 2.** Relação peso-comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

**Figura 3.** Estádios maturacionais de exemplares fêmeas de *M. curema* localizado na Costa Amazônica Maranhense, Brasil. (A) imaturo; (B) em desenvolvimento; (C) capacidade de desova; (D) desovado/regressão. (Versão online)

**Figura 4.** Frequência percentual dos estádios maturacionais e sexos em relação às classes de comprimento de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil.

**Figura 5.** Relação peso total e sexos em relação ao período amostral de *Mugil curema* em uma área da Costa Amazônica Maranhense, Brasil



**Instrução aos autores da revista: Brazilian Journal of Development (BJD).** Link da revista: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/about/submissions#authorGuidelines>

Normas da revista em anexo do documento.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento científico gerado a partir da análise dos parâmetros de reprodução, como os índices gonadossomático, hepatossomático, fator de condição, primeira maturidade sexual, fecundidade, caracterização gonadal e relações morfométricas de *M. curema* foram fundamentais para maior entendimento do comportamento reprodutivo da espécie nas duas áreas de estudo. Os resultados mostram que a espécie apresenta fecundidade elevada, maturação precoce e período reprodutivo prolongado durante o ano.

É possível constatar que os indivíduos capturados no município de Raposa apresentaram menores tamanhos e menores pesos, demonstrando que a área apresenta maiores impactos, influenciando assim, na atividade reprodutiva da espécie.

As informações adquiridas podem auxiliar a compensar a eventual depleção de estoque pela sobrepesca e poderão ser usados em tomadas de decisões referentes ao período de defeso, e estabelecimento de tamanho mínimo de captura, definição de locais de desova, com o objetivo de manter a renovação dos estoques pesqueiros e perpetuação de uma importante espécie comercial na região. Levando-se em conta as características locais e a seletividade das malhas utilizadas em cada apetrecho de pesca.

Sugere-se que estudos futuros, como amostragem nas áreas de estuário e caracterização gonadal com machos, sejam complementados como forma de fornecer subsídios mais efetivos na tomada de decisões na gestão pesqueira local.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. R.; I. P. ROCHA & J. B. R. RODRIGUES. Ensaio sobre desova induzida da tainha, *Mugil brasiliensis* Spix et Agassiz (1831). **Acta Bio. Par.** (PE) : 463-468, 2013.
- ARAÚJO AR, SILVA FD. Aspectos da pesca e biologia da tainha, *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae), no estuário do Rio Vaza Barris, Sergipe, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar** 46(1): 29 – 38, 2013.
- ARAUJO C.M.E, ALMEIDA ZS. 2002. Caracterização morfométrica de *Dasyatis guttata* (Bloch & Scheider, 1801) em águas rasas maranhense. **Pesquisa em Foco** 9:65-77, 2002
- BARCELLINI, V. C. GOMES, C. C. avaliação sazonal de peso, comprimento e maturação de *Mugil curema*, no estuário de Santos, SP. **Oceanografia e Políticas Públicas Santos**, SP, Brasil, 2011.
- BARTLETT, M.S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. **Journal of the Royal Statistical Society Supplied**. London, v. 4, p. 137-170, 1937a.
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of Royal Statistical Society. Ser. A**, London, v. 160, p. 268-282, 1937b.
- BEGOSSI, A. 2004. Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia. São Paulo: **Hucitec/Nepam/ UNICAMP: Nupaub/USP: FAPESP**, 1: 223-227, 2004.
- BERKES, F., MAHON, R., MCCONNEY, P., POLLNAC, R., POMEROY, R., & KALIKOSKI, D. C. Gestão de pesca de pequena escala: diretrizes e métodos alternativos. In: KALISKOSKI, D. C. (org). **Editora Furg**, Rio Grande, Brasil. 360 pp, 2006.
- 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.
- BRANCO J.O, VERANI J.R. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. **Rev Bras Zool.** 23(2): 381-391, 2006.

BRASIL. Avaliação Ambiental Estratégia REGIÃO COSTA NORTE. **Brasil**, 2011. 52 p.

BRASIL, 2011. **Instrução Normativa MPA/ MMA nº 10/2011**.

BROWN-PETERSON NJ, WYANSKI DM, SABORIDO-REY F, MACEWICZ BJ, LOWERRE-BARBIERI SK. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Mar Coast Fish.**3(1): 52-70, 2011.

CARVALHO, I. F. S.; CANTANHÊDE, L. G.; SANTOS, N. B.; CARVALHO NETA, R. N. F. ALMEIDA, Z. S. Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Pisces, Sciaenidae) em uma área de proteção ambiental do Nordeste do Brasil. **B. Inst. Pesca**, v. 43, n. 2, p. 243 – 256, 2017.

CATTANI, A.P.; SANTOS, L. de O.; SPACH, H.L.; BUDEL, B.R.; GONDIM-GUANAIS, J.H.D. Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do Município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 37(3): 235-246, 2011.

CERVIGÓN F. 1991 **Los peces marinos de Venezuela**. 2 ed. Caracas: Fundación Científica Los Roques. 497 p.

CHAVES PT, COVA-GRANDO G, CALLUF C. 2003. Demersal ichthyofauna in a continental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawl fisheries. **Acta Biológica Paranaense** 32:69-82.

CHELLAPA, S. BUENO, R. M. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnecology of semi-arid **Brazilian reservoirs** **Limnologica** v. 39, n 4, p. 325-329, 2009.

CROWDER, L.B. , S.A. MURAWSKI. Fisheries Bycatch: **Implications for Management**. **Fisheries**, vol. 23, pp. 8-17, 1998.

Davies RWD, Cripps SJ, Nickson A, Porter G. 2009. Defining and estimating global marine fisheries bycatch. **Marine Policy** 33:661–672, 2009.

DIAMOND, B.D. BEUKERS-STEWART Fisheries discards in the North Sea: waste of resources or a necessary evil? **Rev. Fish. Sci.**, 19, pp. 231-245, 2011.

DIAS NETO, J. Pesca no Brasil e seus aspectos institucionais - um registro para o futuro. **Rev. CEPSUL Biodivers. Cons. Mar.** v. 1, n. 1, p. 66–80, 2010.

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.

EAYRS, S. 2007. A guide to bycatch reduction in tropical shrimp-trawl fisheries. **Revised edition**. Roma, FAO. 108 p., 2007.

ESPÍRITO-SANTO RV, ISAAC, VJ. 2005 **Peixes e camarões do estuário do litoral bragantino, Pará, Brasil**. Belém: MADAM. 268p, 2005.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome, 230p., 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture contributing to food security and nutrition for all**. Rome; 2016.

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture, Rome 100p.

FÁVARO, L. F; LOPES, S. C. G. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Vol. 20, nº3, p. 501-503, 2003.

FRANK, K. T. & LEGGETT, W. C. Fisheries ecology in the contexto of ecological and evolutionary theory. **Annu. Rev. Ecol. Syst**, v. 25, p. 401- 422.

FEITOSA, A.C. Relevo do Estado do Maranhão: Uma nova proposta de classificação topomorfológica. **DEGEO-NEPA/UFMA**, 2008.

FERREIRA, L.I. **Estudos de aspectos da reprodução de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae) no estuário de São Vicente, SP**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico, 90p.

GRAÇA-LOPES R.A.R.S, TOMÁS S.L.S, TUTUI E.Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca** 28(2):173-188., 2002.

HALL, M.A, D.L. ALVERSON, K.I. Metuzals By-catch: problems and solutions **Mar. Pollut. Bull.**, **41**, pp. 204-219, 2000

IBÁÑEZ-AGUIRRE AL, CHANG CW, HSU CC, WANG CH, IIZUKA Y, TZENG WN. Diversity of migratory environmental history of the mullets *Mugil cephalus* and *M. curema* in Mexican coastal waters as indicated by otolith Sr:Ca ratios. **Cienc Mar.** 2012; 38(1A):73-87, 2012.

IBÁÑEZ-AGUIRRE AL. Coexistence of *Mugil cephalus* and *M. curema* in a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. **J Fish Biol**; 42(6):959-61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1993.tb00401.x>, 1993.

IBÁÑEZ-AGUIRRE AL, GALLARDO-CABELLO M. Reproduction of *Mugil cephalus* and *M. curema* (Pisces: Mugilidae) from a coastal lagoon in the Gulf of Mexico. **Bull Mar Sci**; 75(1):37-49, 2004.

KELLEHER, K. 2005. **Discards in the world's marine fisheries**. An update. FAO Fisheries Technical Paper 470, Food and Agriculture Organization, Rome. 131 p.

LIMA-JUNIOR, S. E.; CARDONE. I. B.; GOITEIN, R. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 397-400, 2002.

LIMA-JUNIOR, S. E.; GOITEIN, R. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP, Brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 1, p. 87-94, 2006.

LOWERRE-BARBIERI SK, BROWN-PETERSON NJ, MURUA H, TOMKIEWICZ J, WYANSKID, SABORIDO-REY F. Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. **Mar Coast Fish.** 3: 32-51, 2011.

MARCENIUK AP. 2005. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. **Boletim do Instituto de Pesca** 31:89-101.

MEDEIROS, R.P.; GUANAIS, J.H.D.G.; SANTOS, L.O.; SPACH, H.L.; SILVA, C.N.S.; FOPPA, C.C.; 16 PORTELLA e MEDEIROS. Estratégias para redução da fauna acompanhante na frota artesanal de arrasto de camarão sete-barbas: perspectivas para gestão pesqueira. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 39(3): 339-358, 2013.

- MENEZES AN. 1985 Guia prático para conhecimento e identificação das tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia** 2:1-12.
- MONTELES. J. S. *et al.* Percepção socio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.4, p. 34-45, 2009.
- MOYLE, P. B.; CECH JR., J.J. Fishes: na introduction to ichthyology. Upper Saddle River. **Prentice Hall**. 72p, 2004).
- MUALLIL, R. N., CLELAND, D., & ALIÑO, P. M. Socioeconomic factors associated with fishing pressure in small-scale fisheries along the West Philippine Sea biogeographic region. **Ocean & coastal management**. 82, 27-33, 2013.
- NELSON, J. Fishes of the world. **4th ed John Wiley & Sons Inc.**, N. Y, 600p., 2006.
- NOAA 2007. Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. Washington, U.S. **Department of Commerce**, 170p.
- PATERNIANI, E. Evolução dos sistemas reprodutivos nos vegetais. **Ciência e Cultura**, v. 26, n.5, p.476-481, 1974.
- 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. *Rev. Ciênc. Saúde*, São Luís, v.16 n.2, p. 58-65, jul-dez, 2014
- QUEROL M.V. M.; QUEROL E.G. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. *Ilheringia*, **Série Zoologia** 92: 79-84, 2002.
- QUEROL, E; QUEROL, M. V. M. & LOBÓN-CERVIÁ, J. Estimativa da densidade e biomassa da população de *Cichlasoma portalegreense* (Hensel, 1870) (Pisces, Cichlidae) através do método de três capturas sucessivas com pesca elétrica em um arroio do pampa brasileiro. *Comun. Mus. Ciênc. PUCRS*, 1997.

SALGADO-RAMIREZ, C. A. Comparison of trace metals in diferente fish tissues of *Scomberomorus* spp. And *Lutjanu synagris* from Jobos Bay and La Parguera coastal áreas in Southem Puerto Rico. **Regional Studies in Mar. Sci.**, 2017.

RUFFINO, M..L. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. **Ibama**. Manaus. 262p.

SANTOS, P. V. C. J., *et al.* Perfil socioeconômico de pescadores do município da Raposa estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca** 6(1): I-XIV, 2011.

SEDREZ M.C, BRANCO J.O, MONTEIRO HS, BARBIERI E. Ichthyofauna bycatch of seabob shrimp ( *Xiphopenaeus kroyeri*) fshing in the town oF Porto Belo, SC, Brazil. **Biota Neotrop.** 13(1): 166-175, 2013.

SILVA MA, ARAÚJO FG, AZEVEDO MCC, MENDONÇA P. 2003. Spatial and temporal distribution of *Cetengraulis edentulus* (Cuvier) (Actinopterygii-Engraulidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20(4):577-581.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B.; CHEN, H. J. A comparative study of various tests for normality. **Journal of the American Statistical Association**, v. 63, p. 1343-1372. 1968.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, E. G. Statistical Methods. 7 ed. **Iowa State Univ.** Press. IA. p. 359 – 364. 1980.

STOBUTZKI, I.C., M.J. MILLER, D.S. HEALES AND D.T. BREWER. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. **Fish. Bull.** . 100: 800-821, 2002

STOBUTZKI, I.; MILLER, M.; BREWER, D. 2001. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. **Environmental Conservation**, n. 28. p. 167-181, 2001.

SUZUKI, H.I. et al. Reproductive ecology of the fish assemblage. The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. **Leiden: Backhuys Publishers.** p. 271-292, 2005.



VASCONCELOS, E. D., Lins, J. E., Matos, J. D., Júnior, W., & Tavares, M. M. Perfil socioeconômico dos produtores da pesca artesanal marítima do estado do Rio Grande do Norte. **Bol Tec Cient CEPENE**, 11, 277-292, 2003.

VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. São Paulo: **SBI/EDUEM**, 1996. 169 p.

WATSON, R.A. , W.W. CHEUNG, J.A. ANTICAMARA, R.U. SUMAILA, D. ZELLER, D.P. PAULY. **Global marine yield halved as fishing intensity redoubles** Fish Fish, pp. 493-503, 2013.

WRIGHT, S. **Systems of mating. Genetics**, v.6, p.111-178, 1921.

WWF –World Wide Fund for Nature. Planeta Vivo **Relatório 2016**: Risco e resiliência em uma nova era, 2016.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: **Bookman**, 2005. 212 p.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 3 ed. New Jersey: **Prentice Hall**, 1996. 662 p.

ZELLER, D. T. CASHION, M. PALOMARES, D. PAULY. Global marine fisheries discards: a synthesis of reconstructed data. **Fish Fish.**, 19, pp. 30-39, 2018.

## Anexo – Normas das revistas: Neotropical Ichthyology

All **Neotropical Ichthyology** submission system is exclusively online through the portal ScholarOne. Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>. The Editor-in-Chief will screen each manuscript submitted to **Neotropical Ichthyology** verifying whether it is within the journal's scope, presents original research and follows the instructions of the journal to authors. After passing through the initial screening, articles will be assigned to a Section Editor, who will assign an Associate Editor and start the single blind review process. The journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna.

With each new *manuscript* submission, *authors* must include a **cover letter** stating that the article constitutes original research and is not being submitted to other journals. Your letter should also explain to editors why your article should be published, highlight the strengths of your research and outline the recommendations that can be drawn from your work. In multi-authored papers, the author responsible for submission must declare in the cover letter that all coauthors are aware of and agree with the submission. To that end, please ensure that all your coauthors have read and approved the final version.

The mailing addresses and valid e-mail addresses for all authors must be entered in the appropriate forms during manuscript submission. We strongly encourage you to register in <http://orcid.org/>, ask your coauthors to do the same and provide ORCID numbers for all authors during submission. At least the ORCID of the corresponding author is mandatory. Do not translate Institution names. During the submission, indicate at least five possible reviewers, providing name, institution, country, and valid e-mail addresses. You may also indicate your opposition to particular reviewers or conflicts of interests, if applicable.

Please, read carefully and follow all applicable rules prior to submission. Manuscripts that do not meet the journal formatting requirements, lack required files, or are written in poor English will be returned to authors without review.

### Costs

Paper charges will be billed to the corresponding author upon initial distribution of page proofs with costs of R\$400 reais for articles of up to 20 printed pages, adding R\$5 reais for each page added. For authors from outside Brazil the values will be converted to US dollars based on the official quotation of the budget day.

All charges are waived when one or more authors are current SBI members (with the membership fee of the current year paid) or when the paper has been invited through the system. Contact the SBI Secretary (<http://www.sbi.bio.br/en/membership>) for membership rates and payment procedures.

## Form and preparation of manuscripts

### General form and preparation of manuscripts

Do not duplicate information among the text, figures and tables. Submit only figures and tables that are strictly necessary. Supplementary files such as appendices, and videos should be uploaded already formatted, as pdf or video files in MP4 format. They will be available only in the online version.

For taxonomic papers, please also refer to: ***Neotropical Ichthyology* taxonomic style below.**

### Licensing

Since 2015, *Neotropical Ichthyology* publishes under a Creative Commons BY license (Attribution). Articles accepted for publication become property of the journal.

### Copyright

By submitting a manuscript, the authors agree that the copyright for their article and images will be transferred to *Neotropical Ichthyology* upon article acceptance.

## FORMATTING RULES

Please, be sure you have carefully read all the items below

<b>FILE</b>	<b>AND</b>	<b>PAGE</b>	<b>SETUP</b>
Manuscript files must be in the DOC, DOCX or RTF formats. Do not lock or protect the file. Formats such as XLS, XLSX or PDF will NOT be accepted.			

The document file cannot include headers, footers, or footnotes (except page number). Do not format text in multiple columns. Although no page limit is imposed, manuscripts should always be as concise as possible.

Text should be aligned to the left (except if otherwise mentioned), not fully justified, not indented by tab or space and not underlined. Do not hyphenate words at line breaks (though hyphens can be used in compound constructions, such as dorsal-fin rays, as appropriate).

All text must be Times New Roman font size 12, with 1.5 line spacing. Do not number lines. The font "symbol" can be used to represent the following characters:  $\chi$   $\mu$   $\theta$   $\omega$   $\varepsilon$   $\rho$   $\tau$   $\Psi$   $\upsilon$   $\iota$   $\omicron$   $\alpha$   $\sigma$   $\delta$   $\Phi$   $\gamma$   $\eta$   $\varphi$   $\kappa$   $\lambda$   $\varepsilon$   $\pi$   $\beta$   $\nu$   $\cong$   $\Theta$   $\Omega$   $\Sigma$   $\Delta$   $\Phi$ . Spell out numbers from one to nine, except those that refer to numerical values, scale counts, and when referencing figures and tables. Also, spell out numbers that begin a sentence.

Abbreviations used in the text must be listed under Material and Methods; except for those in common use (**e.g.**, min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g). For measurements, use the metric system.

## LANGUAGE

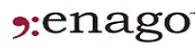
Text must be submitted in English. Avoid clichés, slang, and colloquial words or expressions such as “In the present study”. If none of the authors are native English speakers, we recommend that you contract with a professional language editing and copyediting services or have the manuscript read by a native English speaking colleague prior to submission. Authors are free to choose any certified service, but Neotropical Ichthyology authors receive a discount from these two companies.



AMERICAN JOURNAL EXPERTS®

(10%

discount)



(CODE: PESQUISA, 20% discount)

## MANUSCRIPT FILE

### TITLE

New taxa names should not appear in the title or abstract. Center the title and present it in boldface, without quotation marks, with sentence-style capitalization, and with subordinate taxa separated by “:”. Titles must reflect the contents of the paper and use scientific names rather than vernacular names. Do not provide taxonomic authorship in the title. ***E.g.***:

**A new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes)**

### AUTHORS

As the submitting author will be responsible for completing information at submission, it is mandatory that all authors have reviewed, discussed, and agreed with the contents of the manuscript and the order of authorship prior to submission. All co-authors must have contributed substantially to all article steps. Capitalize only the initial letters of authors’ names. Do not abbreviate first name of authors and separate the names of the last two authors by “and”. We encourage presenting the full middle names of the authors, except when the number of authors is more than four. In case of authors from different institutions, use superscript numerals to identify each one in regular font (not italics). Superscript numerals can also be used to identify multiple addresses for each individual author. For Hispanic surnames, insert a hyphen between the paternal and the maternal surname if the author wishes to be cited with both. ***E.g.***:

Heraldo Antônio Britski<sup>1</sup>, Naércio Aquino de Menezes<sup>1</sup>, Javier Maldonado-Ocampo<sup>2</sup> and John Lundberg<sup>3</sup>

### AUTHORS ADDRESSES

Full mailing addresses and a valid email of all authors must be provided, including institution name, ZIP codes, cities (no comma between ZIP and city), states and countries. For Brazilian and American states, use standard abbreviations preceded by comma, and always present the country name in English. Footnotes should not be used. List emails as part of the institutional address. When there is more than one author at a given institution, insert initials of each author name before their respective email

address. At least for the submission author is mandatory to provide the ORCID number. If you are not registered yet, you can register in <http://orcid.org/>. Indicate the corresponding author by adding (corresponding author) after the ORCID. If you have ORCIDs of the other authors it is recommended to provide everyone you have. Do not use period. **E.g.:**

1 Seção de Peixes, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Av. Nazaré, 481, Ipiranga, 04263-000 São Paulo, SP, Brazil. (HAB) [heraldo@usp.br](mailto:heraldo@usp.br), ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5593-9651> (corresponding author), (NAM) [naercio@usp.br](mailto:naercio@usp.br)  
 2Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Edf. 53, Laboratorio de Ictiología 108B, Carrera 7 No. 43-82, Bogotá, Colombia. [gymnopez@gmail.com](mailto:gymnopez@gmail.com)  
 3Department of Ichthyology, The Academy of Natural Sciences of Drexel University, 1900 Benjamin Franklin Parkway, 19103-1195 Philadelphia, PA, USA. [lundberg@ansp.org](mailto:lundberg@ansp.org)

## TEXT

The body of text may employ named heading and subheadings, which cannot be lettered or numbered. All sections are left justified, except the primary headings, which should appear centered in small caps and bold font. Employ the following heading, in the cited order:

### Abstract

Abstracts must appear as a single paragraph with fewer than 200 words in English. Do not include new taxa names, authorship or references. Do not indent. Remember that this is the first piece of your article that will be viewed by each potential reader. Include information showing the importance and relevance of your article to encourage the reader to read your entire paper.

### Resumo or Resumen

Provide a concise (maximum 200 words) and accurate Portuguese or Spanish translation of the English abstract.

### Keywords, Palavras-chave ou Palabras clave

Provide up to five capitalized keywords in English, in alphabetic order and separated by commas. Do not use words already contained in the title, nor Neotropical (which appears in the name of the journal). If the article provides an identification key, include that as keyword in the English and translated lists. According to the language you provide the Resumo or Resumen, choose present Palavras-chave or Palabras clave. The order of them also is arranged alphabetically, and then the sequence of the words might differ from those in English. **E.g.:**

**Keywords:** Conservation, Identification key, Ostariophysi, Taxonomy  
**Palavras-chave:** Chave de identificação, Conservação, Ostariophysi, Taxonomia **OR**  
**Palabras clave:** Clave de identificación, Conservación, Ostariophysi, Taxonomía

### Running Head

Provide a suggested running head of up to 50 characters. It must concisely reflect the content of the article. Do not include vernacular names or species authorship here. **E.g.:**

New *Astyanax* species from the rio Ribeira de Iguape

## **Introduction**

Provide taxonomic authorship in the first appearance of species names in the text. See Nomenclature Section below for further instructions.

## **Material and Methods**

If two heading levels are used, follow this format:

**Sampling sites.** Collections were carried out in...  
**Statistical analyses.** Data were analyzed...

In case of listing Examined Material, provide a list of institutional acronyms in Material and Methods section OR a reference to a published paper with a list of acronyms in Material and Methods. Also, reference(s) for species identification and classification used must be provided.

## **Results**

Do not unite Results and Discussion as a unique section.

## **Discussion**

Do not provide a separate Conclusion section. However, we encourage highlighting conclusions as the last paragraph(s) of the Discussion.

## **Acknowledgments**

Acknowledgments are optional but encouraged. If included, they must be concise and include both first and last names of persons. If you wish to provide the institutions of people thanked, use abbreviate names for institutions, which the full name has been provided in the Material and Methods. Names of sponsor institutions should be listed in their original spelling and not translated to English. Collections permit numbers and approvals of ethics committees can be listed here OR in the Material and Methods section.

## **References**

See detailed rules bellow.

## **VOUCHER**

Voucher specimens of all species examined must be deposited in a recognized scientific research collection, even in studies focusing on a single well-known species. A list of catalog numbers of voucher specimen(s) must be furnished in all manuscripts.

## **SPECIMENS**

## **NOMENCLATURE**

Species, genera, and Latin terms (*et al.*, *in vitro*, *in vivo*, *vs.*, *i.e.*, *e.g.*) must be in italics. Cite scientific names according to the ICZN (<http://iczn.org/iczn/index.jsp>). Authorship should be given at the first reference to a species or genus. Spelling, valid

names and authorship of species must be checked in the Catalog of Fishes at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Latin terms presented between the generic and specific names (cf., aff., etc.) are not in italics (**e.g.**, *Hoplias aff. malabaricus*). The genus name must always be fully spelled at its first appearance, at the beginning of a sentence and at least once in each figure and table caption(s). After first mention, the first letter of the genus name followed by the full species name may be used (**e.g.**, *H. aff. malabaricus*) as long as the abbreviation leaves no possibility of confusion with another generic name mentioned in the manuscript. In the case of possible confusion, the abbreviation can include more than the first letter to allow the differentiation of genera beginning with the same letter.

## TABLES

Tables must be numbered sequentially in Arabic numerals according to the order of citation in the text and be cited in the text using the following formats: Tab. 1, Tabs. 1–2, Tabs. 1, 4. Approximate locations where tables should be inserted must be indicated in upper case, along the right margin of the text, as in: TABLE 1

**Note:** Use an **n-dash** for ranges (to automatically create n-dash in Word type “something – something” (*number-space-hyphen-space-number*)).

In table captions, the word Tab., its respective number and final period after the number should be in bold (**e.g.**, **Tab. 1....**). End the caption in a period. Captions must be self-explanatory. If genus names appear in a caption, spell out the name at least once. Tables must be constructed in cells using lines and columns. Do not format tables with “tab” or “space”. Tables should not contain visible vertical lines or footnotes [contents of footnotes must be included in the caption]. List all captions at the end of the manuscript, in the following format. **E.g.:**

**Tab. 1.** Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma pyrropteryx* and *D. speculiferum*...

## FIGURES

Figures cannot be submitted as images inserted in Word files. Figures must be submitted as high quality individual files. For b&w figures, they must be saved in TIFF format, gray scale, 8.5 or 17.5 cm width, 600 dpi. Color figures must be in TIFF format, CMYK, 8.5 or 17.5 cm width and 300 dpi. Composed figures must fit either the page (17.5 cm) or column width (8.5 cm). Text included in graphs and pictures must have a font size compatible with reductions to page or column width. Figures must be numbered sequentially in Arabic numerals according to their order of citation in the text. Cite figures in the text using the following formats: Fig. 1, Figs. 1–2, Fig. 1a, Figs. 1a–b, Figs. 1a, c. Indicate the approximate locations where figures should be inserted in upper case, along the right margin of the text, as in: FIGURE 1

**Note:** Use an **n-dash** for ranges (to automatically create n-dash in Word type “something – something” (*number-space-hyphen-space-number*)).

In each figure caption, the word Fig., its respective number and period are in bold (**e.g.**, **Fig. 1....**). End each caption with a period. Captions must be self-explanatory.

genus names appear in a caption, spell out the name at least once. Do not include symbols in the caption, but rather replace them with text (**e.g.**, black triangle) or include a legend in the figure itself. Indicate figure subsections in lower case and bold letters in both in the figure and caption. Do not use capital letters, or parentheses after letters. Cite figures from other articles using the same formats as figures published in the present article, but do not capitalize them. Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure caption. List all captions at the end of the manuscript, in the following format. **E.g.:**

**Fig. 1.** Otoliths of representatives of Otophysi. **a.** *Brycon hilarii*; **b.** *B. orbignyanus*; **c.** *Pimelodus maculatus*; and **d.** *Sternopygus macrurus*. (Scale bars = 1 mm), lapillus (black triangle), asteriscus (white dot) and sagittal (red star), according to fig. 2 of Campana (2001).

## SUPPLEMENTARY FILES

Upload appendices, videos, datasets and other complementary materials as supplementary files. Provide the files formatted as you wish it appear, but in some format that allow edition. Videos must be in MP4 format. Identify these files in the text by a bolded letter **S** followed by sequential numbers in Arabic numerals. Indicate in the text that those will appear only in the online version (**e.g.**... as shown in the video **S1**, available only in the online version,...). List all captions at the end of the manuscript.

## PERSONAL COMMUNICATION

Personal communication should be included in the text of your document – cited in text only and not included in your reference list. Inform the full name, first and family name in full, and initials of middle names when applicable, and year of the personal communication. **E.g.:**

The sample site had scarce riparian vegetation (Carlos A. R. Silva, 2018, pers. comm.).

**Note:** It is recommended you get permission from the source/author of your personal communication.

## REFERENCES

**Ensure that all citations in the text and the References coincide before submitting a manuscript.**

References must be cited in the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948; Carvalho, 2001) or Eigenmann, Norris (1918) or, for more than two coauthors, Eigenmann *et al.* (1910a,b), always in chronological order and then in alphabetical order in case of more than one author cited. Do not include undergraduate monographs, conference papers, abstracts or technical reports. Include Masters Thesis or Ph.D. dissertations only if extremely necessary. Do not format references with "tab" or "space" and present references in rigorous alphabetical order. In case of authors with surnames with prepositions, in Portuguese do not include the preposition (**e.g.**, Carlos Alberto da Silva = Silva CA), in Spanish do not include "de" (**e.g.**, María de Rueda = Rueda M), but include "Del" (**e.g.**, Angel Del Río = Del Río A), except for authors who usually self cite differently.



**Note:** In case of self-citations using a convention other than those exemplified, please cite using your usual convention and, in the cover letter, mention your intention to maintain and standardize that usage in all your self-citations in this and other journals.

**For more than six authors you can use *et al.* from the seventh in all categories of references, or inform all the authors. Choose one pattern and follow for all references.**

Who uses managers of references and citations, Vancouver is the style closest to the NI for references, but the citations must be as described above. For users of the **Mendeley** manager, which is free, the Neotropical Ichthyology style for citations and references is available, which must be obtained and included as instructed at <https://www.elsevier.com/solutions/mendeley/support>.

**Note:** Do not forget to put the scientific names of references in italics in **Mendeley** before importing the reference. To do this, use the HTML `<i>` tags at the beginning of the word and `</i>` at the end. **E.g.:**

Reproductive biology of two species of `<i>Mugil</i>`: `<i>M. curema</i>` and `<i>M. liza</i>` =

Reproductive biology of two species of *Mugil*: *M. curema* and *M. liza*.

Example formats are listed below.

### **Book**

Baumgartner G, Pavanelli CS, Baumgartner D, Bifi AG, Debona T, Frana VA. Peixes do baixo rio Iguçu. Maringá: EDUEM; 2012.

### **Edited book**

Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, Jr., editors. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003.

### **Chapter in a book**

Pires T, Ohara W. Gasteropelecidae. In: Queiroz L, Torrente-Vilara G, Ohara W, Pires T, Zuanon J, Doria C, editors. Peixes do rio Madeira. São Paulo: Diaeto Latin America Documentary; 2013. p.206–11.

**Note:** You must present only **two** digits for last page if the previous digits coincide with the previous digits of the first page, separated by an **n-dash** (to automatically create n-dash in Word type "something – something" (*number-space-hyphen-space-number*)).

### **Journal Articles**

Journal titles may be abbreviated according to the style used in the sites: [https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/R\\_abrvjt.html](https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/R_abrvjt.html), <http://cassi.cas.org/search.jsp>, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>, or others.

In case you do not find the journal name in the above links, provide the full name of the

journal and highlight it in yellow. **DO NOT USE POINTS IN JOURNAL ABBREVIATIONS.**

Ota RR, Deprá GC, da Graça WJ, Pavanelli CS. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: Revised, annotated and updated. *Neotrop Ichthyol.* 2018; 16(2):e170094. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20170094>

**Note:** You must provide only the e-location if there are no page numbers.

Sawakuchi AO, Hartmann GA, Sawakuchi HO, Pupim FN, Bertassoli DJ, Parra M, *et al.* The Volta Grande do Xingu: Reconstruction of past environments and forecasting of future scenarios of a unique Amazonian fluvial landscape. *Sci Drill.* 2015; 20:21–32. <https://doi.org/10.5194/sd-20-21-2015>

**Note:** You can use *et al.* for articles with more than six authors, and the page numbers separated by an **n-dash** (to automatically create n-dash in Word type “something – something” (*number-space-hyphen-space-number*)).

Abudayah WH, Mathis A. Predator recognition learning in rainbow darters *Etheostoma caeruleum*: specific learning and neophobia. *J Fish Biol.* 2016; 89(3):1612–23. <https://doi.org/10.1111/jfb.13061>

**Note:** You must present only **two** digits for last page if the previous digits coincide with the previous digits of the first page, separated by an **n-dash** (to automatically create n-dash in Word type “something – something” (*number-space-hyphen-space-number*)).

Koike Y, Koya Y. Viable periods of fertilizability of eggs and sperm of Japanese medaka, *Oryzias latipes*. *Japan J Ichthyol.* 2014; 61(1):9–14. Available from: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jji/61/1/61\\_9/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jji/61/1/61_9/pdf)

**Note:** You must provide the issue number, and can present the URL of online articles without DOI number, preceded by Available from:..

### **Journal article – in press**

Birindelli JL, Britski HA, Provenzano F. New species of *Leporinus* (Characiformes: Anostomidae) from the highlands of the Guiana Shield in Venezuela. *Neotrop Ichthyol.* Forthcoming 2019.

**Note:** You must cite only if the paper is about to be published.

### **Reports and other Government Publications**

Eayrs S. A Guide to bycatch reduction in Tropical shrimp-trawl fisheries [Internet]. Rome; 2007. Available from: [www.fao.org/docrep/015/a1008e/a1008e.pdf](http://www.fao.org/docrep/015/a1008e/a1008e.pdf)

International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). International code of zoological nomenclature. 4th ed. London: International trust for zoological nomenclature Natural History Museum [Internet]. London; 1999. Available from: <https://www.iczn.org/the-code/the-international-code-of-zoological-nomenclature/>

International Union for Conservation of Nature (IUCN). Standards and petitions subcommittee. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. Version 13 [Internet]. Gland; 2017. Available from: <http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf>

### Thesis

Oliveira AG. Predizendo impactos das mudanças climáticas sobre a diversidade funcional de peixes de água doce: um panorama "down under". [PhD Thesis]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2018. Available from: <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000228862>

**Note:** You must provide a hyperlink when available.

Figueiredo PICC. Decifrando a relação evolutiva entre *Gymnogeophagus labiatus* (Hensel, 1870) e *Gymnogeophagus lacustris* Reis & Malabarba 1988 (Cichlidae: Geophagini). [Master Dissertation]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2018.

### Webpages

Fricke R, Eschmeyer WN, Van der Laan R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2019. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

## Taxonomic style instructions

This summary provides information specific to taxonomic manuscripts. For large taxonomic revisions and reviews, see additional recommendations below. Items with \* are required, others are recommended whenever applicable. Taxon accounts should be in alphabetical order. For original descriptions, the words "**new genus**" or "**new species**" should appear after the name of the new genus or species, preceded by a comma. The designation also must to appear in the caption of the holotype's figure, in the case of a new species. For species mentioned in the Diagnosis section but for which no comparative material was examined, please formally cite their original descriptions and provide the full references. Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the genus, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link the present concept of the genus to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; basic information on the genus in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References

section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section

**Note:** Prior to submitting a description of a new taxon, please register new nomenclatural act(s) and the paper (as unpublished manuscript) at URL: <http://zoobank.org/> and provide the nomenclatural act code just below the new taxon name. **E.g.:**

urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12

**After publication, you must update the ZooBank article status from unpublished to published. This must be done by the author who made the initial registration.**

### Generic accounts

Order of presentation:

**Genus Author, year (or new genus; do not abbreviate) (bolded and centered)**

urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12  
(in case of new genus only) (centered)

### Synonymy.

Type

species.\*

Diagnosis.\*

Description.\*

Etymology. for

new

genus

only\*

Remarks.

Key to species.

Comments on the above:

### Synonymy

Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the genus, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link the present concept of the genus to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; basic information on the genus in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. *Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics*. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section. **E.g.:**

*Parodon* Valenciennes, 1849

*Parodon* Valenciennes, in Cuvier, Valenciennes, 1849:50 (original description; type-species by original designation and monotypy: *Parodon suborbitalis* Valenciennes). —Günther, 1864:31 (redescription). —Eigenmann, 1912:274 (diagnosis). —, Miles, 1943:251 (diagnosis in key). —Schultz, 1944:288 (diagnosis in key). —Campos, 1945:440 (diagnosis). —Miles, 1947:132 (diagnosis). —Travassos, 1955:4 (synonymic list). —Böhlke, 1958:83 (comments). —Ringuelet *et al.*, 1967:180 (diagnosis in key). —Roberts, 1974b:433 (osteology). —Godoy, 1975:451 (diagnosis in key). —Géry, 1977:202 (diagnosis in key). —Britski *et al.*, 1988:26 (diagnosis in key).

*Nematoparodon* Fowler, 1943:226 (original description; type-species by original designation and monotypy: *Parodon apolinari* Myers).

**Note:** Precede each quotation with an **m-dash** (Type an m-dash using **Shift-Option-hyphen** on a Mac. In Windows, use **ALT + 0151**).

### **Type-species**

For proposed new genera, the original name of the proposed type-species, followed by author and year of publication (or new species) is sufficient. For previously proposed generic names, the following additional information is required (in this order): Nature of type designation (**e.g.**, original designation, monotypy, absolute tautonymy, etc). Whether the type-species was not designated in the original publication, the author, year and page of the subsequent designation should be cited (**e.g.**, Type by subsequent designation by Jordan, 1919: 45).

### **Diagnosis**

Diagnosis should NOT be written in telegraphic style (for purposes of clarity). A generic diagnosis should preferably list the unique synapomorphies of the genus, followed by homoplastic derived characters and/or other useful distinguishing characteristics.

### **Description**

In telegraphic style (*i.e.*, no verbs nor articles).

### **Etymology**

For new names, state the gender, even though it may be obvious from the construction. Do not give an etymology for preexisting names. If it is necessary to discuss the etymology of an old name (for example, to justify an interpretation of its gender), include that in the Remarks section.

### **Key to species**

If a key for identification of species is provided and it was not mentioned in the title, add "dichotomous key" or "identification key" as a keyword.

**Specific accounts**

Order of presentation:

**Species Author, Year (or new species - do not abbreviate) (bolded and centered)**

urn:lsid:zoobank.org:act:XX9XX9XX-X1X2-99XX-9X19-9XXX0XX99X12  
 (in case of new species only)  
 (centered)

**Synonymy.**

**Holotype.\*** for new species only; include full collection data (see details, below)

**Paratype(s).** for new species only; include full collection data (see details, below)

**Non-types.** for new species only; include reduced collection data (see details, below) (Justification for separating non-types from types should be provided in the Material and Methods section)

**Diagnosis.\*** see below for instruction on how to prepare a species diagnosis

**Description.\***

<b>Coloration</b>	<b>in</b>	<b>alcohol.*</b>
<b>Coloration</b>	<b>in</b>	<b>life.</b>
<b>Sexual</b>		<b>dimorphism.</b>
<b>Geographical</b>		<b>distribution.*</b>
<b>Ecological</b>		<b>notes.</b>
<b>Etymology.</b> for	new	species
<b>Conservation</b>	<b>status.</b> for	new species
<b>Remarks.</b>		only*
		only*

**Material examined.** for accounts of previously named species

Comments on the above:

**Synonymy**

Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the species, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link the present concept of the species to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; country or basin and basic information on the species in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. *Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics*. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section. **E.g.:**

*Parodon caliensis* Boulenger, 1895

*Parodon caliensis* Boulenger, 1895:480 (original description; type-locality: near Cali, Colombia). —Eigenmann, 1922(reprint 1976):109 (*partim*; Paila, río Cauca basin; diagnosis in key). —Miles, 1943:47 (río Cauca; redescription). —Miles, 1947:132 (río Magdalena; meristics). —Roberts, 1974b:416 (osteology; osteological illustrations). —Roberts, 1975:269 (dentition). Do NOT write the diagnosis in telegraphic style (for purposes of clarity). A species diagnosis is typically a paragraph constructed of full sentences that list the most important traits that allow the reader to unequivocally identify the species. Ideally, the diagnosis includes one or more features that are unique to the species, preferably autapomorphic characters. If unique features were not discovered, the next best option is a differential diagnosis, within which a series of direct comparisons are made among species and the alternative character states specified by contrasts are stated explicitly (using "vs." followed by the condition found in the species, or group of species, being compared, for each diagnostic feature). Diagnoses that consist only of a combination of characters (*i.e.*, traits listed sequentially which, when considered together, distinguish the species from congeners) should be avoided.

*Parodon saliensis* [sic]. —Roberts, 1975:269 (dentition).

*Parodon Parodon caliensis*. —Géry, 1977:203 (diagnosis in key). **Note:** Precede each quotation with an **m-dash** (Type an m-dash using **Shift-Option-hyphen** on a Mac. In Windows, use **ALT + 0151**).

**Type-material**

For new species, list types separately from other comparative material examined. Indicate when you have cleared and stained (c&s) specimens or genetic sequences in some online depository. Group paratypes by country or basin, in alphanumeric order of museum acronym and catalog numbers inside each group. Include full collection data, in the following order:

Museum acronym and catalog number, number of specimens (except for holotype), size range separated by an **n-dash** (to automatically create n-dash in Word type "something - something" (*number-space-hyphen-space-number*), number and size range of measured specimens, if different (in parentheses along with size range) locality (country, state, municipality, locality, basin, coordinates), date of collection [in dd, Month (3 letter abbreviation) and yyyy], and collector(s). **E.g:**

Paratypes. LIRP 5640, 25, 38.5–90.3 mm SL (12, 75.0–90.3 mm SL), Brazil, São Paulo, Município de Marapoama, rio Tietê basin, ribeirão Cubatão at road between Marapoama and Elisiário, 21°11'35"S 49°07'22"W, 10 Feb 2003, A. L. A. Melo.

**Note:** Except in cases where no actively-curated scientific research collection exists, Holotypes must be deposited in collections in the country of origin of the species. When a species occurs in multiple countries, the holotype must be deposited in the country of the type-locality, with paratypes distributed among countries in which the species occurs. Even in cases of species endemic to one country, we encourage dissemination of paratypes. Acknowledgments are optional but encouraged. If included, they must be concise and include both first and last names of persons. If you wish to provide the institutions of people thanked, use abbreviate names for institutions, which the full name has been provided in the Material and Methods. Names of sponsor institutions should be listed in their original spelling and not translated to English. Collections permit numbers and approvals of ethics committees can be listed here OR in the Material and Methods section

### Diagnosis

Do NOT write the diagnosis in telegraphic style (for purposes of clarity). A species diagnosis is typically a paragraph constructed of full sentences that list the most important traits that allow the reader to unequivocally identify the species. Ideally, the diagnosis includes one or more features that are unique to the species, preferably autapomorphic characters. If unique features were not discovered, the next best option is a differential diagnosis, within which a series of direct comparisons are made among species and the alternative character states specified by contrasts are stated explicitly (using "vs." followed by the condition found in the species, or group of species, being compared, for each diagnostic feature). Diagnoses that consist only of a combination of characters (*i.e.*, traits listed sequentially which, when considered together, distinguish the species from congeners) should be avoided.

**Note:** In the event of listing species in the diagnosis without associated comparative material, please formally cite their original descriptions and provide full references.

### Description

Write the description section in telegraphic style (*i.e.*, without verbs and articles). Treat bilaterally paired structures in the singular (**e.g.**, pelvic fin short, not pelvic fins short). Compound adjectives that include a noun should be connected by a hyphen (**e.g.**, pectoral-fin spine, NOT pectoral fin spine). Fin-ray formulae should be reported with unbranched rays in lower case Roman numerals, spines in upper case Roman, and branched rays in Arabic numerals. Transitions between different types of rays should be indicated by a comma (,) and not a plus sign (+), or dash (-). We treat the catfish spinelet as a spine, so dorsal fin counts that include a spinelet should be reported as II,6 (or whatever the branched ray count is). **E.g.:**

iii,7 or II,9. Not iii-7 or iii+7 (no spaces should be inserted after the comma).



**Note:** Do not include space between numerals and % (**e.g.**, 25%, not 25 %).

### **Coloration**

Write this section in telegraphic style (*i.e.*, without verbs or articles). This section may be divided into Coloration in alcohol and Coloration in life.

### **Geographic distribution**

Geographic descriptors must NOT be translated and should be capitalized or not according to the standard usage in the language in question. English usage typically uses capitals (**e.g.**, Amazon River, Parana River, Paraguay River) while Portuguese and Spanish do not (**e.g.**, rio Solimões, río Magdalena, rio Paraná, río Parana, río Paraguay, rio Paraguai). When referring to a municipality or geopolitical region that includes the names of a water body, capitalize the entity as a proper noun in all languages (**e.g.**, Municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).

### **Etymology**

For new names, state the usage (adjective, noun, patronym, etc.), even though it may be obvious from the construction. For more information, see article 31 of the online International Code of Zoological Nomenclature (<https://www.iczn.org/the-code/the-international-code-of-zoological-nomenclature/the-code-online/>). Do not provide an etymology for preexisting names, unless the etymology is necessary to justify the spelling. In such cases, include this information in the Remarks Section and not as a separate heading. Provide a complete synonymy listing all validly published names that have been applied to the species, including all references in systematic treatments or identification guides that can help link the present concept of the species to past concepts. The senior synonym is usually the correct and valid name. If applicable, include invalid names and mistakes in identity with suitable annotation to indicate their nature. For each name listed, include minimally: the original form of the name; the author and date of publication; reference and page number; country or basin and basic information on the species in the paper cited (modified from Wiley EO, Lieberman BS. *Phylogenetics: theory and practice of Phylogenetic Systematics*. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011). Provide full references of all listed sources as part of the References section. If applicable, discuss the synonymy and cite relevant literature in the Remarks section.

### **Conservation status**

Please consider providing the conservation status, at least for new species, based on the IUCN criteria and categories. **E.g.:**

**Conservation status.** Provide information on the conservation status assessment and finalize with... According to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) categories and criteria (IUCN Standards

and Petitions Subcommittee, 2017 [or later]), *Genus species* can be classified as Category (category abbreviation)].

**Note:** In such case, provide the full reference in the References.

### **Material examined**

**Note:** Deviation from this order is permissible only if an alternate arrangement shortens the text. If another arrangement is chosen, its use must be explained and justified in the Material and Methods section. List material of non-focal species as **Comparative material examined**, using the same rules of arrangement stated above.

### **Large taxonomic revisions and reviews**

Before presenting the taxonomic accounts, provide a table at the beginning, cited early, that lists all the species included in the revision that are new and those that are being redescribed. Taxon accounts can be arranged in two ways: presenting the new species descriptions first (in alphabetic order) and then the redescribed species (in alphabetic order), OR reporting all the species in alphabetic order without separating new and redescribed ones. In either case, mentioning the words **new genus** or **new species** after the name of each new taxon presented, preceded by a comma. The chosen order of presentation should focus on brevity and comprehensibility.

## Normas da revista do artigo aceito para publicação: Brazilian Journal of Development

### Submissions

- [Online Submissions](#)
- [Author Guidelines](#)
- [Privacy Statement](#)

### Online Submissions

Already have a Username/Password for Brazilian Journal of Development?  
[GO TO LOGIN](#)

Need a Username/Password?  
[GO TO REGISTRATION](#)

Registration and login are required to submit items online and to check the status of current submissions.

### Author Guidelines

The BJD accepts only original articles, not published in other journals. We accept articles presented at events, provided that this information is made available by the authors.

The standards for formatting and preparation of originals are:

- Maximum of 35 pages;
- Times New Roman font size 12, line spacing 1.5;
- Figures, Tables and Tables should appear together with the text, editable, in font 10, both for the content and for the title (which should come just above the graphic elements) and font (which should come just below the graphic element).
- Title in Portuguese and English, at the beginning of the file, with source 14;
- Abstract and abstract, along with keywords and keywords, with simple spacing, just below the title;
- The submitted file should not contain the identification of the authors.

This journal adopts as editorial policy the guidelines of good practices of scientific publication of the National Association of Research and Post-Graduation in Administration (ANPAD), available at: [http://www.anpad.org.br/diversos/boas\\_praticas.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/boas_praticas.pdf).

-----

As part of the submission process, authors are required to verify compliance of the submission with respect to all items listed below. Submissions that do not conform to the standards will be returned to the authors.

- The contribution is original and unpublished, and is not being evaluated for publication by another journal; Otherwise, it should be justified in "Comments to the editor".
- The submission file is in Microsoft Word, OpenOffice or RTF format.
- URLs for referrals were informed when possible.
- The text is in simple space; Uses a 12-point font; Uses italic instead of underlining (except URL addresses); The figures and tables are inserted in the text, not at the end of the document in the form of attachments.
- The text follows the style standards and bibliographic requirements described in Guidelines for Authors, on the About Journal page.
- In case of submission to a peer-reviewed section (eg articles), the instructions available under Ensuring blind peer evaluation were followed.

#### **Publication fee:**

- This journal does not charge a submission fee;

- This journal charges the publication of papers, in the amount of:

R\$ 490.00 per paper to be published - Brazilians.

\$ 190.00 (American Dollars) per paper to be published - Other nationalities.

## Privacy Statement

- The content of the articles is the sole responsibility of the authors.
- The total or partial reproduction of the content of the articles is allowed, provided the source is mentioned.
- Articles with plagiarism will be refused, and the author of the plagiarism will lose the right to publish in this magazine.
- The names and addresses informed in this journal will be used exclusively for the services provided by this publication and are not available for other purposes or to third parties.
- Once you submit the articles, the authors give the copyright of their articles to the BJD. If you regret the submission, the author has the right to ask the BJD not to publish his article. However, this request must occur within two months before the release of the number that the article will be published.
- The BJD uses the Creative Commons CC BY license. Information about this license can be found at: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>.
- The contribution is original and unpublished, and is not being evaluated for publication by another journal; Otherwise, it should be justified in "Comments to the editor".
- The submission file is in Microsoft Word, OpenOffice or RTF format.
- URLs for referrals were informed when possible.
- The text is in simple space; Uses a 12-point font; Uses italic instead of underlining (except URL addresses); The figures and tables are inserted in the text, not at the end of the document in the form of attachments.