



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

CIBELE CRISTINA OEIRAS FREIRE

DESENVOLVIMENTO GONADAL DA *Paxyodon syrmatophorus*
(MEUSCHEN , 1781) (BIVALVIA: HYRIIDAE) DO RIO MARATAUÍRA
NO ESTADO DO PARÁ

BELÉM

2019

CIBELE CRISTINA OEIRAS FREIRE

**DESENVOLVIMENTO GONADAL DA *Paxyodon syrmatophorus*
(MEUSCHEN , 1781) (BIVALVIA: HYRIIDAE) DO RIO MARATAUÍRA
NO ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), exigido como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Área do conhecimento: Ecologia aquática

Orientador: Dr. rer. nat. Marko Herrmann

BELÉM
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F866d Freire, Cibele Cristina Oeiras Freire
DESENVOLVIMENTO GONADAL DA *Paxyodon syrmatophorus* (MEUSCHEN , 1781)
(BIVALVIA: HYRIIDAE) DO RIO MARATAUÍRA NO ESTADO DO PARÁ / Cibele Cristina
Oeiras Freire Freire. - 2019.
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Pesca,
Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Marko Herrmann Herrmann

1. Desenvolvimento gonadal. I. Herrmann, Marko Herrmann, orient. II. Título
CDD 577.609811

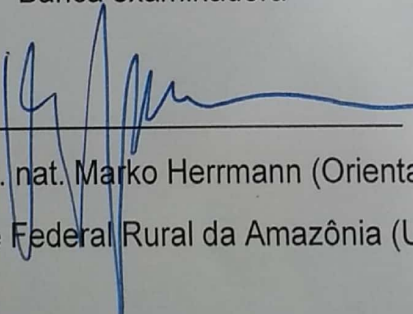
CIBELE CRISTINA OEIRAS FREIRE

**DESENVOLVIMENTO GONADAL DA *Paxyodon syrmatophorus*
(MEUSCHEN , 1781) (BIVALVIA: HYRIIDAE) DO RIO MARATAUÍRA
NO ESTADO DO PARÁ**

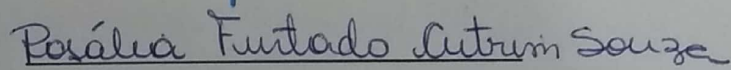
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), exigido como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Data da defesa em 12/11/2019

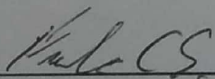
Banca examinadora



Prof. Dr. rer. nat. Marko Herrmann (Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



MSc. Rosália Furtado Cutrim Souza
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



Dr. Fábio Carneiro Sterzeleck
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Dedico a minha mãe,
grande incentivadora dos meus mais
audaciosos sonhos, és meu exemplo.

Agradecimentos

Tenho a honra de agradecer a UFRA esta instituição que eu tanto me orgulho e que me deu suporte para trilhar exatos 5 anos de curso. Agradeço aos professores que me deram oportunidade de realizar projetos, professora Dr^a Ruth Helena Cristo Almeida pela primeira oportunidade como bolsista de extensão universitária, ao Programa de Educação Tutorial – PET Pesca por acreditar no meu trabalho, foram exatos 2 anos e meio de PET, e além de conhecimento eu ganhei a amizade de pessoas incríveis que entraram na minha vida. Agradeço também a participação no seu grupo de pesquisa Ecologia Bentônica Tropical (EBT) no qual eu fui muito bem recebida e assistida cientificamente pelos seus membros: Wagner Cesar, Rosana Esther, Mara Barros, Rafael Anaisce, Matheus Almeida, Valdo Abreu e Lucas Martins, onde tive a oportunidade de desenvolver o presente trabalho na comunidade da Ilha de Tabatinga- Abaetetuba-PA e agradecer a FAPESPA pelo financiamento parcial do trabalho.

Agradeço a toda hospitalidade da Dona Sônia Margalho e família (e toda aquela comida maravilhosa rs) em especial a Luana e o Ronaldo, por sempre nos ajudarem. Ao Giovani que nos conduzia de barco até o local de coleta, na falta do barco do IFPA campus Abaetetuba. Agradeço a esse instituto por todo apoio na realização do nosso projeto, ao professor Dr. Guilherme Neto que sempre nos acompanhava nas coletas. Aos estagiários do grupo EBT pelo processamento da montanha de materiais, era sempre uma grande diversão a hora do trabalho, em especial ao meu amigo Valdo Abreu, que tem no peito gravado a palavra compromisso, você é incrível!

Minha gratidão a professora Dr^a Elane Guerreiro Giese, responsável pelo Laboratório de Histologia e Embriologia Animal do ISPA, por nos receber muito bem e por nos ter cedido espaço para processamento das amostras, ao Wadson que tanto me ensinou e ajudou com os cortes histológicos, muito obrigada, por muitas vezes largar seu compromisso para realizar esse trabalho junto comigo, não esquecerei!

“Antes que nada” (eu falei com sotaque dele rsrs) quero agradecer meu orientador Marko Herrmann pelas oportunidades, por me desafiar em muitas delas, tenha certeza que guardarei seus ensinamentos com muito carinho.

Aos meus amigos que tanto me ajudaram Matheus Almeida com quem eu tenho um carinho muito grande. Hana Saleira compartilhamos muitos momentos divertidos e a considero uma grande amiga. Ah Luiz Gomes você é 10, rimos muito foste um ótimo parceiro de trabalhos.

Suellen meu muito obrigada, por ser uma explosão de afeto e generosidade na minha vida, e agradeço por me incentivar a conquistar meus objetivos, e me dar um colo amigo quando eu precisei chorar (por que eu nem gosto disso) e pelos cafés incríveis no Rei do Mate, sabe quantas pessoas eu conheci com teus traços, só tu mesmo rs (EAEN).

A minha mãe Ednei Oeiras por me apoiar quando eu decidi sair lá de Marapanim pra vim estudar ainda muito nova morando sozinha e com um aluguel pra pagar, é eu tive que amadurecer muito cedo, mas graças a senhora eu consegui lhe dar muito bem com a situação. Ficar sem o seu colo quentinho, a sua proteção diária de mãe aqui perto foi muito difícil, mas muito recompensador, a cada vitória que conseguia por aqui e lhe comunicava, podia ver como os seus olhinhos brilhavam de tanta felicidade. A senhora é meu grande exemplo.

Pai, Meu Pai, como eu te amo e estou muito feliz com o tipo de relação que temos hoje em dia, essa conquista também é sua, obrigada por me apoiar do seu jeitinho, foi fundamental para o meu crescimento.

Aos meus sobrinhos João Pedro, Alice e Fernanda por me fazerem lembrar como é bom ser criança. João Pedro é apaixonado por animais aquáticos, e sempre me pergunta se na minha “escola” tem polvo e estrela do mar.

A minha filha Isadora (de quatro patas) por todo carinho e amor que tem por mim, medido pela rapidez com que abana o seu rabinho e contorna o seu corpo quando me vê virando a esquina pra chegar em casa, obrigada por me amar sem pedir nada em troca, só uns petiscos de vez em sempre.

A Deus por sempre me ouvir e dar me dar bons conselhos, mesmo quando eu não estou querendo ouvir. Sua presença na minha vida é fundamental! A fé é elemento que me move na direção que eu devo seguir.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Morfologia externa de <i>Paxyodon symmatophorus</i>	17
Figura 2: Mapa da localização do rio Maratauíra, Amazônia oriental, norte do Brasil.....	20
Figura 3: Coleta de <i>Paxyodon symmatophorus</i> no rio Maratauíra Abataetuba-PA.....	21
Figura 4: Autora do presente trabalho realizando a morfometria de <i>Paxyodon</i> no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Abaetetuba.....	22
Figura 5: Etapas prévias da inclusão em parafina. a- visão interna da concha com a massa total, b- Brânquias e manto, c- massa visceral incluindo o pé, d-fatia do tecido dorso ventral, e- corte de 5mm da fatia do dorso central, f- cassete devidamente codificado e armazenado.....	23
Figura 6: Etapa das visualizações histológicas e captura de imagem.....	26
Figura 7: Distribuição em classes de comprimento das conchas.....	28
Figura 8: Macho de <i>Paxyodon symmatophorus</i> . SG- Espermatogênese, SZ- espermatozoide.....	29
Figura 9: Fêmea de <i>Paxyodon symmatophorus</i> . OM= Ovócito Maduro OG=Ovogônias PV= Pré-vitelogênese V= vitelogênese.....	30
Figura 10: Único representante hermafrodita do total de amostras de <i>Paxyodon symmatophorus</i> . As Elipses destacam os folículos femininos, enquanto o retângulo destaca os folículos masculinos.....	31
Figura 11: Alteração histológica na gônada de <i>Paxyodon symmatophorus</i>	32
Figura 12: Proporção sexual entre os machos e fêmeas da <i>Paxyodon symmatophorus</i> encontrado no rio Maratauíra, Abaetetuba- PA.....	33
Figura 13: Estádios do desenvolvimento gonadal feminino e masculino de <i>Paxyodon symmatophorus</i> no rio Maratauíra, Abaetetuba-PA : (a) Proliferação celular feminina (b) Proliferação celular masculina, (c) diferenciação celular feminina, (d) diferenciação celular masculina (e) eliminação feminina, (f) eliminação masculina;(g) esgotamento feminino, (h) esgotamento masculino.(OV) Ovogônias na periferia do folículo (DO) Desenvolvimento dos	

ovócitos, (FF) Folículo feminino, (V) vitelogênese (SZ) espermatozoides, (FM) Folículo gonadal masculino (SG) espermatogênese, (OM) ovócito maduro com o núcleo evidente, (GM) gonoduto masculino, (TC) Tecido conjuntivo, (I) Intestino, (ME) Mórulas espermáticas, (SB) “Spermabolls”, (DD) divertículos digestivos. (100x).....35

Figura 14: Relação percentual dos indivíduos de *Paxyodon syrmatophorus* do Rio Maratauíta, Abaetetuba- PA, caracterizados nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal: I- Inatividade sexual, II- Proliferação celular, III- diferenciação celular, IV-EliminaçãoV-esgotamento.....37

Figura 15: Abundância dos ovócitos de *Paxyodon syrmatophorus* do Rio Maratauíra.....38

Figura 16: Distribuição mensal de tamanho e frequência de ovócitos de *Paxyodon syrmatophorus* coletados no rio Maratauíra, Abaetetuba-PA. As diminuições dos tamanhos modais de ovócitos indicam eventos de desova indicados pela seta.....39

Figura 17: Diâmetro (μm ,) dos ovócitos de *Paxyodon symartophorus* ao longo do período estudado.....P40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivo Específicos.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Sistemática	16
3.2	Distribuição Geográfica.....	17
3.3	Morfologia.....	17
3.4	Habitat e hábitos alimentares	18
3.5	Importância ecológica e econômica.....	18
3.6	Reprodução de bivalves tropicais	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Área de estudo	20
4.2	Coleta de campo	21
4.3	Procedimento em laboratório	22
4.3.3	Histologia.....	22
4.4	Análise dos dados	26
5	RESULTADOS	28
5.1	Biometria	28
5.3	Histologia.....	29
5.3.1	Diferenciação do sexo.....	29
5.3.2	Proporção sexual	32
5.3.3	Identificação dos estágios de maturação	34
5.3.4	Abundância e tamanho das células germinativas femininas	38
5.3.5	Análise da coorte ovocitária	40
6	DISCUSSÃO.....	42

6.1 Biometria.....	42
6.3 Histologia	42
6.3.1 Diferenciação do sexo	42
6.3.2 Proporção sexual	43
6.3.4 Estágios de maturação	43
6.3.5 Abundância e tamanho das células germinativas femininas.....	44
7 CONCLUSÃO.....	46
8 RECOMENDAÇÕES	47
REFERÊNCIAS.....	48

Resumo

A *Paxyodon syrmatophorus* (MEUSCHEN, 1781) da ordem Unionida, pertence a família Hyriidae, representante da tribo Prisodontini, está última endêmica da bacia amazônica, Guianas e Orinoco. O ciclo reprodutivo dos representantes dessa família apresenta pouco ou nenhuma variação sazonal, em virtude da sua localização tropical, uma vez que ficam expostos a uma temperatura relativamente constante. O presente estudo visa compreender o desenvolvimento gonadal da espécie *Paxyodon syrmatophorus*, do rio Maratauíra, localizado ao redor da ilha de Tabatinga no estado do Pará. Uma vez que a literatura enfatiza uma grande exploração desse recurso, com fins industriais para produção de botões. Um total de 366 animais foram coletados pelo método de busca ativa, no período de julho de 2016 a agosto de 2017, a maré escolhida era a de sizígia. Os animais selecionados apresentaram diferentes tamanhos, o comprimento total mínimo encontrado foi de 19 mm e o máximo 106 mm. A abundância dos animais encontrados foi maior entre 43 mm e 75 mm de comprimento total. A proporção sexual foi M:F 1,68:1 e no período de julho e dezembro de (2016) e março (2017) houve uma proporção significativa de machos ($X^2=6,54$, $gl=1$, $p < 0.05$, $X^2= 7,53$, $gl=1$, $p < 0.05$ e $X^2=11,56$, $gl=1$, $p < 0.05$, respectivamente). O diâmetro dos ovócitos maduros foi maior nos meses de novembro 2016 e julho (2017). A desova desses animais ocorre ao longo do ano é contínua, são animais dioicos, porém por alguma razão ainda desconhecida, podem surgir animais hermafroditas atípicos, sendo considerado um evento ocasional.

Palavra-chave: Prisodontine, Unionida, desenvolvimento gonadal.

Abstract

The *Paxyodon syrmatophorus* (MEUSCHEN, 1781) of the order Unionida, belonging to the family Hyriidae, representative of the Prisodontini tribe, is the last endemic of the Amazon basin, Guianas and Orinoco. The reproductive cycle of representatives of this family shows little or no seasonal variation due to their tropical location, as they are exposed to a relatively constant temperature. This study aims to understand the gonadal development of the species *Paxyodon syrmatophorus*, from the Maratauíra River, located around Tabatinga Island in the state of Pará. Since the literature emphasizes a large exploitation of this resource, with industrial purposes for bud production. A total of 366 animals were collected by the active search method, from July 2016 to August 2017, the tide chosen was that of sizigia. The selected animals presented different sizes, the minimum total length found was 19 mm and the maximum 106 mm. The abundance of animals found was greater between 43 mm and 75 mm in total length. The sex ratio was M: F 1.68: 1 and in July and December (2016) and March (2017) there was a significant proportion of males ($X^2 = 6.54$, $gl = 1$, $p < 0.05$, $X^2 = 7.53$, $gl = 1$, $p < 0.05$ and $X^2 = 11.56$, $gl = 1$, $p < 0.05$, respectively). The diameter of mature oocytes was higher in November 2016 and July (2017). The spawning of these animals occurs throughout the year is continuous, they are dioecious animals, but for some unknown reason, atypical hermaphrodite animals may appear, being considered an occasional event.

Keyword: Prisodontine, Unionida, gonadal development.

1 INTRODUÇÃO

A ordem Unionoida representa um grupo de moluscos ecologicamente diversa e geograficamente difundida. São popularmente conhecidos por “mexilhões de água doce”, apresentando seis famílias (Unionidae, Margaritiferidae, Hyriidae, Etheriidae, Mycetopodidae, Iridinidae) (GANGLOFF et al., 2006).

De acordo com Hohn e Marcondes (2002) os bivalves límnicos ocorrem naturalmente nos bancos de areia do rio Maratauíra e as suas conchas ficam espalhadas pelas margens dos rios gerando indícios que desde épocas pré-cabralinas a comunidade conhecia e apreciava os moluscos que são encontrados nessa região. Clavijo (2017) menciona a sua importância para fazer enfeites, botões, cosméticos e na produção de ração animal. Beasley (2001) destaca que a *Paxyodon syrmatophorus* é a espécie mais abundante e mais explorada no rio Tocantins para fazer botões a partir de suas conchas.

A necessidade de compreender a biologia e ecologia deste grupo de organismos é bem compreendida por com Callil e Junk (2000) que avaliaram o papel funcional de algumas espécies de bivalves límnicos e gastrópodes que ocorrem no Pantanal, frente à incorporação e biomagnificação de mercúrio e verificaram a ausência de dados relacionados a esse grupo. Para Garner et al., (1999) através da investigação sobre a biologia reprodutiva de uma espécie é possível compreender a sua história de vida. Avendaño e Le Pennec (1997) enfatizam esses dados como um requerimento básico para gestão dos bancos naturais e aplicação de normas de conservação e/ou exploração de espécies.

Beasley et al (2000) definiu apenas dois estágios de maturação para *Paxyodon syrmatophorus*, “em desenvolvimento” e “maduro”, enquanto Calil e Mansur (2003) para um representante da mesma ordem e da zona tropical, classificou em 5 estágios de diferenciação celular. Segundo Fryer (1961) o ciclo reprodutivo desses animais apresenta pouco ou nenhuma variação sazonal, em virtude da sua localização tropical, uma vez que ficam expostos a uma temperatura relativamente constante.

A literatura ainda é muito escassa com relação a informações sobre a biologia reprodutiva dessa espécie, portanto o objetivo do trabalho visa

compreender o desenvolvimento gonadal da *Paxyodon syrmatophorus* encontrado em um banco natural localizado na ilha de Tabatinga, Abaetetuba-Pa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo visa compreender o desenvolvimento gonadal da espécie *Paxyodon syrmatophorus*, do Rio Maratauíra, localizado na cidade de Abaetetuba, no estado do Pará.

2.2 Objetivo Específicos

- Diferenciar o sexo;
- Estimar a proporção sexual;
- Descrever a anatomia gonadal;
- Determinar se a espécie é monóica ou dioicas;
- Identificar os estágios de maturação;
- Calcular a abundância e o tamanho das células germinativas femininas e
- Examinar o tipo de desova.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistemática

Para Moore (1969) o filo Mollusca é composto por sete classes, todas com representantes marinhos, das quais apenas Gastropoda e Bivalvia possuem representantes de água doce. Os bivalves limníticos são popularmente conhecidos como náíades e pertencem a Ordem Unionida (BOGAN E ROE 2008) conforme Graf e Cummings (2006) na ordem Unionida, a família com o maior número de espécies é a Hyriidae. A maioria das famílias é representada por apenas poucos gêneros ou espécies (MCMAHON E BOGAN 2001)

Bivalves de água doce são um grupo monofilético e representam pelo menos 19 famílias em três subclasses de bivalves. A maioria das famílias é representada por apenas poucos gêneros ou espécies (MCMAHON E BOGAN 2001) e estão distribuídos pela América do sul,

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Ordem: Unionida

Família: Hyriidae

Gênero: *Paxyodon* (Meuschen, 1781)

Espécie: *Paxyodon syrmatophorus*
(Meuschen, 1781) (Figura 1)

Figura 1: Morfologia externa de *Paxyodon syrmatophorus*.



Fonte: <http://www.benthos.eu>

3.2 Distribuição Geográfica

A espécie *Paxyodon syrmatophorus* faz parte da tribo Prisodontini que é endêmica da região amazônica, Guianas e Orinoco, de acordo com Bonneto, 1967. A *Paxyodon syrmatophorus* é encontrada na Guiana Francesa, Guiana, Venezuela e no Brasil, nesse último ocorre nos estados do Pará, Amazonas, Mato grosso, Rondônia e Tocantins, segundo Mansur e Valer (1992)

3.3 Morfologia

Bivalves são moluscos sem cabeça têm um único pé e a massa visceral, dois pares de brânquias e os sexos são tipicamente separados. Cada indivíduo tem duas valvas em torno do corpo composto de cálcio carbonato, seja como calcita ou cristal aragonítico em sua estrutura (McMahon e Bogan 2001)

Mata et al., (2019) afirmam que as diferenças de forma entre os mexilhões de água doce da Amazônia concordam com as espécies de outras regiões, devido uma extensa variação na hidrodinâmica. De acordo com Levine et al., (2013) o

tamanho e a forma das conchas desses bivalves influenciam diretamente na sua escavação e no desalojamento de maneiras complexas que precisam de um estudo mais detalhado. Os representantes da ordem Unionida são morfologicamente variáveis, dificultando a identificação de espécies e dificultando os esforços de conservação. Morais et al., (2013) sugerem que a morfologia das conchas de bivalves da ordem Unionida pode ser influenciada pelas características de fluxo de água de cada habitat.

3.4 Habitat e hábitos alimentares

De acordo com McMahon e Bogan (2001) os bivalves de água doce são filtradores e muitas espécies se encontram em grandes agregações e alimentam-se principalmente de algas azuis-verdes, diatomáceas, bactérias, partículas finas orgânicas e absorvem metais pesados. Fraga et al., (2007) enfatiza a importância do papel dos bivalves límnicos nos processos ecológicos fluviais, a partir do consumo de diferentes recursos alimentares.

3.5 Importância ecológica e econômica

Segundo Vidigal et al., (2005) diante ou prevendo os impactos ambientais é fundamental conhecer a biodiversidade, para justamente avaliar os impactos antrópicos, atuando na manutenção e conservação ambiental. Vaughn e Hakenkamp (2001) enfatizam essa importância ecológica para os bivalves, uma vez que são animais filtradores, atuam na diminuição da turbidez da água aumentando a penetração de luz no meio, logo favorecem toda a fauna aquática local.

Com relação a importância econômica Clavijo (2017) enfatiza a importância das conchas para a produção de zooartesanatos, principalmente na produção de botões, ressaltando o valor das pérolas produzidas por esses animais de água doce. Segundo Anthony e Downing (2001) por volta de metade do século XIX o Estados Unidos teve uma produção anual de mais de 5,75 milhões de botões advindos da concha de bivalves límnicos. Na década de 90 Beasley (2001) enfatiza que houve uma grande exploração de *Paxyodon syrmatophorus* justificada pelo uso de sua conchas na fabricação de botões.

3.6 Reprodução de bivalves tropicais

Segundo Coe (1943) a diferenciação sexual entre os bivalves límnicos sofre uma intensa variação, indo desde espécies dioicas a hermafroditas funcionais. Para Nelson e Allison (1940) que estudaram bivalves marinhos a ovulação começa a partir de um “start” hormonal, esse hormônio é carregado pelo espermatozoide e adentra nas fêmeas através do fluxo de água, podendo ser uma estratégia de localização dos parceiros através de mediadores bioquímicos

De acordo com Kat (1984) grande parte dos representantes dos bivalves límnicos apresentam uma fase larval denominada gloquídio, as mesmas ficam presas as bolsas marsupiais localizadas nas brânquias e posteriormente precisam encontrar um hospedeiro, geralmente trata-se de peixes e a fixação ocorre nas brânquias até a metamorfose. Mansur et al., (1987) identificou dois tipos de gloquídio para a família Hyriidae, um apresenta desenvolvimento parasitário nas brânquias dos peixes e o outro desenvolvimento completo até a fase de pós larva dentro dos marsúpios. Em um estudo de Beasley e Tagliaro (2004) com a *Castalia ambigua*, o gloquídio apresenta uma forma sub triangular, com coloração transparente e aspecto poroso e possui um gancho triangular na porção ventral da válvula. Segundo Beasley et al., (2005) no rio Tocantins as fêmeas de *Paxyodon syrmatophorus* surgiam com larvas encubadas nas demibrânquias entre fevereiro e setembro e o tamanho da ninhada variou ao longo desse período, com tamanhos médios de 36.779 larvas por fêmea gravídica em junho e 13.774 larvas por fêmea gravídica em fevereiro.

De acordo com alguns trabalhos descritos na literatura, o tipo de desova da maioria dos representantes de bivalves tropicais da família Hyriidae é do tipo contínua e as desovas ocorrem no período mais seco e com o nível do rio mais baixo, como uma estratégia de sobrevivência, deste modo a probabilidade de ocorrer sucesso na fecundação é muito maior, do que quando os rios estão em um nível alto (BEASLEY et al., 2000 ; MEYER et al., 2012).

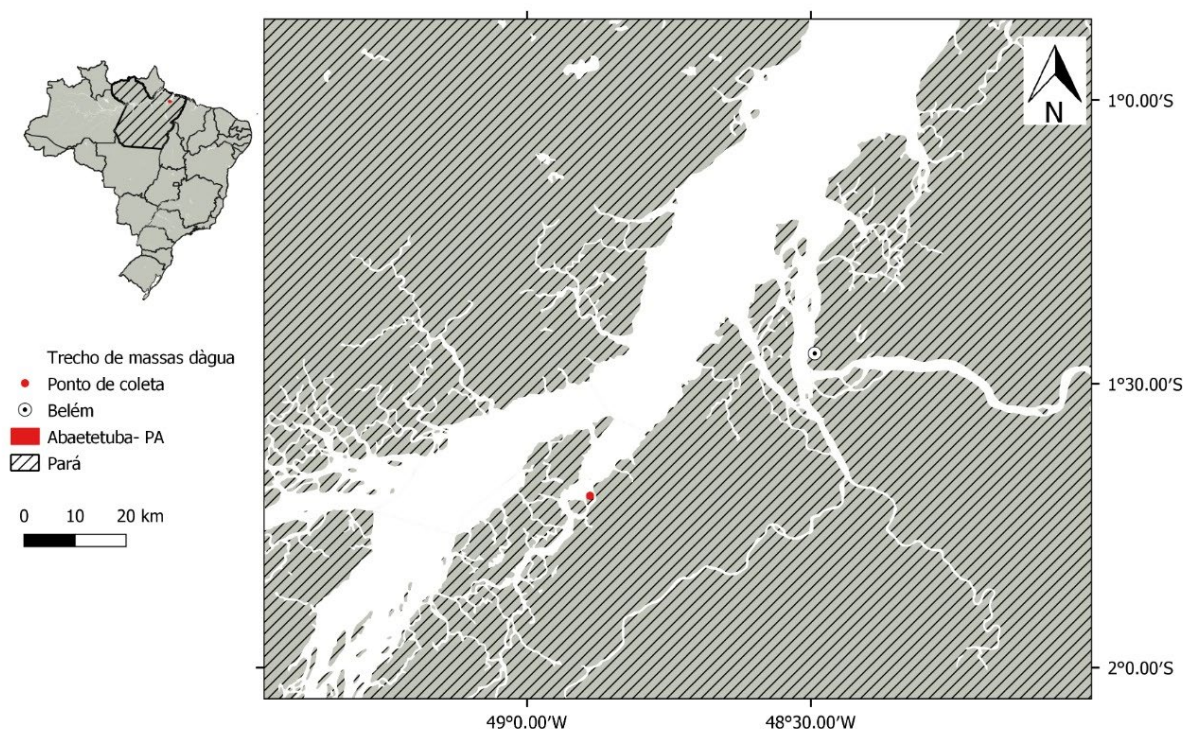
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada em um banco natural que se localiza ao norte da ilha de Tabatinga, pertence a bacia hidrográfica do rio Maratauíra ($1^{\circ}41'41.94''\text{S}, 48^{\circ}53'2.22''\text{W}$), localizada no município de Abaetetuba, Pará (figura 2). De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a precipitação média anual na Região Hidrográfica (RH) Tocantins-Araguaia é de 1.774 mm, a sua disponibilidade hídrica é de 5.447 m³/s, e a vazão média é de 13.779 m³/s. Segundo a Agência Nacional de Águas (2015) o município pertencente a Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, a mesma possui uma área de aproximadamente, 920 mil km² (10,8% do território nacional)

A precipitação é caracterizada por períodos sazonais diferentes: um chuvoso que se estende de janeiro a maio e outro menos chuvoso de junho a dezembro e a temperatura varia pouco ao longo do ano, com média de 27,5 °C de acordo com Lima et al (2005). A maior parte da população (76%) está concentrada nos centros urbanos, principalmente na unidade hidrográfica do Tocantins. A densidade demográfica é de 9,3 hab./km² menor que a média brasileira (22,4 hab./km) e Abaetetuba está entre as principais cidades dessa Região hidrográfica.

Figura 2- Mapa da localização do ponto de coleta no rio Maratauíra, Amazônia oriental, norte do Brasil.



Fonte: elaborado pelo autor

4.2 Coleta de campo

No total 366 bivalves límnicos da espécie *Paxyodon syrmatorphorus* foram coletados, entre julho de 2016 e agosto de 2017. Exemplares de referencia foram depositados na coleção de moluscos do Museu de História Natural Instituto Leibniz de Pesquisa Evolutiva e da Biodiversidade de Berlim (*Museum für Naturkunde Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung in Berlin*) com o número de referência 9082349023. A metodologia de coleta consistia em esperar o momento em que a maré de Sizígia estaria baixa o suficiente para que pudesse efetuar o mergulho e tatear o fundo para fazer a retirada dos animais do substrato com o auxílio das mãos (Figura 3). Ainda em campo os bivalves eram abertos com o auxílio de um abridor de ostras e eram colocados no fixador Bouin por um período de duas horas e em seguida troca-se para álcool 70%, os mesmos foram transportados para o Laboratório de Ecologia Aquática Tropical do Instituto Socio Ambiental de recursos Hídricos da Universidade Federal Rural da Amazônia para os devidos procedimentos.

Figura 3: Coleta de *Paxyodon syrmatorphorus* no rio Maratauíra Abaetetuba-PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Procedimento em laboratório

4.3.1 biometria

Comprimento Total (LT) e Altura (h) foram obtidas de cada indivíduo, em milímetros (mm), usando um paquímetro digital Caliper 150mm/6 e precisão de 0,01mm (figura 4). O comprimento total é a distância entre a borda anterior e posterior da concha e a altura é a maior medida entre o umbo e a porção ventral da concha. Com relação as medidas de peso: Peso total (Mt), peso da concha (Ms) e peso da massa visceral (Mv) utilizou-se uma balança de precisão de três dígitos decimais e a unidade expressa em gramas (g).

Figura 4: Autora do presente trabalho realizando a morfometria de *Paxyodon* no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Abaetetuba.



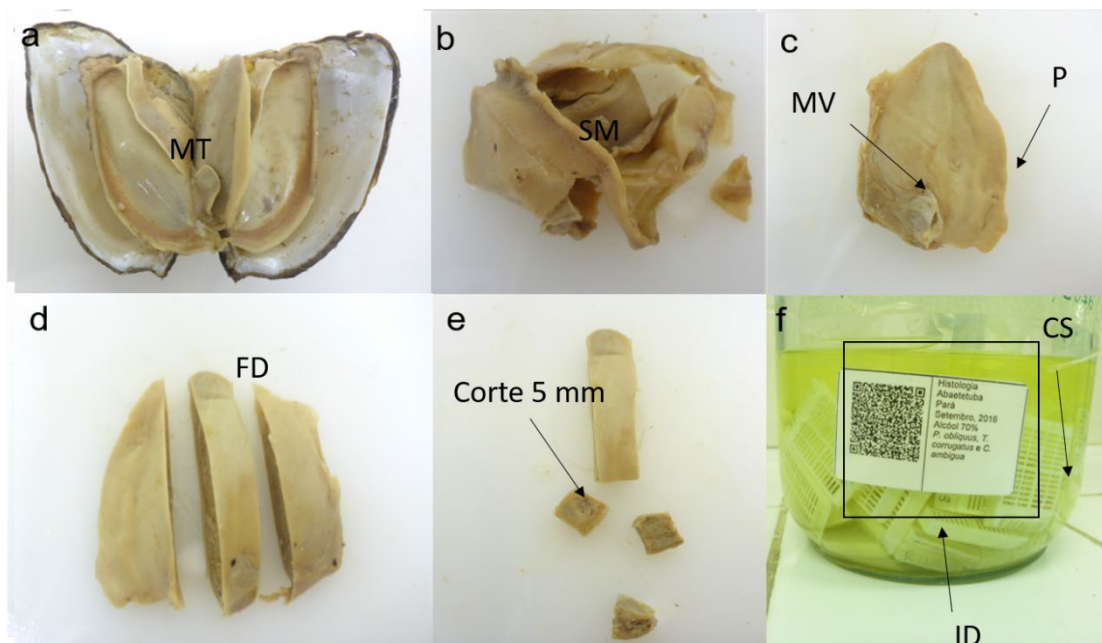
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 Histologia

Para o estudo do ciclo reprodutivo extraiu-se um total de 366 animais no período de julho (2016) a agosto (2017). No laboratório realizou-se a mensuração morfométrica e massa molhada fixada em etanol. Com base na metodologia de Howard et al., (2004) retirou-se uma fatia do tecido dorso ventral do molusco e foi realizado um corte de aproximadamente 5 mm de espessura com o auxílio de um

bisturi, cada corte foi colocado no cassete devidamente codificado e armazenado em um frasco com álcool 70%, para posterior inclusão em parafina (Figura 5)

Figura 5: Etapas prévias da inclusão em parafina. **a-** visão interna da concha com a massa total (MT) **b-** sifão/manto e brânquias (SM), **c-** massa visceral (MV) incluindo o pé (P), **d-** fatia do tecido dorso ventral (FD), **e-** corte de 5mm da fatia do dorso central, **f-** cassete (CS) devidamente codificado e armazenado (ID).



Fonte: elaborada pelo autor

A desidratação dos tecidos ocorreu de forma gradual e crescente

- 1 hora etanol 80%
- 1 hora etanol 90%
- 1 hora etanol 96%
- 1 hora etanol 100%
- 1 hora xilol

Durante a inclusão em parafina a estufa encontrava-se a 68 °C e os tecidos passaram por 3 submersões na parafina, com duração de 20 minutos cada. Os tecidos foram colocados em moldes de aço inoxidável com a seção transversal voltada para baixo. Os cortes no micrótomo foram realizados com 5 µm de espessura. Essas secções foram colocadas em banho maria de 45 a 50 °C

posteriormente retirando o material com as lâminas. Finalmente os cortes foram depositados em uma estufa a 60 °C para secagem por 24 horas.

Os corantes utilizados nos procedimentos histológicos foram a Hematoxilina e a Eosina (HE).

a) Material necessário para a solução de Hematoxilina de Harris (Junqueira e Junqueira 1983^a)

- Hematoxilina 2,5 g
- Álcool 100% 25 ml
- Alúmen de amônio ou potássio 50 g
- Água destilada 500 ml
- Óxido vermelho de mercúrio 1,25 g
- Ácido acético 20 ml

b) Material necessário para solução de Eosina (Junqueira e Junqueira 1983b)

- Eosina solúvel em água 1g
- Água destilada 100ml

c) Para corar peças incluídas em parafina é necessária a retirada da parafina e a hidratação da peça. O procedimento teve por base Junqueira e Junqueira (1983b) e Kim et al., (2006)

- 10 min Xilol
- 10 min Xilol II
- 5 min Etanol 100 %
- 5 min Etanol 90 %
- 5 min Álcool 80 %
- 5 min Álcool 70 %
- 3 min Passagem água corrente
- 5 min Hematoxilina
- 3 min Passagem água corrente
- 2 min Eosina
- 3 min Passagem em água corrente

- Passagem rápida em etanol 70%, 80% e 90% respectivamente.
- 2 min Etanol 100% I
- 2 min Etanol 100% II
- 3 min Xilol I
- 3 min Xilol

d) Montagem da lâmina

Este processo implica em depositar uma gota de fixador de lamínula sobre o corte que está aderido à lâmina de vidro e em seguida cobrir com uma lamínula. Nesta etapa deve-se evitar as bolhas de ar que se formam na resina durante a colocação da lamínula. Após a secagem já é possível observar os cortes no microscópio

e) Definição dos estágios gonadais

A metodologia de Calil e Mansur (2007) foi utilizada para a classificação dos estágios gonadais: I- Inatividade sexual, II-Proliferação celular, III Diferenciação celular, IV-Eliminação e V-Esgotamento (Tabela 1).

Quadro 1: Descrições qualitativas usadas para avaliar os estágios do desenvolvimento sexual da *Paxyodon symmatophorus* no rio Maratauíra, Abaetetuba- PA.

Estágios	Caracterização dos estágios	
	Fêmea	Macho
I- Inatividade sexual	Característico de indivíduos jovens e ausência de indícios foliculares, portanto sem distinção de sexo.	
II- Proliferação celular	Os folículos femininos apresentam células acidófilas: densas, pequenas e de tamanho uniforme (ovogônias) e distribuição na periferia do folículo.	Os folículos masculinos apresentam células basófilas que preenchem todo o espaço intrafolicular (espermátogônias) Característico a presença de mórulas espermáticas.
III- Diferenciação celular	Células pavimentosas ocupando todo o folículo e com o núcleo evidente. Ocorrência de vitelogênese.	As células gametogênicas estão organizadas na porção periférica do folículo é possível observar espermátogônias e espermátócitos
IV- Eliminação	Além da presença de óvulos maduros pode ocorrer simultaneamente a produção de ovogônias.	Grande quantidade de espermatozoides. Intensa produção de substância amarela translúcida no epitélio dos gonodutos. Ocorrência de esferas de espermatozoides "Spermaballs".
V- Esgotamento	Eliminação dos gametas total, ou ocorrência de ovulos em processo de lise ou reabsorção.	Eliminação total dos gametas, porém pode ocorrer fragmentos de folículos

Fonte: Adaptado de Calil e Mansur 2007.

4.4 Análise dos dados

A identificação dos sexos, a descrição das fases de desenvolvimento gonadal como também das células germinativas e foram verificadas através de visualizações histológicas pelo microscópio Zeiss Primo Star, com ampliações de 40x equipado com a câmera Nikon D300, que capturou as imagens histológicas. (Figura 6)

Figura 6: Etapa das visualizações histológicas e captura de imagem



Fonte: elaborado pelo autor

A proporção sexual foi verificada pelo teste χ^2 , de acordo com a metodologia descrita por Vazzoler (1996) afim de testar as possíveis diferenças na proporção sexual entre machos e fêmeas. Considerando g.l.=1, valores de $X^2 > 3,84$ indicam diferenças significativas. Onde H_0 , nega a existência de diferenças entre as proporções de machos e fêmeas e H_a indica que a proporção de machos e fêmeas não são iguais, utilizando o *software* Microsoft Excel 2016 para as análises.

$$\chi^2 = \sum_i^k = 1 \frac{([O-E]-0,5)^2}{E}$$

Diante das imagens das gônadas capturadas com o auxílio do microscópio de luz acoplado com câmera digital câmera Nikon D300 utilizando-se o aumento de 40X para o registro, de acordo com Herrmann et al (2009) foi possível definir a abundância de ovócitos em cada gônada feminina seccionada à partir da contagem sobre uma superfície de 1mm² por área dos ovócitos que se encontravam dentro da área demarcada.

A prioridade para definir a seleção dos ovócitos levou em consideração Vazzoler (1996) na qual os ovócitos priorizados eram os que apresentavam o núcleo evidente, que se vão tornando mais numerosos e volumosos. Para posteriormente, estabelecer os meses com maior abundância de ovócitos. O *software* ImageJ 1.51k foi utilizado para realização do procedimento de contagem e o *software* Microsoft Excel 2016 para as análises de dados.

A metodologia descrita por Herrmann et al., (2009) com adaptações, foi usada para medir diâmetro dos ovócitos, priorizados aqueles em que o núcleo estava evidente, calculando duas medidas perpendiculares, formando um ângulo de 90°, em 10 ovócitos por fêmea, analisando no *software* ImageJ 1.51k.

Proporção sexual

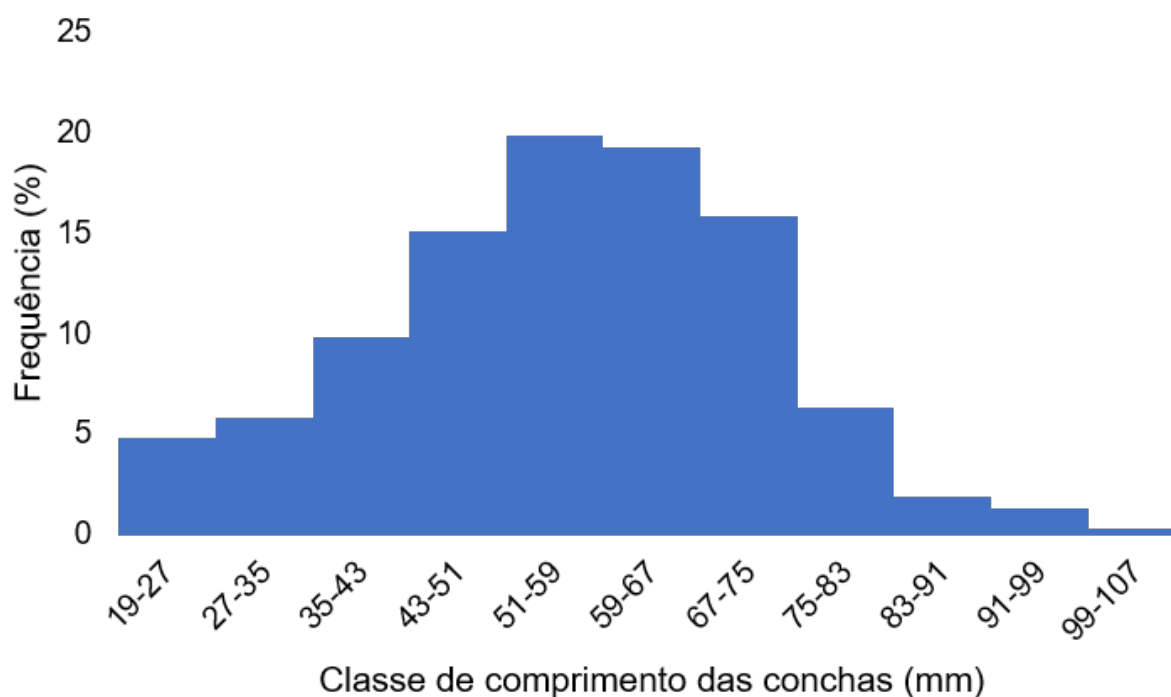
O desenvolvimento gonadal foi definido pelos métodos de variação temporal da frequência de estágios de maturação, análise de coorte ovocitárias.

5 RESULTADOS

5.1 Biometria

A análise do comprimento total teve como resultado uma variação de 19,14 mm a 106 mm, com média de 55,45 mm $\pm$ 15,45. A classe de comprimento mais abundante estava entre 43-75 mm (Figura 7) não apresentou diferenças significativas entre o tamanho de machos e fêmeas ($T=1,6518$ $gl=220$ $p=0,0431$). A média do comprimento total de fêmeas foi 56,61 mm e dos machos de 57,84 mm. A média da massa total úmida foi 4,08 g $\pm$ 2,41 e a média da massa visceral incluindo o pé foi de 1,86 g $\pm$ 1,14.

Figura 7: Distribuição em classes de comprimento das conchas, coletados durante o período entre julho (2016) e agosto (2017) no rio Maratauíra, Ilha de Tabatinga.



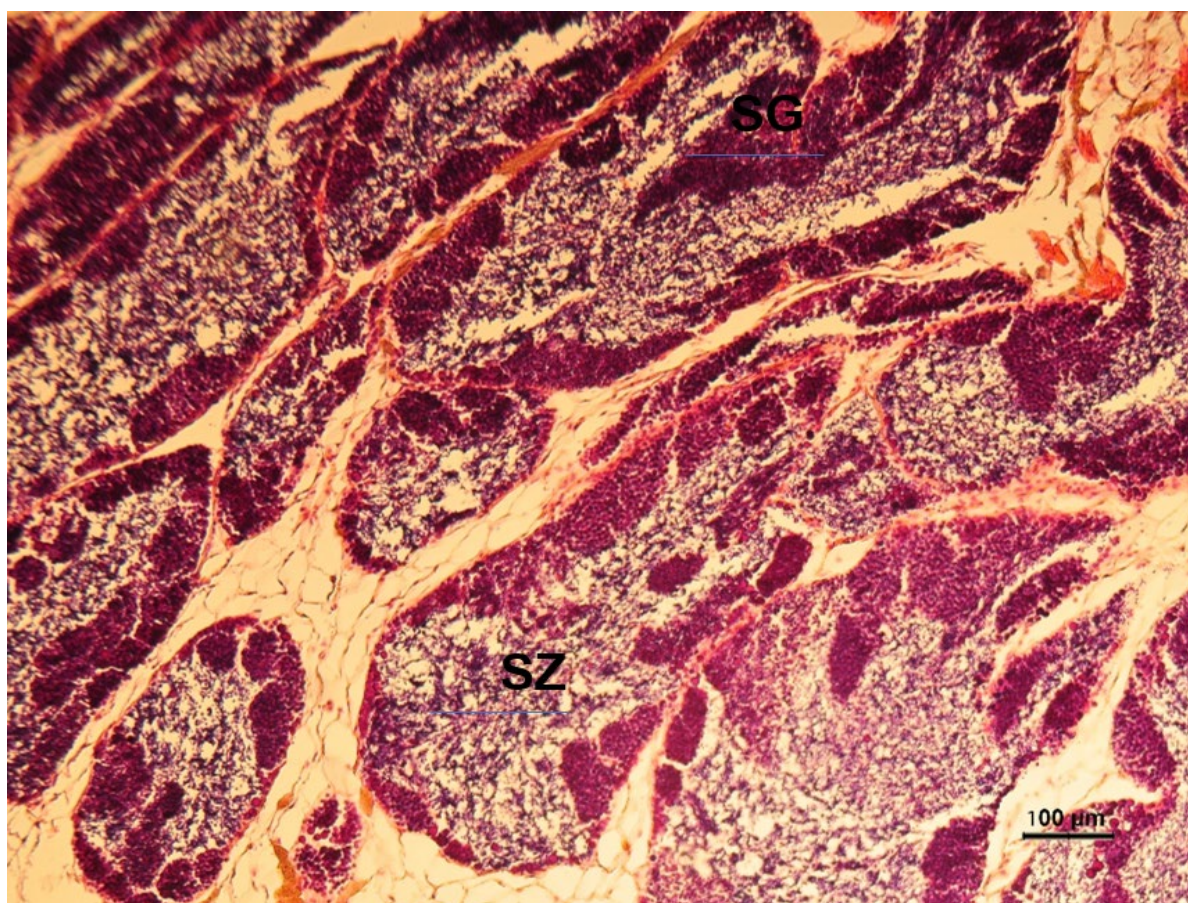
Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Histologia

5.3.1 Diferenciação do sexo

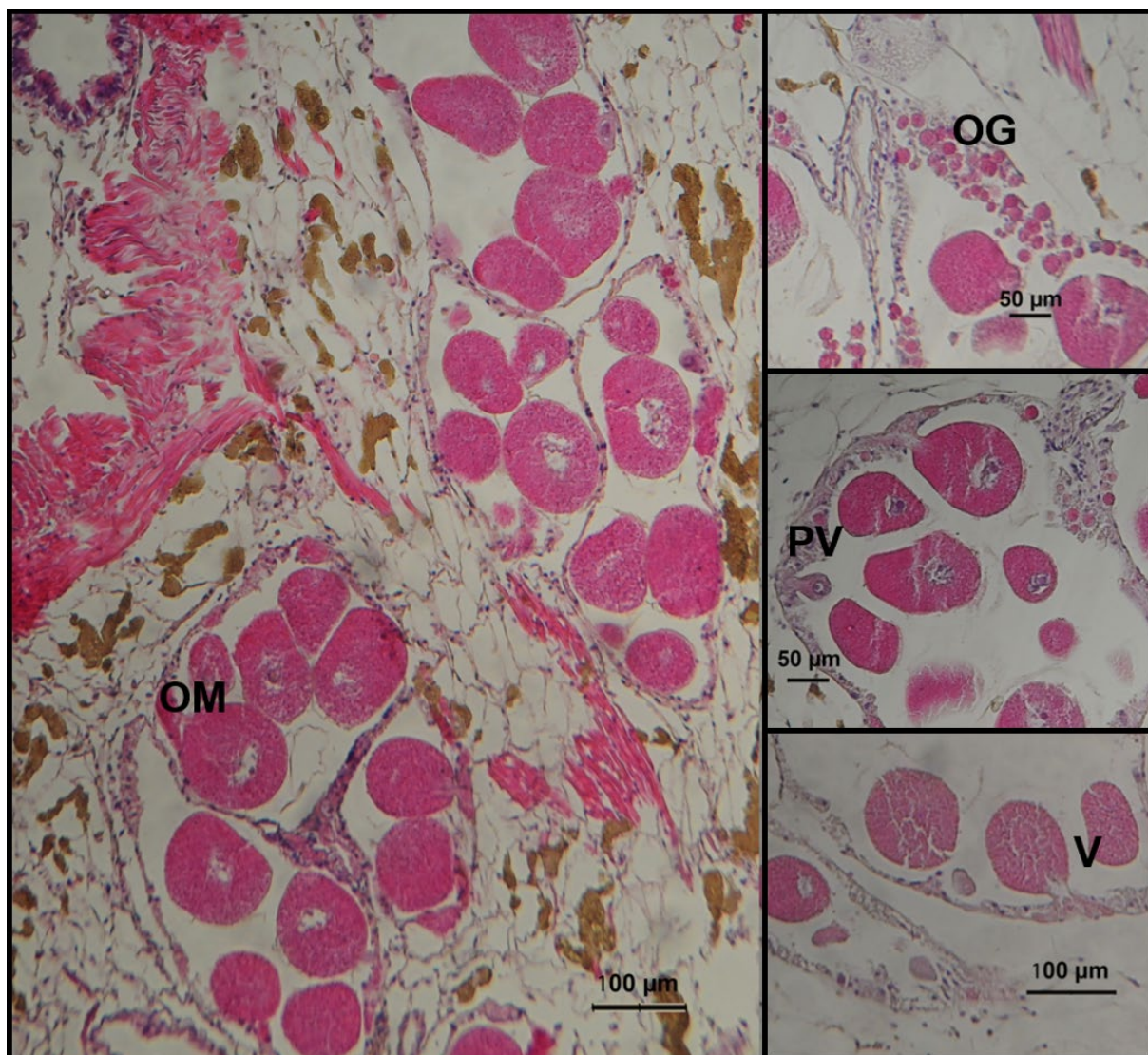
Através de visualizações microscópicas dos folículos gonadais masculinos e femininos nas lâminas foi possível diferenciar os sexos, o complexo hematoxilina e eosina apresentaram ótimos resultados, a hematoxilina corou os machos, com seus folículos em definidos, a fase de espermatogênese (SG) ocorre na periferia do folículo enquanto os espermatozoides (SZ) já formados estão no centro do folículo (Figura 8) e a eosina as fêmeas com as ovogonias (OG) numerosas na parede do folículos, a fase de pré-vitelogenese (PV) e vitelogenese são bem visualizadas mostrando o distanciamento dos ovócitos da parede folicular e os ovócitos maduros com núcleo evidente (Figura 9). Além disso foi possível verificar a ocorrência de apenas 1 (um) indivíduo hermafrodita (Figura 10) e apenas 1 (um) animal com uma desorganização histológica no tecido gonadal (Figura 11) e um total de 46 bivalves foram classificados como indeterminados, por erro de corte.

Figura 8: Macho de *Paxyodon symartophorus*. **SG**- Espermatogênese, **SZ**- espermatozoide



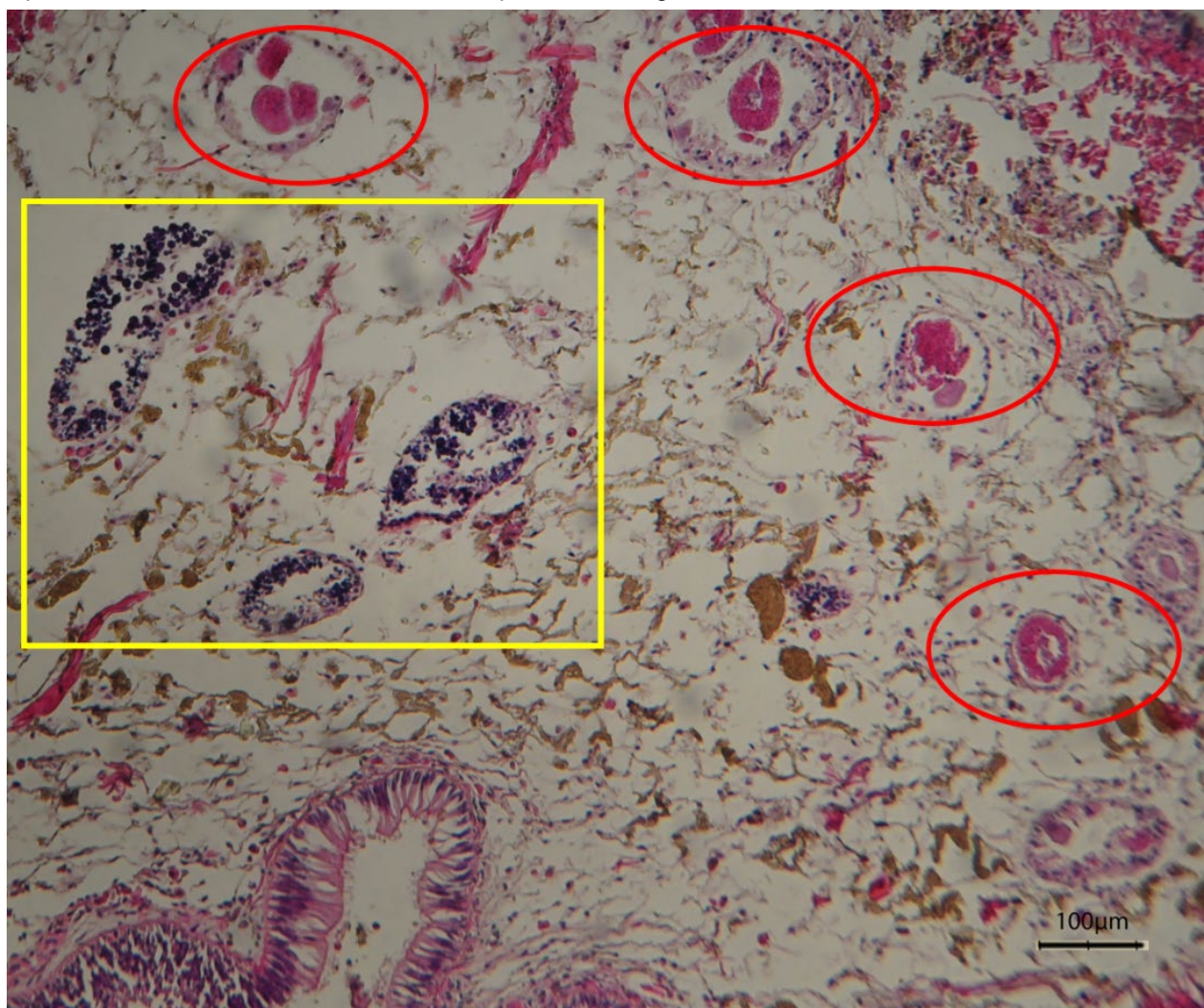
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9: Fêmea de *Paxyodon symartophorus*. **OM**- Ovócito Maduro, **OV**- Ovogônias, **PV**- Pré-vitelogênese V- vitelogênese



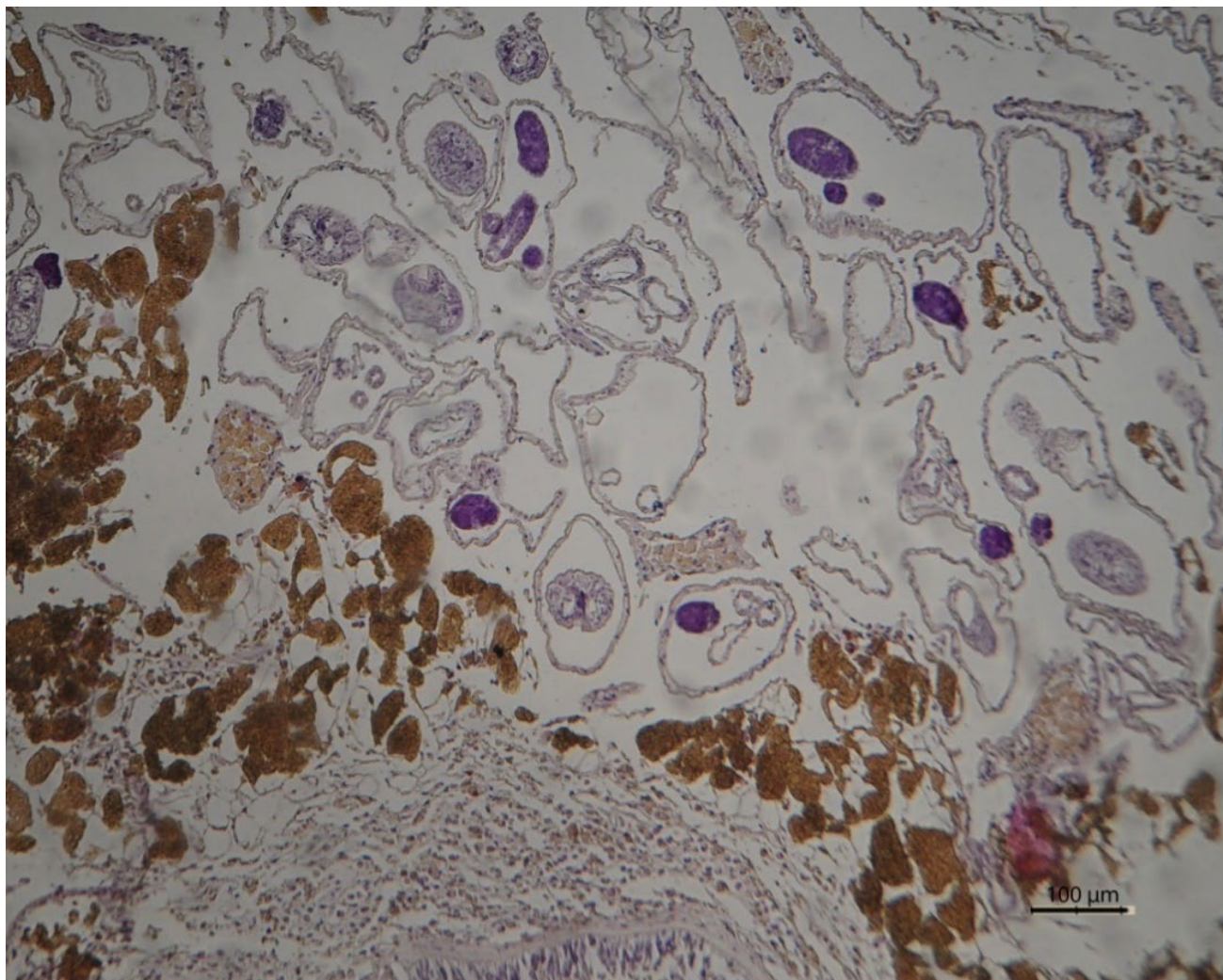
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 10: Único representante hermafrodita do total de amostras de *Paxyodon syrmatophorus*. As elipses destacam os folículos femininos, enquanto o retângulo destaca os folículos masculinos.



Fonte: elaborado pelo autor

Figura11: Alteração histológica na gônada de *Paxyodon syrmatophorus*.



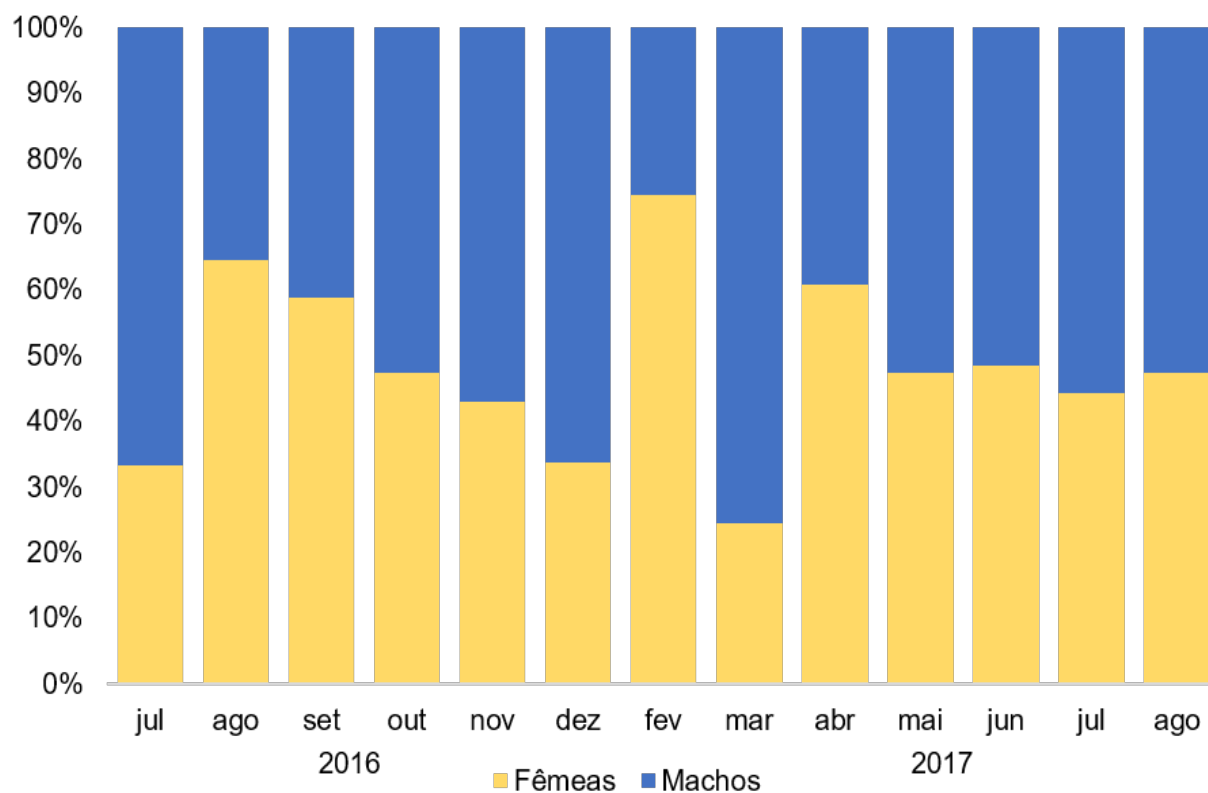
Fonte: elaborado pelo autor

5.3.2 Proporção sexual

Para a análise do desenvolvimento gonadal foram utilizados 318 animais, sendo 118 fêmeas e 200 machos. A proporção sexual de machos para fêmeas apresentou uma razão sexual de M:F 1,68:1 (Figura 12) permitindo afirmar que se trata de uma espécie dioica, apesar de ocorrer um evento de hermafroditismo atípico. No período de julho e dezembro de (2016) e março (2017) houve uma proporção significativa de machos ($X^2=6,54$, $gl=1$, $p < 0.05$, $X^2= 7,53$, $gl=1$, $p < 0.05$ e $X^2=11,56$, $gl=1$, $p < 0.05$, respectivamente) (Tabela 1).

Tabela 1: Proporção sexual de machos e fêmeas de *Paxyodon syrmatophorus* ao longo do estudo.

Meses	Frequência absoluta		Total	Frequência relativa		Esperado	X ²	Proporção Sexual (M:F)
	Fêmeas	Machos		Freq. (F)	Freq. (M)			
jul/16	5	17	22	4,24	8,50	11	6,55	3,4:1
ago/16	14	13	27	11,86	6,50	13,5	0,04	0,92:1
set/16	11	13	24	9,32	6,50	12	0,17	1,18:1
out/16	8	15	23	6,78	7,50	11,5	2,13	1,87:1
nov/16	4	9	13	3,39	4,50	6,5	1,92	2,25:1
dez/16	6	20	26	5,08	10,00	13	7,54	3,33:1
fev/17	19	11	30	16,10	5,50	15	2,13	0,59:1
mar/17	4	21	25	3,39	10,50	12,5	11,56	5,25:1
abr/17	11	12	23	9,32	6,00	11,5	0,04	1,09:1
mai/17	9	17	26	7,63	8,50	13	2,46	1,89:1
jun/17	10	18	28	8,47	9,00	14	2,29	1,80:1
jul/17	8	17	25	6,78	8,50	12,5	3,24	2,12:1
ago/17	9	17	26	7,63	8,50	13	2,46	1,89:1
Total	118	200						

Fonte: elaborado pelo autor**Figura 12:** Proporção sexual entre os machos e fêmeas da *Paxyodon syrmatophorus* encontrado no rio Marataúira, Abaetetuba- PA.**Fonte:** elaborado pelo autor

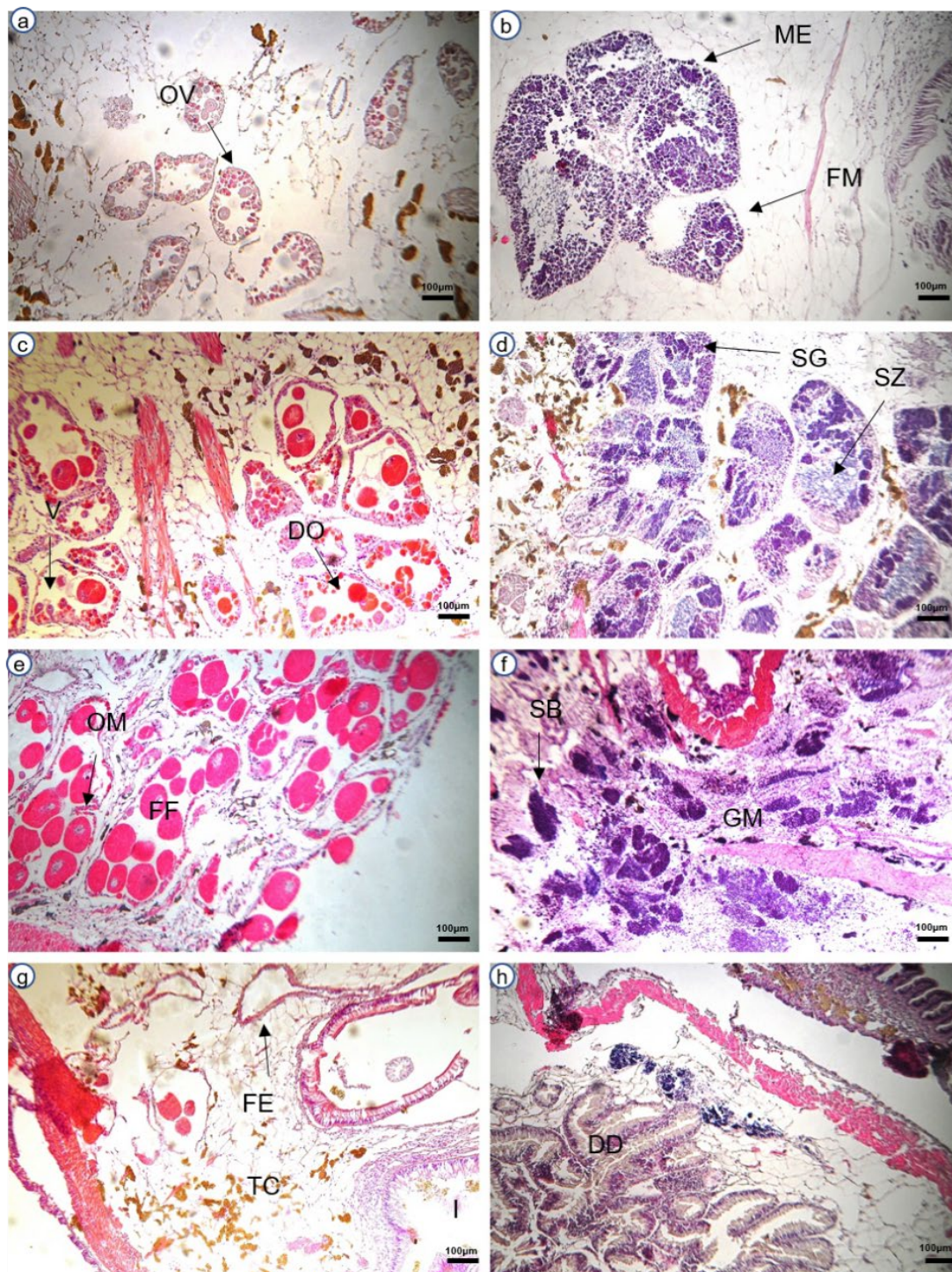
5.3.3 Identificação dos estágios de maturação

A classificação dos estágios de diferenciação celular teve como base Callil e Mansur (2007) sofrendo algumas adaptações para se adequar as características do *Paxyodon syrmatophorus*. Portanto baseado nos aspectos histológicos visualizados, foram classificados 5 estágios de desenvolvimento gonadal em fêmeas e machos: I- Inatividade sexual, II- Proliferação celular, III- Diferenciação celular, IV- Eliminação e V- esgotamento.

O fato de alguns animais serem classificados como indeterminados, se deu não pela inatividade sexual e sim por uma falha de processamento do material no corte de 5mm com o bisturi, cortando outras partes do animal.

Portanto do total amostrado, 91 % foram utilizados para as análises do ciclo reprodutivo. Desse total nenhum apresentou o estágio de Inatividade sexual, todos já apresentavam desenvolvimento nas gônadas, esse fato pode ser atribuído ao método de amostragem por busca ativa e coleta manual, método que dificultou a coleta de indivíduos jovens que ficam enterrados no substrato. Por conseguinte, as amostras apresentaram apenas os estágios de Proliferação celular, diferenciação celular, eliminação e esgotamento (Figura 1).

Figura 13: Estádios do desenvolvimento gonadal feminino (**A, C, E, G**) e masculino (**B, D, F, H**) de *Paxyodon syrmatophorus* no rio Maratauíra, Abaetetuba-PA: Proliferação celular feminina (**A**) e masculina (**B**), diferenciação celular feminina (**C**) e masculina (**D**), eliminação feminina (**E**) e masculina (**F**), esgotamento feminino (**G**) e masculino (**H**). Ovogônias (OV) na periferia do folículo, desenvolvimento dos ovócitos (DO), folículo feminino (FF), vitelogênese (V), espermatozoides (SZ), folículo gonadal masculino (FM), espermatogênese (SG), ovócito maduro com o núcleo evidente (OM), gonoduto masculino (GM), tecido conjuntivo (TC), intestino (I), mórulas espermáticas (ME), “spermabolls” (SB), divertículos digestivos (DD). 40x.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na espécie *Paxyodon syrmatophorus* as gônadas foram encontradas entre os divertículos digestivos e o pé. Sua estrutura é toda ramificada e dispersa na porção mais central da massa visceral e os folículos apresentam aparência mais esférica no estágio de proliferação celular e quando ele se encontra maduro as formas podem variar um pouco, uma vez que os ovócitos amadurecem, crescem de tamanho e acabam por vezes se comprimindo um contra o outro, evidenciando as mais variadas formas. Com relação aos gonodutos, como trata-se de uma espécie dioica, os mesmos são independentes.

Os folículos das gônadas masculinas são delimitados e separados por tecido conjuntivo. Nas lâminas analisadas havia células em diferentes estágios de diferenciação e formação de espermatozoides. As espermatogônias e espermatócitos ficaram agrupados na porção periférica do folículo, enquanto as espermátides e espermatozoides localizaram-se mais no centro, na luz do folículo. E foram observadas mórulas espermáticas no estágio de proliferação celular, pois a presença das mesmas é muito característica na fase inicial da espermatogênese.

Através dos análise dos cortes histológicos foi constatado que o tecido da parede gonadal depende do grau de desenvolvimento da própria gônada, se apresenta de forma espessa nos estágios iniciais de desenvolvimento e fica mais delgado nos estágios de eliminação e esgotamento, ou seja, nos estágios finais de maturação.

Nas fêmeas as ovogônias circundam a parede folicular (OV) e os ovócitos em pré-vitelogênese e vitelogênese (V) afastam-se da parede folicular a medida que vão ganhando volume. Os ovócitos maduros se apresentam livres na luz do folículo (OM) e na fase do esgotamento foi observado sempre vestígios de folículos gonadais (FE) que se apresentavam de forma atípica e murchos, tanto nas fêmeas como nos machos.

Nos folículos masculinos os estágios de proliferação celular foram marcados pela presença das mórulas espermáticas (ME). Na fase de diferenciação celular as espermatogônias, espermatócitos e espermátides ficaram dispostas de forma gradual da periferia para o interior do folículo (SG), enquanto que os espermatozoides ficam no centro do folículo (SZ) durante a eliminação houve formação das “spermaballs”(SB) e gonodutos (GM) estavam visivelmente cheios de espermatozoides (SZ) ao contrário da fase de diferenciação na qual os gonodutos apresentavam-se livres.

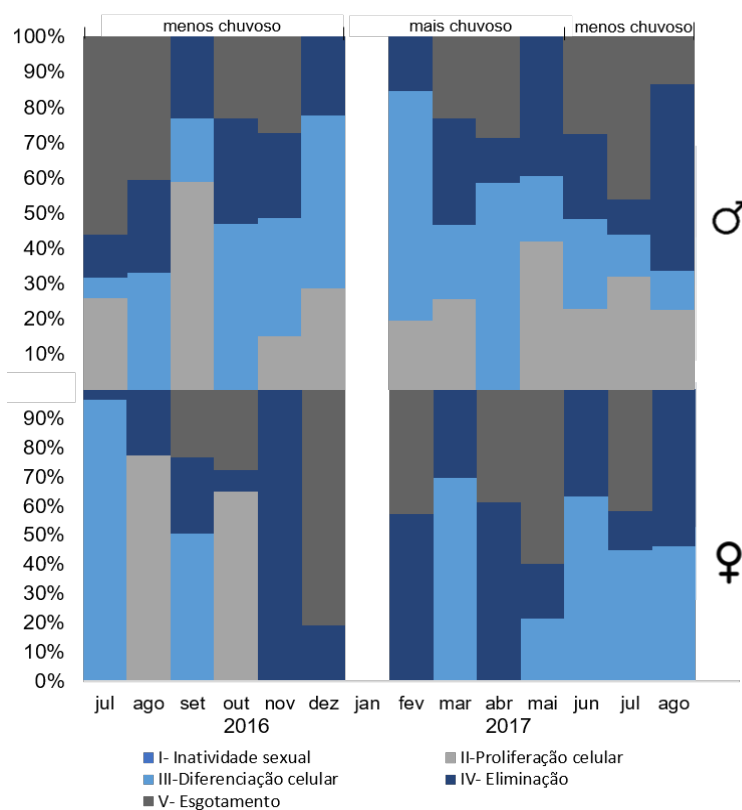
A análise histológica demonstrou que os machos de *Paxyodon syrmatophorus* apresentam eliminação contínua de gametas, com maior intensidade no período menos chuvoso. A proliferação celular esteve presente em quase todos os meses estudados (Figura 14).

As fêmeas também apresentam uma eliminação contínua de gametas na população ao longo do período, indicando maiores frequências no mês de novembro (2016) fevereiro / abril e agosto (2017), ou seja, se distribui bastantes ao longo do período estudado (Figura 15)

A proliferação celular foi observada no período menos chuvoso nos meses de agosto e outubro (2016) e o esgotamento apresentou um pico mais elevado em dezembro (2016).

O estágio de diferenciação celular foi observado ao longo de quase todos os meses tanto para os machos quanto para as fêmeas (Figura 15). Os estagio de inatividade sexual foi desconsiderado, uma vez que o menor animal apresentava atividade sexual.

Figura 14: Relação percentual dos indivíduos de *Paxyodon syrmatophorus* do Rio Maratauíta, Abaetetuba- PA, caracterizados nos diferentes estágios de desenvolvimento gonadal: I- Inatividade sexual, II- Proliferação celular, III- diferenciação celular, IV-EliminaçãoV-esgotamento.

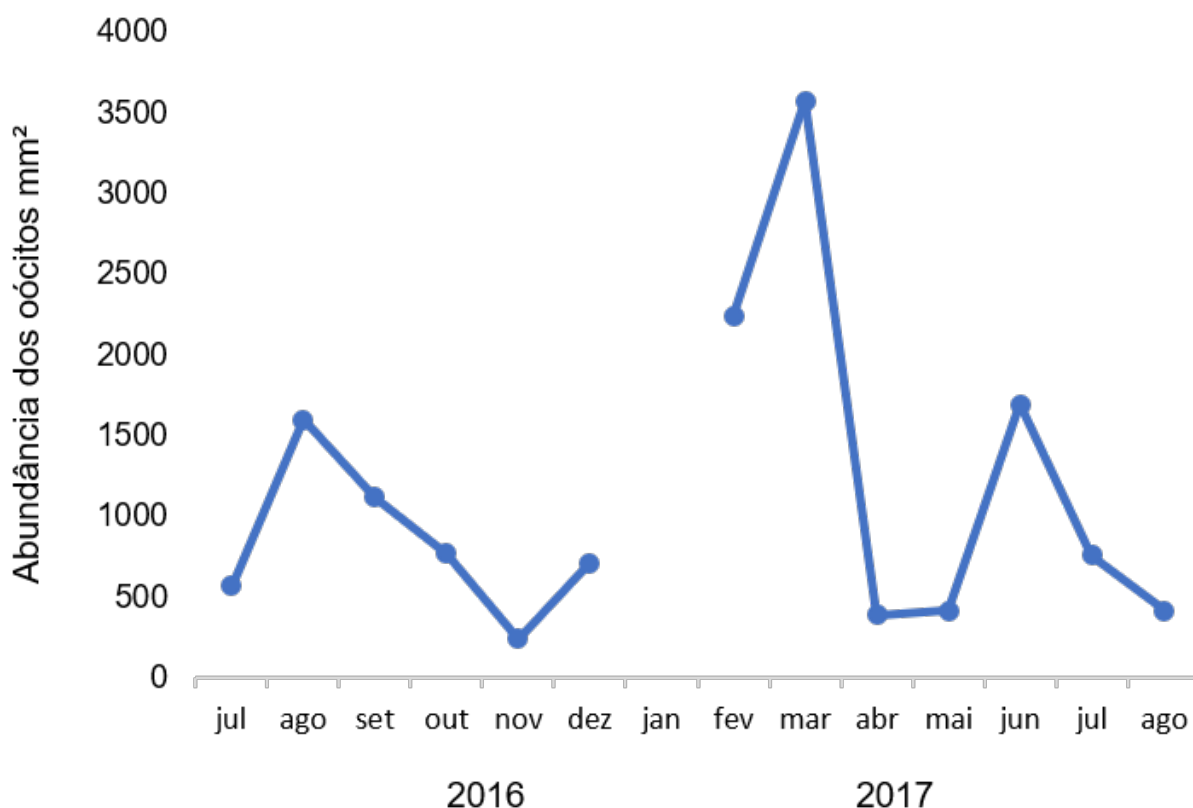


Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.4 Abundância e tamanho das células germinativas femininas

Paxyodon syrmatophorus apresentou um total de 14.507 ovócitos distribuídos em 4 estágios de desenvolvimento sexual, ocorreram 3 picos de maturação durante o período, o primeiro em agosto (2016) seguido da maior abundância em março (2017) e a última em junho (2017). Os declínios se apresentam em novembro (2016), abril, maio e agosto (2017) (figura 16).

Figura 15: Abundância dos ovócitos de *Paxyodon syrmatophorus* do Rio Maratauíra, Abaetetuba- PA.

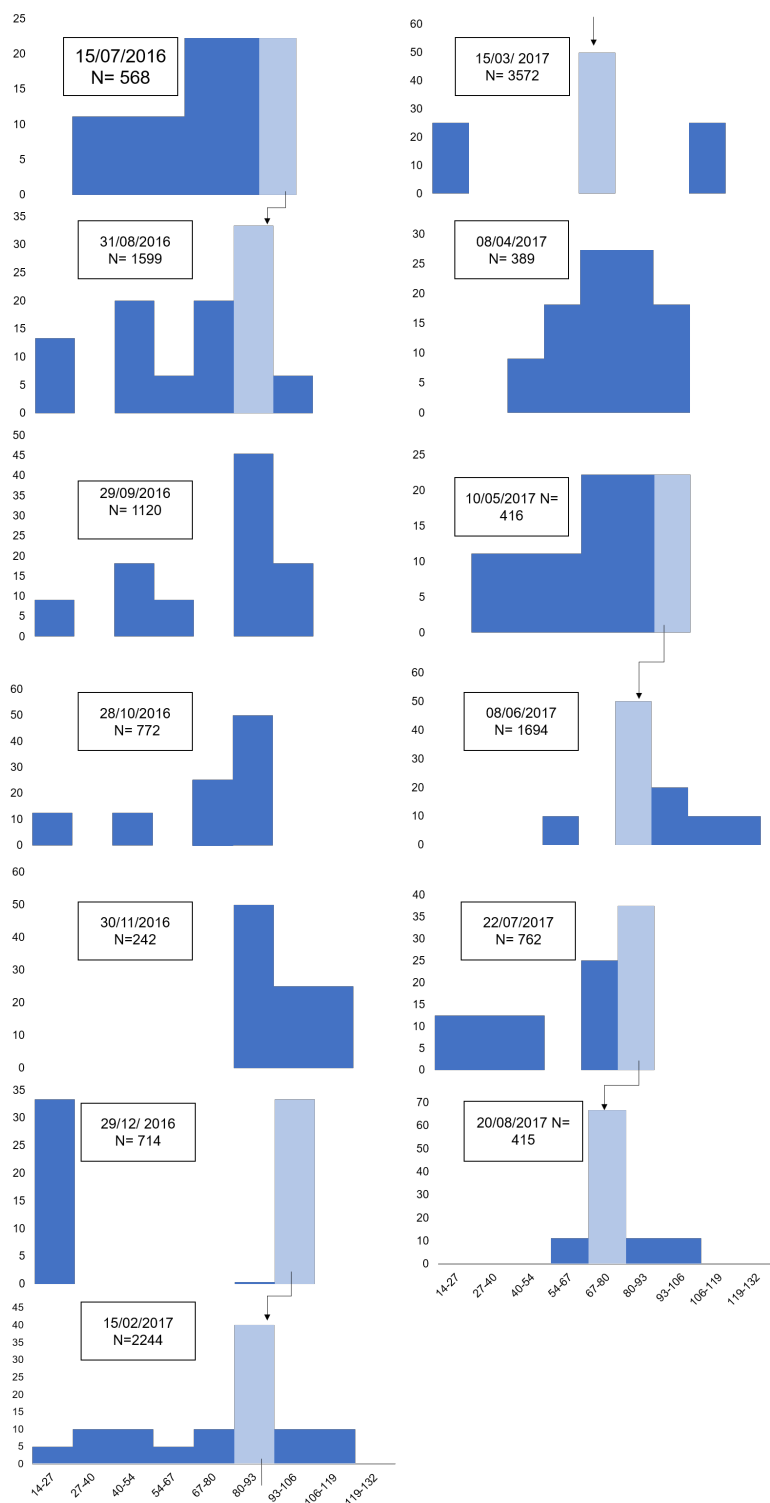


Fonte: elaborada pelo autor

De acordo com a distribuição e frequência das classes de comprimento dos ovócitos é possível observar diminuição dos tamanhos modais, que são visualizados ao longo do período, e sugerem eventos de desova. A primeira ocorre entre julho e agosto (2016) onde há diminuição dos ovócitos da classe entre 96-106 μm . A segunda entre dezembro e fevereiro com diminuição das mesmas classes da desova anterior. A terceira entre fevereiro e março (2017) com a supressão dos ovócitos de classe 80-93 μm . O quarto evento ocorre entre maio e junho (2017) nas classes 93-106 μm e por fim a última desova é vista entre julho e agosto (2017) representando na supressão da classe 80-93 μm (Figura 16)

Portanto as fêmeas de *Paxyodon syrmatophorus* apresentou no estudo 5 eventos de desova, sendo considerada continua ao longo do período.

Figura 16: Distribuição mensal de tamanho e frequência de ovócitos de *Paxyodon syrmatophorus* coletados no rio Maratauíra, Abaetetuba-PA. As diminuições dos tamanhos modais de ovócitos indicam eventos de desova indicados pela seta.

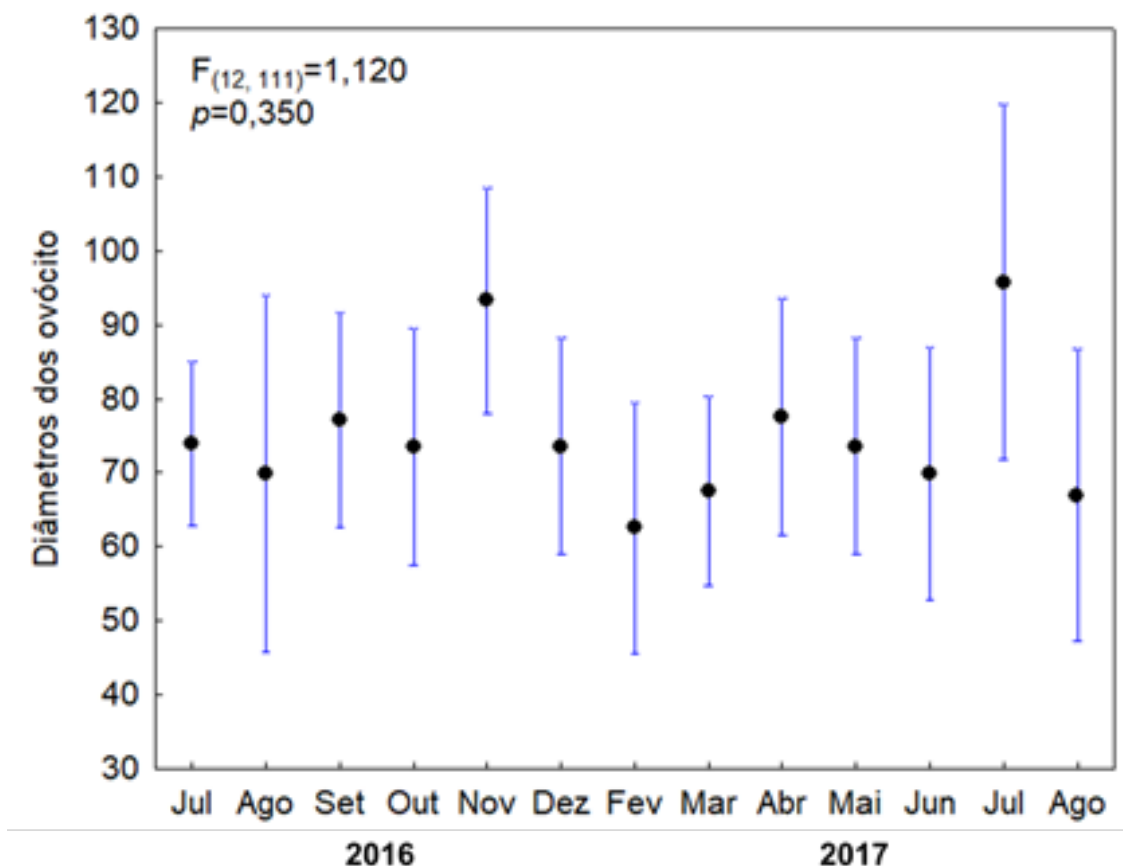


Fonte: elaborado pelo autor

O diâmetro máximo do ovócito encontrado foi de 124,34 μm e o mínimo de 14,38 μm e a média foi de $74,53 \pm 24,43$.

Não há diferença no diâmetro dos ovócitos ao longo dos meses, no que se refere aos maduros ($gl=12$, $f=1,12$ $P=0,35 < 0,05$) e os maiores valores médios dos diâmetros são encontrados nos meses de novembro e julho (Figura 17).

Figura 17: Diâmetro (μm ,) dos ovócitos de *Paxyodon symartophorus* ao longo do período estudado.



Fonte: elaborado pelo autor

5.3.5 Análise da coorte ovocitária

Para todos os meses estudados foi realizada a análise das médias dos diâmetros dos ovócitos de acordo com seu estágio de maturação. Sendo eles, Proliferação celular (A) Diferenciação celular (B) Eliminação (C) Esgotamento (D).

O mês de maio apresentou as maiores médias de ovócitos dentre o período de estudo $97,99 \pm 19,4$ equivalente ao estágio esgotado. No período de março (2017) foi visualizada a menor média equivalente à $18,41 \pm 3,48$ para o estágio de diferenciação celular (B) provavelmente está relacionado com a retomada de um processo gonadal.

É possível observar uma grande variação quanto ao desvio padrão resultando em uma alta variação quanto ao tamanho dos ovócitos (Tabela 3)

Tabela 3: Resultados da estatística descritiva dos diâmetros de ovócitos da espécie *Paxyodon syrmatophorus*, onde: frequência absoluta de fêmeas (N) e os estágios de desenvolvimento sexual: Proliferação celular (A) Diferenciação celular (B) Eliminação (C) Esgotamento (D).

Mês	Lt	Média do diâmetro do ovócito $\pm$ desvio padrão(μm)	N	Número de ovócitos	Estagio de desenvolvimento gonadal
Jul-16	62,88	73,31 $\pm$ 25,12	1	10	D
	68,38	67,46 $\pm$ 24,31	2	251	B
	73,79	84,92 $\pm$ 22,23	1	45	C
Ago-16	48,16	69,63 $\pm$ 8,46	13	1422	C
	43,46	40,12 $\pm$ 33,03	1	177	A
Set-16	53,31	83,41 $\pm$ 24,96	8	755	C
	44,96	45,95 $\pm$ 13,83	2	195	B
	69,26	50,55 $\pm$ 24,75	1	170	D
Out-16	57,59	22,19 $\pm$ 10,81	1	197	A
	51,35	80,52 $\pm$ 20,17	4	243	C
Nov-16	54,22	69,11 $\pm$ 25,95	3	332	D
	47,96	95,77 $\pm$ 21,4	4	242	C
Dez-16	58,68	90,24 $\pm$ 11,86	4	684	C
	46,7	20,6 $\pm$ 15,34	2	30	D
Fev-17	57,96	78,77 $\pm$ 7,32	17	2240	C
	58,18	33,14 $\pm$ 26,32	2	94	D
Mar-17	64,54	18,41 $\pm$ 3,48	1	1363	B
	68,66	87,01 $\pm$ 41,59	3	2209	C
Abr-17	60,36	79,05 $\pm$ 29,39	10	375	C
	40,23	58,64 $\pm$ 29,39	1	14	D
Mai-17	55,23	67,58 $\pm$ 27,93	6	346	C
	52,31	97,99 $\pm$ 19,4	2	90	D
	47,55	60,41 $\pm$ 34,41	1	150	B
Jun-17	65,43	86,42 $\pm$ 31,11	3	375	B
	63,16	96,21 $\pm$ 36,42	7	1319	C
Jul-17	40,16	54,86 $\pm$ 26,61	3	135	B
	62,32	44,66 $\pm$ 15,67	2	69	D
	46,31	83,01 $\pm$ 26,48	4	772	C
Ago-17	44,45	76,59 $\pm$ 26,63	1	51	B
	63,61	77,68 $\pm$ 20,99	8	364	C

Fonte: elaborado pelo autor

6 DISCUSSÃO

6.1 Biometria

A classe de comprimento mais abundante estava entre 43-75 mm indo de acordo com os resultados de Meyer *et al.*, (2014) que registrou uma maior abundância de indivíduos na classe de comprimento superior a 41 mm e Beasley *et al.*, (2000) entre 61 a 70 mm, o mesmo analisou 240 moluscos com comprimento total mínimo de 20 mm e máximo de 81 mm.

O tamanho mínimo encontrado de 19 mm se tratava de um indivíduo macho ativo sexualmente, assim como Meyer *et al.*, (2014) registrou um tamanho mínimo de 14 mm no estágio sexual ativo e o menor molusco encontrado por Beasley *et al.*, (2000) também ativo tinha 23mm de comprimento. Ao mesmo tempo que é surpreendente como animais tão pequenos apresentam as gônadas desenvolvidas, é perfeitamente justificável, visto que esses animais pertencem a tribo Prisodontini que é endêmica da bacia amazônica (Bonneto, 1967). Fryer (1961) enfatiza que ciclo reprodutivo desses animais apresentam pouco ou nenhuma variação sazonal, em virtude da sua localização tropical, favorecendo a maturação sexual dos animais mais cedo, uma vez que ficam expostos a uma temperatura relativamente constante, sendo a reprodução afetada por outras variações espaciais.

O método de amostragem que consiste na coleta manual no substrato, dificulta a extração de indivíduos jovens que ficam enterrados no substrato. Esse método também foi utilizado por Beasley *et al.*, (2000) e Meyer *et al.* 2014; Levando-se em consideração que no local de coleta o nível do rio não descia o suficiente para deixar o banco de moluscos a mostra, ou suficientemente baixo para facilitar a retirada dos que ficavam mais enterrados no substrato. Sendo assim, era necessário realizar mergulhos para coletar os bivalves, dificultando a melhor exploração da área.

6.3 Histologia

6.3.1 Diferenciação do sexo

Em um estudo realizado por Callil (2013) com o *Anodontites trapesialis* que pertence a Ordem Unionida a diferenciação entre os gametas masculino e feminino

foi correlata com os resultados encontrados, os machos coraram com hematoxilina e os gametas femininos evidenciaram bem melhor a Eosina. Beasley *et al.*, (2000) também usou o complexo hematoxilina-eosina, apresentando similar resultado, e encontrou apenas dois indivíduos hermafroditas. Meyer *et al.*, (2014) descreveu as gônadas como uma estrutura arborescente, semelhante as glândulas, os ovócitos tem forma de esfera ou sacular e a sua localização está entre o intestino e a porção postero dorsal do pé. Barreira e Araújo (2005) caracterizam as gônadas como estruturas relativamente simples, sendo a gônada constituída por um par de glândulas, que quando maduras, se expandem por entre a glândula digestiva e a região superior da massa visceral, as gônadas são semelhantes a uma rede de tubos ramificados, que se reúnem em um ducto comum.

6.3.2 Proporção sexual

Apenas um indivíduo hermafrodita foi encontrado, sendo considerado um evento ocasional, porém a literatura ainda não mostra explicações para o hermafroditismo atípico na família Hyriidae. E esses resultados estão de acordo com os trabalhos publicados para a família Hyriidae (COE, 1943; MEYER *et al.*, 2012; MEYER *et al.*, 2014). A proporção sexual de Beasley *et al.*, (2000) diferiu significativamente de uma proporção de 1:1 e foram encontrados apenas dois hermafroditas. Vale (2002) investigando a *Castalia ambigua* (Lamarck, 1819) encontrou entre 487 bivalves, um exemplar hermafrodita. Callil (2003) em *A. elongatus* representou 2,53 % hermafroditas. Avelar *et al.*, (1991) estudou a *Castalia undosa undosa* (Martens, 1827) do rio Pardo, São Paulo; e verificou que entre os 66 espécimes analisados, dois eram hermafroditas.

6.3.4 Estágios de maturação

De acordo com McElwain e Bullard (2014) os folículos maduros são ampliados com o aumento dos ovócitos e os este exibem perímetro com grânulos eosinófilos e pequenos núcleos irregulares e maioria se localiza na luz do folículo, nos machos a baixa atividade gametogênica foi evidenciada pelas mórulas espermáticas ocupando os folículos.

Beasley *et al.*, (2000) classificou os estágios de maturação gonadal em apenas dois: em desenvolvimento e maduro, enquanto Callil e Mansur (2007) para a mesma Ordem classificou em 5 estágios de desenvolvimento, estes os quais o presente trabalho teve como base para a sua classificação: Inatividade sexual, proliferação celular, diferenciação celular, eliminação e esgotamento. Entretanto todos os indivíduos coletados apresentavam atividade sexual e o estágio de inatividade foi desconsiderado, uma vez que os indivíduos analisados já apresentavam atividade sexual, levando em consideração apenas os demais.

Como se trata de um sistema reprodutor mais simples, não há tantas peculiaridades entre os bivalves límnicos e marinhos e as classificações para esses estágios sexuais por vezes são sincronizados, Barreira e Araújo (2005) classificou a estágios da *Anomalocardia brasiliiana* em “Indiferenciado”, “em Maturação”, “Maduro”, “em Eliminação” e “Eliminado”.

Nas amostras examinadas as mórulas espermáticas estavam presentes em grande quantidade no estágio de proliferação celular ou em folículos que continham um número menor de espermatozoides, fato também evidenciado por Meyer *et al.*, (2014) e Callil e Mansur (2007) que descrevem os folículos para esse estágio como uniformes e com poucas ou nenhuma diferenciação celular, e a presença das mórulas espermáticas é fundamental para classificar como estágio inicial.

6.3.5 Abundância e tamanho das células germinativas femininas

Sastry (1975) elaborou dois conceitos sobre o tempo de desenvolvimento dos eventos nos ciclos reprodutivos de uma população, considerando sincrônica aquela na qual os indivíduos apresentam estágios de desenvolvimento gonadal semelhantes, enquanto que a assincrônica deve-se ao fato da população apresentar constantemente indivíduos com gametas maduros e apresentam períodos em que a população está proliferando e eliminando as células sexuais, é um fato bem visto na zona tropical. Muito bem evidenciado por Beasley *et al* (2000) que os ovócitos classificados como “em desenvolvimento” apresentaram altos índices em setembro (1997) e diminuí gradativamente até dezembro (1997) e houve dois picos de produção no mês de outubro (1997) e abril (1998) para os ovócitos classificados como maduros.

Para Callil (2003) a maturação gonadal dos óvulos ocorreu durante o período entre janeiro e abril. E a mesma foi identificada pelo aumento no diâmetro das células, uma vez que os ovócitos possuem em média diâmetro de 15 μm , e os óvulos maduros podem atingir até 62,5 μm de diâmetro com valor médio em torno de 45 μm .

Beasley et al. (2000) informa que a fertilização provavelmente ocorre no final da estação seca, entre Setembro e dezembro, quando o lançamento do espermatozoides e óvulos maduros coincidem, fato que deve estar relacionado a estratégias de vida desses animais, uma vez que se os gametas são liberados no período menos chuvoso, os rios estão em um nível mais baixo e a probabilidade de apresentar sucesso na fecundação que é externa é muito mais alta

7 CONCLUSÃO

Paxyodon syrmatophorus é uma espécie na qual o macho está em maior número que a fêmea, a maior abundância ocorre nas classes de tamanho 43 a 65 mm. E não há diferença no comprimento total entre os sexos.

Apresentam sexos separados e pode ocorrer hermafroditismo atípico ou ocasional, sem explicação ainda na literatura. Os indivíduos coletados já apresentavam atividade sexual, mesmo com um tamanho tão pequeno 19 mm.

As visualizações histológicas evidenciaram os diferentes estágios de desenvolvimento gonadal ao longo dos meses. O diâmetro máximo do ovócito encontrado foi de 124,34 μm e o mínimo de 14,38 μm e não há diferença no diâmetro dos ovócitos ao longo dos meses, no que se refere aos maduros. Evidenciando a atividade continua das gônadas.

A desova distribui-se ao longo do período estudado, sendo melhor evidenciada entre os meses: julho e agosto (2016), dezembro (2016) e fevereiro (2017), fevereiro e março (2017), maio e junho (2017) e julho e agosto (2017) o tamanho das classes dos ovócitos maduros liberados variou de 80 a 106 μm .

8 RECOMENDAÇÕES

Para determinar o tamanho de primeira maturação e conhecer melhor a espécie estudada, recomenda-se a utilização de um equipamento nas coletas, air-lift que possui capacidade de aspirar os fundos lamosos e capturar os bivalves que ficam mais enterrados no substrato, sendo assim os juvenis seriam capturados com mais facilidade.

Complementar o presente estudo sobre o desenvolvimento gonadal da *Paxyodon syrmatophorus* no que tange o ciclo de vida larval dos gloquídios, verificando quanto tempo leva da fertilização até a fixação dos juvenis no substrato.

Realizar trabalho de análise de sanidade micro parasitária, visto que os animais servem de alimento.

REFERÊNCIAS

- AVENDAÑO, M. e LE PENNEC, M. Intraspecific variation in gametogenesis in two populations of the Chilean molluscan bivalve, *Argopecten purpuratus* (Lamarck). **Aquaculture Research** 28: 175-182. 1997
- AVELAR, W.E.P., COSTA, A.D.S., COLUSSO, A.J. e DAL BÓ, C.M.R. Dimorfismo sexual em *Castalia undosa undosa* Martens, 1827 (Bivalvia: Hyriidae). **The Veliger** 34 (2): 229-231. 1991
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, A. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Regiões Hidrográficas Brasileiras. editorial, S.: 164. 2015
- ANTHONY, J.L. e DOWNING, J.A. Exploitation trajectory of a declining fauna: a century of freshwater mussel fisheries in North America. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 58: 2071-2090. 2001
- BARREIRA, C.D.A.R. e ARAÚJO, M.L.R. Reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) at Canto da Barra Beach, Fortim, Ceará, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca** 31 (1): 9-20. 2005
- BEASLEY, C.R., MIRANDA, L.D.Q., ALVES, S.T.M., MELO, A.G., SOUZA, J.O. e TAGLIARO, C.H. Brood size and larval length of *Paxyodon symmatophorus* (Bivalvia, Hyriidae) from the Tocantins river, Brazil. **Amazoniana** XVIII (3/4): 173-184. 2005
- BEASLEY, C.R., TÚRY, E., VALE, W.G. e TAGLIARO, C.H. Reproductive cycle, management and conservation of *Paxyodon symmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) from the Tocantins River, Brazil. **J. Molluscan Stud.** 66 (3): 393-402. 2000
- Beasley C.R. The Impact of Exploitation on Freshwater Mussels (Bivalvia: Hyriidae) in the Tocantins River, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 36(2): 159-165. 2001
- BEASLEY, C.R. e TAGLIARO, C.H. Variação sazonal no ciclo reprodutivo de um mexilhão de água doce Neotropical (Hyriidae). **Sou. Malacol. Touro.** 18: 71-78. 2004
- BOGAN, A.E. e ROE, K.J. Freshwater bivalve (Unioniformes) diversity, systematics, and evolution: status and future directions. **Journal of North American Benthological Society** 27(2): 249-269. 2008
- BONETTO, A. A. El género *Anodontites* Bruguière (Mollusca, Pelecypoda) en el sistema hidrográfico del Plata. **Physis** (Rio de Janeiro, Brazil), vol. 26, no. 73, pp. 459-467. 1967
- CALLIL, C.T. e JUNK, W.J. Aquatic gastropods as mercury indicators in the Pantanal of Poconé region (Mato Grosso, Brasil). **Journal of Water, Air and Soil Pollution** 319: 319-330. 2000
- CALLIL, C.T. Base de dados direcionada para elaboração de um programa de monitoramento de águas continentais utilizando bivalves moluscos, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2003
- CALLIL, C.T. Base de dados direcionada à elaboração de um programa de monitoramento de águas continentais utilizando moluscos bivalves, Universidade Católica do Rio Grande do Sul 218. 2013

CALLIL, C.T. e MANSUR, M.C.D. Gametogênese e dinâmica da reprodução de *Anodontites trapesialis* (Lamarck) (Unionoida, Mycetopodidae) no lago Baía do Poço, planície de inundação do rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 24: 825-840. 2007

CLAVIJO, C. The pearl industry and pioneering research in biology and conservation of pearl mussels (Unionoida) in the río de La Plata Basin. **Tentacle.**(14) 25-32.2017

COE, W.R. Sexual differentiation in mollusks Pelicypods. **Quartely Review of Biology** 18: 154-164. 1943

DE VILLIERS, G. Growth, population dynamics, a mass mortality and arrangement of white sand mussels, *Donax serra* Röding, on beaches in the south-western Cape Province. **Investigational report / Republic of South Africa, Department of Industries, Sea Fisheries Branch** 109: 1-31. 1975

FRAGA, M.S.A., SANTOS, S.B., PIMENTA, A.D., THIENGO, S.C., FERNANDEZ, M.A. e ABSALÃO, R.S. **Moluscos límnicos e o funcionamento de ecossistemas lóticos: uma abordagem ecológica.** Tópicos em Malacologia – Ecos do XVIII EBRAM. 2007

FRYER, G. The developmental history of *Mutela bourguignati* (Ancey) Bourguignati (mollusca bivalvia). **Philosophical transactions of the royal society of London** 244 (259-598). 1961

GANGLOFF M.M. J. D. WILLIAMS J. W. FEMINELLA. A new species of freshwater mussel (Bivalvia: Unionidae), *Pleurobema atearni*, from the Coosa River drainage of Alabama, USA. **Zootaxa.** 1118: 43-56. 2006

GARNER, J.T., HAGGERTY, T.M. e MODLIN, R.F. Reproductive cycle of *Quadrula metanevra* (Bivalvia: Unionidae) in the Pickwick Dam tailwater of the Tennessee River. **The American Midland Naturalist** 141: 277-283. 1999

GRAF, D.L. e CUMMINGS, D. Palaeoheterodont diversit (mullusc: Trigonionida + Unionida: what we know and what we wish we know about freshwater mussel evolution. **zoological journal of the lennean society** 148: 343-394. 2006

HERRMANN, M., ALFAYA, J.E.F., LEPORE, M.L., PENCHASZADEH, P.E. e LAUDIEN, J. Reproductive cycle and gonad development of the Northern Argentinean *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mesodesmatidae). **Helgol. Mar. Res.** 63 (3): 207-218. 2009

HOWARD, D.W., LEWIS, E.J., KELLER, B.J. e SMITH, C.S. **Histological techniques for marine bivalve mollusks and crustaceans: NOAA Technical Memoranda NOC NCCOS** 5: 218 p. 2004

HOHN, H. e MARCONDES, C. Ocorrência de ostras perlíferas no Marajó, rio Pará. **Esc. Minas.**55 (1). 2002

JUNQUEIRA, L.C.U. e JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia.** Paulo, S., 1.1983

KAT, P.W. Parasitism and the Unionacea (Bivalvia). **Revista de Biologia** 59: 189-207. 1984

KIM, Y., ASHTON-ALCOX, K.A. e POWELL, E.N. **Histological techniques for marine bivalve molluscs**: Update: *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS* 27: 76 p.2006

LEVINE, T.D.L., B., H.H. e GERALD, G.W. Effects of shell shape, size, and sculpture in burrowing and anchoring abilities in the freshwater mussel *Potamilus alatus* (Unionidae). **Biological Journal of the Linnean Society** 111: 136-144. 2013

Lima, A. M., Oliveira, L. L., Fontinhas, R. L., Lima, R. J. S. Ilha do Marajó: Revisão Histórica, Climatológica, Bacias Hidrográficas e Propostas de Gestão. **Holos Environment**, 5(1): 65. 2005

MANSUR, M.C.D., SCHULZ, C. e GARCES, M.M.P. Moluscos bivalves de água doce: identificação dos gêneros do sul e leste do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia** 9(2): 181-202. 1987

Mansur, M.C.D. and Valer, R.M. Bivalve mollusks from Rio Uraricoera and Rio Branco, Roraima, Brazil . *Amazoniana* 12(1): 85-100. 1992.

MATA, L.S., TAGLIARO, C.H., SIMEONE, D. e BEASLEY, C.R. Shell shape variation in Amazonian freshwater mussels (Unionida: Hyriidae: Hyriini). **Journal of Molluscan Studies** 1(12). 2019

MCELWAIN, A. e BULLARD, S.A. Atlas histológico de mexilhões de água doce (bivalvia, unionidae): villosa nebulosa (ambleminae: lampsilini), fusconaia cerina (ambleminae: pleurobemini) e strophitus connasaugaensis (unioninae: anodontini). *Malacologia* 57 (1): 99-239. 2014

MCMAHON, R.F. e BOGAN, A.E. **Mollusca: Bivalvia. Ecology and Classification of Freshwater Invertebrates from North America**. Press, A. 2001

MEYER, A.A.N., MARTIN, J.K. e OLIVEIRA, E. Ocorrência e caracterização histológica de marsúpios de *Diplodon expansus* (Küster, 1856) (Mollusca, Bivalve, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasil. **Biotemas** 26: 97-108. 2012

MEYER, A.A.N., OLIVEIRA, E., TEIXEIRA, T.B. e VIESSER, J.A. Classes de comprimento e descrição histológica das gônadas de *Diplodon ellipticus* (Wagner, 1827) (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) em um lago artificial, Morretes, Paraná, Brasil. **Biotemas** 27(3): 81-96. 2014

MOORE, R.C. Mollusca (Bivalvia). *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Lawrence. 6: 951.1969.1969

MORAIS, P., RUFINO, M.M., REIS, J., DIAS, E. e SOUSA, R. Assessing the morphological variability of *Unio delphinus* Spengler, 1783 (Bivalvia: Unionidae) using geometric morphometry. **Journal of Molluscan Studies** 80 (1): 17-23. 2013

NELSON, T.C. e ALLISON, J.B. On the nature and action of diantlin; a new hormone-like substance carried by the spermatozoa of the oyster. **Journal of Experimental Zoology** 85: 299-338. 1940

PASTORINO, G., DARRIGAN, G. e CUMMINGS, K. *Paxyodon symmatophorus*. A lista vermelha da IUCN de espécies ameaçadas. 2014. Acessado em 29 de outubro 2019.

PARÁ. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Belém: SEMA. 2012

SIMS, N.A. Pearl oysters. South Pacific Nearshore Marine Resources. (Eds.), I.A.W.a.L.H.: 772.1993

SASTRY, A.N. **Fisiologia e Ecologia da Reprodução em Invertebrados Marinhos**. In: Venberg, F.J. (eds.) **Ecologia Fisiológica de Organismos Estuarinos**. University of South Carolina Press, Columbia: 279-299.1975

VALE, R., BEASLEY, C., TAGLIARO, C. e MANSUR, M. The glochidium and marsupium of *Castalia ambigua ambigua*. **American Malacological Bulletin** 20: 43-48. 2005

VALE, R.S. Ecologia e ciclo reprodutivo de *Castalia ambigua ambigua* (MOLUSCA: BIVALVIA) no rio Irituia, município de Irituia, Pará. Dissertação, Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança 109.2002

VAUGHN, C.C. e HAKENKAMP, C.C. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. **Freshwat. Biol.** 46 (11): 1431-1446. 2001

VAZZOLER, A.E.A. Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM, P. 169.1996

VIDIGAL, T., MARQUES, M., LIMA, H. e BARBOSA, F. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas gerais, Brasil. **Lundiana** 6: 67-76. 2005